



Konsekvensutredning for
**OPPRYDDING OG DEPONERING AV
RADIOAKTIVT AVFALL FRA SØVE GRUVER**





Konsekvensutredning for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve gruver

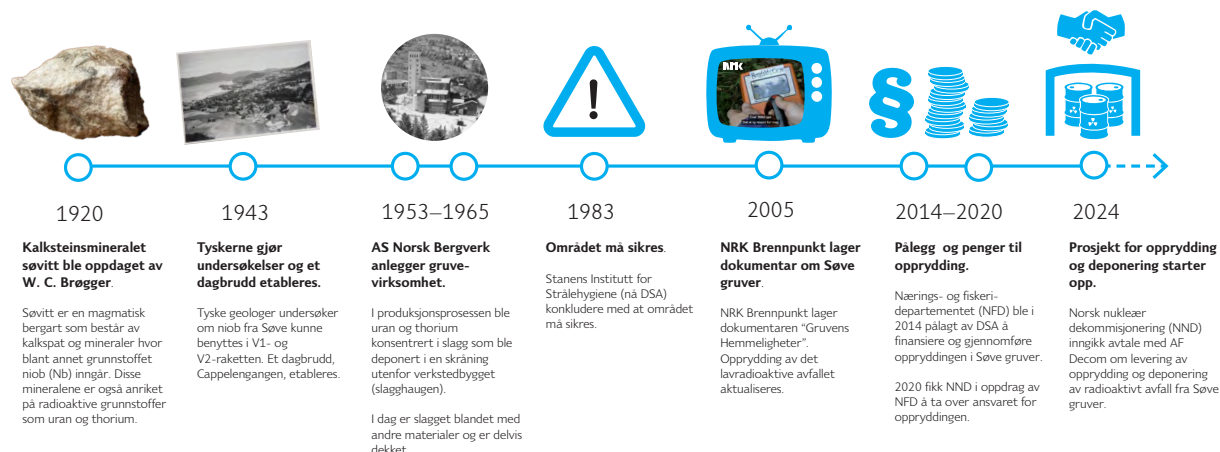
Utarbeidet av

BERGFALD MILJØRÅDGIVERE AS

Tittel: Konsekvensutredning for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve gruver						Dok.nr.: 35182
Prosjekt: Opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve Gruver						
Opprettet dato: 17.06.2025	Opprettet av: Margrethe Snekkerbakken	Tema: Sørvedepoiet	Dokumenttype: KU	Versjon: 3.1	Dato: 05.11.25	Erstatter: 3.0
Gjennomgang av: Gaute Hauglid-Formo		Godkjent av: Bård Bergfald		Side 2 av 178		

Sammendrag

Denne konsekvensutredningen omfatter opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver. Søve gruver ble drevet av statseide AS Norsk Bergverk fra 1953 til 1965. Under driften ble det generert to forskjellige fraksjoner med radioaktivt avfall; slagghaugen og vaskerijorda. Siden driften av Søve gruver opphørte har disse forekomstene med radioaktivt avfall ligget usikret og tilgjengelig for allmennheten. Målet med tiltaket er å sikre det radioaktive avfallet ved å deponere det i en nyetablert betongsarkofag på stedet. En oppsummering av historien til det radioaktive avfallet fra Søve gruver er vist i Figur - a.



Figur - a: Oversikt over historikken til det radioaktive avfallet fra Søve gruver. (Bergfald Miljørådgivere)

Etter pålegg fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) i 2014 har Nærings- og Fiskeridepartementet (NFD) fått ansvar for opprydding og sikring av det radioaktive avfallet. Dette ansvaret ble i 2020 delegert til Norsk nukleær dekommisjonering (NND), som er tiltakshaver for oppryddingen. NND vil også være eier av sarkofagen der avfallet blir sikret i et langtidsperspektiv. AF Decom er ansvarlig entreprenør for gjennomføring av tiltaket. Bergfald Miljørådgivere AS og Norconsult er underleverandører som konsulenter for henholdsvis konsekvensutredning med tilhørende søknader og planprosessen. Samlet sett utgjør disse fire organisasjonene prosjektet, og vil i den videre teksten omtales som dette.

Etableringen av en betongsarkofag for sikring av det radioaktive avfallet utløser plikt om å utarbeide en konsekvensutredning etter flere lovverk. Området der sarkofagen vil bli plassert er i dag avsatt til LNF i kommuneplanen og må reguleres til annen særskilt bebyggelse (deponi). Dette utløser også plikt om å utarbeide konsekvensutredning i henhold til Plan og bygningsloven. I henhold til Forskrift om konsekvensutredninger er DSA ansvarlig myndighet for konsekvensutredningen. Nome kommune er planmyndighet for regulering av området.

For å sikre en effektiv prosess for alle involverte aktører har det blitt utarbeidet ett felles plan- og utredningsprogram som ivaretar begge kravene om konsekvensutredning. Dette plan- og utredningsprogrammet ble fastsatt av Nome kommune den 19. Juni 2025 og av DSA den 4. Juli 2025. På bakgrunn av dette plan- og utredningsprogrammet er det utarbeidet én konsekvensutredning som svarer ut begge krav om konsekvensutredning, dvs. dette dokumentet.

Konsekvensutredningen dekker følgende fagtemaer:

Konsekvensutredning for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver			Dok.nr.: 35182
Opprettet: 17.06.2025	Versjon: 3.1	Dato: 05.11.2025	Side 3 av 178

- Det radioaktive avfallet (kap. 6)
- Naturmangfold (kap. 7)
- Forurensset grunn (kap. 8)
- Vannmiljø og naturmangfold i vann (kap. 9)

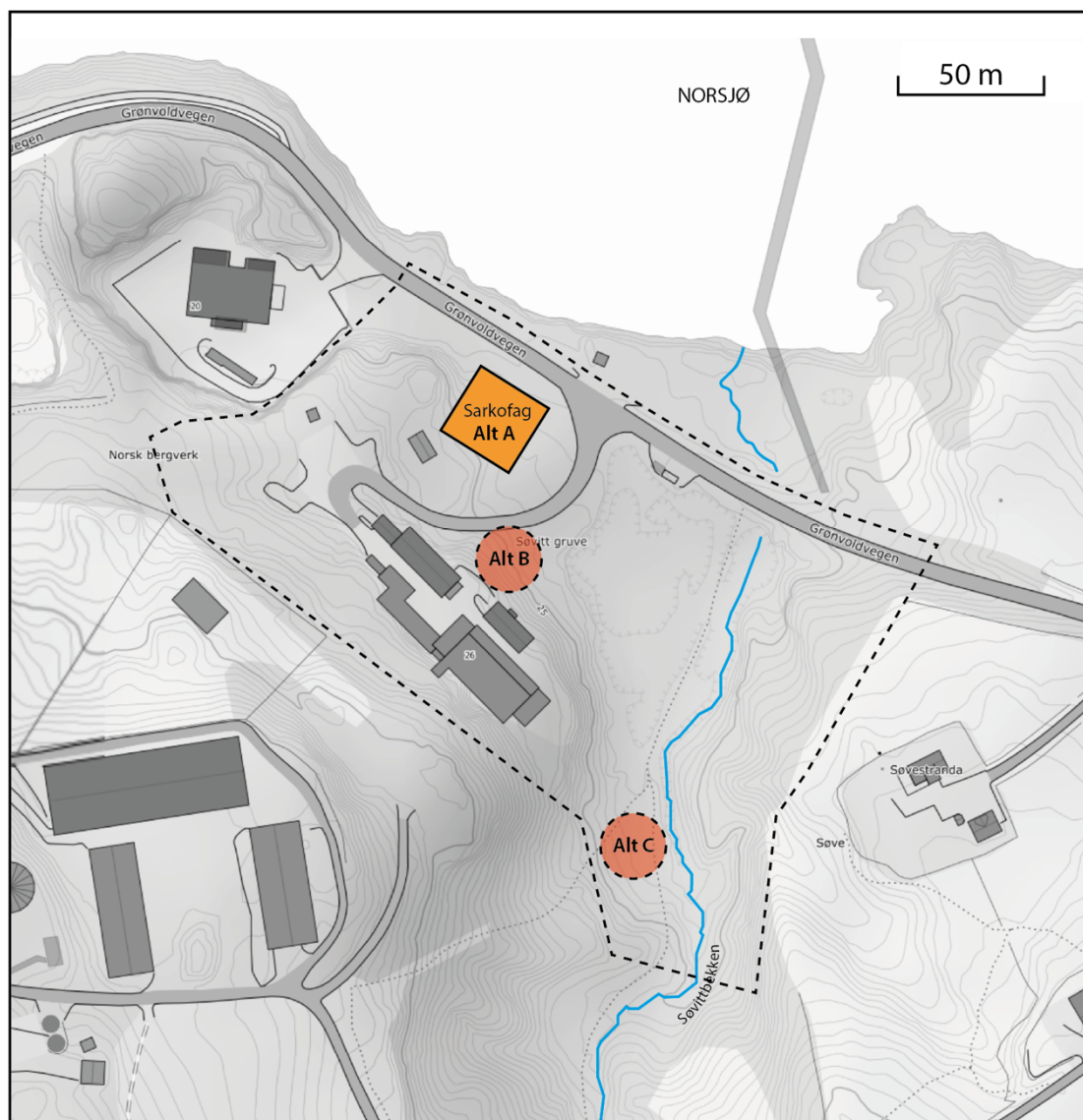
Utredningene følger metodikken i Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredning av klima og miljø. For temaet det radioaktive avfallet er metodikken for forurensset grunn benyttet, i mangel på andre relevante anerkjente metodikker. Fagansvarlige for de ulike utredningene har alle relevant faglig kompetanse.

Fagtemaene støy og forurensing til luft er vurdert som relevante fagtema for tiltaket, men vurdert å ikke kreve en full utredning. Det er dermed presentert en forenklet faglig analyse av begge disse temaene i kapittel 11. Det følger av det vedtatte plan- og utredningsprogrammet at de følgende temaene ikke utredes i konsekvensutredningen av tiltaket:

- Kulturminner
- Friluftsliv
- Landskap
- Klima og flom

Det foreslåtte tiltaket innebærer at det etableres en sarkofag på tomte til det gamle oppredningsverket til Søve gruver. Denne plasseringen av sarkofagen innebærer miljøfordeler, blant annet kort transport og man unngår transport av det radioaktive avfallet langs offentlig veg. Plasseringen på det gamle oppredningsverket er bestemt etter en vurdering av tre mulige plasseringer i nærheten av Søve gruver, vist i Figur - b. Plasseringen kalt alternativ A ble undersøkt nærmere med blant annet boreundersøkelser, undersøkelser av radioaktiv og ikke-radioaktiv forurensing, samt kartlegging av naturmangfold. På bakgrunn av disse undersøkelsene ble det konkludert at alternativ A er både velegnet og best egnet for å huse sarkofagen.

Sarkofagen utformes med flere barrierer som skal sikre det radioaktive avfallet. Hensikten med barrierene er primært at sarkofagen skal være tett og lekkasjefri. På den måten sikres det at risikoen for spredning av radioaktiv forurensing er minimert. Videre er det utarbeidet en sikkerhetsanalyse som beregner dosekonsekvens forbundet med sarkofagen. Konklusjonen fra denne rapporten er at dersom det skulle gå hull på sarkofagen og radionuklider skulle lekke ut, vil dosen til allmennheten fortsatt være svært liten (størrelsesorden nanoSievert per år).

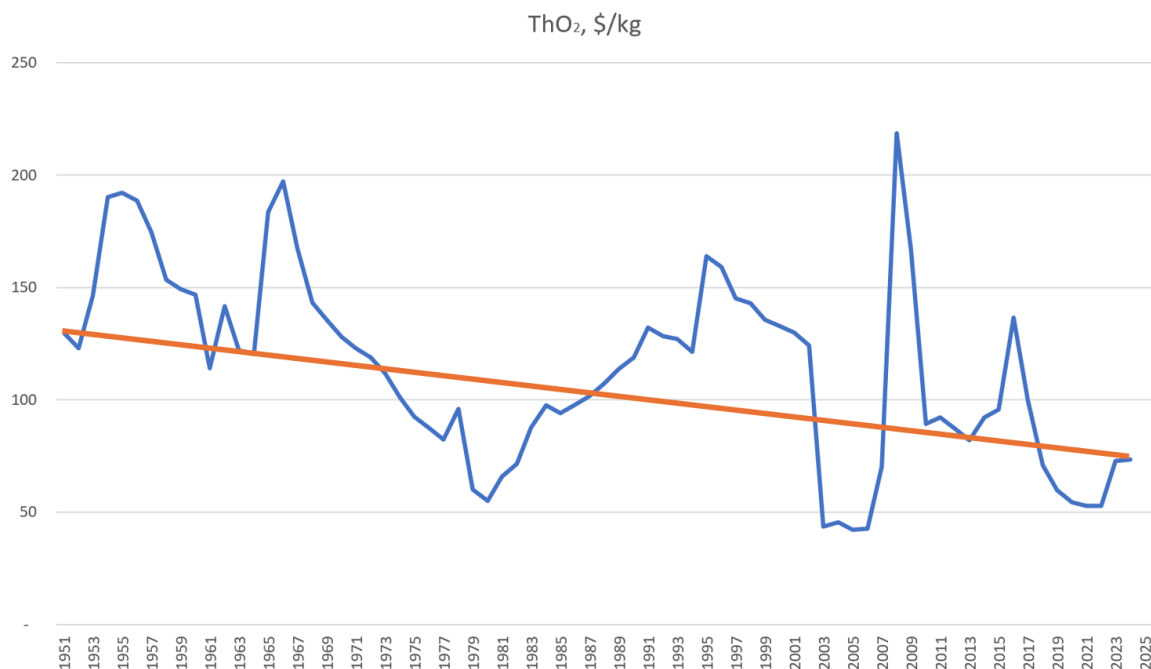


Figur - b Oversikt over alternative plasseringer for sarkofagen, Alternativ A ble vurdert som best egnet for å huse sarkofagen (Bergfald Miljørådgivere)

Undersøkelser av tilgjengelig litteratur om forurensingssituasjonen ved Søve gruver tilsa at ytterligere prøvetaking var nødvendig. Under prøvetaking ble det avdekket en ny liten forekomst med radioaktiv forurensing direkte sør for Grønvoldvegen. Denne forekomsten med radioaktivt avfall er trolig prosessrester fra Søve gruver som er blandet med det lokale jordsmonnet. Kunnskapsgrunnlaget basert på tidligere undersøkelser ved Søve gruver og det nye prøvetakingsprogrammet anses nå som godt og tilstrekkelig til å ha oversikt over forurensingssituasjonen ved Søve.

Under høring av plan- og utredningsprogrammet kom det flere innspill som handlet om muligheten for å utnytte det radioaktive avfallet som råvare for Thorium-prosessering. Dette innspillet ble nærmere utredet for å bestemme rammene rundt tiltaket. Konklusjonen fra denne utredningen er at verken slagghaugen eller vaskerijorda egner seg som råvare for utvinning av thorium. Dette skyldes at verken økonomi, teknologi eller regelverk støtter en slik løsning. I Figur - c vises utviklingen av pris for 99% Thorium de siste 75 årene, denne viser svært volatile priser og en synkende trend.

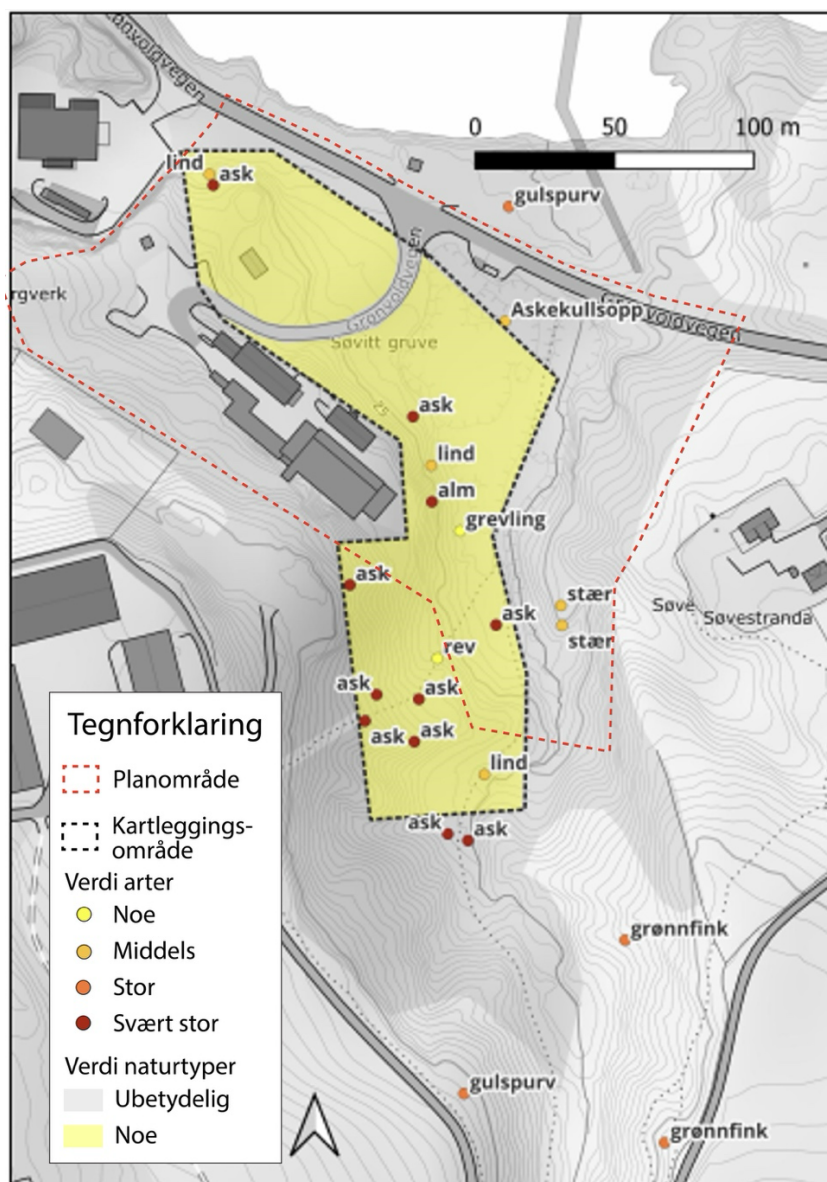
Konklusjonen fra denne utredningen er at rammene for prosjektet forholder seg uendret, dvs. det ligger fortsatt til grunn at avfallet ryddes opp og deponeres.



Figur - c: Oversikt over utvikling av pris for thorium de siste 75 årene. (Bergfald Miljørådgivere)

Utredningen knyttet til det radioaktive avfallet konkluderte med at det ventes en svært stor positiv konsekvens av gjennomføringen av tiltaket. Dette baserer seg på at gjennomføring av tiltaket vil svare ut pålegget fra DSA om å foreta en opprydding og sikring av det radioaktive avfallet. Det ventes at den overordnede risikoen forbundet med stråleeksponering fra det radioaktive avfallet vil reduseres betraktelig etter at dette er deponert i sarkofagen. Det er utført beregninger på forventede stråledoser til personell involvert i gjennomføring av tiltaket som baserer seg på prosedyrer og sikkerhetsutstyr som er planlagt å bruke. Beregningene viser at stråledosene er lave og anses som optimaliserte, dvs. så lave som rimelig mulig.

Utredningen knyttet til naturmangfold konkluderte med at det ventes noe negativ konsekvens, men at det samlet sett er liten konflikt mellom naturmangfold og det planlagte tiltaket. Den noe negative konsekvensen grunngis i hovedsak med at utviklingen av naturtype og funksjonsområdet for ulike arter settes tilbake i de berørte områdene. Utredningen er basert på data tilgjengelig fra databaser og feltarbeid utført i forbindelse med konsekvensutredningen for å kartlegge naturmangfold. I Figur - d vises et verdikart med påviste arter i og rundt Søve gruver, med deres tilegnede verdi.



Figur - d: Verdikart for påviste arter og naturtyper ved Søve gruver. (Ecofact)

Utredningen knyttet til forurenset grunn konkluderte med at det ventes positiv konsekvens som følge av gjennomføring av tiltaket. Dette skyldes i all hovedsak at det er påvist høye konsentrasjoner av tungmetaller sammen med det radioaktive avfallet, og vil bli deponert i betongsarkofagen. Konsentrasjonen av tungmetallene er på et nivå der det kan påvirke plantevekst i området.

Utredningen knyttet til vannmiljø og naturmangfold i vann konkluderte med at det ventes ubetydelig konsekvens. Dette skyldes at hverken planområdet eller tiltaksområdet overlapper eller berører Norsjø, og kun enkle manuelle tiltak skal utføres i Søvittebekken. Mulig negativ påvirkning på Norsjø er identifisert som følge av at det er influensområde for mulige uhellsutslipp. Norsjø er en vannforekomst klassifisert med svært stor verdi, og er drikkevannskilde for Grenlandsområdet. Det er derfor foreslått flere avbøtende tiltak for å unngå eller begrense uhellsutslipp. Ved å implementere de foreslåtte avbøtende tiltakene ventes det ubetydelig påvirkning på Norsjø som følge av det planlagte tiltaket.

Sammenstillingen av utredningene er vist i Tabell - a. Konklusjonen fra sammenstillingen er at det forventes en samlet positiv konsekvens ved gjennomføring av tiltaket. Dette begrunnes med at tiltaket oppfyller pålegget fra DSA om opprydning av det radioaktive avfallet. Det vurderes at det er et flertall av positive konsekvenser forbundet med tiltaket. Disse positive konsekvensene er primært knyttet til at både det radioaktive og ikke-radioaktive avfallet sikres i sarkofagen og tas ut av kretsløpet i området. Den noe negative konsekvensen som er identifisert med hensyn til naturmangfold skyldes primært at utvikling av naturtyper og funksjonsområder settes midlertidig tilbake. Det vurderes likevel at de betydelige fordelene forbundet med å fjerne radioaktivt og ikke-radioaktivt avfall etter Søve gruver vil innebære en samlet positiv konsekvens.

Basert på denne konsekvensutredningen anses tiltaket som egnet til å sikre det radioaktive avfallet fra Søve gruver. Løsningen innebærer at det radioaktive avfallet sikres i en sarkofag som etableres på tomte til oppredningsverket etter Søve gruver, inne på området der avfallet er skapt. Målet er at avfallet blir like stabilt og sikkert som da det var mineraler i fjellet.

Tabell - a: Sammenstilling av utredningene av de ulike fagtemaene, samt en samlet konsekvens av tiltaket.

Fagtema	Null-alternativet		Alternativ 1	
	Vurdering av konsekvens	Rangering	Vurdering av konsekvens	Rangering
Det radioaktive avfallet	Noe negativ konsekvens	2	Stor positiv konsekvens	1
Naturmangfold	Ubetydelig konsekvens	1	Noe negativ konsekvens	2
Grunnforurensing	Noe negativ konsekvens	2	Positiv konsekvens	1
Vannmiljø	Ubetydelig konsekvens	1	Ubetydelig konsekvens	1
Samlet konsekvens	Noe negativ konsekvens	2	Positiv konsekvens	1

Begrunnelse for rangering:

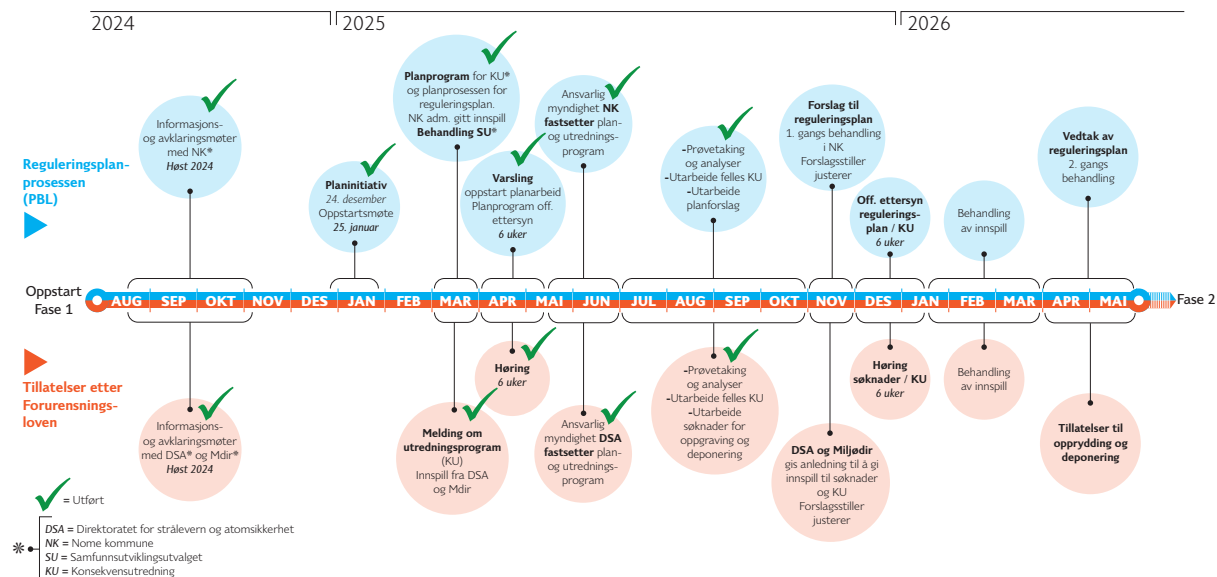
Gjennomføring av tiltaket innebærer en oppfyllelse av pålegget fra DSA om opprydning av det radioaktive avfallet. Det er også identifisert et flertall positive konsekvenser knyttet til å gjennomføre tiltaket. Nullalternativet rangeres lavest som følge av at dette innebærer at materiale som klassifiseres som radioaktivt avfall forblir usikret og tilgjengelig for allmennheten.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

Det har over lang tid vært et sterkt ønske i lokalsamfunnet om å få ryddet og sikret det radioaktive avfallet. Samtidig er det en kjensgjerning at tiltak som involverer radioaktivt avfall med lang halveringstid forutsetter grundige vurderinger – og godt forankrede planprosesser som tar tid. Den pågående konsekvensutredningen har som ambisjon å finne det beste kompromisset ved at de forskjellige aspektene ved tiltaket drøftes grundig, samtidig som at utredningsprosesser ikke dras unødig langt ut i tid. Prosjektet har en ambisjon om at Fase 2 skal ha oppstart i 2026, og har på basis av det utarbeidet en fremdriftsplan som vist i Figur - e. Vi gjør oppmerksom på at fremdriftsplanen må ansees som foreløpig.



Figur - e: Oversikt over fremdriftsplan med tentative tidsestimat for videre saksgang hos ansvarlige myndigheter. (Bergfald Miljørådgivere)

Liste over forkortelser brukt i teksten

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
BM	Bergfald Miljørådgivere
Bq	Bequerel (radioaktive henfall per sekund)
DSA	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
daa	Dekar
EC	Effect Concentration
ECHA	European Chemicals Agency
FDC	Jerndolomittkarbonatitt
GPS	Global Positioning System
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
HMSKS	Helse, miljø, sikkerhet og kvalitetssikring
IAEA	International Atomic Energy Agency
IFE	Institutt for Energiteknikk
ICP	Inductively Coupled Plasma
KU	Konsekvensutredning
LNF	Landbruks-, natur- og friluftsområde
LRA	Lavradioaktivt avfall
NEVINA	Nedbørfelt-Vannføring-Indeks-Analyse
NFD	Nærings- og fiskeridepartementet
NGI	Norges Geotekniske Institutt
NGU	Norges Geologiske Undersøkelse
NiN	Natur i Norge
NINA	Norsk institutt for naturforskning
NIVA	Norsk institutt for vannforskning
NMBU	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
NND	Norsk nukleær dekommisjonering
NOEC	No observed effect concentration
NORM	Naturlig forekommende radioaktive materialer
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner
PNEC	Predicted no-effect concentration
REE	Rare earth elements
ROS	Risiko- og sårbarhetsanalyse
SE	Svært høy risiko (risikokategori i Fremmedartslista)
SFT	Statens Forurensningstilsyn (er i dag Miljødirektoratet)
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
SMVF	Svært modifiserte vannforekomster
Sv	Sievert (enhet for effektiv stråledose fra ioniserende stråling)
TEK17	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)
Th	Thorium
TOC	Totalt organisk karbon
U	Uran
WHO	Verdens Helseorganisasjon
WS-FBI	Weighted Stratified Fish Biomass Index
XRF	X-Ray Fluorescence
UCLM95	Upper Confidence Limit Mean

Innhold

Sammendrag	3
Liste over forkortelser brukt i teksten	10
1 Innledning	14
1.1 Kort om prosjektet.....	14
1.2 Tiltakshaver og konsulent.....	15
1.3 Ansvarlig myndigheter.....	16
1.4 Konsekvensutredningen	16
1.5 De nærmeste interessentene – informasjon og medvirkning	16
1.6 Berørte offentlige organer og andre interesserte aktører	17
1.7 Framdriftsplan	18
1.8 Metode	19
1.9 Avgrensinger.....	19
2 Bakgrunn	23
2.1 Den unike geologien	23
2.2 Historien bak Søve gruver.....	24
2.3 Historikk vedrørende opprydding av Søve gruver	27
3 Rammer og forutsetninger for tiltaket	29
3.1 Behov for reguleringsplan og tillatelser.....	29
3.2 Plan- og utredningsprogram og konsekvensutredning.....	30
3.3 Beskrivelse av området som skal reguleres og som omfattes av tiltakene	30
3.4 Mengder som skal deponeres	33
3.5 Utredning av nullalternativet	35
4 Internasjonalt anbefalt praksis, nasjonalt lovverk og kommunale planer	36
4.1 Internasjonalt anbefalt praksis	36
4.2 Nasjonalt lovverk	37
4.3 Regionale føringer	40
4.4 Kommunale planer – Nome kommune.....	40
5 Beskrivelse av tiltaket	43
5.1 Plassering av sarkofagen.....	44
5.2 Faser i etablering av deponi, utgraving og tilbakestilling	52
5.3 Risikovurdering, tiltaksplan for helse, miljø og sikkerhet og kompetanse	57
6 Beskrivelse av det radioaktive avfallet – konsekvenser av opprydding og deponering.....	61
6.1 Innledende informasjon og avgrensinger	61
6.2 Miljømål	62
6.3 Kunnskapsgrunnlag.....	62
6.4 Dagens forurensingssituasjon.....	80
6.5 Avbøtende tiltak	80
6.6 Konsekvens	82
6.7 Oppsummering	83
7 Konsekvenser for naturmangfold.....	85
7.1 Innledende informasjon og avgrensinger	85
7.2 Kunnskapsgrunnlag.....	87
7.3 Verdisetting	90
7.4 Tiltakets påvirkning på arts mangfold	107
7.5 Avbøtende tiltak	111
7.6 Konsekvens	112
7.7 Oppsummering	113

8	Konsekvenser for forurenset grunn.....	115
8.1	Innledende informasjon og avgrensinger	115
8.2	Miljømål	118
8.3	Kunnskapsgrunnlag.....	118
8.4	Vurdering av usikkerheten.....	126
8.5	Vurdere dagens forurensningssituasjon og dagens arealbruk (nullalternativet)	126
8.6	Avbøtende tiltak	127
8.7	Konsekvens	128
8.8	Oppsummering	129
9	Konsekvenser for vannmiljø og naturmangfold i vann.....	130
9.1	Innledende informasjon og avgrensinger	130
9.2	Kunnskapsgrunnlag.....	137
9.3	Søvittbekken og Norsjø som delområder	147
9.4	Verdisetting	147
9.5	Påvirkning og eventuell forringelse	148
9.6	Avbøtende tiltak	149
9.7	Konsekvens	150
9.8	Oppsummering	152
10	Oppsummering av utredning av fagtemaer	154
10.1	Innledning til oppsummering.....	154
10.2	Beskrivelse av tiltaket	154
10.3	Utredninger av fagtema.....	154
10.4	Sammenstilling av konsekvens fra alle fagtema	159
11	Beskrivelse av støy og forurensning til luft	161
11.1	Støy	161
11.2	Luftforurensning	166
12	Risiko- og sårbarhetsanalyse	167
12.1	Ustabil grunn	167
12.2	Flom i vassdrag	167
12.3	Ekstremnedbør	167
12.4	Skogbrann	167
12.5	Sårbare bygg	167
12.6	Deponering av radioaktivt materiale	168
13	Kontroll, overvåking og dokumentasjon.....	169
13.1	Kontroll og overvåking	169
13.2	Dokumentasjon	172
14	Referanser	173
15	Vedlegg.....	178
Vedlegg 1.	Plan- og utredningsprogram for konsekvensutredning - opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver. Sluttbehandling Nome kommune	
Vedlegg 2.	Fastsettelse av plan- og utredningsprogram for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver, DSA	
Vedlegg 3.	Søve gruver opprydding radioaktivt materiale. Innstilling fra fylkesdirektøren	
Vedlegg 4.	Høringsinstanser for konsekvensutredningen	
Vedlegg 5.	Flomvurdering for deponeringsområde og sarkofag for lavradioaktive masser ved Søve gruver, Nome kommune. Norconsult	
Vedlegg 6.	Pålegg av Nærings- og fiskeridepartementet om å gjennomføre nødvendige tiltak for å hindre radioaktiv forurensning fra Søve gruver	
Vedlegg 7.	Statsbudsjettet 2020: Tildelingsbrev til Norsk nukleær dekommisjonering	
Vedlegg 8.	Utredning av mulig annen utnyttelse av avfallet, Bergfald Miljørådgivere	

- Vedlegg 9. Rapport fra feltarbeid. Oppsummering av prøveresultat, Bergfald Miljørådgivere
- Vedlegg 10. Säkerhetsanalys för ett ytnära slutförvar av NORM-avfall i Sjøve, Kemakta Konsult
- Vedlegg 11. Ingeniørgeologiske vurderinger - Sarkofag ved Sjøve gruver, Norconsult
- Vedlegg 12. Geologisk undersøkelse av borkjerner fra Sjøve, Fensfeltet, Telemark, regiongeolog Sven Dahlgren
- Vedlegg 13. Kartlegging av naturmangfold ved Sjøve gruver i Nome kommune, Ecofact
- Vedlegg 14. Prosjektnotat - Betong-sarkofag for svakt radioaktivt gruve-avfall, Sintef
- Vedlegg 15. Oversikt over toksisitetsdata for arsen og bly
- Vedlegg 16. Rapport om økologisk tilstand og kjemisk tilstand i Norsjø og Sjøvittbekken, Bergfald Miljørådgivere.
- Vedlegg 17. Kartlegging av vannmiljø ved Sjøve gruver i Nome kommune, Ecofact
- Vedlegg 18. Støybelastning fra anleggsvirksomhet
- Vedlegg 19. Dos till omgivningen på grund av dammspridning, Kemakta Konsult
- Vedlegg 20. Risiko- og sårbarhetsanalyse, Norconsult Norge AS

1 Innledning

1.1 Kort om prosjektet

Søve gruver var en liten gruve som ble drevet i en kort periode fra 1953-1965 i det som i dag er Nome kommune. Produksjonen skapte flere tusen tonn avfall med et innhold av radioaktive stoffer over grenseverdiene for det som i dag regnes som *radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall*. Det var ikke krav til forsvarlig håndtering av radioaktivt avfall på den tiden, så avfallet ble deponert i nærheten av oppredningsverket. Avfallet ble senere dekket med jord, men denne sikringen vurderes ikke lenger å være tilfredsstillende.

Statens Strålevern (nå DSA) ga 14.03.2014 pålegg til Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) om «å gjennomføre nødvendige tiltak for å hindre forurensning som oppsto som følge av gruvedrift ved Søve gruver i Nome kommune, Telemark fylke. Tiltaket skal sikre at det radioaktive avfallet etter Søve gruver ikke vil kunne føre til skade eller ulempe for mennesker og miljø. Bruken av området hvor det radioaktive gruveavfallet nå befinner seg skal etter at tiltakene er utført ikke være begrenset på grunn av den tidligere tilstedeværelsen av det radioaktive avfallet fra gruen.»

Prosjektet som konsekvensutredes i dette dokumentet har til hensikt å grave opp og deponere det radioaktive avfallet i en tett sarkofag av betong. Etter at prosjektet er gjennomført skal det ikke lenger være behov for begrensninger i bruken av området knyttet til radioaktivt avfall. Konsekvensutredningen utarbeides som underlag til søknader etter forurensningsloven og for planbeskrivelsen for regulering av området der sarkofagen plasseres.

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) har i tildelingsbrev for 2020 delegert ansvaret for opprydding av Søve-avfallet til Norsk nukleær dekommisjonering (NND). Det er derfor NND som er forslagsstiller og byggherre for prosjektet, og som skal overta ansvaret for drift og oppfølging av sarkofagdeponiet etter at det er ferdigstilt. Prosjektet skal gjennomføres i 2 faser:

Fase 1: Samhandlingsfase (innhenting av tillatelser/reguleringsplan/prosjekteringsfase).

Fase 2: Utførelsesfase/gjennomføringsfase.

I henhold til «Konkurransesgrunnlag for anskaffelse av Opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver Saksnr.: 2022/125» inneholder fase 1 og fase 2 følgende:

«Fase 1, samspillsfasen vil omfatte alle aktiviteter som totalentreprenøren må utføre før opprydding og deponering starter i Fase 2. Dette omfatter blant annet begrunnelse for valg av lokasjon, detaljering av deponikonsept, miljøkonsekvensanalyse og utarbeidelse av søknader til relevante myndigheter»

Fase 2: Oppdragsgivers beskrivelse av leveransen:

- Utgraving av masser fra dagens åpne deponi
- Transport til godkjent deponi
- Kondisjonering og varig deponering av massene i godkjent deponi
- Tilbakeføring av området etter utgraving
- Felles kommunikasjonsstrategi
- Miljøhensyn i prosjektet

NND har inngått en kontrakt med AF Decom for Fase 1 med opsjon for Fase 2. Som faglige underleverandører har AF Decom inngått avtale med Norconsult (reguleringsplan og geoteknikk) og Bergfald Miljørådgivere (konsekvensutredning og miljø). Til sammen utgjør disse fire organisasjonene det som i senere tekst kalles *Prosjektet*.

Målet for oppryddingen er definert i NNDs Oppdragsbeskrivelse av leveransen: «*Oppryddingen skal oppfylle de kravene og målsettingene som stilles i pålegget fra DSA. Målet med tiltaket er å sikre det deponeringspliktige avfallet etter Søve gruver slik at det i uoverskuelig framtid ikke fører til skade eller ulempe for befolkning og miljø. Bruken av området hvor det deponeringspliktige avfallet nå befinner seg, skal etter at tiltakene er utført ikke være begrenset på grunn av den tidligere tilstedeværelsen av avfallet fra Søve gruver.*»

1.2 Tiltakshaver og konsulent

Tiltakshaver og byggherre:	Norsk nukleær dekommisjonering Postboks 905 Grønland 1759 Halden Org.nr. 920440754 Kontaktperson: Andre Øraas E-post: andre.oraas@nnd.no / Mobil : 447 54 400
Ansvarlig entreprenør:	AF Decom AS Postboks 6272 Etterstad 0603 Oslo Org.nr. 992097442 Kontaktperson: Øyvind Omnes E-post: oyvind.omnes@afgruppen.no / Mobil: 992 97 960
Fagkyndig – KU og søknader:	Bergfald Miljørådgivere AS Grev Wedels plass 4 0151 Oslo Org. nr: 867 265 872 Kontaktperson: Margrethe Snekerbakken E-post: margrethe@bergfald.no / Mobil : 901 19 245
Fagkyndig Plan:	Norconsult AS Adr. hovedkontor Pb. 626 1303 Sandvika Org.nr 962392687 Kontaktperson: Aksel Askeland E-post: aksel.askeland@norconsult.com / Mobil : 90125716
Hjemmelshaver :	Telemark Fylkeskommune E-post: post@telemarkfylke.no / Tlf: 35917000

1.3 Ansvarlig myndigheter

Forurensningsmyndighet for radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall.	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) Postboks 329 Skøyen 0213 Oslo E-post: dsa@dsa.no / Tlf: 67 16 25 00 Kontaktperson: Edda Bæk E-post: edda.baek@dsa.no / Tlf: 67 16 25 63
Forurensningsmyndighet for annen forurensning:	Miljødirektoratet Grensesvingen 7 0661 Oslo Kontaktperson: Kari Kjonigsen E-post: kari.kjonigsen@miljodir.no Tlf: 73 58 05 00 / Mob: 48 28 56 48
Planmyndighet:	Nome kommune Ringsevja 30 3830 Ulefoss E-postpostmottak@nome.kommune.no Kontaktperson: Gro Rønningen E-post: grro1512@nome.kommune.no / Tlf: 971 79 203

Det vises til kap. 3 for mer utfyllende beskrivelse av behovet for regulering og tillatelser, samt roller og ansvar.

1.4 Konsekvensutredningen

Konsekvensutredningen bygger på forslaget «Plan- og utredningsprogrammet for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve gruver» som ble lagt ut til offentlig ettersyn og høring i 6 uker vinteren/våren 2025. [1] Programmet ble etter dette oppdatert i henhold til vedlagte høringsinnspill. Samfunnsutviklingsutvalget i Nome kommune fastsatte plan- og utredningsprogrammet som grunnlag for reguleringsplanarbeidet 19. juni, Vedlegg 1. DSA fastsatte plan- og utredningsprogrammet 04. juli 2025, Vedlegg 2.

Konsekvensutredningen vil i sin tur bli lagt ut til offentlig ettersyn sammen med søknader om tillatelse til graving i forurenset grunn, etablering av sarkofag for sluttdisponering av avfallet, samt forslag til reguleringsplan, jfr. Framdriftsplan i Tabell 1 og Figur 1.

1.5 De nærmeste interessentene – informasjon og medvirkning

Arealene som omfattes av detaljreguleringen og som vil bli berørt av prosjektet er eid av Telemark fylkeskommune. Området er i dag i hovedsak avsatt til Landbruks-, natur- og friluftsområde (LNF) i kommuneplanens arealdel, samt til næringsbebyggelse til Ulefoss Mekaniske AS.

Under arbeidet med konsekvensutredningen har det vært løpende dialog med Telemark fylkeskommune, Nome kommune og Ulefoss Mekaniske AS helt fra oppstart av prosjektet. De tre aktørene har blitt informert om arbeid som pågår inkludert befaringer, prøvetaking mm.

Telemark Fylkeskommune har som eier bekreftet at området der sarkofagen blir plassert vil bli overdratt kostnadsfritt til NND, vist i Vedlegg 3.

Andre vesentlige interessenter er naboer og Nome Videregående skole avd. Søve, som er lokalisert i umiddelbar nærhet til det gamle gruveområdet og jevnlig benytter seg av nærområdene.

Berørte offentlige organer og andre interesserte aktører har blitt varslet i forbindelse med oppstart av planarbeid knyttet til reguleringsplanarbeidet og har hatt plan- utredningsprogrammet på høring. De vil på samme måte få søknadene og konsekvensutredningen på høring.

Etter at alle tillatelser er mottatt og reguleringsplanen er vedtatt og juridisk bindende (3 uker etter vedtak) vil området klargjøres for selve ryddeoperasjonen og sarkofagen vil bli bygd. Etter at oppryddingen anses ferdig vil området undersøkes for å sikre at alle forurensede arealer har radioaktivitet under grenseverdiene. Deretter blir sarkofagen lukket og ansvaret overdras til NND. NND har etter det ansvaret for etterdriften.

1.6 Berørte offentlige organer og andre interesserte aktører

Berørte offentlige organer:

- Nome kommune
- Telemark fylkeskommune
- Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
- Miljødirektoratet
- Direktoratet for mineralforvaltning
- Statsforvalteren i Vestfold og Telemark
- Norges vassdrags- og energidirektorat
- Mattilsynet
- Politiet
- Nettselskapet Lede
- Arbeidstilsynet

Rettighetshavere/interessenter:

- Rare Earth Norway
- Gea Norvegica Geopark
- Saga Rare Earths
- Thorium Norway
- Visit Telemark
- Nome Videregående skole

Andre interessenter:

Nærmeste naboer:

- Ulefoss Mekaniske AS
- gnr. 24 b nr. 143

Media/utlysninger

- Kanalen
- Varden
- Telemarksavisa

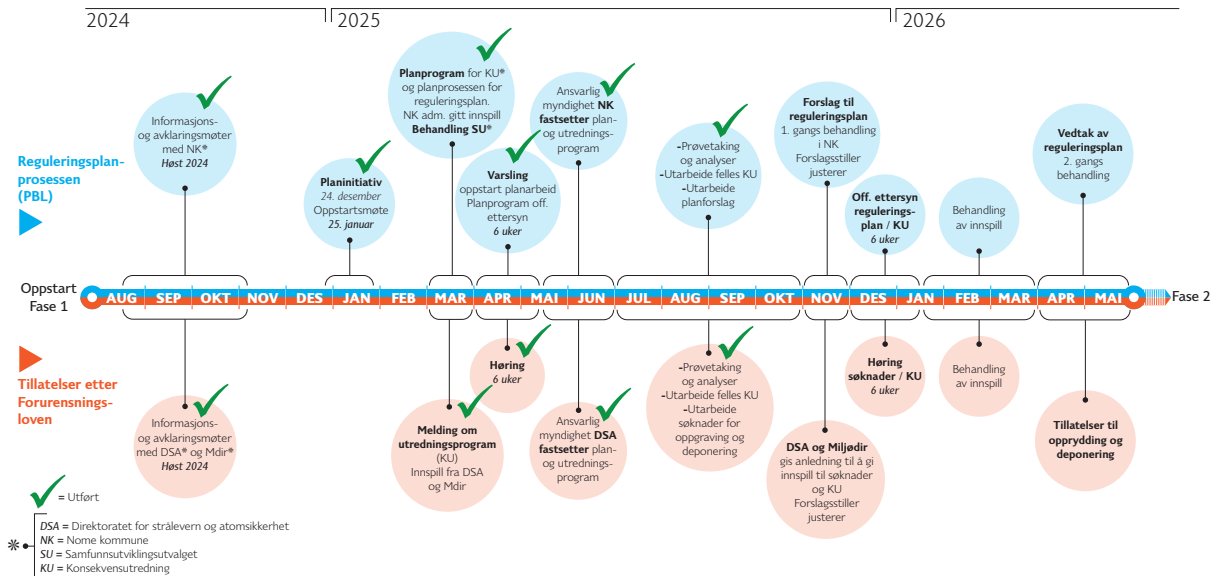
For øvrige interessenter og fullstendig oversikt over alle høringsinstanser for konsekvensutredningen, vises det til Vedlegg 4.

1.7 Framdriftsplan

Det har over lang tid vært et sterkt ønske i lokalsamfunnet om å få ryddet og sikret det radioaktive avfallet. Samtidig er det en kjensgjerning at tiltak som involverer radioaktivt avfall med lang halveringstid forutsetter grundige vurderinger – og godt forankrede planprosesser som tar tid. Det er og vil være en iboende konflikt mellom ønsket om rask gjennomføring og avslutning av Søvesaken og ønsket om grundigst mulig saksforberedelse. Den pågående konsekvensutredningen har som ambisjon å finne det beste kompromisset ved at de forskjellige aspektene ved tiltaket drøftes grundig og skikkelig, samtidig som at høringsprosesser ikke dras unødig langt ut i tid. Tiltakshaver NND har en ambisjon om at Fase 2 skal ha oppstart i 2026, og har på basis av det utarbeidet en fremdriftsplan som vist i Tabell 1 og Figur 1. Vi gjør oppmerksom på at fremdriftsplanen må ansees som foreløpig, og ikke gir rom for vesentlige forsinkelser eller tilleggsutredninger. Grønne markeringer viser gjennomført prosess.

Tabell 1 Framdriftsplan

Fremdrift	Faser	Tid
Informasjon og dialogmøter med myndigheter: DSA, Miljødirektoratet og Nome kommune	Oppstart av prosjektet	september – oktober 2024
Planinitiativ (i henhold til plan og bygningsloven)	Innsendt til Nome kommune med anmodning om oppstartsmøte	desember 2024
	Oppstartsmøte med kommunen	22.01.2025
Plan- og utredningsprogram (i henhold til forskrift om konsekvensutredninger)	Utarbeidelse av plan- og utredningsprogram med felles møter med myndighetene	januar – april 2025
	Varsling oppstart planarbeid reguleringsplan. Forslag til plan- og utredningsprogram på offentlig ettersyn/høring.	april 2025
	Høring plan- og utredningsprogram	april - mai 2025
	Fastsetting av plan- og utredningsprogram	mai – juni 2025
Prøvetaking og undersøkelser	Prøvetaking for konsekvensutredningen	frem til juli 2025
Utarbeide konsekvensutredning	Analyser og behandle data, skrive konsekvensutredning	frem til sep/okt 2025
Utarbeide planforslag (i henhold til plan og bygningsloven) med konsekvensutredning	Utarbeide planforslag detaljregulering	frem til sep/okt 2025
Utarbeidet søknader om oppgraving og deponering (i henhold til Forurensningsloven) med konsekvensutredninger	Utarbeide søknader	frem til sep/okt 2025
Planlagt 1. gangs behandling hos myndigheter	1.gangs behandling av planforslag i Nome kommunen	november 2025
	Gjennomgang av konsekvensutredningen og søknadene av DSA og Miljødirektoratet	november 2025
Offentlig ettersyn	Offentlig ettersyn/høring	november – desember 2025
Bearbeiding etter høring	Bearbeiding av planforslag/søknader og konsekvensutredning	januar – februar 2026
Vedtak av reguleringsplanen	2.gangs behandling i Nome kommune/vedtak	april – mai 2026
Tillatelser til opprydding og deponering	Tillatelser	april – mai 2026



Figur 1 Tidslinje for fase 1 i prosjektet, med tentativ fremdrift for behandling hos ansvarlige myndigheter. (Bergfald Miljørådgivere)

1.8 Metode

Valg av metode er ofte avgjørende for hvilke konklusjoner som kan trekkes angående konsekvenser av et tiltak. Denne konsekvensutredningen følger metodikken som er foreslått i Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredning av klima og miljø. Utredningen av de ulike temaene (naturmangfold, forurenset grunn, vannmiljø og naturmangfold i vann) foregår i egne kapitler og følger den foreslåtte strukturen i Miljødirektoratets veileder M-1941. For utredninger knyttet til det radioaktive avfallet, hvor det ikke finnes egne veiledere, har fremgangsmåten til forurenset grunn blitt tilpasset til å drøfte konsekvenser. I Tabell 2 listes det opp utredningstema, metodikk for utredning og fagansvarlig for de ulike utredningene. På bakgrunn av dette vurderes det at utredningene er utført i henhold til anerkjent metodikk og av personer med relevant faglig kompetanse.

Tabell 2 Oversikt over utredningstema, metodikk og fagansvarlig.

Utredningstema	Metode	Fagansvarlig
Det radioaktive avfallet	M-1941 Forurenset grunn	David Moe Almenningen, PhD Kjemi
Naturmangfold	M-1941	Margrethe Snekerbakken, Cand. Scient. Hydrologi
Forurenset grunn	M-1941	Selma Vinterset, MSc. Toksikologi
Vannmiljø og naturmangfold i vann	M-1941	Saskia Overeem, MSc. Miljøgeofag
Sammenstilling	M-1941	David Moe Almenningen, PhD Kjemi

1.9 Avgrensinger

I planprogrammet fastsatt av Nome kommune og DSA er det definert hvilke temaer som skal konsekvensutredes, hvilke som får en faglig analyse og hvilke temaer som ikke vil bli utredet. Temaene som blir utredet i konsekvensutredningen er vist ovenfor i Tabell 2.

To temaer som i andre saker ofte utredes er støy og forurensning til luft. I denne konsekvensutredningen har disse imidlertid fått en lavere prioritet. Støy og forurensninger til luft er derfor beskrevet med en forenklet faglig analyse.

Det er flere temaer som ofte er vanlig å konsekvensutrede i forbindelse med et tiltak, men som er unnlatt i denne saken. Dette følger av det vedtatte planprogrammet, der temaene har vært vurdert og deretter ansett som enten ikke relevant eller lite viktig. Følgende temaer vil derfor ikke bli omtalt videre i denne konsekvensutredningen:

1.9.1 Kulturminner

Det er i dag ingen kjente automatisk fredete kulturminner innenfor planområdet. Nome kommune har ikke kjennskap til nyere tids kulturminner av nasjonal eller regional verdi innenfor planområdet. Telemark Fylkeskommune vurderer det mindre sannsynlig at kjente, automatiske fredede kulturminner finnes i området. Kulturminner vil derfor ikke bli utredet i tilknytning til dette tiltaket. Gjennom årene har det vært mye aktivitet i planområdet, først gruvedrift og smelteverk – som seinere er revet. Hvis det har vært kulturminner i tiltaksområdet fra tidligere er disse i sin helhet fjernet eller ødelagt i forbindelse med etablering og drift av gruen under og etter andre verdenskrig. Prosjektet omfatter kun opprydding i avgrensede områder/deponier med slagg og slam, samt etablering av sarkofagen. Etableringen av deponiet vil kun berøre områder som defineres som vaskeritomten. Denne består av rivingsmasser etter bygningskonstruksjoner knyttet til blant annet vaskeriet ved Søve gruver. Prosjektet innebærer ingen aktivitet i Norsjø. Det ansees derfor ikke nødvendig med ytterligere kartlegging eller drøfting av kulturminner.

1.9.2 Friluftsliv

Det er i dag ingen restriksjoner for å gå eller oppholde seg i området rundt de lavradioaktive deponiene. Det er en usammenhengende tursti oppover i ravinen fra Norsjø langs Søvittbekken. På grunn av at det nederst mot Grønvoldvegen kan være sumpete og vått, og at deler av ravinen er inngjerdet og brukes som beitemark, er det ikke registrert at området er mye brukt i tursammenheng og, ikke spesielt godt egnet for «aktiviteter det ikke finnes gode alternativer til».

Når oppryddingen er gjennomført, slagghaugen er fjernet og området tilbakeført vil ravinen kunne være egnet for friluftsliv. Det vil til tider fortsatt være sumpete og vått og området opp mot den videregående skolen vil fortsatt være inngjerdet som beitemark.

Det er verdt å merke seg at skråningene opp mot Ulefoss Mekaniske, og opp mot Søve Videregående skole er svært bratte. Det er tydelige nedfall av trær og løsmasser mellom skolen og slamdeponiet som er rast ut. Det er i forberedelsen til oppryddingen av Søveavfallet oppdaget et større deponi for bioavfall på området til Søve Videregående skole rett i overkant av tiltaksområdet. Flyfoto fra 60-tallet tilsier at dette deponiet har vært aktivt og uregulert lenge. Området er bratt og har høyt leireinnhold. Det kan derfor være en fare for ras av bioavfall ved store nedbørmengder. Nye befaringer må foretas før slagghaugen graves ut for å sikre at deponiet av bioavfall ikke utgjør en risiko for oppryddingsarbeidet av slagghaugen.

Det er til nå i prosjektet ikke registrert noen form for friluftaktivitet i området hvor sarkofagen er tenkt plassert, og etableringen vil derfor ikke fortrenge noen.

Norsjø er et friluftsområde for bading og båtliv, og er en del av et lakseførende vassdrag. Norsjø er ikke en del av planområdet, og det vil legges til grunn at oppryddingen på Søve ikke vil negativt influere noen av disse faktorene, verken under oppryddingen eller som følge av etableringen av sarkofagen.

Etter en helhetsvurdering ansees det ikke nødvendig med ytterligere kartlegging eller drøfting av effektene på friluftsliv av oppryddingen eller etableringen av sarkofagen.

1.9.3 Landskap

Som vist i Figur 40, ligger tiltaksområdet ned mot Norsjø i nederste del av en ravine.

Ravinedalen kan være en leirravine som er en rødlistet landskapsform. Dalen er imidlertid sterkt modifisert med avsetninger og endringer etter menneskelig aktivitet. Det medfører at dalen per i dag ikke tilfredsstiller kriteriene for den rødlistede landskapsformen.

Det er bratt opp mot Søve Videregående skole hvor resterende bygninger etter Søve gruver, nå Ulefoss Mekaniske, er etablert på en utsprengt fjellhille. Slagghaugen ligger oppå sprengstein fra utsprengingen.

Den største endringen i området er etableringen av sarkofagen. Vaskerijorda og -tomta vil bli tilbakestilt og landskapsformen vil ikke endres ut over det som ble endret av gruvedriften.

Kapittel 7 om naturmangfold vil omtale landskapsøkologiske sammenhenger. Etter en helhetsvurdering ansees det ikke nødvendig med ytterligere kartlegging eller drøfting av effektene på landskapet av verken oppryddingen eller etableringen av sarkofagen.

1.9.4 Klima og flom

I statlige, regionale og kommunale planer er temaet klima og klimatilpasning i fokus. Oppryddingen på Søve vil innebære bruk av anleggsmaskiner. Mengden som skal flyttes er liten og avstanden kort, så bidraget til klimagassutslipp er neglisjerbart.

Sarkofagen vil ikke ha noe klimagassutslipp i driftsfasen. Det skal ikke være ventilasjon eller noen annen utlufting fra sarkofagen. Byggingen av sarkofagen vil innebære bruk av betong og armeringsjern, begge deler med klimagassutslipp i produksjonen. Optimalisering av konstruksjonen vil bidra til minimering av klimagassutslipp. Etter en helhetsvurdering oppfattes det at fordelene med å fjerne og isolere det radioaktive avfallet oppveier ulempene med klimagassutslippene fra bruken av betong og jern.

For dette tiltaket er temaet flom diskutert i forbindelse med etableringen av sarkofagen (kapittel 5), og i forbindelse med konsekvenser knyttet til vannmiljø (kapittel 9).

Prosjektet utredet problemstillingen i rapporten «Flomvurdering for deponeringsområde og sarkofag for lavradioaktive masser ved Søve gruver, Nome kommune», (Vedlegg 5) sommeren 2025.

Deres sammendrag danner et viktig grunnlag for lokaliseringen av sarkofagen:

«I forbindelse med etablering av sarkofag for deponering av lavradioaktive avfallsmasser fra den tidligere driften ved Søve gruver, er det utført en flomvurdering av området for tenkt plassering. Ut

fra NVE sitt aktsomhetskart for flom, vil sarkofagen ligge helt på grensa til det definerte aktsomhetsområdet. Tiltaket er i utgangspunktet vurdert å falle inn under sikkerhetsklasse F2 og dermed skal sikres mot 200-årsflommen, da sarkofagen er tenkt bygd som en helt lukket konstruksjon uten fare for utslipp til omgivelsene. Det er imidlertid også tatt med resultater for sikkerhetsklasse F3 og 1000-årsflommen for sammenligning. Flomberegningen er utført direkte på de observerte vannstandene i Norsjø, da vassdraget er helt gjennomregulert og vanskeliggjør bruk av vannføringsdata med en tilhørende hydraulisk vannlinjeberegning. Datagrunnlaget er vurdert som brukbart med en meget lang tidsserie tilgjengelig fra målestasjon 16.15 Norsjø v/Løveid ovf. Det er sammenhengende observasjoner helt tilbake til 1852. På grunn av utbyggingene av reguleringskapasiteten gjennom årene, er tidsserien delt opp i tre perioder som ansees homogene. Datagrunnlaget som er benyttet for flommer med gjentaksintervall ≥ 100 år, er avgrensa til perioden 1907 – 1959.

Flomsikker byggehøyde er beregnet til 20.0 moh. (NN2000) for sikkerhetsklasse F2 og 20.8 moh. (NN2000) for F3. Det er inkludert et sikkerhetspåslag på 0.2 m for begge høydene.»

Helhetsvurderingen er derfor at sarkofagen, slik den er planlagt bygd og plassert, vil være en flomtrygg konstruksjon for de radioaktive massene i et tusenårsperspektiv.

2 Bakgrunn

2.1 Den unike geologien

Området ved og rundt Søve gruver har en unik geologisk berggrunnshistorie som også var bakgrunnen for etableringen av Søve gruver. Området har i hundre år vært omtalt som Fensfeltet etter at den første boka kom med tittelen “Das Fengebiet”. Ressursene som ble utvunnet av Søve gruver er i den nordlige ytterkanten av Fensfeltet.

Fensfeltet er et 4–5 km² stort område som ligger øst og sørøst for Ulefoss (Figur 2). Fensfeltet ble kartlagt første gang av geolog Waldemar Christopher Brøgger i 1921. Brøggers teori om Fensfeltet var at geologien var et resultat av gammel kalksteinsvulkanisme. Brøgger hevdet at karbonatittene og de andre bergartene var dannet ved størkning fra smeltemasser i dypet. Teorien om kalksteinsvulkanisme møtte mye motstand fra det geologiske fagmiljøet, men 40 år senere, i 1961, ble teorien sannsynliggjort ved at man fant en aktiv vulkan (Ol Doinyo Lengai) i Tanzania, med lettflytende strømmer av karbonatittlava. Fensfeltet kan derfor være resultat av en vulkan hvor det meste er erodert bort, og det vi er kjent med i dag er restene etter en kalksteinsvulkan fra ca. 580 millioner år tilbake.

Regiongeologen i Telemark, Sven Dahlgren, kjenner Fensfeltet svært godt etter å ha arbeidet på og med forekomstene siden tidlig 80-tall. Han beskriver Fensfeltets geologiske hovedtrekk i sin rapport *Thorium i Fensfeltet – Ressursanslag*. [2] Her gjengis et kort utdrag:

«Fensfeltet ble dannet ved vulkanisme for 580 millioner år siden. Magmaen som strømmet ut på overflaten som lavaer og vulkanske askeavsetninger bygget den gangen opp en vulkan, men denne vulkanen er nå fullstendig erodert bort. De magmaene som aldri nådde opp til overflaten krystalliserte til ulike bergarter på dypet under vulkanen, og det Fensfeltet vi ser nå er et erosjonstverrsnitt av dette tilførselssystemet til vulkanen.

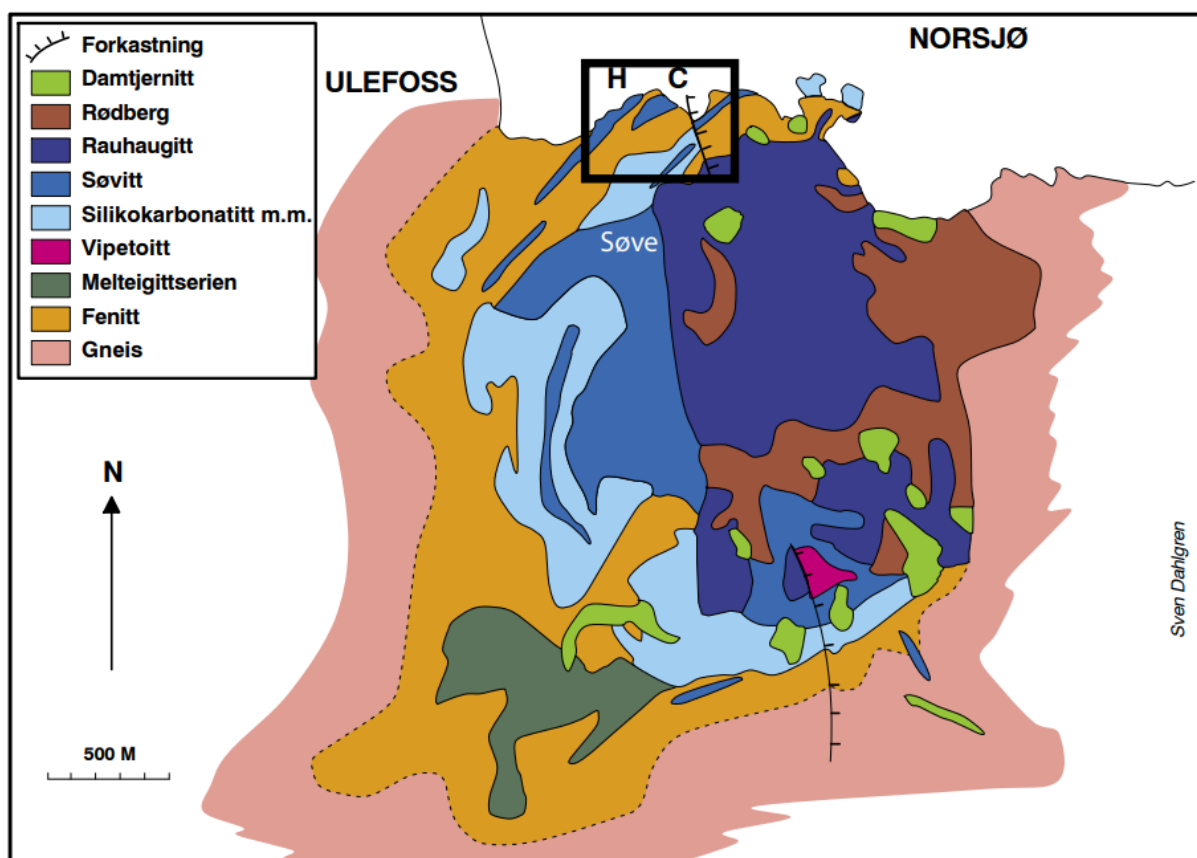
Bergartene i Fensfeltet er ikke som normale bergarter dannet ved «vanlig» vulkanisme. Karakteristisk for Fensfeltet er at magmaen var karbonatrike og de krystalliserte til kalksteiner som vi kaller karbonatitter.

Magmaene som ble karbonatitter og andre bergarter i Fensfeltet ble opprinnelig dannet nede i mantelen, minst 80 km under det som var jordoverflaten på tiden Fenvulkanen var aktiv. Det erosjonstverrsnittet vi ser i Fensfeltet i dag lå trolig ikke så dypt under vulkanen – en kilometer kanskje?

Magmaene, for det var mange små pulser med magma som trengte seg opp etter tur, fulgte mer eller mindre samme rørformede kanal fra mantelen mot overflaten. Hver magmapuls kunne være så liten at vi i dag finner «frosne magmaganger» som bare er fra en til noen få cm tykke. Andre pulser var mye større og enkelte førte til kraftige vulkanske eksplosjoner og laget magmatiske breksjer da de nærmet seg overflaten. Magmaen i Fenvulkanen førte med seg mange gasser og væsker. Da magmaene krystalliserte på dypet forsvant disse gassene og væskene, som var kjemisk veldig reaktive, ut i sprekker i bergartene og omvandlet disse.

Typisk for Fensfeltet er at det er myriader av ganger og magmatiske breksjer som skjærer hverandre på kryss og tvers nesten uansett hvor du ser hen. I tillegg er mange av disse blitt omvandlet av varme

gasser og væsker som kom etterpå. Summen av alt dette er at Fensfeltet er geologisk svært komplekst. En annen følge er at vi har fått dannet uvanlige bergarter, med uvanlig konsentrasjoner av uvanlige grunnstoffer og uvanlige mineraler. Ett av disse grunnstoffene er thorium.»



Figur 2 Oversiktsfigur som viser de ulike bergartene i området rundt Søve gruver. [3](Sven Dahlgren)

Den store Fensvulkanen er også kilden til jernmalmen som lokalsamfunnet i Ulefoss har levd av i hundrevis av år. Ulefoss Jernværk ble etablert i 1657 for å foredle jernmalmen i nordenden av Fensfeltet til landbruksredskaper. Gruvedriften varte frem til 1927, mens smelteverket drives fortsatt. Ulefoss Jernværk er i dag Norges lengst opererende industrivirksomhet med 368 års sammenhengende drift.

Jernmalmen som Ulefoss Jernværk drev på og niobmalmen Søve gruver drev på er geologisk og kjemisk forskjellige, til tross for at de ligger geografisk nærme hverandre og er en del av det samme vulkansystemet.

2.2 Historien bak Søve gruver

Søvitten er en karbonatitt dominert av kalkspat og med høyt innhold av apatitt og pyroklor. Alle disse mineralene har det vært kommersiell interesse for i forskjellige perioder etter at forekomstene ble oppdaget, men det var pyroklor-mineralet som var grunnlaget for Søve gruver. Pyroklor inneholder niob, et strategisk metall. I tillegg inneholder pyroklor også en rekke andre metaller, inkludert sjeldne jordartselementer, tantal og thorium.

Under andre verdenskrig arbeidet den tyske okkupasjonsmakten og Norsk Hydro for å utvinne søvitt fra ressursene på Søve og foredle disse på Herøya. Offentlig informasjon tilsier at niob var tenkt til å

fremstille spesialstål til utviklingen av nye jet- og rakettmotorer. Forekomstene på Søve var kartlagt i detalj og en plan for gruve- og prosessanlegg tegnet opp. Det norske selskapet Preben L. Gjertsen drev allerede gruver i Norge for rustningsindustrien i Tyskland, og hadde sikret seg kontrakt med Reichskommisariat for byggingen av anlegget på Ulefoss. Mot slutten av krigen overtok dette norske selskapet rettighetene og de fysiske anleggene på området, men disse ble etter kapitulasjonen overtatt av Direktoratet for fiendtlig eiendom og Gjertsen dømt for landssvik.

Etter krigen ble selskapet AS Norsk Bergverk etablert som en statlig virksomhet for å utvinne forekomstene på Søve. Selv om selskapet var eiet av den norske staten var det helfinansiert av USA. Hele produksjonen av niobkonsentrat ble solgt på kontrakt til USA, med oppgjør i soyabønner til norsk margarinproduksjon. Niob var på den tiden viktig for produksjon av kritiske stålkomponenter i militært utstyr. I perioden 1953–1965 drev statseide AS Norsk Bergverk produksjon av niobkonsentrat ved Søve gruver i Telemark. Produksjonsmetoden og effektiviteten ble modifisert og optimalisert fortløpende i denne perioden. Mot slutten av denne perioden ble konsentratet videreforedlet til ferroniob i et lite smelteverk på området.

I utvinningen av niobmineralene ble råmalmen knust, og tunge og lette mineraler ble skilt fra hverandre med ristebord og spiraler (se Figur 3). De lette mineralene, stort sett kalk og silika, ble spylt ut i en avgangsdam, mens de tunge mineralene med et høyt innhold av niob, men også uran og thorium, ble samlet opp som et konsentrat. Den kalk- og fosfatrike avgangen ble gravd ut og solgt til landbruket i Telemark.

I starten av gruvedriften ble konsentratet sendt direkte videre til USA for videreprosessering der. Konsentratet holdt ifølge amerikanske myndigheter kun 53 % nioboksid og 1 % tantaloksid. Det lave innholdet tyder på utfordringer med oppredningen, noe som forklarer mengden produksjonsspill – det avfallet som omtales som “vaskerijord”. Etter hvert ble det forsøkt og til dels bygd flere andre prosesser for å øke kvaliteten og dermed verdiskapningen på Søve. Dette inkluderte flotasjon for å fjerne mineraler som apatitt og svovelkis, men også egne flotasjonsceller for å fange opp små partikler av niobbærende mineraler. Hvilke flotasjonskjemikalier som er brukt i noe skala fremgår ikke av det historiske materialet, men det er eksempelvis kjent at blyoksid har vært brukt i flotasjon av små niobmineraler i andre anlegg [4]. Det er derfor ikke utenkelig at det vil påtreffes løsmasser med forhøyede nivåer av bly på området etter Søve gruver. Bly kan imidlertid også finnes i massene av naturlige årsaker, siden det er noen mindre soner med blymineralet galena i deler av Søvittområdet.

Mange av prosesstrinnene på Søve fungerte dårligere enn ønsket, og det ble tatt ut flere tusen tonn med tunge mineraler som ikke kunne selges eller prosesseres effektivt. Disse massene ble deponert rett utenfor oppredningsanlegget. Noen tunge avfallsmasser er dominert av jernmineralet magnetitt og lite radioaktive, mens hoveddelen er dominert av mineralet pyroklor. Forekomstene av pyrokloravfall er estimert av flere aktører og konsensus tilsier at det er inntil 500 m³ slike masser på området. Disse er i rapportene generelt omtalt som “vaskerijord” og ligger i hovedsak ovenfor det tidligere vaskeriet. Noen mindre masser ligger også noen meter lenger ned mot Grønvoldveien.

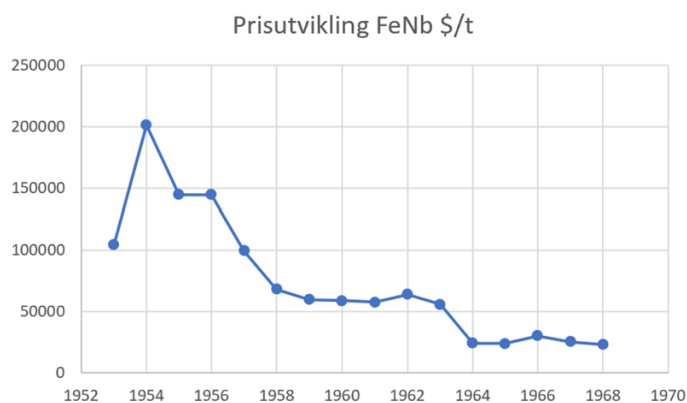


Figur 3 Historiske bilder fra vaskeriet. T.v. Vaskebordet i oppredningsanlegget. [1] (Foto: T. Johnsens arkiv) T.h. Trygve Sivertsen, gruvearbeider i vaskeriet. (Foto: Gerhard Hedlund)

De siste driftsårene til Søve gruver ble eksporten til USA stanset, og niobkonsentratet ble prosessert videre på Søve – helt frem til et produkt som kunne selges til stålverk over hele verden; ferroniob. Prosessen var omstendelig; først flere trinns opparbeiding til et konsentrat som så ble kjørt på lastebil til Herøya for vasking i salpetersyre, før det vaskede konsentratet ble kjørt tilbake til Søve.

I produksjonen av ferroniob ble det vaskede niobkonsentratet blandet med pulverisert aluminium, jern, natriumnitrat og flusspat. Blandingen ble antent og den sterkt eksoterme aluminotermiske reaksjonen som fulgte trakk oksygenet ut av niobkonsentratet. Reaksjonsproduktet ble så satt til å kjøle seg ned, hvorpå et ganske rent og tungt ferroniob sank til bunns i retorten, mens aluminiumoksid og det meste av forurensninger la seg som et lettere slagget på toppen. De naturlige grunnstoffene uran og thorium forble oksider i reaksjonen og ble derfor i hovedsak konsentrert i slagget. Dette slagget ble så dumpet i en skråning utenfor prosessanlegget (ofte omtalt som slagghaugen, se Figur 20). I dag er slagget blandet med annet avfall og er delvis tildekket.

Mens etterspørselen var sterk og prisene var høye da Søve gruver ble igangsatt, så falt prisene både på konsentrat og ferroniob i løpet av de årene driften var i gang, i hovedsak som følge av tilgang til rikere forekomster i Brasil og Canada. Det ble gjort en omfattende innsats fra administrasjonen ved Søve gruver, fra Industridepartementet og fagpersoner i norsk bergindustri for å kutte kostnader og skape lønnsomhet i produksjonen, men det lyktes ikke. Til slutt besluttet staten som eier å nedlegge all drift. Områdene og infrastruktur ble overdratt vederlagsfritt til Telemark Fylke.



Figur 4 Til tross for store fremskritt i produktivitet ved Søve Gruver førte kraftige prisfall til lav lønnsomhet og nedleggelse. (Bergfald Miljørådgivere)

2.3 Historikk vedrørende opprydding av Søve gruver

Det har over flere ti-år blitt vurdert alternative løsninger for å rydde opp i forholdene på Søve, en oppsummering av historikken er vist i Figur 5. Etter en rekke kartlegginger og korrespondanse valgte Statens Strålevern (nåværende DSA) å rette et pålegg til Nærings- og Fiskeridepartementet den 14. mars 2014 (Vedlegg 6). I Pålegg av Nærings- og fiskeridepartementet om å gjennomføre nødvendige tiltak for å hindre radioaktiv forurensning fra Søve gruver skriver Statens Strålevern følgende:

«Avfallet ble dekket med jord, men denne sikringen vurderes ikke lenger å være tilfredsstillende. Avfallet utgjør dermed en kilde til kontinuerlig radioaktiv forurensning. Det må gjøres forurensningsbegrensende tiltak på området for å oppnå tilstrekkelig og langsiktig beskyttelse av mennesker og miljø, jf. lov om vern mot forurensning og avfall (forurensingsloven) § 7 annet ledd.»

I det samme brevet vises det til *Forslag til tiltaksplan* som ble oversendt i brev av 07.05.2013. I henhold til tiltaksplanen skal alle masser som kan defineres som radioaktivt avfall, i henhold til forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall (forskrift om radioaktiv forurensning og avfall) § 2 bokstav c, jf. vedlegg I bokstav a, fjernes og deponeres.

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) la ut utlysning om oppryddingen to ganger som anbudskonkurranse via Doffin. På grunn av manglende mottaksmuligheter for det radioaktive avfallet, lyktes ikke NFD å få inn bindende avtaler om oppryddingen. Aktuelle steder for sluttdisponering som ble diskutert var anlegget for uorganisk farlig avfall på Langøya utenfor Holmestrand, Borge avfallsmottak utenfor Fredrikstad og LRA-lageret i Gulen. Alle disse aktørene hadde utfordringer av enten regulatorisk, teknisk eller politisk karakter og ingen av de endte derfor med en avklart løsning.

Nærings- og fiskeridepartementet valgte derfor i tildelingsbrevet for 2020 å gi ansvaret til NND om å finne en løsning for avfallet (Vedlegg 7).

9. september 2020 avholdt NND en digital dialogkonferanse. I denne konferansen presenterte de situasjonen ved Søve gruver, og ba om innspill fra markedet på løsninger for opprydding, mellomlagring og permanent deponering av gruveavfallet. NND ønsket å bruke innspillene fra markedet til å utarbeide kravspesifikasjoner og prosessbeskrivelser, som kunne inngå i det videre arbeidet med anskaffelsen. NND la ut en utlysning *Konkurransegrunnlag for anskaffelse av Opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver* i 2021.

Det ble da valgt en lokal løsning i Nome med å etablere en fjellhall på Kjeldal der avfallet skulle legges inn. Denne løsningen fikk reaksjoner i nærmiljøet knyttet til at det radioaktive avfallet skulle transporteres på vei. På grunn av feil i denne anskaffelsen ble det igangsatt en ny anskaffelse i 2022 som resulterte i en avtale om opprydding og etablering av lokal sarkofag i regi av AF Decom. Denne avtalen er grunnlaget for pågående prosess og for denne konsekvensutredningen.



Figur 5 Historisk tidslinje for Søve gruver. (Bergfald Miljørådgivere)

3 Rammer og forutsetninger for tiltaket

3.1 Behov for reguleringsplan og tillatelser

Opprydding og deponering av radioaktivt avfall krever tillatelser og avklaringer fra flere myndigheter. Siden dette gjøres sjelden i et land som Norge er det få tidligere saker å vise til erfaringer fra, og det er behov for godt samarbeid mellom forskjellige etater. I Søvesaken har Nome Kommune, DSA og Miljødirektoratet hatt tett og organisert kontakt over tid, noe som har forenklet avklaringer av roller og fremdrift.

3.1.1 Reguleringsplan

Arealet knyttet til tiltaket er i dag avsatt til LNF-område og næringsvirksomhet, til tross for at hele området er preget av tidligere industri. Oppryddingen av avfall trenger ikke endringer i den gjeldende reguleringsplanen, siden området skal tilbakestilles.

Sarkofagen vil derimot trenge en regulering. Lokasjonen der sarkofagen er planlagt plassert skal i henhold til Plan- og bygningsloven § 12-3 reguleres til annen særskilt bebyggelse (deponi). I henhold til Plan- og bygningslovens § 4-1 kreves et planprogram for denne reguleringen. I henhold til § 4-2 er det videre krav til en planbeskrivelse og konsekvensvurdering. Planmyndigheten er Nome kommune.

3.1.2 Tillatelser etter forurensingsloven

For etablering av deponi er det krav om tillatelser etter forurensningsloven. Tiltaket er regulert i henhold til forskrift om konsekvensutredning § 6c «*tiltak i vedlegg I som behandles etter andre lovverk enn plan- og bygningsloven*». Etter vedlegg I punkt 3 b iv) skal anlegg beregnet for disponering av radioaktivt avfall alltid ha melding og konsekvensutredning.

For etablering og drift av deponiet vil det vil bli søkt om tillatelse i henhold til §11 og §29 i Forurensingsloven, jamfør §4 i Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall, og §16-5 i Avfallsforskriften.

Det har pågått en avklaringsprosess mellom DSA og Miljødirektoratet for hvordan søknadsprosessen bør foregå. Resultatet av denne prosessen er at det ble avklart at det blir en felles søknad til DSA og Miljødirektoratet, og det vil bli gjennomført en felles høringsprosess. På bakgrunn av denne søknaden vil DSA og Miljødirektoratet utstede hver sin tillatelse til etablering og drift av sarkofagen som deponi for Søveavfallet.

DSA er fag- og forvaltningsmyndighet for strålevern, atomsikkerhet og ikke-spredning, radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall. DSA er ansvarlig myndighet for konsekvensutredningen for oppryddingen og deponeringen på Søve. De er også forurensningsmyndighet for tillatelser etter forurensningsloven når det gjelder radioaktiv forurensning og håndtering av radioaktivt avfall.

Miljødirektoratet er myndighet og behandler søknader og gir tillatelser etter Forurensingsloven med tilhørende forskrifter. Miljødirektoratet vil være forurensningsmyndighet for søknad om tillatelse til graving i forurenset grunn etter forurensningsloven.

3.2 Plan- og utredningsprogram og konsekvensutredning

Forskrift om konsekvensutredninger §6c krever at tiltak som etablering av deponi på Søve vurderes for miljøkonsekvenser før vedtak. Som tidligere nevnt kreves planbeskrivelse og konsekvensutredning i forbindelse med regulering av tomte sarkofagen skal bygges på. Konsekvensutredningen danner dermed grunnlag både for reguleringsplanen og søknader om tillatelser etter forurensningsloven.

For å unngå dobbeltarbeid og sikre en effektiv prosess er det utarbeidet et felles plan- og utredningsprogram som beskriver hva som skal utredes. Utkast til program for Søvdeponiet ble laget av Prosjektet og sendt på høring med frist 23. mai 2025. Innspill fra høringen ble vurdert, og programmet ble vedtatt av Nome kommunes Samfunnsutviklingsutvalg 19. juni 2025 (Vedlegg 1) og av Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) 4. juli 2025 (Vedlegg 2).

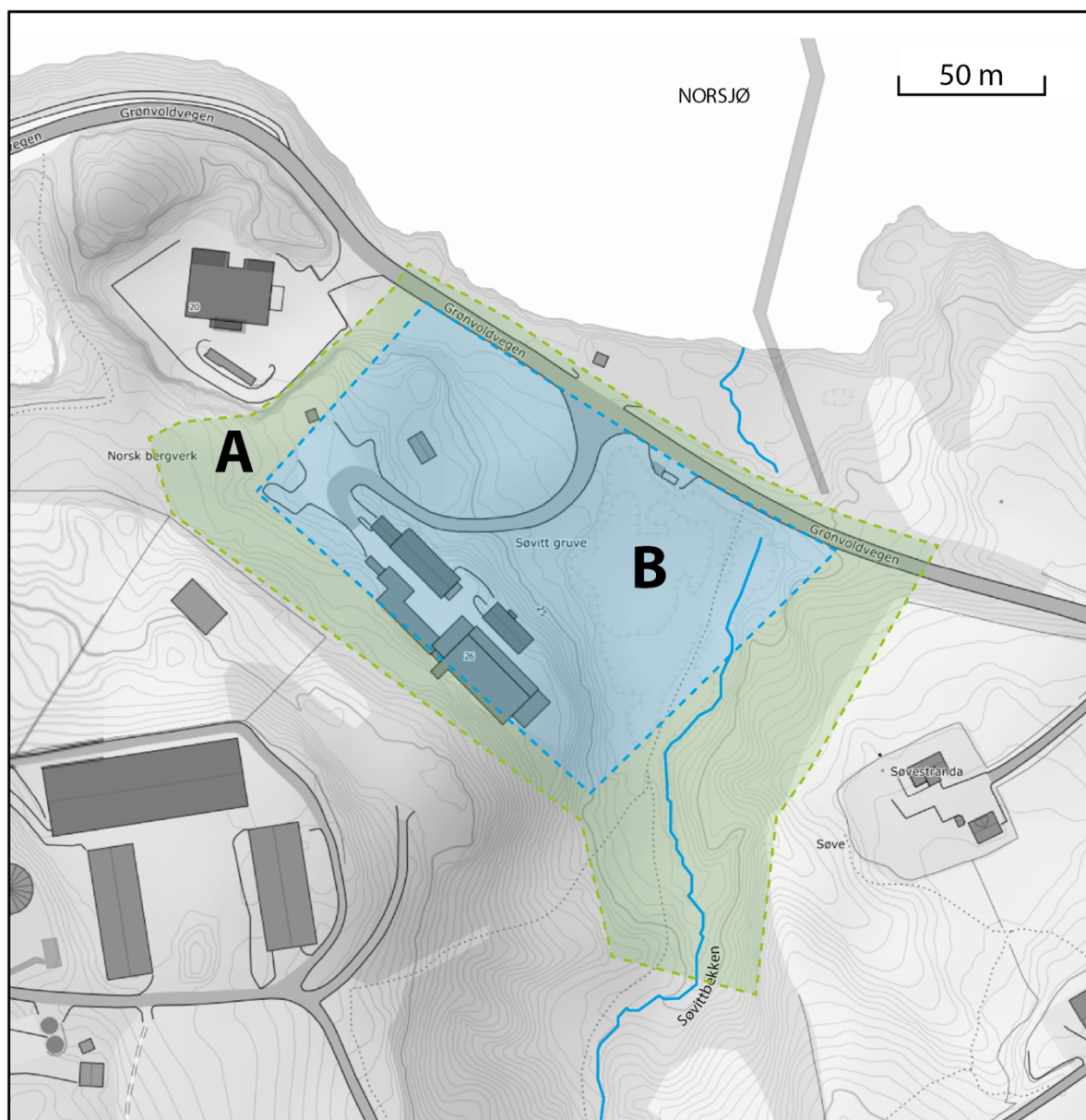
Videre utarbeides det én konsekvensutredning for både reguleringsplanen og tillatelsene. Tiltaket omfattes av forskrift om konsekvensutredning § 6 b og c, vedlegg I, punkt 3b iv, som omhandler anlegg beregnet på utelukkende disponering av radioaktivt avfall. På bakgrunn av dette er DSA ansvarlig myndighet for utredningen.

3.3 Beskrivelse av området som skal reguleres og som omfattes av tiltakene

Videre i dette dokumentet brukes det flere *område*-begreper. Det må derfor skilles mellom:

- *Planområdet* er det arealet som omfattes av reguleringsplanen.
- *Tiltaksområdet* er det arealet innenfor planområdet hvor det er radioaktiv forurensing som skal graves ut, hvor sarkofagen blir etablert, samt nødvendige riggområder.

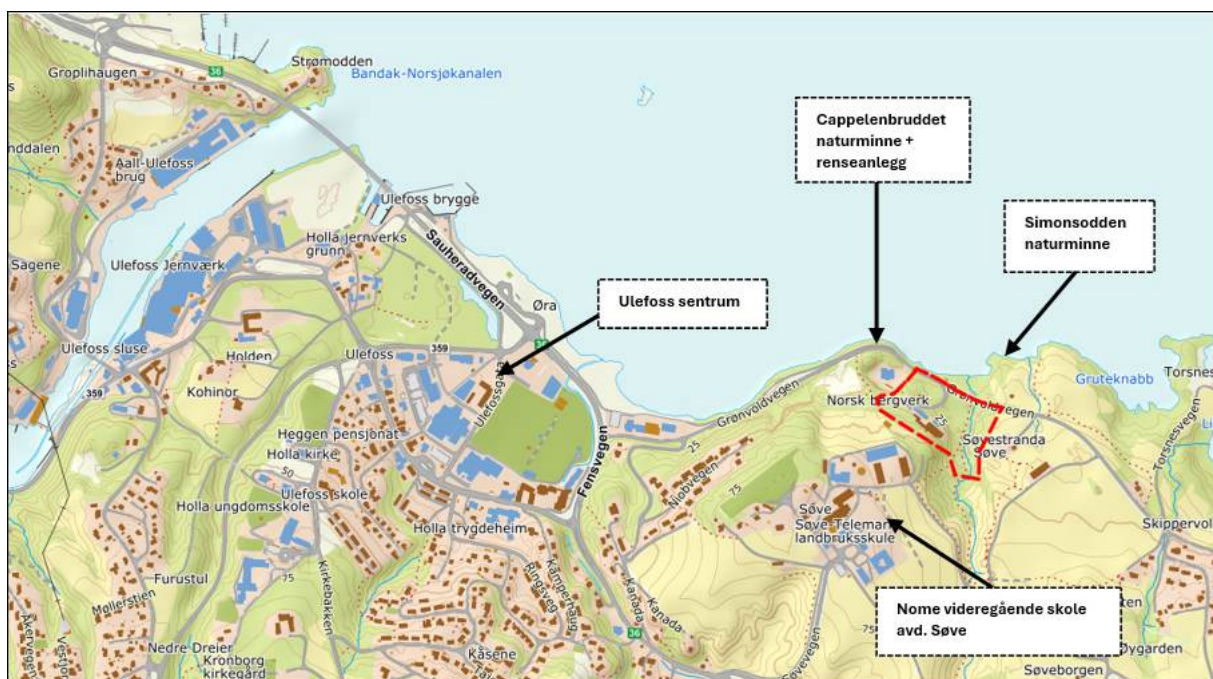
Planområdet vil derfor være større enn tiltaksområdet, vist i Figur 6.



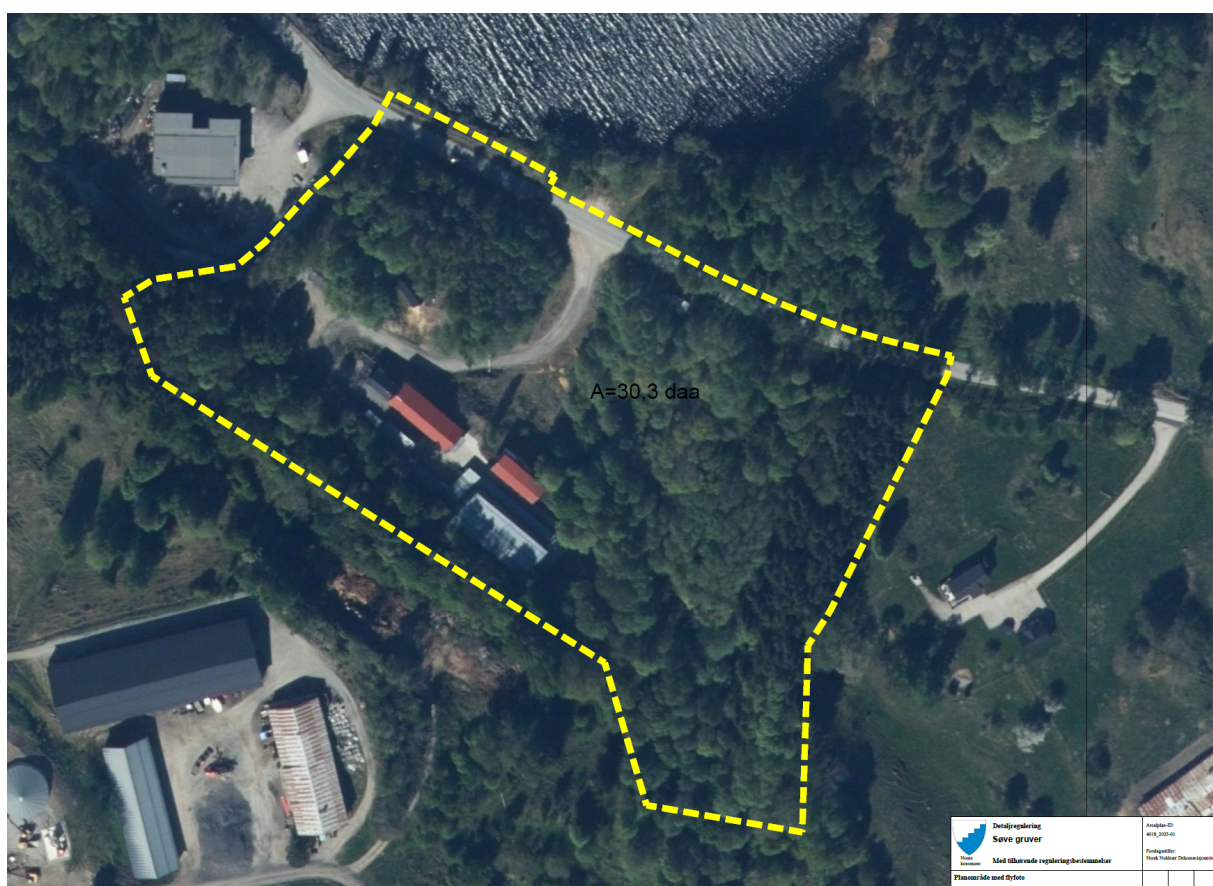
Figur 6 viser planområde (A) og tiltaksområde (B) (Bergfald Miljørådgivere)

3.3.1 Planområdet

Norconsult har utarbeidet et planinitiativ for detaljreguleringen (Figur 7, Figur 8, Figur 9). Planområdet er 30,3 daa stort og er lokalisert sør av Grønvoldvegen, en kilometer øst for Ulefoss sentrum. Foreslått planavgrensning omfatter eiendommer som eies av Telemark Fylkeskommune. Planområdet omfatter bl.a. Ulefoss Mekaniske, som har hatt virksomhet her siden 1984. De benytter flere av de gjenværende bygningene fra gruvedriften, med produksjon i den bygningen som i noen år på 60-tallet var smelteverket. Grønvoldvegen danner nordgrensen for planområdet, og tiltaket vil ha avkjøring fra denne. I vest grenser planområdet inntil det gamle dagbruddet Cappelen, hvor kommunens renseanlegg er lokalisert i dag. I sør grenser planområdet til Søve Videregående og i øst til gnr 24 og bnr 143.



Figur 7 Oversikt over planområdet (stiplet rødt) og nærmiljøet rundt Ulefoss sentrum. (Norconsult Norge AS) [5]

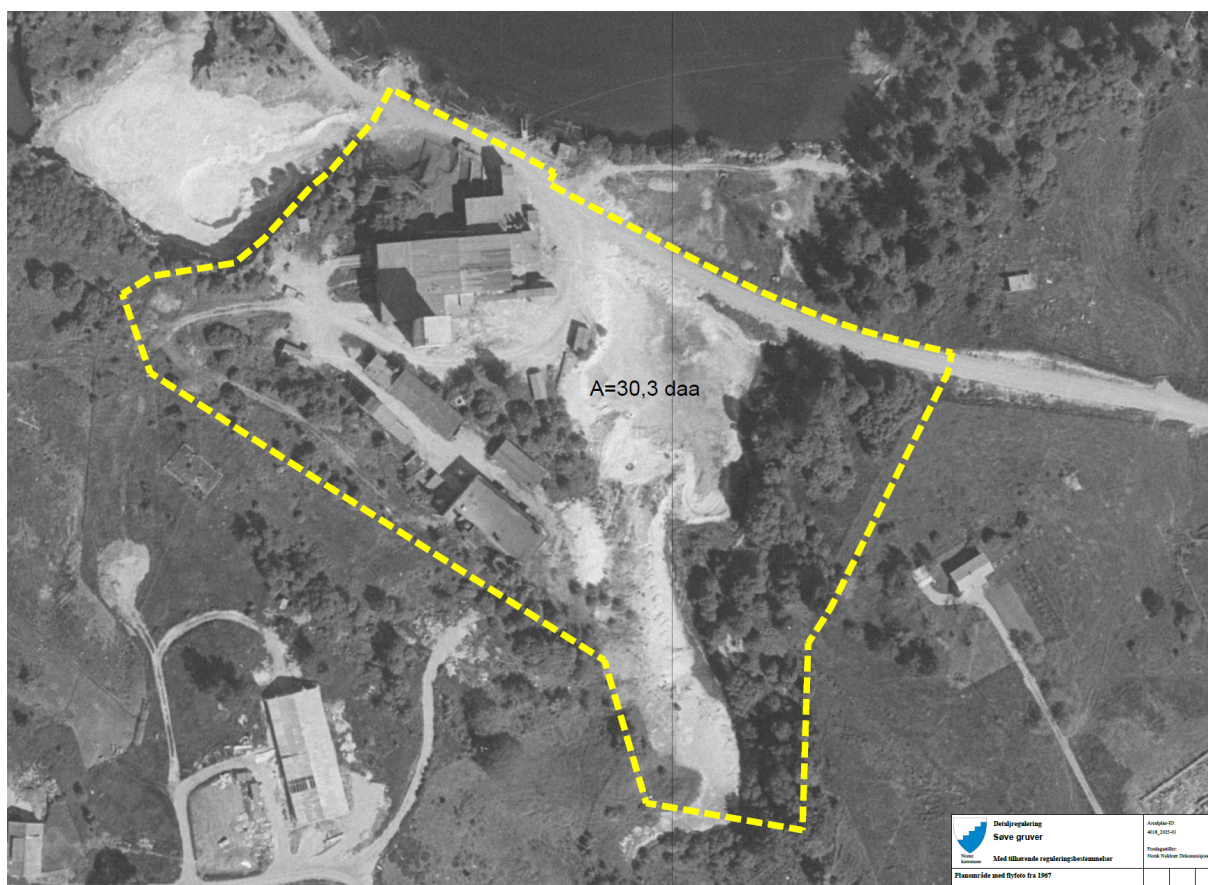


Figur 8 Flyfoto med dagens bebyggelse og planområdets avgrensning markert med gul stiplet strek. (Norconsult Norge AS) [5]

3.3.2 Avgrensning av tiltaksområdet

Tiltaksområdet for oppryddingen og deponeringen er avgrenset til de følgende arealer (Figur 6, Figur 9):

- Områder hvor det er påvist radioaktive prosessrester, såkalt “vaskerijord”.
- Skråningen der slaggg fra ferroniobproduksjonen er tippet, såkalt «slagghaugen».
- Det tidligere avgangsdeponiet/slamdam der enkelte slagggklumper er påvist.
- Området for etablering av sarkofagen.
- Anlegg/riggområde, som blir plassert senere.



Figur 9 Oversiktsbilde av Sjøveit gruver der avgangsdeponiet og slagghaugen er godt synlige, (Ortofoto 1967, Norconsult Norge AS)

3.4 Mengder som skal deponeres

Som beskrevet i Kapittel 6 er mengden radioaktivt avfall ved Sjøveit gruver anslått til ca. 3 000 m³, eller om lag 5 400 tonn. Slagghaugen har vist seg særlig krevende å vurdere mektigheten til, og det er derfor lagt inn en usikkerhetsmargin på +20% for dimensjonering av sarkofagen. Siden mengdekalkylene er foretatt med sikkerhetsmarginer er det grunn til å forvente lavere enn større volumer.

3.4.1 Mulig annen utnyttelse av avfallet

Radioaktivt slaggg og vaskerijord som befinner seg ved Sjøveit gruver har ligget der siden 1965. I forbindelse med høringsprosessen for plan- og utredningsprogrammet kom det innspill om at avfallet

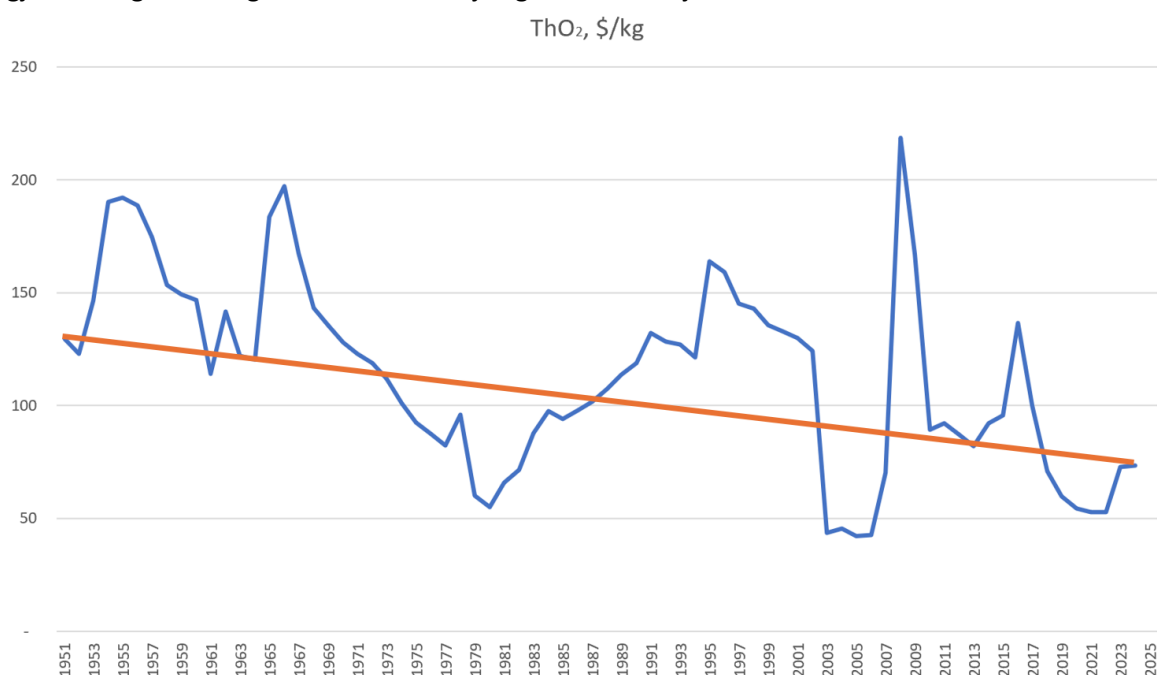
kan være interessant som råvare for utvinning av thorium og andre verdifulle råvarer. Det kom også forslag til forskning og utviklingsprogram som har til hensikt å teste om det lar seg gjøre å hente ut verdifulle materialer fra avfallet. På bakgrunn av dette innspillet er mulighetene vurdert nøye i Vedlegg 8. Under følger en oppsummering av denne utredningen.

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) er eier av avfallet og har ansvar for opprydding. Ansvar for å forestå oppryddingen er delegert til Norsk nukleær dekommisjonering (NND) som er byggherre for dette prosjektet. NND har ikke mandat til å endre planene med mindre gjenvinning gir vesentlig reduksjon i avfallsmengde, kostnader eller tidsbruk.

Det er dokumentert, både i tidligere rapporter og i prøvetakingsprogrammet til denne konsekvensutredningen, at avfallet er svært heterogent og forurenset. Denne heterogeniteten og innslaget av forurensing gjør sortering og gjenvinning teknisk krevende og kostbart. Videre gir mulig reduksjon i deponeringsvolum liten besparelse (f.eks. 10 % mengdereduksjon gir kun 1 % kostnadsbesparelse).

Det finnes global etterspørsel etter thorium og REE, men ikke for avfall av denne typen. Dette skyldes at det er ingen eksisterende prosessanlegg som er egnet for å ta imot og prosessere Søve-avfallet. Dette avfallet er en mer utfordrende råvare for å ekstrahere thorium fra fordi det foreligger som thoritt, istedenfor monazitt som er den vanlige råvaren for thoriumprosessering. For å bruke avfallet som råvare må det i tillegg omklassifiseres i henhold til EUs avfallsdirektiv. Dette krever dokumentert marked, teknologi og sikkerhet, noe som ikke er oppfylt i dag.

Thoriummarkedet er i dag svært lite, og fremtidig bruk i kjernekraft er fortsatt usikker og uprøvd i industriell skala. Figur 10 viser utviklingen av pris for 99% thorium de siste 75 årene, denne viser at markedsverdien av thorium er volatil og synkende. Estimert salgsverdi for thorium i slagget ca. 2,2 MNOK, og for vaskerijorda ca. 0,2 MNOK. En slik salgsverdi langt under kostnadene ved utvikling av gjenvinningsteknologi for disse to forskjellige avfallsfraksjonene.



Figur 10 Utvikling av pris for 99% Th levert til USA. Det viser volatile priser med en fallende trend. (Bergfald Miljørådgivere)

Konklusjonen er at gjenvinning av avfallet ved Søve vurderes som lite hensiktsmessig. Verken økonomi, teknologi, eller regelverk støtter en slik løsning. På bakgrunn av dette videreføres planen om deponering i betongsarkofag uten ytterligere utredning av gjenvinning som alternativ. En mer detaljert drøfting av både teknologi for gjenvinning og markedet for verdistoffene ligger i Vedlegg 8.

3.5 Utredning av nullalternativet

I henhold til Forskrift om konsekvensutredninger er alle tiltak påkrevd å vurdere et nullalternativ. Dette vil bli utredet også i denne konsekvensutredningen, selv om tiltaket omhandler opprydding av forurenset grunn. I denne saken er det følgende valgt som nullalternativ:

- DSA trekker sitt pålegg om opprydding på området, og avfallet blir liggende uten videre tiltak.

Dagens situasjon er godt dokumentert i litteratur og i prøvetakingsprogrammet (Vedlegg 9) som tilhører konsekvensutredningen. Med god dokumentasjon er det mindre usikkerhet forbundet med å vurdere konsekvensene av alternativet, samt vurdere effekt av tiltaket opp mot nullalternativet. Det vil bli redegjort for nullalternativet i starten av hvert kapittel som utreder et tema, dvs. Kapittel 6, 7, 8 og 9. Som eksempel, vil kapittel 6 (Det radioaktive avfallet) ta for seg hvordan radioaktiviteten i avfallet påvirker dagens situasjon, samt hvordan situasjonen i et langtidsperspektiv forventes å se ut, uten gjennomført opprydding og deponering. Samlet sett forventes nullalternativet å bli fullstendig beskrevet og vurdert i de ulike kapitlene og det anses å ikke være behov for å presentere en generell sammenstilling av alle temaene her.

4 Internasjonalt anbefalt praksis, nasjonalt lovverk og kommunale planer

Dette kapittelet redegjør for det regulatoriske rammeverket og planføringer for prosjektet. I den følgende teksten beskrives internasjonal anbefalt praksis, nasjonalt regelverk og føringer samt regionale og kommunale planer som vi har lagt til grunn for konsekvensutredningen.

4.1 Internasjonalt anbefalt praksis

Norge er suveren i utforming av eget lovverk, og det er Forurensningsloven med tilhørende forskrifter som regulerer tiltaket. Likefullt er det slik at internasjonale erfaringer og internasjonalt anerkjent praksis tillegges stor tyngde. Disse kommer i hovedsak som "guidelines" eller standarder. Selv om norske myndigheter ikke er bundet av internasjonalt anbefalt praksis er det god grunn til å legge disse til grunn for den praktiske utformingen av tiltaket.

4.1.1 Håndtering og friklassifisering av radioaktivt avfall

- **International Atomic Energy Agency (IAEA) safety standard for "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards" [6]**

Dette er en omfattende standard som definerer grenseverdier for stråledoser, for innhold av radionuklider i avfall og for hvem som sitter med ansvar for strålerisiko fra radioaktivt materiale. Mye av det som står i denne standarden finner man igjen i nasjonale regelverk som strålevernforskriften og forskrift om radioaktiv forurensning og avfall. I denne standarden blir det også introdusert metodikk for å kunne skille mellom avfall som trenger – og avfall som ikke trenger – særskilt behandling, ofte omtalt som friklassifisering. Slik metodikk beskriver både radioaktivt materiale i seg selv og områder som er påvirket av radioaktiviteten. Den praktiske metodikken som kan hentes ut av disse anbefalingene er beskrevet i Sikkerhetsanalysen for tiltaket (Vedlegg 10).

- **IAEA safety standard for "Safety Assessment for Facilities and Activities" [7]**

Dette er en standard som fastsetter de generelle kravene som skal oppfylles i sikkerhetsanalyser for anlegg og drift. I en sikkerhetsanalyse forventes det at alle fastsatte krav er oppfylt, tatt i betraktning at detaljnivået som trengs i analysen må stå i forhold til potensiell strålingsrisiko.

- **IAEA safety standard for "The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste" [8]**

Denne standarden gir veiledning om hvordan man vurderer, demonstrerer og dokumenterer strålesikkerheten til alle typer anlegg for radioaktivt avfall. De viktigste aspektene ved vurdering av strålesikkerheten etter stenging av deponier er identifisert, og det gis veiledning om beste praksis for gjennomføring av en sikkerhetsvurdering.

- **IAEA safety standard for "Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste" [9]**

Denne standarden gir veiledning og anbefalinger om hvordan strålesikkerhetskrav må oppfylles ved utvikling, drift og forsegling av overflatenære deponier for deponering av radioaktivt avfall.

- **IAEA safety standard for "Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities" [10]**

Denne standarden gir veiledning og anbefalinger for sikker håndtering av materialer som inneholder naturlig forekommende radioaktive materialer (NORM, eng. Naturally Occuring Radioactive Materials) generert i uranproduksjon og andre aktiviteter. Utvinning av mineraler

som pyroklor/niob og produksjon av ferroniob er spesifikt omtalt i denne standarden, siden de utfordringer som er identifisert på Søve også har dukket opp ved de andre niob/ferroniob-anleggene i verden.

- **IAEA safety standard for “Application of the Concept of Clearance”** [11]
I denne standarden blir konseptet friklassifisering definert, og det blir demonstrert hvordan det skal brukes. Det blir introdusert to former for friklassifisering: generell og spesifikk. Det generelle kravet til friklassifisering er at strålingsrisikoen er tilstrekkelig lav til at regulatorisk kontroll ikke trengs. Videre er det ingen sannsynlige scenarioer som kan føre til at et materiale ikke møter dette kravet, eller at regulatorisk kontroll av et materiale vil medføre en nytte. Materialet kan friklassifiseres dersom det er sannsynlig at stråledose fra det ikke vil overstige 10 $\mu\text{Sv}/\text{år}$, og at scenarioer med lav sannsynlighet maksimalt vil medføre en dose på 1mSv/år. De spesifikke kravene til friklassifisering må tilpasses til scenarioer som ikke kan tilfredsstille kravene til generell friklassifisering, f.eks. at bakgrunnsstråling i området er for høy. Spesifikke krav som utformes av prosjektet, må alltid få godkjenning fra nasjonalt regulatorisk hold.
- **IAEA safety standard for “Release of Site from Regulatory Control on Termination of Practices”** [12]
Denne veilederen beskriver en fremgangsmåte for friklassifisering av områder som er påvirket av radioaktivitet.
- **IAEA technical report for “Guidelines on Soil and Vegetation Sampling for Radiological Monitoring”** [13]
Denne veilederen beskriver hvordan grunn og vegetasjon kan prøvetas på best mulig måte for å karakterisere områder for radioaktivitet. Denne veilederen har allerede blitt benyttet, ifm. de supplerende prøvetakingene av biota og jordmasser utført av Bergfald Miljørådgivere høsten 2024 og våren 2025.

4.1.2 EU regelverk knyttet til forurensset grunn, naturmangfold og vannressurser

EU har omfattende regelverk knyttet til forurensset grunn, naturmangfold og vannressurser. Som følge av EØS-avtalen ansees alle disse forholdene fullt ut implementert og dekket opp av nasjonalt lovverk i Norge. Det vil derfor ikke drøftes som eget internasjonalt regelverk i konsekvensutredningen.

4.2 Nasjonalt lovverk

Pålegget om oppryddingen etter Søve gruver er hjemlet i forurensningsloven § 7 fjerde ledd, jf. § 11 første ledd. Selve oppryddingen og etableringen av et deponi for dette avfallet er imidlertid omfattet av flere lovverk. Det er i tillegg flere nasjonale føringer som er relevante for dette prosjektet, eksempelvis Grunnlovens 112, regjeringens “Strategi for trygg, sikker og forsvarlig håndtering av radioaktivt avfall” og NNDs avfallsstrategi. Lovverk, forskrifter, og veiledere som har relevans for prosjektet vil bli beskrevet under de forskjellige fagtemaene i konsekvensutredningen.

4.2.1 Radioaktivt avfall

- **Lov om strålevern og bruk av stråling (Strålevernloven)**
Strålevernloven er utformet for å dekke alle aspekter knyttet til radioaktivitet og potensielle strålekilder. Formålet med loven er å forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers

helse og på miljøet. I dette prosjektet er den særlig relevant for håndtering av risiko for arbeidstakere i forbindelse med oppryddingen og for utformingen av sarkofagdeponiet. Loven stiller også en rekke krav til hva virksomheter skal foreta seg både ved ordinær bruk og oppbevaring av strålekilder, og ved uhell og uønskede hendelser ved bruk av apparater som gir stråling.

- **Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften)**

Forskriften skal sikre forsvarlig strålebruk, forebygge skadelige virkninger av stråling med menneskers helse og bidra til vern av miljøet. Forskriften gjelder for enhver tilvirkning, import, eksport, overdragelse, besittelse, installasjon, bruk, anskaffelse, oppbevaring, avhending, håndtering og utvinning av strålekilder.

- **Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall**

Forskriften dekker forurensningslovens anvendelse på stråling fra radioaktive stoffer som er eller kan være til skade eller ulempe for miljøet, samt radioaktivt avfall. Denne forskriften har betydelig praktisk betydning i forbindelse med dette prosjektet. Forskriften bestemmer at radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall reguleres (med noen unntak) av Forurensningsloven og underliggende forskrifter, eksempelvis avfallsforskriften.

Alle prosedyrer og planer for opprydding på Søve vil være regulert av denne forskriften. Likeledes vil håndtering av både det radioaktive og ikke-radioaktive avfallet på området reguleres av avfallsforskriften.

- **Veileder til søknad om tillatelse til radioaktiv forurensning og håndtering av radioaktivt avfall**

DSA har varslet at de arbeider med en veileder for deponier for naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM) som skal søke om tillatelse til utslipp av radioaktive stoffer og/eller håndtering av radioaktivt avfall. Veilederen er ikke ferdigstilt ved utarbeidelsen av denne konsekvensutredningen og det er usikkert når denne blir klar. Det legges til grunn at alle forhold likefullt er dekket opp og at det ikke vil gi noen nytte å vente til at veilederen er ferdigstilt.

- **Veileder for utarbeidelse av tiltaksplaner for opprydding i områder med radioaktiv forurensning**

DSA har skrevet et utkast til veileder for utarbeidelse av tiltaksplaner for opprydding i områder med radioaktiv forurensning. Den gir veiledning om når det kreves tiltak i radioaktivt forurensende masser, hvordan en tiltaksplan kan bygges opp samt gjennomføring av tiltakene. Den gir også oversikt over lovverk, relevante strategier og andre veiledninger og andre referanser.

4.2.2 Miljølovgivning

I forbindelse med oppryddingen av avfallet, tilrettelegging og etablering av sarkofagen og tilbakestilling av områdene, vil miljølovgivningen være førende for å sikre at de områdene som er berørt blir ryddet for avfall og at prosjektet ikke tilfører naturmiljøet nye belastninger. Listen under bør ikke anses som utfyllende.

- **Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)**

Formålet med loven er å verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, å redusere mengden av avfall og å fremme en bedre behandling av avfall. Loven skal sikre en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensninger og avfall ikke fører til helseskade, går ut over trivselen eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse.

- **Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften)**

Forskriften fastsetter bestemmelser og tiltak for å motvirke fare for forurensning, eksempelvis fra forurenset jord eller gamle avfallsfyllinger (særlig Kapittel 36. Behandling av tillatelser etter forurensningsloven)

- **Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)**

Avfallsforskriften regulerer hvordan gjenvinning og behandling av forskjellige typer avfall skal gjøres. For denne oppryddingssaken er spesielt kap. 9, *Deponering av avfall* og kap. 16 *Radioaktivt avfall* viktig. Andre kapitler som kap. 11; *Farlig avfall*, 14A; *Betong og tegl fra riveprosjekter* og *Håndtering av mineralavfall fra mineralindustrien* kommer til anvendelse.

- **Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven)**

Naturmangfoldloven er en norsk lov som regulerer forvaltning av naturens mangfold. Den omfatter all natur, og gjelder for alle sektorer som forvalter naturmangfold eller tar beslutninger som har konsekvenser for dette mangfoldet.

- **Vannressursloven**

Formålet med loven er å sikre en bærekraftig og samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av landets vannressurser. Loven regulerer inngrep i og bruk av vassdrag og grunnvann, og stiller krav om tillatelse for tiltak som kan påvirke vannføring, vannstand eller økosystem.

- **Vannforskriften**

Formålet med forskriften er å beskytte vannmiljøet ved å sikre at alle vannforekomster oppnår minst god økologisk og kjemisk tilstand.

- **Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)**

Formålet med forskriften er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge.

Det er forbudt å forurense drikkevann. Forbudet omfatter alle aktiviteter, fra vanntilslagsområdet til tappepunktene, som medfører fare for at drikkevannet blir forurenset. Forskriften er relevant siden drikkevannskilden Norsjø er resipient for Søve.

4.2.3 Plansaker

Prosjektet krever regulering av området og byggesaksbehandling etter Plan- og bygningsloven og Forskrift om konsekvensutredninger. Nome kommune er planmyndighet og vil kunne ta i bruk også andre lover og forskrifter i behandlinger og saker knyttet til prosjektet.

- **Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)**

Loven har til formål å fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner. Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver og gi grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser.

Byggesaksbehandling etter loven skal sikre at tiltak blir i samsvar med lov, forskrift og planvedtak. Det enkelte tiltak skal utføres forsvarlig. Planlegging og vedtak skal sikre åpenhet, forutsigbarhet og medvirkning for alle berørte interesser og myndigheter. Det skal legges vekt på langsiktige løsninger, og konsekvenser for miljø og samfunn skal beskrives.

- **Forskrift om konsekvensutredninger**

Formålet med forskriften er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer og tiltak, og når det tas stilling til om og på hvilke vilkår planer eller tiltak kan gjennomføres.

4.2.4 Andre lover og forskrifter

- **Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)**

Internkontrollforskriften er en norsk forskrift som regulerer HMS-rutiner for arbeidsmiljø i virksomheter og får anvendelse i forbindelse med oppryddingsarbeidet på Søve. Arbeidet medfører opprydding og deponering av radioaktivt og ikke-radioaktivt avfall i til dels krevende terreng og et internkontrollsystem for oppryddingen vil være viktig.

- **Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)**

Forskrift om utførelse av arbeid har som hensikt at utførelse av arbeid og bruk av arbeidsutstyr blir gjennomført på en forsvarlig måte, slik at arbeidstakere er vernet mot skader på liv eller helse. I denne forskriften beskrives blant annet krav til arbeid som medfører eksponering av ansatte for ioniserende stråling.

4.3 Regionale føringer

Både Telemark fylkeskommune og Nome kommune har over tid vært tydelige på at staten må ta ansvar for det radioaktive avfallet fra gruvevirksomheten etter det statseide AS Norsk Bergverk.

Prosjektet fikk innspill gjennom prosessen med plan- og utredningsprogrammet på hvilke regionale føringer som var viktig for konsekvensutredningen.

4.3.1 Telemark fylkeskommune

Prosjektet har vært i dialog med Telemark Fylkeskommune og blitt informert om at en Regional planstrategi (Telemarksplanen) ble vedtatt av fylkestinget i desember 2024.

Planprogram for regional plan for klima, energi og grønn omstilling har vært på høring i perioden 25. april til 6. august og skal til politisk behandling for fastsetting av planprogram i fylkestinget 22. oktober 2025. Arbeidet med planforslag starter formelt opp etter dette. Tiltaket vil ikke påvirkes av den nye Telemarksplanen.

Telemark fylkeskommune har vedtatt en regional vannforvaltningsplan. Eventuelle andre føringer for f.eks. naturmiljø, friluftsliv mm. vil bli presentert under de forskjellige fagtemaene i konsekvensvurderingen.

4.4 Kommunale planer – Nome kommune

4.4.1 Kommunenes temaplaner

Både i Kommuneplanens samfunnsdel (2019–2030) og Kommunedelplan for klima, samfunnssikkerhet, miljø og naturmangfold (2022–2030) er det definert strategier, delmål og tiltak.

Noen av tiltakene er viktig for konsekvensutredningen for temaer som naturmangfold, friluftsliv og vann.

F.eks. har kommuneplanens samferdselsdel en strategi 6; *Nær brukervennlig natur – godt å bruke naturen*. Med delmålet: *Nome skal ha bærekraftig og tilgjengelig bruk av natur og miljø*. Konkretisert som f.eks.: *Nome skal jobbe for å bevare viktige arter og biologisk mangfold*.

I kommunedelplanen for klima, samfunnssikkerhet, miljø og naturmangfold er det også definert strategier. Eksempelvis å "Ha en god vannforvaltning" og "sikre et naturlig mangfold". Nome kommune har også helt klare mål om å "Jobbe for å fjerne og destruere svartelista arter når de oppdages, etter råd fra nasjonale myndigheter". Av hensyn til fuglelivet er det et mål om å "Unngå felling av trær i hekketid." I forkant av gjennomføringen av tiltaket vil det lages en egen prosedyre for fjerning og destruksjon av svartelista arter.

Verken planområdet, og i enda mindre grad tiltaksområdet, er i særlig bruk som friluftsområde, så tiltaket sees ikke å skape noen konflikt med kommunens mål for sin nærnatur.

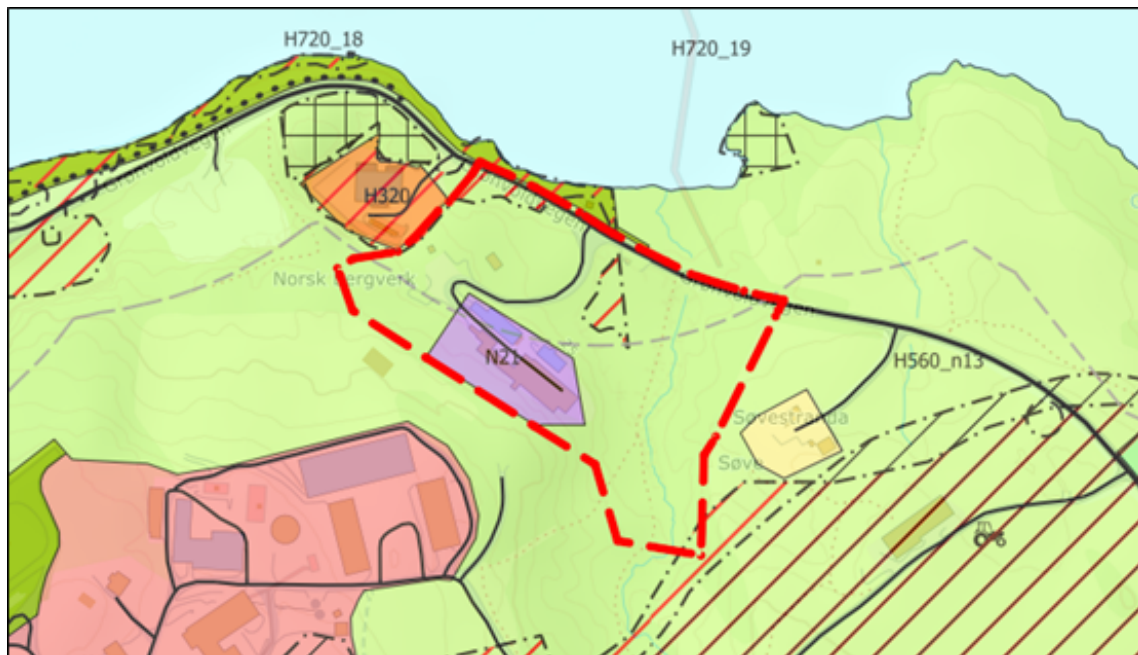
Vannmiljø er detaljert beskrevet i kapittel 9, mens naturmangfold på land er detaljert beskrevet i kapittel 7. Det ansees at kommunens planer for forvaltning av både vannressurser og biologisk mangfold er godt ivaretatt i konsekvensutredningen.

4.4.2 Kommuneplanens arealdel

Som en del av arbeidet i opprydding og deponering av det radioaktive avfallet ved Søve gruver er det behov for regulering av arealet til sarkofagen. Prosjektet har utarbeidet «PLANINITIATIV Detaljreguleringsplan for Søve gruver, gnr./bnr. 24/93, 95, 107», [5].

Det aktuelle planområdet er i kommuneplanens arealdel for det meste avsatt til LNF-område, i tillegg til område for næringsvirksomhet N21 (Ulefoss Mekaniske). Deler av området er under faresone H320 flomsone, dette området stemmer overens med NVE sitt aktsomhetsområde for flom. Sørøst for planområdet er under faresone H330_S Strålingsfare, som skyldes fare for radon. Nordvest for planområdet er et lite område under båndleggingssone H720_18 Båndlegging etter lov om naturvern. Dette er vist i Figur 11.

Det bør bemerkes at selv om området der sarkofagen blir etablert reguleres fra LNF til deponi, så fremstår ikke området i dag som et typisk LNF-areal. Hele planområdet var inntil nedleggelsen av gruvedriften et nedbygd industriområde, slik at dagens LNF-status reflekterer ikke hva området reelt sett består av. Tvert imot så vil området etter opprydding ha blitt oppgradert fra et industrideponi til et område der naturen kan få tilbake et naturlig mangfold.



Figur 11 Nome kommune sin arealplan for området rundt Søve gruver, i stipla linjer er planområdet for tiltaket. (Norconsult Norge AS)

5 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket er en løsning der utfordringene med det radioaktive avfallet sikres inne på det området der avfallet er skapt.

Det radioaktive avfallet kan ikke destrueres. Den eneste måten å sikre at hensynene til miljø og mennesker blir ivarettatt er derfor ved å isolere avfallet fra omverdenen. Planen er å få til dette ved å bygge en sarkofag, som i praksis vil si en sterk betongkasse, og plassere alt avfall i denne. Etter at oppryddingen er gjennomført vil det støpes et lokk på sarkofagen og områdene rundt vil tilbakeføres. I dette kapitlet blir den praktiske gjennomføringen av arbeidet beskrevet i mer detalj.

Over tid har det vært dialog med Nome kommunes administrasjon og samfunnsutviklingsutvalg om plassering og utseende på sarkofagen og praktiske spørsmål rundt både ryddingen og hvordan området blir etterpå. Det har også vært interesse og omtale i lokalmiljøet og det er mottatt mange innspill til utforming og etterbruk, særlig muntlig ifm. befaringer og møter. I Figur 12 vises en arbeidsskisse av hvordan sarkofagen og området rundt er planlagt seende ut etter gjennomført tiltak.



Figur 12 Tegning av hvordan området planlegges å se ut etter etablering av sarkofagen, vist med lysegrønt tak ved veien. (Norconsult Norge AS)

Det legges til grunn at avfallet vil være kjemisk inert ved plassering i en betongsarkofag og mekanisk stabilt etter komprimering. Det legges også til grunn at volumestimatene som kontrakten mellom NND og Prosjektet er basert på er korrekt, med en sikkerhetsmargin på 20%. Volumestimatene er kontrollregnet via to separate metoder av hhv Norconsult og Bergfald Miljørådgivere. For utdypende informasjon om mineralogisk og kjemiske sammensetning av det radioaktive avfallet vises det til kapittel 6.

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet har det vært viktig komme i gang tidlig med å finne egnet areal for sarkofagen. Oppryddingsarbeidet bør helst ikke starte før sarkofagen er bygget, for å unngå/begrense mellomlagring og kontaminering av nye områder. Samtidig så skal sarkofagen bygges inne på et avgrenset område dominert av bygningsrester og deler av det avfallet som skal inn i sarkofagen. Byggingen av sarkofagen vil derfor kreve nennsomhet i gjennomføringen, og det har allerede blitt lagt ned betydelig tid og penger i å sikre at sarkofagen får en optimal utforming og

plassering i landskapet. Den utformingen og plassering som presenteres kan ikke uten videre endres uten vesentlige forsinkelser, økte kostnadspådrag eller kompromisser mot andre hensyn.

Til slutt i kapitlet er det laget en tabell som viser disse etappene i oppryddingen og deponeringsarbeidet (Fase 2) og hvilke temaer som treffes i konsekvensutredningen. Denne vil bli brukt som underlag for resten av de tematiske konsekvensutredningene.

5.1 Plassering av sarkofagen

Tiltaket går ut på å samle alt radioaktivt avfall som stammer fra mineraler som er utvunnet og bearbeidet på Søve, og lagre det trygt på stedet. Målet er å deponere avfallet på en kontrollert måte, slik at det blir like stabilt og sikkert som da det var mineraler i fjellet. Den største fordelene med å velge Søve gruver som lokasjon er å unngå transport av avfallet. Dette er også i tråd med internasjonalt anbefalt praksis, at avfall med et høyt nivå av naturlig forekommende radioaktive bør sluttdisponeres der avfallet oppstod der det er praktisk relevant.

Likefullt må sarkofagen plasseres på et sted som tåler vekten, og på en slik måte at sarkofagen ikke er til hinder for andre interesser eller kan influere sine omgivelser negativt. Like viktig er det at andre interesser eller omgivelsene heller ikke kan influere sarkofagen negativt.

Det er blitt gjort vurderinger av flere alternative lokasjoner for plassering av sarkofagen innenfor planområdet, og det har pekt seg ut tre aktuelle plasseringer. Figur 13 viser de tre alternativene som har blitt konkret vurdert.

Det bør nevnes at selv om alle de tre alternative lokalitetene som har blitt vurdert er avsatt til LNF i dagens kommuneplan, så er alle tre i praksis tidligere industriområde, til dels sterkt preget av den tidligere driften. Fremtidig regulering av et mindre område fra LNF til deponiformål vil dermed i praksis ikke redusere naturarealet i kommunen.

For å finne optimal plassering av sarkofagen er det satt opp flere sentrale parametere, med hovedvekt på stabilitet, for å vurdere egnethet til plasseringen:

Løsmassemektighet:

Innledningsvis i prosjektet ble løsmassene kartlagt for å avklare løsmassedybder, geoteknisk stabilitet og hvilke gravearbeid/anleggsarbeid som er nødvendig for å etablere sarkofagen i området. Dette ble utført for å vurdere mulighet til å grave bort masser og plassere sarkofagen på fast grunn og geoteknikk/stabilitet på berggrunnen.

Innhold av radionuklider og annen forurensing i løsmassene:

Boreundersøkelsene sammen med tilhørende miljøprøver/målinger har gitt et godt grunnlag for å vurdere tiltak for teknisk og miljømessig god plassering av sarkofagen.

Dersom man påtreffer forurensede masser, må disse tas ut og mellomlagres i påvente av endelig deponering/levering til godkjent mottak. Det er en fordel at det er minst mulig slike masser og at evt. masser er noenlunde homogene.

Fjellmektighet, områdestabilitet - tilstrekkelig fjellmektighet over gamle gruveganger:

Både lokasjon A og B er plassert rett over historiske bergrom og tilførselstunneler – de samme bergrommene som har skapt avfallet som nå skal sikres. For å sikre at det er tilstrekkelig med fjell mellom sarkofagen og bergrommene er det boret dype hull og gjennomført bergmekaniske beregninger, vist i Vedlegg 11.

Mineralinnhold i bergartene:

Alle de vurderte lokasjonene vil kreve at masser graves ut og at det sprenges ut noe fjell for å skape stabile byggeforhold. For prosjektet har det vært viktig å få avklart at ikke det aktuelle fjellet har egenskaper som vil komme i konflikt med etableringen av en sarkofag. Det er potensielt to slike konflikter; hvis fjellet umiddelbart under sarkofagen inneholder et høyt innhold av utvinnbare og verdifulle mineraler vil bygging av sarkofag være i konflikt med Mineralloven. Derneft, hvis utsprengt bergmasse har et innhold av radionuklider på $>1\text{Bq/g}$ så vil prosjektet skape mer radioaktivt avfall – noe som er kostnadsdrivende og kontraproduktivt.

Det er derfor boret kjerneprøver for å sikre at lokaliseringen ikke griper inn i fremtidige muligheter for mineralutvinning og heller ikke skaper vesentlig mer radioaktivt avfall. Kartleggingen av borkjernene er vist i Vedlegg 12.

Konflikt med biodiversitet:

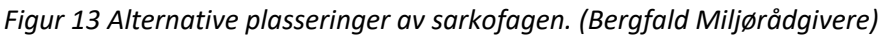
Etableringen av sarkofagen bør ikke gi negative effekter på sårbare eller truede arter. Det er derfor gjennomført detaljert artsmangfoldskartlegging av lokalitetene, vist i Vedlegg 13.

Varsomhetsområde for flom:

Varsomhetskart for flom har gitt grunnlag for å vurdere lokalitetene med hensyn til 200 år og 1000 års flom. Dette er vurdert i rapporten om flomhensyn som bør tas i forbindelse med gjennomføring av tiltaket, vist i Vedlegg 5.

Synlighet for allmenheten:

Det har vært foreslått at sarkofagen kan brukes til allmenn informasjon om historien, de radioaktive massene og om Fensfeltet. Det legges til grunn at det er positivt for prosjektet at sarkofagen er synlig fra offentlig vei.



I dialog med regiongeolog Sven Dahlgren og tiltakshaver NND ble det innledningsvis identifisert tre aktuelle lokasjoner som kunne vurderes. Alle lokasjonene ble innledningsvis vurdert til å dekke behovene i prosjektet, men med forskjellige øvrige fordeler og ulemper.

- A.** Lokasjon A vurderes som en god plassering, da det her er lite masser over fast fjell, og dermed antatt å være et stabilt område for plassering av sarkofagen. Etablering av sarkofagen i lokasjon A vil føre til mindre inngrep i naturen, da det fra opprinnelig gruvedrift allerede er gjort store endringer i terrenget her. Lokasjonen er til dels forurensset av tidligere drift av gruvene og rivningen av bygningsmasser tilknyttet driften. Det vil være positivt å få ryddet opp i dette samtidig som oppryddingen av det radioaktive avfallet skal gjennomføres. Det forventes at denne lokasjonen gjør at noe avfall må mellomlagres. En sarkofag ved lokasjon A vil være godt synlig fra Grønvoldveien.
- B.** Lokasjon B har innledningsvis blitt vurdert som et godt alternativ, ved at det ligger naturlig inn mot en skråning, og derfor integreres godt i terrenget. Lokasjonen er midt mellom de to

deponiområdene og minimerer derfor internttransport. Ved nærmere undersøkelser er det konstatert usikkerhet knyttet til løsmasser over fjell og rasvinkel på masser under bygninger ved Ulefoss Mekaniske. Selv om disse usikkerhetene kan kompenseres er dette alternativet ansett som dårligere enn alternativ A. Alternativ B er likevel vurdert som et reservealternativ hvis det skulle oppstå utfordringer med alternativ A. En sarkofag ved lokasjon B vil være godt synlig fra Grønvoldveien, men ikke være like godt egnet til å fortelle om historien til området. Siden lokasjon A ansees som godt egnet og med stor sannsynlighet vil bli utviklet er det valgt å ikke bruke budsjettmidler på nærmere gransking av Lokasjon B. Valg av lokasjon B vil forsinke prosjektet med noen måneder og fordyre tiltaket noe.

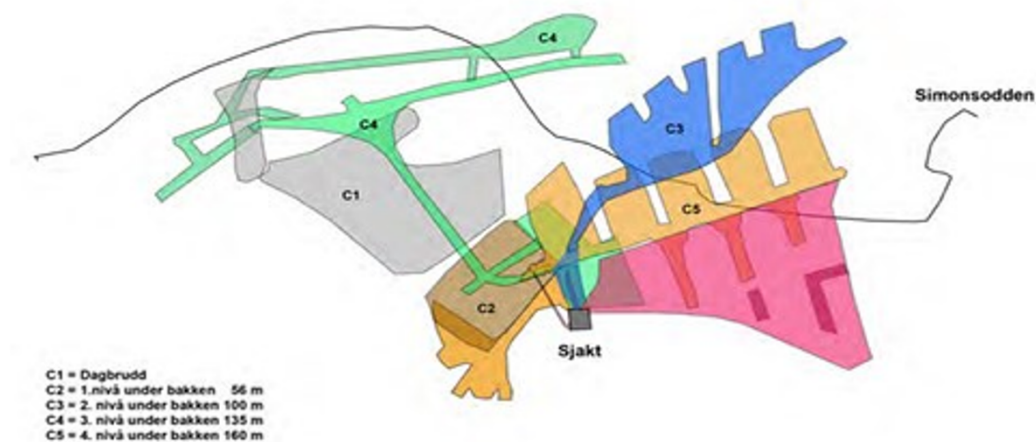
- C. Lokasjon C ble tidlig vurdert som en mulig lokalitet, men ble etter nærmere undersøkelser funnet å være svært lite egnet. Dette på grunn av usikkerhet knyttet til løsmasser over fjell både der sarkofagen var tenkt plassert og hellingen mot Nome Videregående skole og Ulefoss mekaniske verksted. Det er stor rasfare i området pga. det bratte terrenget. Eventuell plassering i lokasjon C vil føre til atskillig større naturinngrep enn det som vil være tilfelle for de to andre alternativene og er etter en helhetsvurdering forkastet. Lokasjon C er lite synlig fra Grønvoldveien.

Planområdet for tiltaket er arealmessig lite, og det er derfor vanskelig å se for seg noen andre lokasjoner inne på dette området enn varianter av A og B. Hvis begge disse lokasjonene skulle vise seg uegnet, så vil det være behov for å se på lokasjoner utenfor planområdet – noe som så vil føre til behov for transport av radioaktivt avfall på offentlig vei, og vesentlig forsinkelse i gjennomføringen og trolig også vesentlig kostnadsøkning.

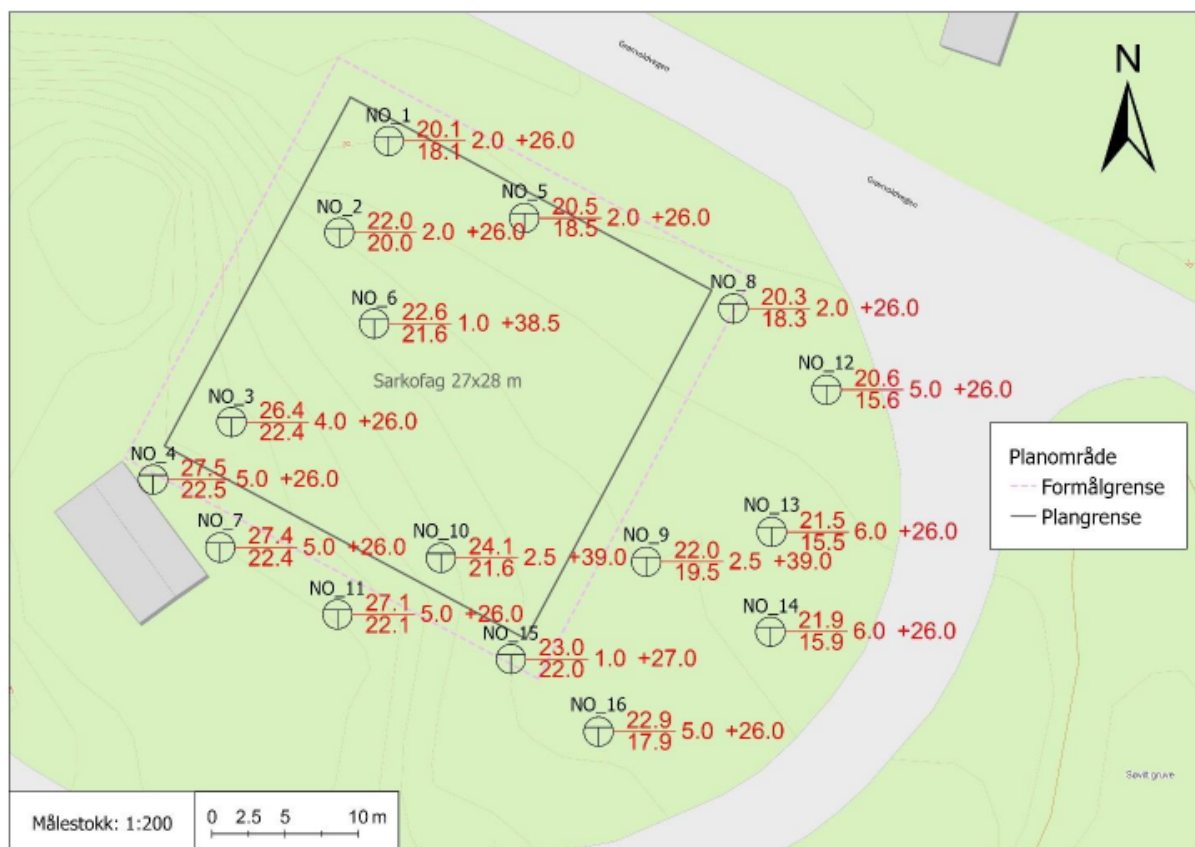
5.1.1 Nærmere utredning av alternativ A

Det er høsten 2024 gjennomført omfattende utredninger i tilknytning til Lokasjon A for å sikre at alle parametere som kan være til hinder for en utbygging her er klarlagt. Det ligger gamle gruveganger etter Søve gruver i området vist i Figur 14. Dermed har det vært viktig å undersøke om det er hulrom eller gamle gruveganger som kan påvirke områdestabiliteten ved Lokasjon A. Undersøkelsene ble gjennomført ved 16 prøveboringer i området, hvorav 13 ble utført med sondeboring og de resterende ble utført med kjerneboring. I forbindelse med boring ble det også foretatt prøvetaking av løsmasser i området for å undersøke innhold av radioaktiv og ikke-radioaktiv forurensing. Kjernene som ble hentet ut fra kjerneboring ble sendt til regiongeolog Sven Dahlgren for å kartlegge bergartene i kjernene. Under følger en oppsummering av de ulike undersøkelsene. For mer utfyllende informasjon henvises det til de aktuelle vedleggene, Vedlegg 11 (Ingeniørgeologisk vurdering), Vedlegg 9 (Rapport fra prøvetaking), Vedlegg 12 (Kartlegging av bergarter i kjerneprøver) og Vedlegg 13 (Kartlegging av naturmangfold).

Norsjø



Figur 14 Oversikt over gamle gruveganger etter Søve gruver. (Fensfeltet.com)

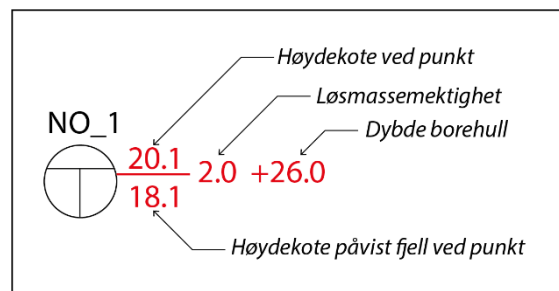


Figur 15 Oversikt over punkter for boring med målte høydekoter for overflate i dagen, høydekote for påvist fjell, løsmassemekthet, og påvist fjellmekthet. (Norconsult Norge AS)

Prøveboring ble utført på punktene som er vist i Figur 15, der punkt NO_6, NO_9, og NO_10 er utført med kjerneboring og de resterende er utført med sondeboring. I forkant av boringen er det gjennomført en bergteknisk kalkyle for å bestemme hvor mange meter fast fjell som trengs for å kunne bære vekten av en fullastet sarkofag med sikkerhetsfaktor. I denne saken var sikkerhetsfaktor

ekstra stor siden sarkofagen er planlagt etablert med meget lang levetid. Den bergtekniske kalkylen tilsa at 20 m fjellmektighet var tilstrekkelig for å sikre at områdestabiliteten i området var god nok.

Som vist i Figur 15, ble det boret ned til 26 m i fjell i alle sondeboringer, og ned til rundt 39 m i alle kjerneboringer. Under disse boringene ble det aldri påtruffet hulrom eller gruveganger, og områdestabiliteten regnes dermed som god nok for å plassere sarkofagen ved Lokasjon A.



Figur 16 Tolkning av boredata.

Under boring ble løsmassene i området prøvetatt for å vurdere tilstedeværelse av radionuklider og andre forurensinger som tungmetaller og organiske miljøgifter. Hensikten med denne prøvetakingen var å avdekke om det trengtes særskilt behandling av massene som blir gravd ut i forbindelse med etablering av sarkofagen. Analyseresultater av disse prøvene viste at nivået av radionuklider i området var lavere enn grensen for radioaktivt avfall. Nivået av tungmetaller og organiske miljøgifter ble foruten om én prøve påvist i tilstandsklasse II eller lavere. Det ble observert alifater C12-C35 (diesel) i tilstandsklasse IV ved punkt NO_2. Ved nærmere undersøkelser så er det trolig at dette stammer fra at prøven kom i kontakt med olje fra boreriggen, og ikke forurensing etter Sjøve gruver.

Lokasjon A overlapper med tomte der det gamle oppredningsanlegget til Sjøve gruver stod, og det finnes rester etter bygningsmassen der i form av betong, jern og planker. Disse restene vil måtte ryddes under etableringen av sarkofagen, det ble derfor hentet inn betongprøver for å vurdere innhold av radionuklider og andre ikke-radioaktive miljøgifter. Analysene av disse betongprøvene viste at innholdet av radionuklider var godt under grensen på 1 Bq/g, og ingen andre forurensinger oversteg tilstandsklasse II. Det er dermed ingenting som foreløpig tilsier at det kreves særskilt behandling av massene som graves ut i området. Det vil likevel bli foretatt prøver av massene som graves ut for å sikre at de får riktig behandling.

Det er kort avstand mellom både det nordvestlige og sørvestlige hjørnet av den foreslåtte lokaliseringen av sarkofagen og forekomstene av «vaskerijord» som skal inn i deponiet. Løsmasser i området vil derfor bli fulgt godt med på i forbindelse med klargjøring av området.

Kjerneprøvene som ble hentet ut under boring ble overlevert regiongeologen for å fastsette hvilke bergarter som finnes i prøvene. Et eksempel på denne karakteriseringen er vist i Figur 17, der kjernen fra prøve NO_6 vises med Sven Dahlgrens karakteriseringer.

De bergartene som er påvist er Fenitt, jerdolomittkarbonatitt (FDC), og Sjøvitt. Fenitten er påvist i de øverste 30 meterne med innslag av FDC-lag i centimeters tykkelse. Helt nederst i kjerneprøvene ble det observert Sjøvitt. FDC-lagene som ble observert imellom Fenitten kan forventes å ha et høyt innhold av naturlig forekommende uran og thorium. Disse FDC lagene ble analysert av regiongeologen med røntgen fluorescens (eng. X-Ray Fluorescence, XRF) og gammaspektroskopi. Målingene med XRF viste relativt høye verdier av thorium, som tilsa at disse lagene vil overstige 1 Bq/g og dermed klassifiseres som radioaktivt avfall. Derimot viste målingene med gammaspektroskopi at innholdet av naturlig uran og thorium var betydelig lavere enn grensen på 1

Bq/g. For å konkludere ble det sendt prøver av FDC-lagene til den akkrediterte laben ALS. Prøvene viste at de fleste FDC-lagene var over 1 Bq/g.

Det øverste laget med FDC forekommer 2-4 meter under bergsålen og det forventes at masseuttaket vil komme i konflikt med dette laget. Det vil derfor være behov for å måle konsentrasjon av thorium og uran i massene som blir sprengt ut og vurdere om massene med FDC skal sorteres ut og deponeres i sarkofagen dersom aktiviteten overstiger 1 Bq/g.

I den vurderingen vil det også bli hensyntatt at det utredes gruvedrift på FDC andre steder i Fensfeltet. I dialog med tiltakshaver og regulerende myndighet vil det bli vurdert om det kan være ressursmessig riktigere å overlevere eventuelle FDC-forekomster til universiteter eller kommersielle aktører som arbeider med prosessoptimalisering på Fensfeltet enn å deponere disse i sarkofagen.



Figur 17 Øverste kasse viser de øverste 5 meterne fra kjerneprøve fra punkt NO_6, nederste kasse viser nederste 5 meterne fra samme prøve. (Sven Dahlgren)

Lokasjon A befinner seg nord i den geologiske ressursen Fensfeltet. På Fensfeltet pågår det et arbeid for å få starte opp gruvevirksomhet primært rettet mot utvinning av sjeldne jordarter fra FDC. I og med at utviklingen av Fensfeltet foregår med hensikten å hente ut sjeldne jordarter fra FDC, og det kun ble påvist tynne årer med denne bergarten, anses lokasjon A å ikke være i konflikt med gruvedrift.

Lokasjon A er nærmest Norsjø, og ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetsområde for flom. Der er derfor blitt utarbeidet en flomrapport for tiltaksområdet, vist i Vedlegg 5. Denne rapporten

konkluderer med at sikker byggehøyde er 20,0 m for sikkerhetsklasse F2, og 20,8 m for sikkerhetsklasse F3.

Det er gjennomført kartlegging av biologisk mangfold av hele området i to runder, en om høsten og en om våren. Det er lagt vekt på særlig nøyaktig kartlegging i de aktuelle områdene for lokalisering av sarkofagen. Hele tiltaksområdet er produktivt med et rikt artsmangfold. For lokasjon A er det imidlertid ikke påvist noen utryddingstruede eller sårbare arter som det ikke kan tas hensyn til ved utbyggingen (Vedlegg 13).

5.1.2 Valg av lokasjon og konsekvenser

Som beskrevet over har prosjektet gått bort fra alternativ C med bakgrunn i geotekniske vurderinger. Alternativ A er valgt som den mest fordelaktige løsningen, men lokasjon B vurderes som reserveløsning hvis alternativ A skulle falle bort.

Lokasjon A tilfredsstiller kriteriene som ble definert for et egnet areal for sarkofagen. Resultatene fra boringene viser at lokalitet A har tilstrekkelig bergmektighet. Boringene påtraff aldri gruveganger eller hulrom under boring ned til 26 meter i fjell (sondeboring) og 39 meter i fjell (kjerneboring) som tilfredsstiller kravet på 20 meter fjellmektighet som de bergtekniske vurderingene krevde. Løsmassene er godt karakterisert med tanke på mektighet og innhold av radionuklider og annen forurensing. Det er videre konkludert med at lokasjon A ikke er i konflikt med fremtidig gruvedrift, og vil kunne tilfredsstille kravene for sikkerhetsklasse F2 og F3 i forbindelse med flom i Norsjø. Lokasjon A er ikke i konflikt med sårbare eller truede arter. Konklusjonen er derfor at Lokasjon A oppfyller alle kriteriene for en egnet plassering innenfor planområdet, og videre konsekvensutredninger i dette dokumentet tar utgangspunkt i en plassering av sarkofagen her.

Det forventes at en plassering av sarkofagen på lokasjon A vil føye seg godt i landskapet ved Søve der den vil ligge i le av fjellknausen mot nordvest. Den vil også være ute av veien for Ulefoss mekaniske sine driftsbygninger, og i så måte føre til minimal påvirkning for eksisterende næringsvirksomhet. Etableringen av sarkofagen på lokasjon A vil unngå inngrep som kan redusere stabilitet for fundamentet til driftsbygningene til Ulefoss mekaniske. Plasseringen av sarkofagen vil være godt synlig fra Grønvoldvegen, noe som kan bidra til positive effekter knyttet til informasjon og opplæring om Fensfeltets geologi generelt og gruehistorien fra området spesielt.



Figur 18 Grundige vurderinger har konkludert med at den beste plasseringen av deponi-sarkofagen er eksakt der de radioaktive stoffene kom fra. (T v. Flyfoto 1950-tallet, Nasjonalbiblioteket. T h. Norconsult Norge AS)

5.2 Faser i etablering av deponi, utgraving og tilbakestilling

Fase 2 i prosjektet starter når området er regulert av Nome kommune og nødvendige tillatelser er gitt av DSA, Miljødirektoratet og Kommunen. Arbeidet i fase 2 varer frem til de forurensede områdene er dokumentert ryddet, sarkofagen lukket og alle områder er fristilt.

Det siste steget i tiltaket vil være overlevering av eierskapet til sarkofagen og området rundt til NND, som skal eie og forvalte dette i et langtidsperspektiv.

5.2.1 Opparbeiding av tomt for sarkofagen

Før grunnarbeider kan påbegynnes på sarkofagtomta skal all vegetasjon fjernes. Fjernet vegetasjon vil, der det er hensiktsmessig, plasseres slik at det bidrar optimalt til det biologiske mangfoldet. Utlegging av dødved vil bidra til å opprettholde livsmiljøer for en rekke arter knyttet til dødt trevirke, inkludert moser, sopp, lav og insekter. Det vil i forkant være utarbeidet prosedyrer for ivaretagelse av rødlistede arter og håndtering av svartlistede arter. Etter at vegetasjonen er fjernet vil første etappe i grunnarbeidet på sarkofagtomten innebære fjerning av eksisterende løsmasser ned til fjell.

Massene over fjell på sarkofagtomta er heterogene. I dette området stod det tidligere et knuseanlegg, diverse prosessutstyr, maskineri, lagertanker etc. Etter nedleggelsen av driften ved Søve gruver ble alt utstyr som var salgbart demontert og fjernet, og bygningsmasse sprengt ned. Disse massene består nå av et virvar av betongbiter, treverk, rustent jern, ymse prosessavfall som har blitt gjennomvokst av trerøtter. Oppryddingen i dette området må skje nennsomt og forsiktig, og vil ta noe tid.

Sommeren 2025 ble det tatt prøver av betong fra rivingsmassene på sarkofagtomta. Disse viser lave verdier for både radioaktiv og annen forurensing, se Vedlegg 9, og tilsier at massene ikke krever særskilt behandling. Betongrester vil derfor kjøres vekk til godkjent deponi for inert avfall, mens evt. løst armeringsjern og annet rent metallavfall vil bli levert til gjenvinning, eksempelvis ved Ulefos Jernværk som ligger kun en kilometer unna.

Supplerende kartlegging av masser og betong vil utføres fortløpende under gravearbeidene for å sikre nøyaktig dokumentasjon og håndtering av massene. Det vil måles radioaktivitet og enkelte miljøgifter i massene under oppgraving. Masser som klassifiseres som radioaktivt avfall vil mellomlagres på stedet i henhold til Strålevernforskriften §25. Andre løsmasser vil transporteres til godkjente mottak.

For å få en flat og stabil bunnplate har grunnboringene vist at det er behov for å fjerne noe fjell. Det legges vekt på å minimere behovet for sprengning for å redusere overskuddsmasser og sikre en bærekraftig ressursutnyttelse. Boring av salver vil skje med konvensjonell pallrigg, og det vil legges opp til mindre salver. Totalt estimert volum med berg som må sprenges er opp mot 1.500 m³. Vurderingen er at dette volumet er så lavt at avrenning av partikler og nitrater fra sprengningen vil være så liten at det ikke er relevant å foreta en egen kalkyle av mengdene.

Dersom massene er egnede, vil de knuses eller mellomlagres for bruk til tilbakefylling og stabilisering i slaggområdet senere.

I denne fasen vil det uunngåelig være noe støy, nærmere beskrevet i kapittel 11. Alt arbeid vil foregå på dagtid, og det er begrenset med naboer som vil rammes. Det legges derfor ikke opp til særskilte støydempingstiltak.

Når massene er fjernet, vil man stå igjen med en tilnærmet rett flate. Denne vil pukkes opp med ca. 0,3–0,5 m pukk for å håndtere evt. ujevnheter og for å skape en god flate for støpearbeidene.

5.2.2 Riggområdet og forberedende infrastruktur

Det skal etableres et riggområde innenfor tiltaksområde som sikrer effektiv anleggsgjennomføring. Riggområdet vil være midlertidig base for lagring av utstyr og materiell, spise- og skiftefasiliteter, og vaskeplass for maskiner.

Internveier fra slagghaug og vaskerijord til sarkofagen vil etableres midlertidig ved at veg legges på vegduk og fjernes etter bruk.

Rutiner for eventuelt håndtering av spill utenfor tette flater og oppsamlingskar, og eventuelt ved lekkasjer eller uhell ved fra maskiner vil bli håndtert i henhold til AF sine prosedyrer.

Anleggsområdet vil være avskjermet med gjerde under tiltaksgjennomføringen. Etablering av gjerde vil skje etter at rigg, internveier etc. er på plass. Det vil også bli skiltet. Dette omtales ytterligere i ROS analysen, jfr kap 13.

5.2.3 Utforming – sarkofag

Det planlegges at avfallet skal plasseres i en sarkofag med ett kammer, der avfallet skal komprimeres før det støpes lokk på massene. Sarkofagens utforming knyttet til lengde, bredde, høyde, nøyaktig plassering, betongkvalitet, veggtykkelse etc. er forutsatt vurdert og konkludert ifm. Fase 1 av prosjektet. Dette arbeidet er avhengig av grunnlagsdata slik som bedre mengdekartlegging av avfall, doseberegninger, potensielt areal på en fjellhulle på sarkofagtomta etc.

Prosjektet har fått innspill om muligheten for sortere massene med slagg for seg og vaskerijord for seg. På denne måten kan området ryddes for radioaktivt avfall samtidig som at massene kan være tilgjengelige i de forskjellige fraksjonene til eventuell seinere bruk. Dette har blitt vurdert av prosjektet sammen med oppdragsgiver. En løsning med å sortere avfallsfraksjonene er ikke umulig, men vil komplisere prosessen noe og gi økt kostnad til både bygging og innfylling. På den annen side vil det dekke eventuelle fremtidige krav om å gjøre avfall tilgjengelig for gjenvinning. Hensiktsmessigheten med en slik løsning fremstår liten, da innholdet av verdistoffer i avfallet er lavt, ref. Vedlegg 8.

Detaljprosjektering av grunnarbeider og selve sarkofagen pågår og vil være avklart ved oppstart av Fase 2. Likevel er noen av konseptene som ligger til grunn avklart på nåværende tidspunkt:

- Sarkofagen bygges av plass-støpt betong, og dette gjelder for alle konstruksjonsdelene – gulv, vegger og tak.
- Betongkonstruksjonen bygges slik at den kan romme de volumene av masser som er nødvendige å fjerne. Målene på konstruksjonen er tilpasset forventet mengde radioaktivt avfall. Volumet som er lagt til grunn er **2.500 m³ + 20% usikkerhet = 3.000 m³**. Basert på foreløpige vurderinger av typen armering og mest relevant betongkvalitet vil konstruksjonen

ha 27x28x5 meter utvendige mål. Mindre justeringer av disse utvendige målene kan bli foretatt etter at tomten er klargjort for å optimalisere sarkofagens utforming.

- Et av de viktigste prinsippene for sikring av radioaktivt avfall er multiple barrierer. Dette er særlig viktig for avfall med lang levetid, der hver enkelt barriere vil kunne gi god sikring en tid – men ikke i all tid. Prosjektet har derfor laget en plan for flere barrierer.
- Sarkofagen bygges ved at bunnplate og vegger bygges først, og at taket støpes etter at masser er fylt inn. Det planlegges at det etableres en tilkomst til sarkofagen for dumpere fra vest – i høyde med veien opp mot det mekaniske verkstedet slik massene skal fylles i deponiet ved at de tippes direkte inn i sarkofagen. Tilpasninger må gjøres når tiltaket skal utføres.
- Når masser fylles inn, vil de bli komprimert og rettet av, og taket på konstruksjonen støpes deretter direkte på massene som er kjørt inn. På denne måten unngår man at taket trenger bæreevne slik et frittstående tak ville hatt.

5.2.3.1 Barriere 1 – Betongsarkofag

Den første barrieren i den presenterte løsningen er betongkonstruksjonen. Gulv og vegger i tett og stabilisert betong holder avfallet på plass og sikrer mot setninger. Betongen sikrer også mot ytre påvirkninger, både naturgitte og menneskeskapte. Hovedhensikt med Barriere 1 er å sikre fysisk og mekanisk stabilitet på avfallet, samt for å sikre mot vanninntrengning i massene. I plan- og utredningsprogrammet ble grunnprinsippene i utformingen av sarkofagen beskrevet. Sintef har gjennomført en analyse og et utredningsarbeid for AF Decom, vist i Vedlegg 14. Oppgaven var å finne ut hvordan man skal kunne sikre 1000 års levetid for den armerte betongen. Sintef oppsummerer sitt arbeid slik:

«Bestandighetsutfordringen for en tenkt sarkofag på Søve for innkapsling av lav-radioaktivt avfall er kun karbonatisering, alkali-tilslag reaksjoner og fryse-tine sykler. For å sikre sarkofagen med tusen års levetid anbefales det å bruke en luft-innført betong (≈ 5 vol%) hvor en lav-alkali sement ($\approx 0,6\%$ Na_2OEqiv) er erstattet med $\geq 25\%$ flygeaske (type V) og $\geq 5\%$ silikastøv, mens summen av de to er $\leq 35\%$. Masseforholdet (v/p) bør være $< 0,45$. Betongveggene tenkes armert i to lag.

Hovedutfordringen er armeringskorrosjon grunnet karbonatisering. Etter at sarkofagen er fylt og lukkes med en topp-støp så slipper det ikke inn mer luft og hele veggens tykkelse fram til indre armering vil fungere som en overdekning med hensyn til karbonatisering. På grunn av økt porøsitet i karbonatisert sone for betong med mye flygeaske (generelt for pozzolaner med reaktivt alumina) og en forventet dobling av CO_2 -konsentrasjon i atmosfæren de neste 100 år, så vil nødvendig overdekning for å beskytte ytre armering være så stor at betongen måtte fiber-armeres for å unngå opprissing. Hvis det ytterste laget var rustfri stål-armering, så kunne overdekningen vært kun 40 mm og den økte kostnaden for slik armering delvis være kompensert med mindre betong totalt og fravær av rustfri fiber-armering (f.eks. monofilament basalt). Den innerste armeringen kan da være vanlig type da dennes overdekning mot ytre miljø blir veggtykkelsen på >300 mm, som er tilstrekkelig for beskyttelse mot karbonatisering i 1000 år.»

Parametere som er betydningsfulle for forventet levetid er overdekning og betongkvalitet. Det legges opp til å benytte betong med lang levetid. Sintef har anbefalt konkrete tilsatser i betongen og type armering for å sikre lang levetid.

I plan- og utredningsprogrammet ble det også omtalt en port inn i sarkofagen, hvis innfylling av sarkofagen ble foretatt fra endevegg. I utviklingen av prosjektet er det konkludert med etablering av sarkofagen som en rektangulær kasse først, og deretter innfylling fra toppen. Det ansees derfor ikke lenger å være behov for en slik port.

5.2.3.2 Barriere 2 – Plastmembran

Det vurderes å støpe sarkofagen på en plastmembran for å sikre at sarkofagen kan gli mot underlaget. Det vil redusere muligheter for riss i betongen betydelig.

5.2.3.3 Barriere 3 – Geomembran

Den tredje barrieren er en PE-duk eller annen egnet membranløsning på innsiden av sarkofagen. Membranen vil sikre at eventuell vanninntrenging fra taket vil ledes utenom avfallet. Hovedhensikt med Barriere 3 er å hindre vanninntrenging i massene med radioaktivt avfall.

5.2.3.4 Barriere 4 – Overvåkning av utlekking

Som en del av miljøovervåkingen planlegges etablering av oppsamlingsrør som mater målekummer på utsiden av sarkofagen. Det planlegges å etablere oppsamlingsrør på oppsiden og nedsiden av sarkofagen, dette for å kunne oppdage om sarkofagen slipper ut forurensning. Målekummene vil plasseres i enden av hvert sitt rør for å sikre at prøvene blir tatt av overvann som er oppstrøms og nedstrøms sarkofagen. En mer fullstendig beskrivelse av overvåkningsløsninger er gitt i Kapittel 13.

5.2.3.5 Barriere 5 – Regulering av området

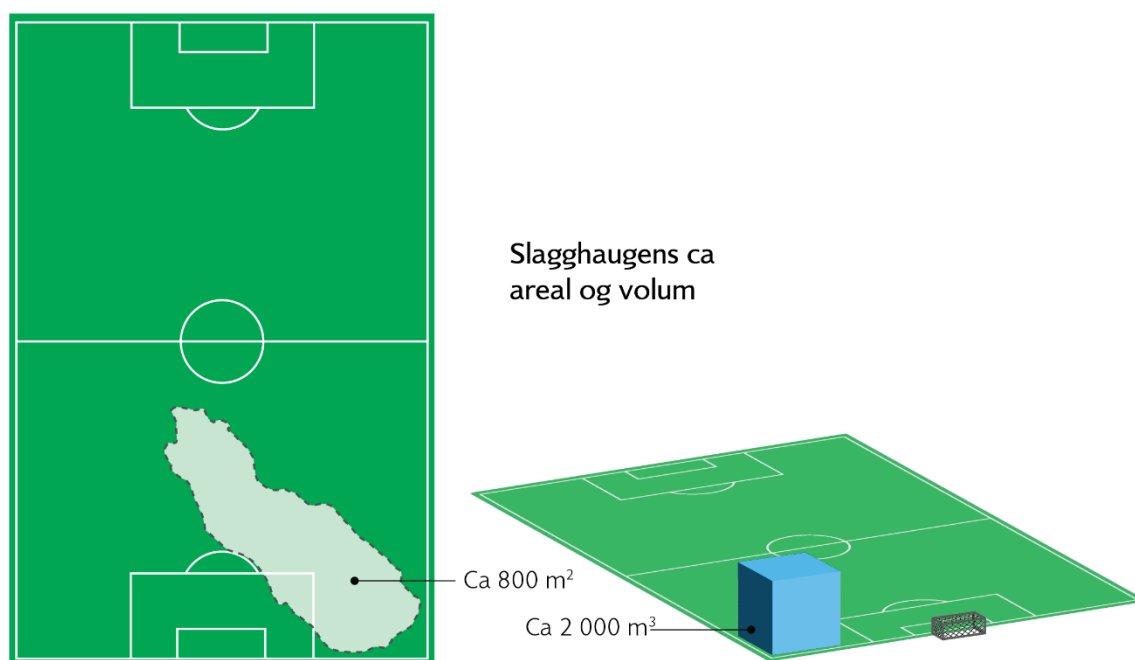
Selve sarkofagen og tilstøtende områder er foreslått regulert til annen særskilt angitt bebyggelse og anlegg (deponiformål). Dette vil i seg selv sette begrensninger for disponeringen av området. I tillegg blir det i Sikkerhetsanalysen (Vedlegg 10) vurdert en mulighet for å regulere en viss sone rundt sarkofagen med restriksjoner mot sprengning og større gravearbeider som kan påvirke sarkofagens integritet. Sarkofagen vil få montert informasjonstavler som sørger for at alle i nærheten av den vet hva som er inn i den.

5.2.4 Praktisk utgraving av slagghaugen og vaskerijorda

5.2.4.1 Slagghaugen og vaskerijord

Graving i slagghaugen vil være den mest omfattende delen av oppryddingen. Omtrentlig størrelse på slagghaugen er illustrert i Figur 19. Det vil bli vurdert om ansatte ved Ulefoss mekaniske kan oppholde seg i området under utgravingen. Det vil bli vurdert om arbeidene skal gjøres uten helgestopp, dette for å unngå problematikk med tanke på vær og praktiske forhold blant annet knyttet til driften av AS Ulefoss Mekaniske.

Som første fase vil det etableres en midlertidig anleggsvei inn til bunnen av slagghaugen. Trær og annen vegetasjon vil fjernes. Jordmassene jevnnes ut, det legges på en geomembran og legges ut et bæresjikt med pukk. Etter fullført opprydding vil denne anleggsveien fjernes.



Figur 19 Illustrasjon av slagghaugens flatemål og volum. (Bergfald Miljørådgivere)

Av praktiske og sikkerhetsmessige grunner planlegges det at slagghaugen skal graves ut delvis ovenfra ved Ulefoss Mekaniske verksted og delvis nedenfra – fra avgangsdeponiet. Om lag en tredjedel graves ut ovenfra, mens to tredeler graves ut nedenfra. Fordelingen av utgravingspunkt må til slutt vurderes av anleggsleder når arbeidet pågår ut fra stabiliteten i skråningen.

Slagghaugen ligger i en fylling med bratt vinkel og flere forhold som kan skape fare for utgliding. For å sikre stabiliteten i grunnen er det blitt utført en feltvurdering og utarbeidet en rapport om grunnens stabilitet. Konklusjonen i denne rapporten er at stabiliteten i skråningen ventes å være god nok til å utføre oppryddingen uten ytterligere tiltak for å hindre utgliding. Befaringen og kartleggingene har vært avgjørende for å identifisere risikoer og planlegge arbeidet på en slik måte at det er sikre arbeidsforhold under saneringsarbeidet.

Under utgravingen vil det bli utført regelmessige målinger av lass som dumperen kjører til deponering. Det måles radioaktivitet i massene med egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale og konsentrasjon av thorium og uran med håndholdt XRF. Det vil bli tatt prøver i slagghaug og vaskerijord underveis og etter at de forurensede masser er fjernet. Som beskrevet i kapittel 6 er det under utarbeidelse metodikk som vil sikre at det ikke ligger igjen avfall som overstiger verdiene i forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensing og radioaktivt avfall. Sikkerhetsanalysen med spesifikt fokus på håndtering det radioaktive avfallet og problemstillinger knyttet til ytre miljø og HMS behandles i kapittel 6 og Vedlegg 10.

Det vil bli laget en plan for hvordan masser som ikke klassifiseres som radioaktivt avfall skal håndteres underveis i gravingen for å unngå å fylle opp sarkofagen med feil masser. Dette er særlig aktuelt for skråningen der slagget ligger, hvor det er fylt ut med stein, betong og ordinært avfall.

5.2.4.2 Avgangsdeponiet

Avgangen fra Søve gruver holder langt under grenseverdiene for radioaktivt avfall, så deponiet i seg selv skal det ikke gjøres noe med. Men, noe av slagget som ble tippet over kanten utenfor smelteverket har trillet ned i avgangsdeponiet. For å finne disse slagglumpene som har spredt seg i avgangsdeponiet slik at disse kan ryddes, blir det utviklet en egen metode. Det blir laget en kartleggingsplan i form av et rutenett på 10x10 meter. Dette rutenettet vil bli gått opp manuelt med instrumenter for håndholdt måling av ioniserende stråling. På den måten skal man avdekke større slagglumper som skal fjernes. Denne metoden vil også brukes til å dokumentere at massene i avgangsdeponiet er under grenseverdiene gitt i forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensing og radioaktivt avfall. Alle måledata vil bli loggført og inngå i sluttrapporteringen fra tiltaket.

Avdekte slagglumper vil bli deponert i sarkofagen. Valgte metode gir en viss risiko for at det vil forekomme klumper under overflaten som ikke oppdages. Vurderingen er at det alt vesentligste av slaggligger i slagghaugen, og kun små mengder totalt sett har trillet videre. Det er ingen foreliggende planer om å etablere bebyggelse eller landbruk i dette området, så risikoen for at små klumper blir tilført overflaten er liten. Det er derfor lite hensiktsmessig å endevende hele avgangsdeponiet for slagglumper som kanskje ikke finnes.

5.2.4.3 Deponering i sarkofagen

Etter at sarkofagen er ferdig bygget blir det lagt pukk inn til veggen slik at dumpere kan komme inn til ytterkant av kassen. Massene tippes inn i sarkofagen fra toppen. Etter ferdig utgraving vil disse massene komprimeres.

5.2.4.4 Annet avfall og forurensede masser

Som vist i Vedlegg 9 har det blitt påvist bly og arsen i tilstandsklasse IV og V i nærhet til den tiltenkte sarkofagtomta. Dette korrelerer med det radioaktive avfallet som er funnet i de mest radioaktive fraksjonene av vaskerijorda. Foreløpige analyseresultat av prøver tatt i området tilsier likevel at massene der sarkofagen er tenkt plassert overstiger tilstandsklasse II i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn. Alt ikke-radioaktivt avfall vil bli håndtert i henhold til Forurensingsloven og Avfallsforskriften, mellomlagret forsvarlig og kjørt til godkjent mottak etter behov. Det er allerede kjent at området har rester av riveavfall etter oppredningsbygget. Dette vil bli sortert ut fra de andre løsmassene og kjørt til godkjent mottak. Konsekvensene knyttet til opprydding av annet avfall og forurensede masser utredes i mer detalj i kapittel 8.

5.2.4.5 Etterarbeid, tilbakeføring av rene masser og avslutning

Anleggsveier vil bli fjernet etter utgraving og deponering. De utgravde områdene skal tilbakeføres til den form de hadde før utgravingen med rene steinmasser tildekket av vekstjord.

Tilbakeføringsarbeidet vil før oppstart bli vurdert ut fra geotekniske perspektiv. Dette er for å avdekke evt. nødvendige sikringstiltak for tilbakefyllingen og avslutning av tiltaket.

5.3 Risikovurdering, tiltaksplan for helse, miljø og sikkerhet og kompetanse

På bakgrunn av risiko knyttet til momenter innen HMSKS og risiko knyttet til ytre miljø vil det utarbeides prosedyrer for gjennomføring av tiltaket. Det vil videre utformes en HMSKS-plan for Fase

2 og det vil utføres en grundig oppgaveanalyse for Fase 2. Dette arbeidet vil fullføres etter at regulatoriske rammebetingelser for tiltaket er avklart. Mange av parameterne er allerede klare, i tabell 3 vises kompenserende tiltak som vil være en del av prosessen for å begrense konsekvens for ytre miljø. Det vil bli vurdert trafikkmengde i forbindelse med anleggsfasen før oppstart av tiltaket. Dersom det identifiseres problemstillinger knyttet til trafikkmengden vil det bli iverksatt trafiksikkerhetstiltak for å sikre myke trafikanter. Det vil videre bli etablert et internkontrollsystem i henhold til Internkontrollforskriften.

For å sikre god nok kompetanse vil alt involvert personell før oppstart av gravearbeidet på Søve gjennomgå et prosjektspesifikt oppstartkurs for å ivareta at alle får grunnleggende strålevernopplæring. Kurset vil utformes i tett samarbeid med personell med spisskompetanse innen strålevern og radioaktivt avfall.

Tabell 3 Kompenserende tiltak for konsekvens for ytre miljø for de ulike etappene i prosjektet.

Etapper	Konsekvens for ytre miljø	Kompenserende tiltak
Grunnarbeid i vaskeritomt:		
Vegetasjonsfjerning	• Fare for spredning av svartlistede arter. • Fare for oppgraving av rødlistede arter. • Begrenset støy fra motorsag og traktor, anses ikke som sjenerende i henhold til T-1442 da lignende arbeider allerede foregår i området.	• Kartlegging av svartlistede og rødlistede arter er gjennomført som en del av KU. Disse må finnes og håndtere i tråd med AFs prosedyrer. • Dokumentasjon av kontrolltiltak i henhold til AFs prosedyrer. • Støyhåndtering i tråd med T-1442 og tillatelser.
Utgraving av sarkofagtomt (vaskeritomt):		
Utgraving	• Støy fra gravemaskin (forventet i tråd med retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging T-1442). • Farlig avfall (påkommende oljefat, asbest). • Potensiell forurensning av grunn og grunnvann ved håndtering av forurensede masser.	• Støyreduserende tiltak som bruk av støydempet utstyr og arbeid innenfor tillatte tidspunkter i tillatelser. • AFs prosedyrer for håndtering av farlig avfall (oljefat, asbest) implementeres, inkludert sikker identifisering, lagring og bortkjøring til godkjent mottak. • Overvåking og dokumentasjon av grunn- og vannforurensning, inkludert prøvetaking og rapportering. - Etablering av barrierer (f.eks. siltgardiner) for å hindre spredning til grunnvann.
Sprengningsarbeider:		
Sprengningsarbeider (ca. 1500 m ³)	• Støy og vibrasjoner fra sprengning. • Potensiell støvutvikling. • Risiko for skade på nærliggende miljø eller infrastruktur.	• Sprengningsplan i henhold til forskrift. • Støyhåndtering i henhold til tillatelse. • Støvdemping ved vanning av sprengningsområde. • Vibrasjonsovervåking for å sikre at nærliggende strukturer ikke påvirkes. • Dokumentasjon av sprengningsarbeider og miljøpåvirkning i henhold til AFs prosedyrer.
Grunnarbeider sarkofag:		
Grunnarbeider	• Begrenset risiko for støv og erosjon ved jordhåndtering. • Potensiell forurensning ved utilsiktet utslipp fra maskiner.	• Støvdemping ved vanning eller tildekking av løse masser. • Bruk av lekkasjesikring på maskiner og rutiner for håndtering av drivstoff/olje i henhold til AFs prosedyrer. • Kontroll og dokumentasjon av miljøpåvirkning, inkludert inspeksjoner av maskiner og underlag.
Etablering av sarkofagen:		

Forskaling (snekring, saging)	• Støy • Generering av avfall og støv.	• Arbeid innenfor gitt tillatelse/støy. • Innsamling og forsvarlig håndtering av avfall til godkjent mottak. • Støvdemping ved bruk av støvavsug eller vanning. • Dokumentasjon av avfallshåndtering i henhold til AFs prosedyrer.
Betongarbeider / Armering	• Støy, inkludert ryggelyder. - Potensiell forurensning fra betongstøv eller spill.	• Arbeid innenfor gitt tillatelse støy. • Tiltak for å hindre betongstøv og spill, som bruk av presenninger og oppsamlingssystemer. • Innsamling og resirkulering av metallavfall til godkjent mottak. • Dokumentasjon av håndtering og rengjøring i henhold til AFs prosedyrer.
Utgraving av masser:		
Vaskerijord/slagghaugen	• Fare for forurensning av grunn, grunnvann og støvutslipp. • Støy fra gravemaskin, dumper og ryggelyder. • Støvutslipp fra tørre masser. • Transport over korte avstander i tørre områder. • Sikting for eventuelle ustabile grunnforhold i avgangsmasseområdet, risiko for overvann.	• Arbeid innenfor gitt tillatelse støy. • Støvdemping ved vanning eller tildekking av masser. • Implementering av AFs prosedyrer for håndtering av forurensede masser, inkludert prøvetaking og analyse. • Kontinuerlig overvåking og dokumentasjon av miljøpåvirkning i henhold til AFs prosedyrer. • Dokumentasjon av miljøpåvirkning i henhold til AFs prosedyrer. • Etablering av dreneringssystemer for å håndtere overvann og beskytte nærliggende vassdrag.
Transport	• Støy fra dumper og ryggelyder. • Potensiell støvutvikling ved transport i tørre områder. • Risiko for spredning av forurensede partikler.	• Planlegging av transportruter for å minimere støy og miljøpåvirkning. Arbeid innenfor gitt tillatelse støy. • Støvdemping ved vanning av transportveier. • Rengjøring av kjøretøy for å hindre spredning av forurensede partikler. • Dokumentasjon av transport og miljøtiltak i henhold til AFs prosedyrer.
Tilbakestilling av området:		
Tilbakefylling av utgravingsområder	• Potensiell støvutvikling ved håndtering av sprengstein og eksterne masser. • Risiko for erosjon eller ustabilitet ved dårlig komprimering. • Støy fra maskiner og transport.	• Arbeid innenfor gitt tillatelse støy. • Støvdemping ved vanning eller tildekking av masser. - Fortløpende komprimering med gravemaskin for å sikre stabilitet og hindre erosjon. • Støyreducerende tiltak • Dokumentasjon av tilbakefyllingsprosessen og miljøpåvirkning i henhold til AFs prosedyrer.

6 Beskrivelse av det radioaktive avfallet – konsekvenser av opprydding og deponering

Dette kapitlet beskriver det radioaktive avfallet som ligger på Søve. Tilgjengelig kunnskap om mengder, konsentrasjoner av radionuklider, kjemiske egenskaper og hvor avfallet ligger på området beskrives. Avfallet på Søve har blitt godt kartlagt over tid og i en grad som gjør at kunnskapsgrunnlaget må sies å være tilstrekkelig til å beslutte videre håndtering.

6.1 Innledende informasjon og avgrensinger

6.1.1 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket består i å bygge en betongsarkofag inne på området til tidligere Søve gruver. Det radioaktive avfallet som ligger på flere steder på området skal graves ut og plasseres i sarkofagen – som så støpes igjen. Dette gjøres for å oppfylle pålegget fra DSA til NFD av 2014 om å foreta en opprydding av, samt å etablere en trygg og varig løsning for sikring av det radioaktive avfallet. Det har tatt tid fra avfallet ble oppdaget til ansvarsforholdet for avfallet var avklart, og det har tatt tid fra pålegget ble gitt til tiltaket nå er i prosess.

Det radioaktive avfallet forekommer i to fraksjoner. Den største mengden i tonn og radioaktivt innhold er smelteslagget som er dumpet utfor skrenten utenfor det gamle smelteverket. Noen slagghauger har trillet et stykke vekk fra skrenten og det geografiske området slagghaugen, men regnes fortsatt som en del av dette materialet.

I tillegg forekommer det radioaktivt avfall som prosesseringsrester blandet med lokalt jordsmonn ovenfor det gamle vaskeriet (kalt vaskerijorda).

Under prøvetakingsprogrammet knyttet til konsekvensutredningen ble det også avdekket en ny, men vesentlig mindre, forekomst med radioaktivt avfall der pyroklorkonsentrat fra vaskeriet er blandet med lokalt jordsmonn litt lengre nord på vaskeritomta. Selv om disse massene ligger et stykke unna den øvrige vaskerijorda regnes disse massene som en del av dette materialet.

6.1.2 Nullalternativet

Nullalternativet vil innebære at det radioaktive avfallet blir liggende slik det er uten ytterligere tiltak for å redusere konsekvenser. Et slikt alternativ innebærer fortsatt eksponering av mennesker, dyr, og planter for stråling. Som vist i Figur 21 er det enkelte områder der det er høy sannsynlighet for doserater over 0,4 $\mu\text{Sv/h}$. [14] Med en slik doserate ventes det en årlig dose på 5110 μSv for personer som oppholder seg utendørs i disse områdene fem timer om dagen, som er 11 ganger den forventede dosen fra ekstern stråling i Norge på 470 μSv . [15] En slik dose overstiger også kravet i Strålevernforskriften §6 på 250 $\mu\text{Sv/år}$ for allmenhet og ikke-yrkeseksponerte arbeidstakere. Nullalternativet innebærer med andre ord risiko for uakseptabel stråleeksponering av mennesker som oppholder seg ved Søve.

6.1.3 Alternativ som skal utredes

Alternativet som skal utredes er tiltaket, slik det er beskrevet i kapittel 5, som går ut på å fjerne det radioaktive avfallet og deponere det i en sarkofag som vil bli etablert på den gamle vaskeritomta. Konsekvensene av dette alternativet vil bli utredet og sammenlignet med nullalternativet.

6.1.4 Avgrensning av influensområdet

Influensområdet er illustrert i Figur 20, der det gis en oversikt over lokaliseringer med kjent påvirkning etter Søve gruver. De kjente fraksjonene med radioaktivt avfall ligger i hovedsak på to forskjellige og klart definerte plasser i slagghaugen og vaskerijorda. I avgangsdeponiet så er det i tillegg rapportert at slagghklumper har trillet ned og endt opp der, et stykke nord for den større forekomsten. På vaskeritomta ligger det store mengder rivemasser etter vaskeriet til Søve gruver som sto oppført der. På nordsiden, nært Grønvoldvegen, er det funnet et mindre område med radioaktiv vaskerijord. Området sør for de berørte områdene anses som svært lite sannsynlig er påvirket av Søve gruver. Området sørover ligger vesentlig høyere i terrenget som gjør det vanskelig å forvente at forurensing som slaggh og vaskerijord har havnet der.

6.1.5 Avgrensning mot andre fagtema

Det er kjent at det forekommer ikke-radioaktiv forurensing i form av tungmetaller sammen med det radioaktive avfallet. Utredning knyttet til den ordinære forurensingen dekkes ikke i dette kapittelet, det vises til kapittel 8 for slike tema.

Konsekvenser for naturmangfold dekkes av kapittel 7.

6.2 Miljømål

Miljømålet for Søve gruver etter opprydning og deponering av det radioaktive avfallet er at området skal være fritt for avfall etter Søve gruver som overstiger 1 Bq/g. Dette miljømålet kommer fra pålegget fra DSA til NFD om opprydning av det radioaktive avfallet etter Søve gruver. I henhold til Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensing og radioaktivt avfall defineres Søve-avfallet som deponeringspliktig radioaktivt avfall ut ifra kriterier i Vedlegg I. Søve-avfallet inneholder flere radionuklider, naturlig thorium og naturlig uran. Avfallet er deponeringspliktig dersom summen av forholdet mellom spesifikk aktivitet for begge og tilsvarende verdier i tabellen og summen av aktivitet for begge i tabellen er større enn lik 1. For naturlig uran og thorium er grensene i tabellen de samme, med grenser for spesifikk og total aktivitet på henholdsvis 1,0 Bq/g og 1000 Bq.

6.3 Kunnskapsgrunnlag

6.3.1 Eksisterende kunnskap

I henhold til oppdragsbeskrivelse og tidligere referanser er den radioaktive forurensingen i hovedsak lokalisert i to separate områder, som vist i Figur 20;

- vaskerijorda
- slagghaugen

Disse to avfallsfraksjonene er kjemisk ulike.

Vaskerijorda består av prosessrester fra anrikningen av malm. Malmen ble knust og gikk gjennom flere prosesstrinn for å anrike de verdifulle niobmineralene og fjerne lavverdige eller verdiløse mineralfraksjoner. Noen av mineralene ble vasket ut som en tung sand som anlegget ikke klarte å anrike godt nok. Vaskerisanden preges av mineralet pyroklor som Søve gruver drev utvinning av, men ikke alltid klarte å konsentrere godt nok opp. Rester som ikke møtte kvalitetsstandardene for videre prosessering ble pumpet ut på oppsiden av vaskeriet og har blandet seg med det lokale jordsmonnet

over tid. Konsekvensen av dette er at det ligger noen hundre tonn med pyrokloranrikt sand på et begrenset område på Søve.

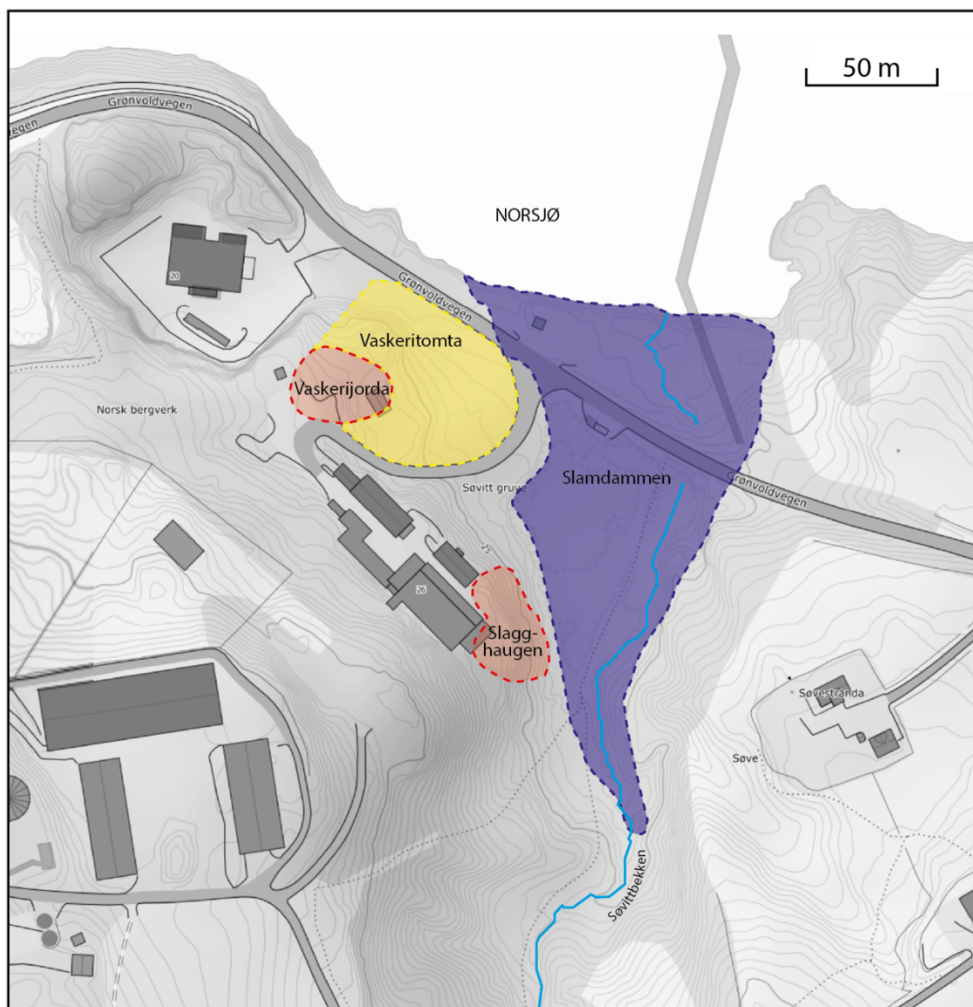
Den andre viktige fraksjonen er klumper av slag. Dette slagget oppstod da det raffinerte pyroklorkonsentratet ble behandlet aluminotermisk, i en prosess hvor niob ble redusert til metall. I smelteprosessen skjedde det en fasedeling der niobmetallet ble ganske rent, mens nesten all forurensningen havnet i et slag. Slagget ble dumpet ned i en skråning på østsiden av smelteverket der det fortsatt ligger. Dette slagget inneholder tildels høye nivåer av thorium på over 1 %.

Utover de to områdene med radioaktivt avfall som er beskrevet i oppdragagsbeskrivelsen, er det ytterligere to områder som har blitt karakterisert med enkelte radioaktive funn;

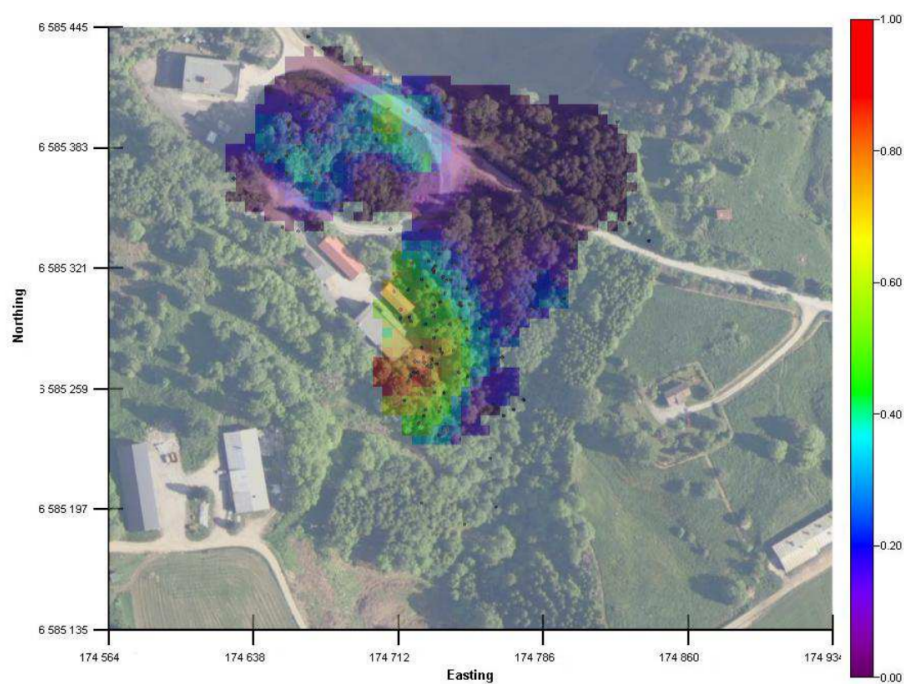
- *avgangsdeponiet*, der Søve gruver deponerte avgangsmasser (området nord for slagghaugen). Her er det funnet klumper av slag som har trillet et stykke vekk fra det øvrige slagområdet.
- *vaskeritomta*, området øst for vaskerijorda, sør for Grønvoldvegen, kalt vaskeritomta i teksten nedenfor. Her er det funnet varianter av vaskerijord med forhøyet innhold av thorium.

Basert på undersøkelser gjort til nå, så utgjør disse 4 områdene til sammen det arealet man med størst sannsynlighet kan forvente å finne radioaktiv forurensning etter Søve gruver. Disse områdene er vist i Figur 20. Fordi området har vært kartlagt for innhold av radioaktiv forurensning av mange aktører i mange runder, og området har begrenset areal er sannsynligheten for påtreff av nye og til nå ukjente forekomster av radioaktivt avfall begrenset. Gjennomgang av driftsdata og interne dokumenter fra Søve gruver bekrefter at det er lite sannsynlig med vesentlige påtreff andre steder. Nye påtreff av små volum vaskerijord på vaskeritomta i forbindelse med utgraving til sarkofag kan imidlertid ikke utelukkes. Nedenfor følger en oversikt over dagens kunnskap om de fire områdene man kan forvente å finne radioaktiv forurensning.

Figur 21 viser en oversikt over beregninger utført på hvor det forventes at doserate overskrider 0,4 $\mu\text{Sv/h}$. Den viser at det med høy sannsynlighet er områder ved Søve der mennesker risikerer å bli utsatt for uakseptabel stråleeksponering.



Figur 20 Oversikt over lokaliseringer med kjent påvirkning etter Søve gruver. (Bergfald Miljørådgivere)



Figur 21 Sannsynlighetskart for hvor det forventes å overskride doserater på 0,4 $\mu\text{Sv/h}$. [14]

6.3.1.1 Slagghaugen

Slagghaugen befinner seg i en skråning noen meter sørøst av det gamle smelteverket til Norsk Bergverk. Bygningen smelteovnene stod i bruk i dag som fabrikklokale til Ulefoss Mekaniske. I tida mellom 1958 og 1965 ble smelteverket brukt til å fremstille til sammen 350 tonn ferroniob. Produksjonen førte også til dannelsen av 600–1000 tonn slag som ble dumpet i skråningen nedenfor smelteverket [3]. I dag forventes det at volumet av slagghaugen består av slag, blandede fyllmasser, og toppmasser som til sammen utgjør ca. 2000 m³. En av de praktiske utfordringene i oppryddingen vil være å skille slagget fra annet avfall som er deponert senere.

Niobkonsentratet som ble brukt til å fremstille ferroniob inneholdt uran og thorium som forekommer naturlig i bergarten som ble utvunnet på Søve. Under smelteprosessen ble uran og thorium skilt ut i slagget. Det er blitt utført flere studier for å vurdere innhold og/eller aktivitet fra radionuklidene i slagget fra Søve gruver, til sammen har et titalls prøver av slag blitt analysert. Innholdet, og dermed det radioaktive nivået, er svært varierende. Aktiviteten fra U-238 har blitt målt opp til 120 Bq/g, og aktiviteten fra Th-232 har blitt målt opp til 70 Bq/g, men også svært lave målinger er gjort. Den store variasjonen medfører at det er utfordrende å si eksakt hvor radioaktivt dette avfallet er. I forbindelse med oppryddingen vil det bli tatt supplerende analyser som vil gjøre sluttrapporteringen noe sikrere.

6.3.1.2 Vaskerijorda

Vaskerijorda befinner seg nordvest for bygningsmassen til Ulefoss Mekaniske, og vest for det gamle vaskeriet. I vaskeriet ble finknust malm blandet med vann og pumpet forsiktig ut på et skrått ristebord. I prosessen ble tunge niobbærende pyroklormineraler skilt fra de lette kalkmineralene. [3]. Ut fra denne prosessen kom det et tungt niobkonsentrat som kunne foredles videre mens de lette mineralene ble vasket ut og deponert i avgangsdeponiet. I perioder har produksjonen av konsentrat ikke vært god nok, og disse feilproduserte eller dårlige fraksjonene har blitt pumpet ut av vaskeriet og lagt på utsiden. Det samme vil ha vært tilfelle for pyroklorpartikler som har vært frimalt, men så små at de har nærmet seg kalkmineralene på ristebordet. I tillegg antas det at spill og oppsop har gått samme vei. Over tid har dette blandet seg med det lokale jordsmonnet. Som resultat har dette ført til at jorda her er forurensset med radionuklider.

Det er estimert at denne vaskerijorda utgjør i dag et volum på 500 m³, men under tidligere prøvetagning så har det ikke blitt forsøkt å finne tydelig avgrensning av massene. Det har blitt utført et titalls analyser for å vurdere innhold og/eller aktivitet av radionuklider i vaskerijorda og som for slagghaugen varierer disse analysene betraktelig. Aktiviteten av U-238 har blitt målt opp til 11 Bq/g, og for Th-232 har aktiviteten blitt målt opp til 15 Bq/g, mens det centimetre unna vil være tilnærmet null. I motsetning til slagghaugen har det vært mye menneskelig aktivitet på eller rundt vaskerijorda, noe som kan ha flyttet og skjovet rundt på noen av disse radioaktive massene.

6.3.1.3 Avgangsdeponiet

Avgangsdeponiet, også kalt lagunen eller slamdammen, befinner seg nord for slagghaugen og øst for den gamle vaskeritomta. I dette området ble det meste av de lette mineralene fra vaskeriprosessen vasket ut og deponert [3]. Det er kjent at en god del av de niobholdige mineralene ble tapt under vaskeprosessen. Prosessene til Norsk Bergverk i driftsperioden varierte mye i effektivitet, fra utvinning ned mot 30 % av niobinnholdet til opp mot 70 %. Over den fulle driftsperioden har neppe

mer enn 50-60 % av niobinnholdet blitt hentet ut som konsentrat. Det resterende har fulgt som små pyroklorkrystaller i avgangen.

Mengden avgangsmasser i driftsperioden er anslått til 1 million tonn. De lette mineralene som utgjorde største delen av i avgangsdeponiet var i all hovedsak kalkmineraler. Noe av denne kalken er solgt til jordbruksformål til omkringliggende gårder, men historiske foto viser også at en god del av disse massene er vasket rett ut i Norsjø. Noe har trolig blitt gravd ut og brukt av lokale aktører etter nedleggelse av gruvedriften. Relativt lite av avgangsmassene ligger nå igjen.

Deler av avgangsdeponiet har blitt undersøkt for radioaktivitet og den beregnede sannsynligheten for høye doser der er vist i Figur 21. Det er tatt prøver av grunnen ved tre punkter i avgangsdeponiet ned til 0,7-0,9 m. Analyser av disse prøvene viser en aktivitet fra U-238 serien på opp til 0,2 Bq/g, og en aktivitet fra Th på opp til 0,45 Bq/g. Disse verdiene indikerer at avgangen ligger klart under grenseverdiene for radioaktivt avfall, og at avgangsdeponiet som område ikke er å anses som radioaktivt avfall i henhold til forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensing og radioaktivt avfall. Det er derimot registrert slagghumper i avgangsdeponiet. Dette er klumper som har trillet ned fra slagghaugen. Klumpene vil bli samlet og deponert sammen med det øvrige slagget.

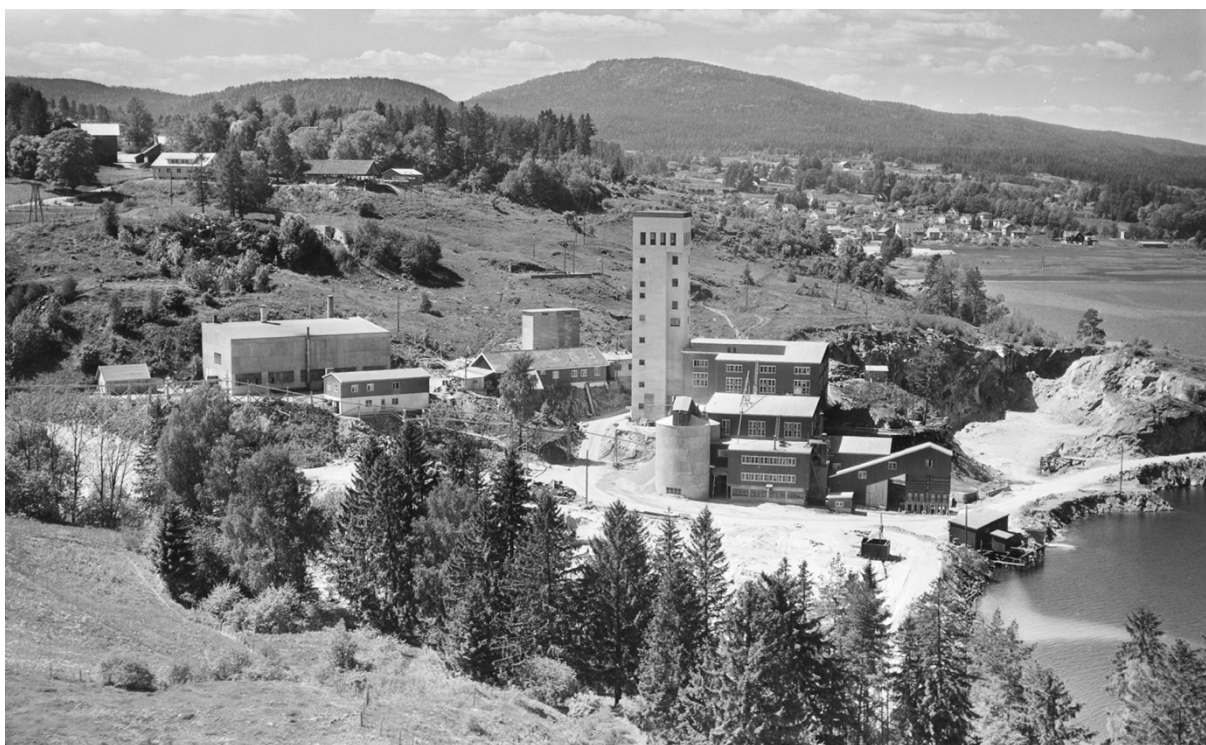
6.3.1.4 Vaskeritomta

Vaskeritomta befinner seg øst for funnet av vaskerijord og grenser til Grønvoldvegen. Dette området er av særlig interesse for konsekvensutredningen fordi det er antatt beste lokaliseringen av sarkofagen. Her sto det gamle vaskeriet som raffinerte råmalm om til niobkonsentrat vha. gravimetrisk, fysikalske, magnetiske og kjemiske trinn. Som tidligere omtalt har omtrent halvparten av niobmineralene gått tapt under prosessen og havnet i vaskerijord og avgangsdeponiet, men det kan ikke utelukkes noe spill og rester også kan ligge i området som er definert som vaskeritomta. Siden sarkofagen er planlagt etablert i dette området er det i prosjektet blitt gjort en del undersøkelser av innhold av radioaktive og ikke-radioaktive forurensinger i disse løsmassene. Det er gjort noen funn av masser tilsvarende vaskerijord. Det er særlig et avgrenset område direkte sør for Grønvoldvegen som i tidligere undersøkelser har vist forhøyede verdier av radioaktivitet i flere rapporter, dette er vist i Figur 21.

Alle masser som tas ut av området i forbindelse med klargjøring til bygging av betongsarkofagen vil bli undersøkt fortløpende for å sikre at ikke noe radioaktivt avfall kommer ut av området.

6.3.1.5 Sedimenter fra Norsjø

Flyfoto (se Figur 22) tatt under driftsperioden av Søve gruver viser at mye finmalt kalkmel har gått i overløp fra avgangsdeponiet og ut i Norsjø. Det er tidligere foretatt noen få analyser av sedimentene, [16] og disse viser at radionuklidnivåene er lave. Dette er å forvente, siden de tyngre pyroklormineralene med stor sannsynlighet har sedimentert langt høyere opp, mens kun lette og finpartikulære kalkmineraler har blitt vasket ut. Det legges derfor ikke opp til at dette kartlegges ytterligere. I sikkerhetsanalysen som er Vedlegg 10 til denne konsekvensutredningen blir det vurdert konsekvenser for sediment som følge av etterdrift av sarkofagen. Utover dette, drøftes ikke sedimenter nærmere i det videre arbeidet.



Figur 22 Bilde av Søve gruver i drift, i hjørnet nede til venstre vises tilførsel av finmalt kalkmel til Norsjø. (Flyfoto 1950-tallet, Widerøe flyselskap, Nasjonalbiblioteket)

6.3.1.6 Vegetasjon

Innholdet av radioaktivitet i vegetasjon er kartlagt i flere omganger [17]. Alle analyser viser at innholdet av radionuklider er lavt og under grenseverdiene i forskriften og vegetasjon kan derfor fjernes og disponeres fritt.

6.3.1.7 Vann

Det er ikke pålagt eller planlagt å gjøre noen tiltak i forhold til vannkvaliteten i området. På den annen side er innholdet av radioaktive nuklider i vann en potensiell parameter for utlekking og spredning, og derfor nyttig å dokumentere.

Det er tidligere analysert vannprøver fra overflatevann i utgravde prøvegroper [17], Søvitbekken som renner gjennom avgangsdeponiet, [18] og fra Norsjø [16]. Innholdet av uran i disse prøvene har stort sett vært lavere enn 30 µg/l, som er en veiledende verdi for drikkevann definert av verdens helseorganisasjon (WHO) ut ifra kjemisk toksisitet [19]. Det er likevel verdt å merke seg at NGI påviste betydelige mengder uran (189 µg/l) og thorium (1640 µg/l) i en prøvegrope i vaskeritomta [17]. Disse verdiene er høye i forhold til thoriums naturlige løselighet i vann og den betydelige tiden som har gått fra avfallet ble deponert. Det er derfor grunn til å vurdere om resultatene er korrekte.

6.3.2 Vurdering av kunnskapsgrunnlaget – behov for nye undersøkelser

Som vist i de foregående kapitlene så er det utført flere studier for å vurdere omfanget av radioaktiv forurensing etter driften av Søve gruver. Analysene som tidligere er utført fra slagghaugen og vaskerijorda viser store variasjoner i innhold av radionuklider, noe som medfører at det er utfordrende å konkludere eksakt radioaktivitet på massene som skal deponeres i sarkofagen. Dette

vil det arbeides videre med i prosjektet, men endelig fasit vil ikke komme før etter at områdene er gravd ut. Hvordan denne usikkerheten håndteres diskuteres nærmere i Kapittel 6.3.4. For rapporteringen i etterkant og for etterdriften vil det imidlertid være nyttig å oppnå en mer presis oversikt enn hva som er mulig uten aktiv graving i massene.

Prøver tatt fra avgangsdeponiet, hvor det er tatt ut og solgt kalkholdige masser, viser at denne massen ikke er radioaktivt avfall.

Eldre analyser fra vaskeritomta viser utslag på radioaktivitet, dette har blitt grundig kartlagt i forberedelsene til prosjektet. Dette området er også der NGI målte veldig høye konsentrasjoner av thorium i vannet i en prøvegrep. Det er nå identifisert en mindre forekomst av radioaktivt avfall på dette stedet i vaskeritomta, samtidig som resten av vaskeritomta for øvrig viser seg å ha nivåer under grenseverdi for radioaktivt avfall.

Formålet med prosjektet er å fjerne og sikre radioaktivt avfall som kan ha negativ effekt på helse og miljø. For å gjøre det på en operativ og praktisk måte må det etableres en metodikk for å sikre at massene som ligger igjen er under grenseverdiene. Dette arbeidet utføres i henhold til internasjonalt anerkjent praksis.

I IAEA sine sikkerhetsstandarder for klassifisering av berørte områder settes det en del krav [12]. For å kunne tilfredsstille disse kravene må det foreligge utfyllende informasjon om følgende aspekter;

- a) Generell tilstand i området (kjemiske, fysiske, og geologiske forhold)
- b) Nåværende og historisk bruk av område
- c) Identifisering av radioaktiv forurensing og deres konsentrasjon, samt variasjon av disse i ulike deler av området
- d) Tilstedeværelse av eventuelle undergrunnstrukturer som rør og tanker
- e) Grunnvannsforurensing og overflatevannsforurensing (hvis det er)
- f) Annen ikke-radioaktiv forurensing som kan kreve opprydding etter annet lovverk

Disse aspektene foreligger det til dels god informasjon om, riktignok med noen kunnskapshull. Det vurderes som følger:

Punkt a) Bergartene og mineralogien i fjellet er godt utforsket. Det har vært behov for kompletterende kunnskap om løsmasser, hydrogeologiske forhold og naturmangfold. Det er derfor gjennomført omfattende supplerende prøvetaking i løsmasser, det er satt ned grunnvannsbrønner og gjennomført flere feltkartlegginger av naturmangfold. Eksisterende og nyinnhentet kunnskap er beskrevet i kapittel 2 (geologi), kapittel 7 (naturmangfold) og kapittel 9 (hydrogeologi og vann).

Punkt b) Bruken av området anses som tilstrekkelig karakterisert i referansemateriale som finnes på Søve gruver. Det foreligger betydelig både publisert og ikke-publisert materiale knyttet til driften på området. Dette er beskrevet i kapittel 2 (bakgrunn).

Punkt c) Kartleggingene som er gjort ved Søve gruver er sammenfattet i Kapittel 6.3.1. Som vist i dette kapittelet så er det gjort mange analyser av radioaktiv forurensing. Disse analysene har gitt grunnlag for DSAs pålegg om opprydding og har gitt føringer for foreløpige kalkyler av mengder. Det er gjennomført supplerende kartlegginger, bl.a. på vaskeritomta. Nye funn har ikke endret

mengdemessige forutsetninger i vesentlig grad. Basert på oppfølgende analyser vil det bli etablert metodikk for å sikre at massene som ligger igjen er under grenseverdier gitt i forskriften.

Punkt d) Det foreligger informasjon fra gamle gruvekart at det forekommer gruveganger under området ved Søve gruver. Det er boret og dokumentert mektigheten av fjell der sarkofagen skal plasseres, og funnet at bergstabiliteten er god nok. Utfyllende informasjon om disse undersøkelsene er vist i kapittel 5. Det foreligger også en befaringsrapport fra Nome kommune som forteller at 4 oljefat ble påtruffet under gravearbeid mellom Norsjø og Grønvoldvegen. Vannledninger og strømkabler i tiltaksområdet vil bli påvist før tiltak igangsettes.

Punkt e) Det er utført noen analyser av overflatevann i groper i avgangsdeponiet og på vaskeritomta, samt prøver tatt fra Søvittebekken og Norsjø. Det er tatt grunnvannsprøver ved å grave groper og prøveta vann fra disse, men de er mer å regne som overflatevann fordi de ligger eksponert for vær og vind. Det er etablert flere grunnvannsbrønner i avgangsdeponiet. Brønnene vil bli prøvetatt før, under og etter oppryddingen, og vil over tid bidra til dokumentasjon vedr. oppryddingsoperasjonens suksess.

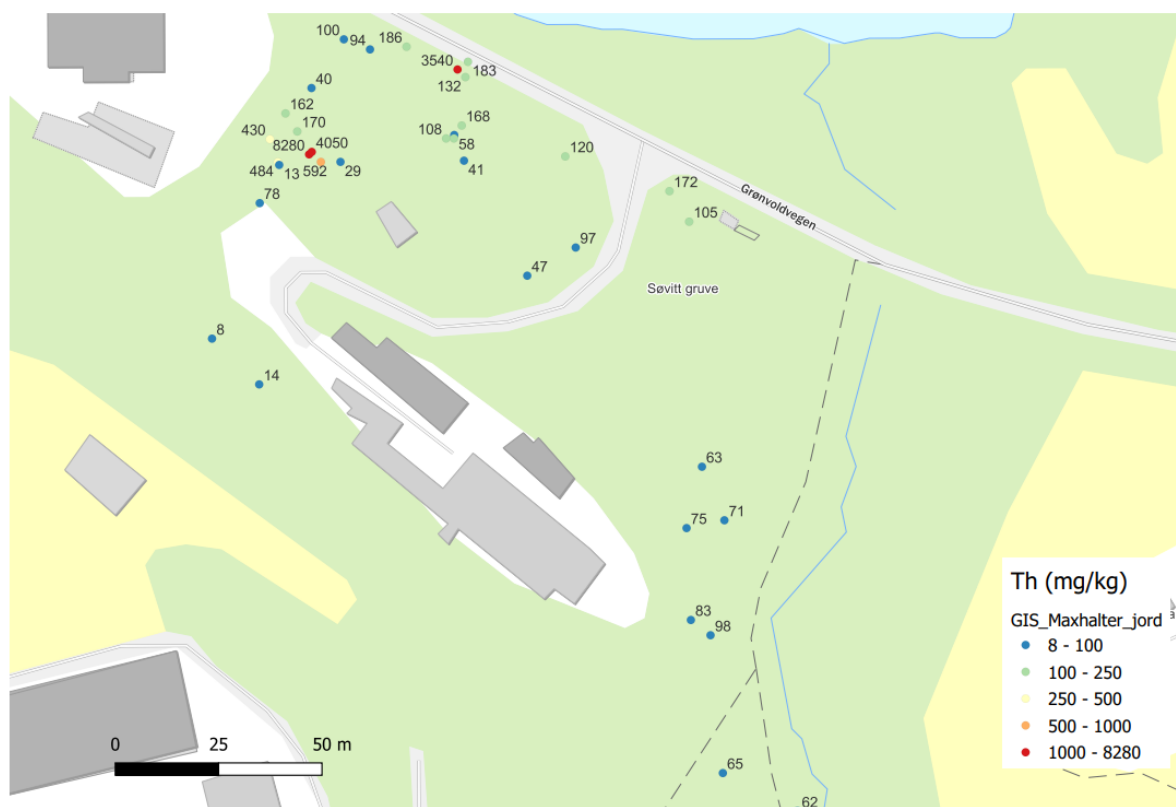
Punkt f) Det er tidligere foretatt et fåtalls analyser av ikke-radioaktiv miljøforurensing i området av NGI som har påvist bly i tilstandsklasse V og arsen i tilstandsklasse IV på vaskeritomta i området nord for fjellknausen. I tråd med Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn vil disse kreve opprydding. Basert på dette gjennomførte Bergfald Miljørådgivere en langt mer detaljert kartlegging, med særlig fokus på vaskeritomta. Detaljert beskrivelse av ikke-radiologisk forurensinger er presentert og diskutert i kapittel 8.

I tillegg til å dekke opp disse kunnskapshullene er det foretatt en gjennomgang av metodikk fra tidligere undersøkelser, for å være sikker på at datagrunnlaget kan brukes. Det er også tatt nye prøver fra tidligere prøvepunkter for å sikre reproducerbarhet og konsistens.

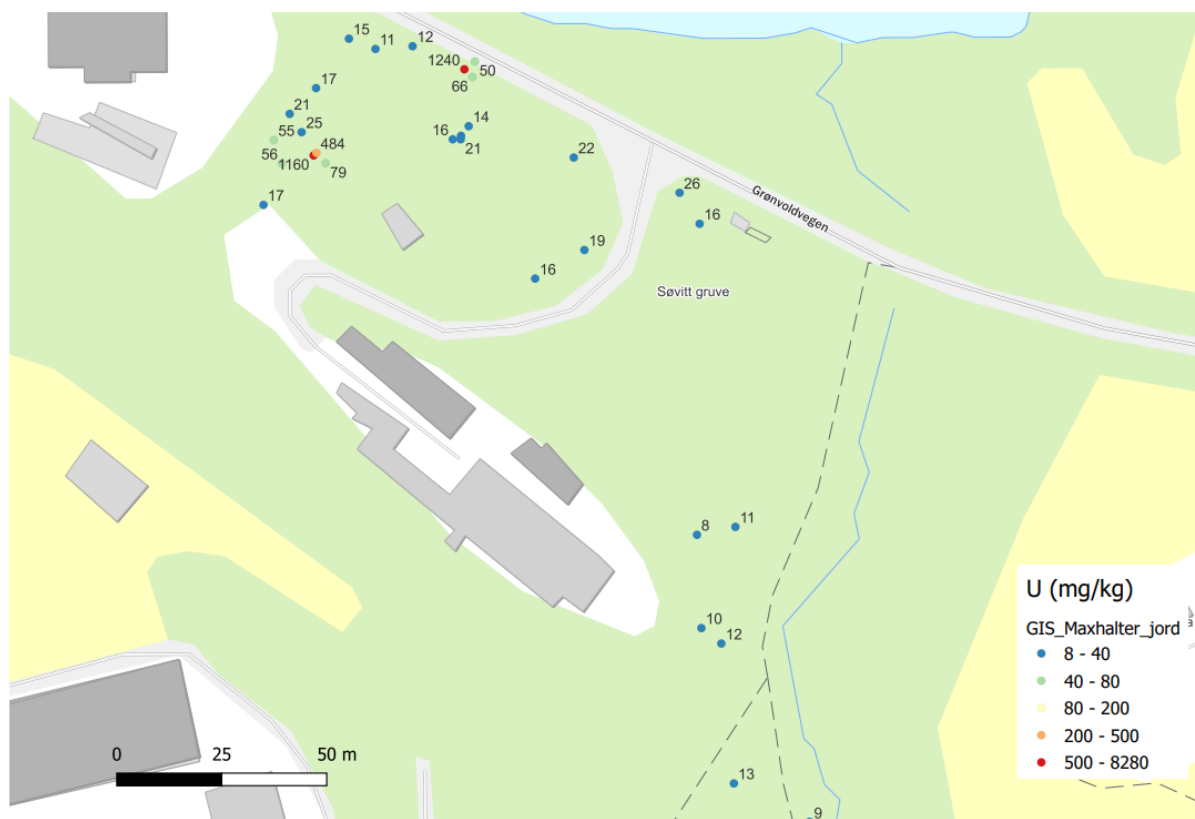
6.3.3 Resultat fra prøvetaking

6.3.3.1 Innhold av radionuklider i løsmasser

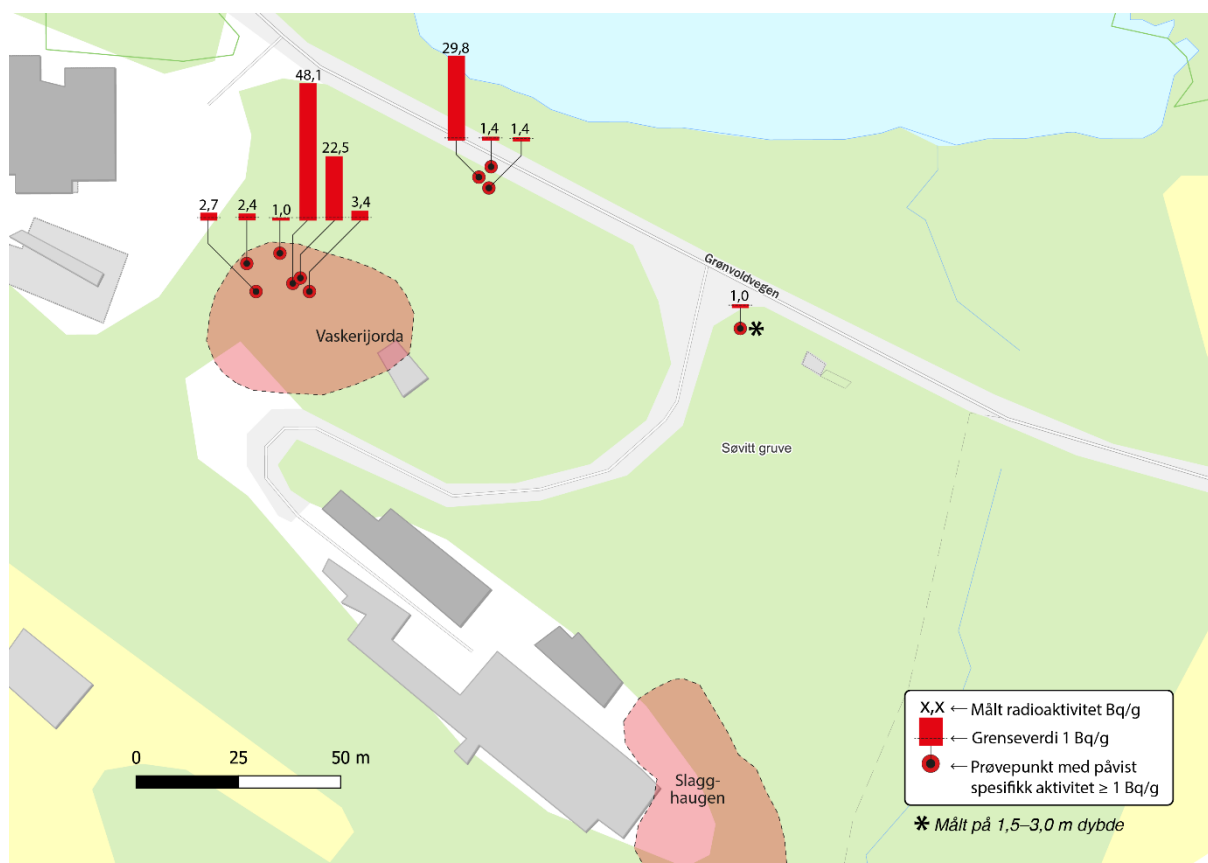
Det har blitt prøvetatt løsmasser for å vurdere innhold av radionuklider i vaskerijord, avgangsdeponi og vaskeritomt. Slagghaugen ble ikke prøvetatt på bakgrunn av føringer fra oppdragsgiver om å unngå potensiale for spredning av radioaktivt avfall. Det ble i tillegg tatt prøver av områder som anses å ikke være påvirket av gravedriften fra Søve gruver, der hensikten var å avdekke det naturlige bakgrunnsinnholdet av radionuklider i området. Nedenunder følger sammendrag av prøvetaking utført i de ulike områdene, samt de målte konsentrasjonene og aktivitetene av naturlig forekommende thorium og uran. Vedlegg 9 (rapport fra prøvetaking) inneholder utfyllende informasjon om prøvetaking og resultat fra analyser.



Figur 23 Viser oversikt over prøvepunkt med de høyeste målte konsentrasjonene av naturlig thorium i hvert punkt. (Kemakta)



Figur 24 Viser oversikt over prøvepunkt med de høyeste målte konsentrasjonene av naturlig uran i hvert punkt. (Kemakta)



Figur 25 Oversikt over prøvepunkt der det er påvist masser med spesifikk aktivitet større eller lik 1 Bq/g. (Bergfald Miljørådgivere)

Avgangsdeponiet

De første prøvene som ble tatt i avgangsdeponiet ble tatt i prøvegroppene som ble etablert av NGI i forbindelse med deres undersøkelser på Søvve. Analyseresultat av disse prøvene viste at innholdet av uran og thorium er under 1 Bq/g, og dette er i tråd med resultatene rapportert i NGI sin rapport. Videre ble det foretatt prøver i avgangsdeponiet med jordbor, heller ikke i disse prøvene ble det påvist material med spesifikk aktivitet over 1 Bq/g. Under etablering av de to grunnvannsbrønnene i avgangsdeponiet ble det tatt prøver av løsmassene som ble boret opp. I et sjikt på 1,5–3 m dyp ble det påvist materiale med samlet spesifikk aktivitet på 1,0 Bq/g ved brønnen som står nærmest Grønvoldvegen. Aktiviteten er under 1 Bq/g for massene over og under sjiktet på 1,5–3 m, dette viser at det er en svært begrenset mengde masser som regnes som radioaktivt avfall. Med tanke på at alle de 25 andre prøvene tatt fra avgangsdeponiet er godt under 1 Bq/g så anses den ene prøven over grensen å ikke være representativ for tilstanden i avgangsdeponiet.



Figur 26 Viser slagglumpen som ble lokalisert i avgangsdeponiet under feltarbeid. (Bergfald Miljørådgivere)

Det er kjent at det forekommer radioaktivt avfall i form av noen få store slagglumper som har trillet ned fra slagghaugen. Under feltarbeid ble det påtruffet en relativt stor slagglump i avgangsdeponiet langs kanten av Søvvittbekken, vist i Figur 26. Utslaget på doseratemåleren målte opp mot 5 $\mu\text{Sv/h}$ i direkte kontakt med slagglumpen, denne vil naturligvis bli fjernet som en del av tiltaket.

I forkant av utførelsen av tiltaket vil det bli iverksatt en undersøkelse med hensikt å lokalisere disse slagglumpene og deponere de i sarkofagen. Dette vil det bli gjort ved å gå opp et finmasket rutenettverk der eventuelle ytterligere slagglumper kan lokaliseres vha. egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale og visuell undersøkelse. Lokaliserte slagglumper vil markeres med godt synlige markører, samt loggføres med GPS-koordinater.

Vaskerijord

De første prøvene som ble tatt fra vaskerijorda ble tatt i prøvegroppa som ble etablert i forbindelse med Institutt for Energiteknikk (IFE) sine undersøkelser på Sørve gruver. Det ble forsøkt å replisere prøvepunktene som ble rapportert i IFE sin rapport fra 2012 baser på beskrivelse av prøvenavn. [20] Resultat fra undersøkelsene er vist i Tabell 4. Analyseresultat fra prøvene tatt i forbindelse med konsekvensutredningen stemmer godt overens med de historiske dataene presentert i IFE sin rapport. Dette er positivt med tanke på å anvende historiske data fra IFE sin rapport i kunnskapsgrunnlaget for konsekvensutredningen. Samtidig styrker det også metodikken i prøvetakingsprogrammet at det kan replisere funnene fra en annen gruppe.

Tabell 4 Oversikt over prøver tatt fra prøvegroppen til IFE.

	Enhet	2,5 m fra renne (syd) - N 59°16.902' E 009°17.169'			6 m fra nordende grøft - N 59°16.902' E 009°17.164'			2 m fra nordende grøft - N 59°16.903' E 009°17.161'		
		40 cm	80 cm	120 cm	40 cm	80 cm	120 cm	40 cm	80 cm	120 cm
Dybde	Cm									
Th	mg/kg TS	17,1	19,3	28,9	592	315	439	8280	111	2990
U	mg/kg TS	4,93	5,58	7,01	78,6	48,3	61,1	1160	21,4	424
Aktiv.	Bq/g	0,1	0,1	0,2	3,4	1,9	2,5	48,1	0,7	17,4

Tegnforklaring til tabellen:

 Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

Som vist i Tabell 4, så forekommer det avfall som overstiger grensen (1 Bq/g) for hva som klassifiseres som radioaktivt avfall. Dette er i tråd med pålegget fra DSA, der vaskerijorda representerer en av de kjente forekomstene med deponeringspliktig radioaktivt avfall etter driften av Søve gruver.

Prøvegropa som disse prøvene ble tatt i befinner seg på oppsiden av det gamle vaskeriet fra Søve gruver. Gropa går i en øst-vest retning der «2,5 m fra renne (syd)» befinner seg helt øst i gropa, og «2 m fra nordende grøft» befinner seg lengst vest i gropa. På bakgrunn av disse prøvene anser vi å ha en estimert avgrensning av utbredelsen av vaskerijorda i østlig retning. Videre ble det foretatt en ny serie med prøver for å forsøke å finne en estimert avgrensning av vaskerijorda i de andre himmelretningene. Resultat fra denne prøvetakingen er vist i Tabell 2 i Vedlegg 9 (rapport fra feltarbeid). Undersøkelsene viste aktivitet av naturlig uran og thorium med samlet aktivitet under 1 Bq/g i alle prøver tatt 5 meter i retning nord, sør og vest fra prøvepunkt «2 m fra nordende grøft». Dette gir et areal på 100 m² der det kan forventes å finne radioaktivt avfall i fra vaskerijorda. Fra boreundersøkelser i området så ble løsmassemektheten rundt vaskerijorda bestemt å være 3-5 m. Fra disse målingene kan det estimeres at volumet vaskerijord som må fjernes er mellom 300 og 500 m³. Det betyr at mengdeestimatet, presentert i pålegget fra DSA, for vaskerijorda på 500 m³ trolig stemmer godt overens med den faktiske utbredelsen av vaskerijorda som ble målt under prøvetakingsprogrammet.

Vaskeritomta

I tidligere rapporter fra NGI og IFE ble det pekt på et område helt i nord av vaskeritomta der det også trolig var et mindre parti med radioaktivt avfall, om lag 50 meter nord/nordøst av vaskerijorda. Dette området er ikke spesifikt omtalt i DSAs pålegg om opprydding, men har blitt tolket av tiltakshaver som relevant å inkludere.

NGI sine tidligere undersøkelser av dette området viste innhold av uran og thorium i løsmassene som samlet sett gir en spesifikk aktivitet under 1 Bq/g. Samtidig viste en vannprøve fra prøvegropa de gravde der høye konsentrasjoner av Th-nat på 1640 µg/l og U-nat på 189 µg/l. På bakgrunn av dette, ble det gravd ut en prøvegrop som avdekket en sammensetning av masser som trolig er et pyroklorkonsentrat framstilt i vaskeriet på Søve gruver som har blitt blandet med det lokale jordsmonnet. Resultatene, vist i Tabell 5, viser til dels høyt innhold av naturlig forekommende thorium og uran, og viser at den samlede spesifikke aktiviteten er over grensen for radioaktivt avfall, som vist i Tabell 5. Utbredelsen av denne fraksjonen er begrenset, anslagsvis 2-3 m³. Denne fraksjonen vil bli gravd opp og deponert i sarkofagen.



Figur 27 Massene som ble gravd opp i forbindelse med å etablere prøvegroppa på vaskeritomta. (Bergfald Miljørådgivere)

Lokasjonen av dette radioaktive avfallet er ikke i direkte konflikt med den tiltenkte plasseringen av sarkofagen. Massene vil trolig bli gravd ut i forkant av grunnarbeidet for sarkofagen for å forhindre at massene skal bli spredt av maskinelt arbeid og sprengning. Dette vil innebære at det radioaktive avfallet fra dette området vil mellomlagres før det deponeres i sarkofagen når den er ferdigbygget. Mellomlageret vil utformes i henhold til kravene i §25 i Strålevernforskriften.

Tabell 5 Oversikt over analyseresultat av thorium og uran i den nordligste forurensningen på vaskeritomta.

Enhet		Mistenkt forekomst av radioaktivt avfall nord i vaskeritomt – N 59°16.914' E 009°17.199'					
Dybde	Cm	10	30	40	50	MB*	LB*
Th	mg/kg TS	3540	56,2	130	390	161	46
U	mg/kg TS	1240	20,1	6,64	138	46,3	12,3
Aktiv.	Bq/g	29,8	0,5	0,6	3,3	1,2	0,3

Tegnforklaring til tabellen:

 Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

Under grunnundersøkelser gjennomført november 2024 ble løsmassene prøvetatt og analysert for innhold av radionuklider og ikke-radioaktive forurensninger. I Vedlegg 9 vises analyseresultat fra disse prøvene. Ingen av prøvene fra løsmassene viste spesifikk aktivitet over 1 Bq/g, og betraktes dermed ikke som radioaktivt avfall etter forskriften. Det vil si at under etablering av sarkofag kan løsmassene fjernes og behandles som ordinært avfall, og trenger ikke å deponeres i sarkofagen. Under etablering av sarkofagen vil det likevel bli iverksatt et måleprogram for løsmassene som graves ut for å sikre at mulig uoppdaget radioaktivt avfall blir fanget opp og deponert i sarkofagen.

6.3.3.2 Innhold av radionuklider i overflatevann og grunnvann

Overflatevann

Overflatevannprøvene som ble tatt i løpet av prøvetakingsprogrammet har vært fokusert på Søvittbekken, med hensikt å kunne vurdere effekten av det radioaktive avfallet på denne bekken. I Tabell 6 er det vist analyseresultat fra prøver tatt i Søvittbekken og ved utløpet i Norsjø. Det ble tatt

serier av prøver på ulike tider i året på tre forskjellige punkt. Det første punktet er kilden til Søvittbekken ved Tufte, om lag 1 km unna avgangsdeponiet. Det andre punktet er midt i avgangsdeponiet nedstrøms slagghaugen. Det tredje punktet er i Norsjø, en meter fra utløpet av bekken.

Tabell 6 Oversikt over prøver av overflatevann i Søvittbekken og Norsjø

Prøvetatt dato	Målte parametre	Søvittbekken kilde – N 59°16.397' E 009°17.432'	Søvittbekken avgangsdeponi – N 59°16.837' E 009°17.275'	Norsjø utløp Søvittbekken – N 59°16.920' E 009°17.295'
27.11.24	U (µg/l)	0,683	5,56	0,841
	Th (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,2
	pH (-)	6,9	8,0	7,4
09.04.25	U (µg/l)	0,921	8,08	0,276
	Th (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,2
	pH (-)	7,7	8,1	6,8
21.05.25	U (µg/l)	-	9,02	0,326
	Th (µg/l)	-	<0,2	<0,2
	pH (-)	-	7,8	7

Ved kilden til Søvittbekken er konsentrasjonen av naturlig uran under 1 µg/l i begge målingene. I avgangsdeponiet ble det målt konsentrasjoner av naturlig uran som er om lag 8 ganger høyere enn upåvirket vann før avfallsdeponiet. Det viser seg dermed at innholdet av naturlig uran økes betraktelig nedstrøms av slagghaugen. Den målte konsentrasjonen av uran stemmer godt overens med en måling utført av NIVA i samme bekk (6,61 µg/l). Det er likevel ikke kjent om denne effekten skyldes utlaking fra slagghaugen eller om innholdet av naturlig forekommende uran i massene langs Søvittbekken gradvis øker konsentrasjonen av uran i bekken.

Hele ravinedalen der Søvittbekken går var et avgangsdeponi der masser med lave, men målbare, konsentrasjoner av uran og thorium ble deponert. Deponiet inneholdt opprinnelig om lag en million tonn finkornige masser med størrelsesorden 0,2 Bq/g uran. Endel av massene er tatt ut til jordbruksformål lokalt, men massene Søvittbekken renner gjennom er like fullt åpenbart mineralske avgangsmasser. Hvorvidt de høye uranverdiene i bekken skyldes utlekking fra disse store volumene med lave konsentrasjoner uran, eller fra de små volumene med høye konsentrasjoner er per nå umulig å fastslå.

Dersom konsentrasjonen av uran i Søvittbekken går drastisk ned etter at slagghaugen er fjernet vil det være et tydelig signal om at utlaking fra slagghaugen er kilden.

I Norsjø ved utløpet av Søvittbekken faller konsentrasjonen av uran under 1 µg/l igjen. Dette viser at tilførselen av uran fra Søvittbekken har neglisjerbar effekt på tilstanden i Norsjø. I alle tilfeller så er de målte konsentrasjonene av uran under WHO's retningslinjer for drikkevann på 30 µg/l. Konsentrasjonen av naturlig thorium var under deteksjonsgrensen i alle målingene, dette skyldes den lave løseligheten til thorium i vann. Konsistent lave verdier på <0,2 µg/l for thorium i vann i de områdene der konsentrasjonene burde vært forhøyet har bidratt til å skape tvil om tidligere funn av thorium i vann på vaskeritomta på 1640 µg/l kan medføre riktighet.

Grunnvann

Det ble satt ned to overvåkingsbrønner i avgangsdeponiet høsten 2024. Hensikten med disse brønnene var å få kjennskap til tilstanden til grunnvannet i området, og på sikt kunne vurdere effekten av å fjerne det radioaktive avfallet i slagghaugen. Den første brønnen (Brønn 1) ble etablert i nordenden av avgangsdeponiet, omtrent 10 meter fra Grønvoldvegen. Den andre brønnen (Brønn 2) ble etablert sør i avgangsdeponiet, omtrent 15 meter fra slagghaugen. I tillegg ble det tatt prøver av en grunnvannsbrønn i fjell som brukes som drikkevannskilde for Ulefoss Mekaniske. Analyseresultatene for grunnvannsprøvene er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Oversikt over prøver av grunnvann

Prøvetatt dato	Målte parametre	Brønn 1 – N 59°16.898' E 009°17.253'	Brønn 2 – N 59°16.854' E 009°17.257'	Ulefoss mek. – N 59°16.864' E 9°17.213'
09.04.25	U (µg/l)	14,7	61,6	-
	Th (µg/l)	<0.2	<0.2	-
	pH (-)	7,5	7,7	-
24.04.25	U (µg/l)	14,7	64,2	-
	Th (µg/l)	<0.2	<0.2	-
	pH (-)	8,07	8	-
21.05.25	U (µg/l)	14,4	63,5	24,1
	Th (µg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
	pH (-)	7,4	7,6	7,5
01.07.25	U (µg/l)	14,7	63,4	23,4
	Th (µg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
	pH (-)	7,4	7,6	7,4

Tabell 7 viser en konsistent konsentrasjon av uran og thorium i grunnvannet over en tremåneders periode. Konsentrasjonen av uran i alle grunnvannsprøvene er høyere enn det som ble målt i overflatevannet i Søvitbekken. Konsentrasjonen av uran er særlig høy i prøvene fra Brønn 2 der det ble målt en konsentrasjon som er mer enn dobbelt så høy som WHO's retningslinjer på 30 µg/l. Prøver av løsmassene som ble gravd opp under etablering av Brønn 2 viste begrensede mengder uran på rundt 8 mg/kg TS. Det tyder på at den høye konsentrasjonen av uran i grunnvannet ikke stammer fra en lokal forurensing i løsmassene. Den høye urankonsentrasjonen kan stamme fra utlaking fra slagghaugen, men som vist i prøvene fra Ulefoss Mekaniske sin drikkevannsbrønn kan det også komme bidrag fra geologien i området. Det er likevel trolig at utlaking av uran fra slagghaugen bidrar til den høye konsentrasjonen målt i Brønn 2. Det er først i etterkant av at slagghaugen er fjernet at det vil kunne vurderes hvor stort bidrag som kom fra utlaking fra slagghaugen.

6.3.3.3 Innhold av radionuklider i trær

Som en del av prøvetakingsprogrammet er det tatt kjerneprøver av trær ved Sørve gruver for å bestemme innhold av radionuklider i veden. Ved andre oppryddingsprosjekter internasjonalt har det tidvis blitt påvist høye konsentrasjoner av radionuklider i noen type biota som setter grenser for hvordan biota kan disponeres. Det har derfor vært ønskelig for prosjektet å avklare om dette er tilfelle også for Sørve.

Analyseresultatene fra undersøkelsen er vist i Vedlegg 9. Det ble tatt prøver fra trær i skråningen der slagghaugen ligger (merket S-), nedenfor slagghaugen (merket NS-), vaskerijorda (merket V), og

nedenfor vaskerijorda (merket NV). I tillegg ble det tatt prøver av to trær utenfor området som er mistenkt påvirket av driften av Søve gruver (merket P-Plass og V-Slagg). Den samlede spesifikke aktiviteten i vedprøvene var om lag 100 000 ganger lavere enn grensen på 1 Bq/g. Det konkluderes dermed at rydding av trær i forbindelse med tiltaket ikke utgjør noen risiko forbundet med radioaktivitet og at biota kan disponeres fritt.

6.3.4 Vurdering av usikkerhet

Før tiltaket kan iverksettes må det vurderes om kunnskapsgrunnlaget samlet sett er godt nok, eller om det fortsatt foreligger kunnskapshull eller uklarheter som skaper tvil om oppryddingsmetodikk, deponeringsmåte eller metodikk for friklassifisering av områdene. Det er derfor særlig tre spørsmål som bør besvares før oppstart.

1. Hva er forventet aktivitet av det radioaktive avfallet?

- Det påvirker utfallet av beregninger på dose for arbeidere.
- Det påvirker beregninger knyttet til sikkerhet av deponiet i et langtidsperspektiv.
- Det påvirker forventet konsekvens ved å la avfallet bli liggende (nullalternativet)

2. Hva er forventet mengde av det radioaktive avfallet?

- Det påvirker utfallet av beregninger på dose for arbeidere.
- Det påvirker utforming av sarkofagen for å sikre at størrelsen er tilstrekkelig.
- Det påvirker beregninger knyttet til sikkerhet av deponiet i et langtidsperspektiv.
- Det påvirker forventet konsekvens ved å la avfallet bli liggende (nullalternativet).

3. Hvordan skal man gå frem for å fange opp og deponere all forurensing?

- Det påvirker effekten av oppryddingen og den fremtidige tilstanden av Søve gruver etter tiltaket.

Etter undersøkelser av tilgjengelig litteratur samt resultatene fra prøvetakingsprogrammet så er det meste av dette avklart. Under følger en drøfting av disse spørsmålene, påpeking av resterende usikkerhet, og eventuelle tiltak for å redusere usikkerheten dersom det vurderes å være nødvendig.

6.3.4.1 Usikkerhet knyttet til aktivitet

Ved å studere analyser av innholdet av naturlig forekommende uran og thorium i prøver av slagge fra Søve gruver, blir det åpenbart at det er et svært heterogent materiale. Det er blitt målt et innhold av thorium som varierer mellom 23 og 17 000 mg/kg, for uran så er det målt innhold som varierer mellom 5 og 9 500 mg/kg. [3] [17] Det er innlysende at det er svært stor forskjell i dosekonsekvens å håndtere slaggeklumper med samlet spesifikk aktivitet på 0,16 Bq/g mot en slaggeklump med samlet spesifikk aktivitet på 187 Bq/g.

Den samme tendensen viser seg i målinger utført i vaskerijorda, der det er målt svært varierende innhold av radionuklider. I det supplerende prøvetakingsprogrammet er det blitt målt et innhold av

thorium som varierer mellom 17 og 8 300 mg/kg, for uran har det blitt målt innhold som varierer mellom 5 og 1 200 mg/kg. Dette gir en samlet spesifikk aktivitet som varierer mellom 0,1 Bq/g og 48 Bq/g.

Strengt tatt skal slagghauger og vaskerijord med aktivitet under 1 Bq/g ikke inn i sarkofagen, men det vil medføre en for krevende operasjon å sortere dette vekk fra de massene som holder over 1 Bq/g.

Når prøveresultatene varierer i så stor grad, blir det potensielt misvisende å bruke gjennomsnitt av alle prøver i videre utredninger. I verste fall vil de lave målingene bidra til at snittet blir kunstig lavt og beregningene av dose til personell blir underestimert. De høye målingene kan også bidra til at snittet blir kunstig høyt som kan medføre at de beregnede dosene blir for høye, som kan føre til at unødvendig kostbare tiltak for å optimalisere dose. Av disse to scenariene, er underestimert av dose til personell den potensielt mest skadelige feilen å gjøre. I de videre beregningene vil derfor den øvre konfidensgrensen for gjennomsnitt (eng. Upper Confidence Limit Mean, UCLM95) brukes. I Tabell 4-2 i Vedlegg 10 vises tallene for UCLM95 som vil bli brukt videre. UCLM95 representerer, med 95% sannsynlighet, den høyeste verdien for gjennomsnitt som er mulig å få fra det tilgjengelige datasettet. Ved å bruke denne verdien til å representere snittaktiviteten til slagget og vaskerijorda så reduseres usikkerheten forbundet med om doseberegningene er tilstrekkelig konservative.

For å sørge for at beregningene blir konservative i et materialøkonomisk perspektiv ble ikke UCLM95 benyttet for å representere snittverdier i disse beregningene. I dette tilfellet ble det normale gjennomsnittet brukt for å estimere salgsverdiene av thoriumet i slagghaugen og vaskerijorda. Se Vedlegg 8.

Konklusjonen etter litteraturstudie og prøvetaking i felt, er at kunnskapsgrunnlaget om aktiviteten i det radioaktive avfallet er godt. Både tilgjengelig litteratur og analyseresultat av nye prøver viser at det er svært heterogent innhold av uran og thorium. Denne heterogeniteten medfører at man velger UCLM95-verdiene for aktivitet i beregningene for dosekonsekvens for å sikre at disse beregningene ikke underestimerer konsekvens. På bakgrunn av dette anses UCLM95-verdiene for aktivitet i slagghaugen og vaskerijorda som tilstrekkelige verktøy for å kunne håndtere usikkerheten forbundet med det heterogene innholdet av radionuklider.

6.3.4.2 Usikkerhet knyttet til mengde

Usikkerhet vedrørende mengden slagghaug og vaskerijord er et gjennomgående tema i rapporter om det radioaktive avfallet etter Sjøve gruver. Mengden slagghaug er estimert til å være mellom 600 og 1000 tonn, som sammen med de andre massene i skråningen vil gi et forventet volum på mellom 1500 og 2500 m³. Ulike metoder har blitt brukt for å estimere mengden slagghaug, blant annet ved å se på historiske kart for å studere utviklingen av slagghaugen i årene som Sjøve gruver var i drift. En annen metode er å se på produksjonsvolumet av ferronit for så å estimere volumet slagghaug som har blitt produsert samtidig. Begge disse metodene har gitt noenlunde samsvarende resultat som gir trygghet i at volumet slagghaug er et sted mellom 1500 og 2500 m³.

For å trygge volumestimatene vil det i det videre arbeidet vurderes ytterligere andre metoder for kartlegging for å unngå det svært problematiske scenariet der volumet avfall er større enn hva sarkofagen kan romme, eller et scenario der sarkofagen er vesentlig større og dyrere enn den hadde

trengt å være. Det er forsøkt å få verifisert estimatene ved bruk av georadar, men det har vist seg umulig. Det vil arbeides videre i prosjektet for å forsøke å estimere med andre metoder hvor stort volum av slagg som skal deponeres. Selv om et estimat på 1500-2500 m³ er tilstrekkelig til å gå i gang med prosjektet vil det være nyttig å redusere mengdeusikkerheten noe. Økt sikkerhet rundt mengdene kan potensielt redusere høyden av sarkofagen med inntil en meter.

Volumet vaskerijord er tidligere estimert til 500 m³. Metodikken for å komme frem til dette estimatet er noe uklar, og det har derfor vært en viss usikkerhet knyttet til utbredelsen av vaskerijorda. Under feltarbeid på Søve ble det foretatt prøver rundt det punktet med de høyeste målte aktivitetene for thorium og uran. Resultatet fra denne prøvetakingen viste at 5 meter unna i alle himmelretninger ble det målt spesifikk aktivitet under 1 Bq/g. Dette gir et areal på maksimalt 100 m² der man kan forvente å påtreffe radioaktivt avfall i form av vaskerijord. Løsmassemektingen i området ble påvist å være mellom 3 og 5 meter, dvs at det maksimale volumet er forventet å være mellom 300 og 500 m³. På bakgrunn av dette anses estimatet på 500 m³ som en maksimal verdi for hva man kan forvente å finne, og det er liten usikkerhet knyttet til om mengden vaskerijord overstiger denne verdien. Mengden kan imidlertid være lavere.

6.3.4.3 Usikkerhet knyttet til å fange opp all radioaktiv forurensing

På bakgrunn av studier av tidligere rapporter angående Søveavfallet ble det foretatt undersøkelser i vaskeritomta som avdekket en mindre forekomst med radioaktivt avfall nord på vaskeritomta. Det er ingenting i de tilgjengelige rapportene som tilsier at det ligger andre lignende forekomster som ikke er avdekket. Usikkerheten knyttet til å fange opp all forurensing dreier seg derfor primært om to ting; hvordan kan man sikre seg at alt av det kjente radioaktive avfallet blir ryddet opp, og hvordan skal man identifisere og fjerne alle slagglumpene i avgangsdeponiet?

For å ta den første problemstillingen først, vil utgravingen av slagghaugen og vaskerijorda bli nøye overvåket ved bruk av egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale. Fortløpende vil lassene som lastes ut bli målt med egnet måleinstrument til påvisning av lav-radioaktivt materiale og håndholdt XRF, underveis vil det bli tatt stikkprøver som sendes til analyse hos akkreditert laboratorium for dokumentasjon.

I forkant av utgravingen vil det bli definert kriterier for hvilke masser som deponeres i sarkofagen og hvilke masser som blir transportert til andre egnede mottak. Etter hvert som massene som graves ut ikke lenger gir høye utslag vil det bli iverksatt et grundig prøvetakingsregime på den gjenværende grunnen. Det vil bli gått opp et finmasket rutenett der grunnen måles med eksempelvis egnet måleinstrument, og håndholdt XRF. Det vil også bli tatt stikkprøver av grunnen som sendes til akkreditert laboratorium for dokumentasjon av innholdet i grunnen.

Dersom det oppdages punkter der massene overstiger 1 Bq/g vil det graves ut til målinger viser at massene ikke inneholder radioaktivt avfall. På bakgrunn av det foreslåtte prøvetakingsregimet så anses usikkerheten knyttet til om alt det kjente radioaktive avfallet som akseptabel.

I forkant av oppstart med utgraving vil et lignende prøvetakingsregime bli iverksatt for å lokalisere slagglumper som ligger i avgangsdeponiet. Lokaliserte slagglumper vil bli markert med markør, og loggført med GPS-koordinat. Under utgraving vil disse slagglumpene graves ut og deponeres i sarkofagen. I etterkant av utgravingen vil det bli foretatt en ny runde med målinger for å

dokumentere at slagghklumpene er fjernet. I forbindelse med lokalisering av slagghklumpene er det forbundet en viss usikkerhet knyttet til at egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale kun vil plukke opp signal fra slagghklumper av en viss størrelse. Videre vil kun slagghklumper i og nær overflaten kunne identifiseres med de foreslåtte måleteknikkene. Denne usikkerheten lar seg ikke redusere uten store inngripende tiltak som å grave opp hele avgangsdeponiet, og vil derfor være med under utførelsen av tiltaket.

6.4 Dagens forurensingssituasjon

Basert på kunnskapsgrunnlaget som er beskrevet i teksten over konkluderes det med at dagens forurensingssituasjon er godt dokumentert. Slik situasjonen ser ut i dag er det tre forekomster med radioaktivt avfall som ligger igjen etter driften av Søve gruver, slagghaugen, vaskerijorda og forekomsten som er påvist nord i vaskeritomta. I pålegget om opprydning av det radioaktive avfallet fra DSA konkluderes det med at avfallet må sikres for å unngå skade til menneske og miljø. Området som er påvirket av driften etter Søve gruver er per dags dato regulert til LNF-formål, som innebærer at det radioaktive avfallet ligger åpent for allmennheten. Ulefoss Mekaniske sitt næringsareal ligger delvis på toppen av slagghaugen som vil si at de ansatte daglig risikerer å eksponeres for ekstern stråling fra Søve-avfallet.

6.5 Avbøtende tiltak

I et prosjekt som opprydningen og deponeringen av det radioaktive avfallet etter Søve gruver vil det være flere forhold som innebærer fare for eksponering for stråling. For å unngå og/eller redusere eksponeringen er det en rekke avbøtende tiltak som kan iverksettes. Disse vil være helt forskjellige avhengige av de ulike fasene av tiltaket. Dette fordi det er helt ulike oppgaver, usikkerheter, og risikoer forbundet med de ulike fasene. Likevel er det viktigste avbøtende tiltaket å sørge for at de ansatte involvert i utførelsen av tiltaket har gjennomgått et kurs i strålevern før oppstart av tiltaket. Under diskuteres andre tiltak som er relevant for de ulike fasene i prosjektet.

6.5.1 Grunnarbeid og etablering av sarkofagen

Det er særlig to problemstillinger knyttet til radioaktivt avfall som må adresseres i denne fasen av tiltaket:

- Unngå at forekomsten med radioaktivt avfall nord i vaskeritomta spres i forbindelse med grunnarbeid.
- Håndtering av sprengstein som overstiger 1 Bq/g samlet spesifikk aktivitet.

Drøftinger knyttet til håndtering av sprengstein er foretatt i kapittelet om gjennomføring av tiltaket (Kap. 5). Der er avbøtende tiltak foreslått som sørger for en trygg håndtering av massene med FDC som potensielt kan overstige grensen for radioaktivt avfall.

Den påviste forekomsten med radioaktivt avfall nord i vaskeritomta befinner seg rundt 5 meter fra det nordvestre hjørnet av sarkofagen. Det vurderes at det foreligger en risiko for spredning av det radioaktive avfallet i denne forekomsten med tanke på at det skal inn tungt maskineri, samt foregå sprengningsarbeid i nærheten. Det vurderes derfor som et hensiktsmessig tiltak å grave ut denne forekomsten i forkant av grunnarbeidet for å unngå risikoen for spredning av denne. Det radioaktive avfallet som graves ut i denne fasen vil dermed måtte mellomlagres før det kan deponeres i den

ferdigbygde sarkofagen. Et slikt mellomlager vil utformes i henhold til §25 i Strålevernforskriften, og vil kun benyttes i en kort periode til sarkofagen er klar til å ta imot det radioaktive avfallet. Dette tiltaket vurderes som både gjennomførbart og tilstrekkelig til å unngå mulighet for negative konsekvenser. Det legges til grunn at det er mulig å mellomlagre dette avfallet på riggområdet uten at det må gjennomføres noen egen risikovurdering eller søknadsprosedyre for dette.

6.5.2 Utgraving og deponering av det radioaktive avfallet

Under utgraving vil personell bli eksponert for ekstern stråling fra å være i nærheten av det radioaktive avfallet. Det vil også være mulighet for å bli eksponert via inhalasjon av radioaktive partikler i luft fra støv under utgraving. Strålevernstiltak vil derfor være en essensiell del av det forebyggende arbeidet knyttet til HMS. De mest vesentlige tiltakene knyttet til strålevern går ut på å redusere oppholdstid i nærhet ved strålevernskildene og bruk av P3-filter enten installert på kjøretøy eller via pustemasker for å redusere inhalasjonsdose. I sikkerhetsanalysen utformet av Kemakta så beregnes dosekonsekvens for personell etter implementering av disse tiltakene (Vedlegg 10). Konklusjonen fra denne beregningen er at doser til personell er på et akseptabelt nivå og anses som optimaliserte i henhold til ALARA-prinsippet.

6.5.3 Drift av sarkofagen i et langtidsperspektiv

Oppbevaring av det radioaktive avfallet i sarkofagen regnes som det avbøtende tiltaket for å varig sikre dette avfallet. I kapittel 5 konkluderes det at den forventede levetiden er minst 1000 år ved å utforme sarkofagen i henhold til anbefalinger fra Sintefs betongeksperter (Vedlegg 14). Denne forventede levetiden anses å kunne levere sikring i et langtidsperspektiv. Videre har Kemakta utarbeidet en sikkerhetsanalyse for sarkofagen, der blir det vurdert forventede dosekonsekvenser til allmennheten og biota (Vedlegg 10). Konklusjonen fra deres vurderinger er at sarkofagen er velegnet som tiltak for å varig sikre det radioaktive avfallet.

Det er beregnet konsekvenser dersom det skulle oppstå en lekkasje fra sarkofagen som følge av hull i bunnen av sarkofagen. Disse beregningene viser at konsekvensene er ytterst begrensede der den høyeste doseraten til ferskvanns- og terrestrisk økosystem er beregnet til henholdsvis 0,05 $\mu\text{Gy/h}$ og 0,08 $\mu\text{Gy/h}$. Disse doseratene er flere størrelsesordener lavere enn det generelle kriteriet for scenarier som krever nærmere undersøkelser av konsekvens på 10 $\mu\text{Gy/h}$. De årlige dosene for mennesker som følge av en slik utlekking er beregnet i det høyeste tilfellet til 0,0018 μSv , denne dosen er beregnet å inntreffe etter 5000 år. En slik årlig dose er flere størrelsesordener lavere enn kravet satt i Strålevernforskriften §6 fjerde ledd på 250 μSv . Fra denne utredningen konkluderes det dermed at sarkofagen vil ivareta krav om strålevern for biota og allmennheten.

Utover strålevernsfunksjon vurderes det også at sarkofagen ivaretar krav til fysisk sikkerhetsfunksjon. Det vil si at betongkonstruksjonen er tilstrekkelig til å sikre avfallet mot uønskede inntrenginger i sarkofagen. Det er beregnet dose ved to forskjellige scenarier for uønskede inntrenginger i sarkofagen, vist i Vedlegg 10. Disse beregningene baserer seg på mennesker involvert i å bryte forseglingen på sarkofagen, og for personer som bosetter seg ved sarkofagen etter at forseglingen er brutt. Dosene for disse kategoriene ble henholdsvis 1140 μSv og 1750 μSv . I henhold til IAEA's veileder er disse dosene akkurat innenfor intervallet (1000 – 20000 μSv) der ytterligere sikkerhetsfunksjoner bør vurderes. [21] På bakgrunn av sarkofagens robuste konstruksjon og at

beregningene er utført med konservative antakelser vurderes det at ingen ytterligere sikkerhetsfunksjoner er nødvendige.

Som vist over er sarkofagen utformet for å romme alt radioaktivt avfall på Søve med en lang levetid. Beregningene som er foretatt viser at strålevernskriteriene innfris uten ytterligere tiltak. Det er vurdert hvorvidt det er behov for ytterligere sikringer som gjerder, kameraovervåking, vakthold, sikringsvoller etc. Vurderingen er at dette vil være urimelig kostbart og uten å gi særlig stor nytteverdi.

Betongsarkofagen er den viktigste barrieren både mot at avfallet forurenses miljøet og menneskers helse, samtidig som den er den viktigste barrieren mot at mennesker gjør uønskede ting med avfallet. Det er utarbeidet en risiko- og sårbarhetsanalyse som vist i Kapittel 12 og Vedlegg 20. Denne analysen konkluderer med at planområdet med de foreslåtte tiltakene er lite sårbart. Og at det ikke er noe forhøyet sårbarhet ovenfor farene som er vurdert der.

6.6 Konsekvens

Dagens situasjon er at det radioaktive avfallet fra Søve gruver ligger usikret og tilgjengelig for allmennheten, for dyreliv og for utlekking til vannkilder. Det forventes at oppryddingen og den varige sikringen av dette radioaktive avfallet vil innebære en positiv konsekvens for området rundt Søve gruver. Sikkerhetsanalysen for det radioaktive avfallet konkluderer med at sarkofagen er en strålesikker løsning i et langtidsperspektiv. Det konkluderes dermed med at håndteringen av det radioaktive avfallet ved å deponere det i sarkofagen på vaskeritomta vil gi en stor positiv konsekvens. Det er observert høye verdier av uran i grunnvannet i avgangsdeponiet som kan stamme fra utlaking fra slagghaugen, men det har dessverre ikke latt seg dokumentere at slagghaugen er eneste kilde. Det kan dermed ikke dokumenteres per nå om fjerning av slagghaugen vil å stoppe utlaking fra det radioaktive avfallet. Grunnvannsbrønnene vil bli overvåket både under og etter gjennomføring av tiltaket, og det vil være mulig å konkludere i etterkant av tiltaket.

De avbøtende tiltakene som drøftes i Kapittel 6.5 vurderes alle til å være gjennomførbare. Det er ikke identifisert særlig konflikt mellom tiltaket og andre fagtema. Selve gjennomførelsen av tiltaket vil bli utført i henhold til omsøkt tillatelse etter Forurensingsloven og krav satt i Strålevernforskriften og Avfallsforskriften. Som vist i kapittel 5, er det noe fleksibilitet knyttet til gjennomføringen av tiltaket.

Basert på utredningen som er gjort ovenfor konkluderes det med at gjennomføringen av tiltaket vil ha tilstrekkelig effekt til å sørge for at det radioaktive avfallet vil kunne fjernes og varig sikres. Denne konklusjonen underbygges vesentlig av sikkerhetsanalysen som er utarbeidet av Kemakta, Vedlegg 10. I denne rapporten konkluderes det at utgravingen kan utføres på en strålesikker måte for personell involvert. Videre er sarkofagen vurdert til å være et velegnet tiltak for å varig sikre det radioaktive avfallet. Det konkluderes med at sarkofagen vil kun føre til neglisjerbare doser for allmennhet og biota, selv om det skulle gå hull på bunnen av sarkofagen som fører til utlekking av radionuklider til omgivelsene.

Det eksisterer en liten usikkerhet knyttet til å lokalisere eventuelle slagglumper i avgangsdeponiet som ikke ligger nære overflaten. Det forventes at stråling fra disse slagglumpene ikke lar detektere av egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale. Det er dermed en risiko for at eventuelle dypereleggende slagglumpene vil bli værende i avgangsdeponiet etter at tiltaket er

utført. Risikoen som disse slaggklumpene eventuelt utgjør anses som akseptabel, da dosebidrag anses som neglisjerbar fra slaggklumper som ikke kan detekteres med egnet instrument. Det vurderes også som lite formålstjenlig og kostnadseffektivt å lete etter mindre mengder slaggklumper man ikke vet om eksisterer.

6.7 Oppsummering

Tabell 8 viser konklusjonene knyttet til konsekvens som resultat av drøftingen i foregående kapittel. Konklusjonen av utredningen knyttet til det radioaktive avfallet er at utgravingen av de radioaktive massene kan foregå på en strålesikker måte der dosen for personell er optimalisert i henhold til ALARA-prinsippet. Videre anses sarkofagen som en trygg og varig løsning for sikring av det radioaktive avfallet, og det forventes en positiv konsekvens av å fjerne de radioaktive massene. Selv om det eksisterer en mulighet for at det forekommer dypereliggende slaggklumper som vil ligge igjen etter gjennomført tiltak, anses risikoen som disse utgjør som akseptabel.

Tabell 8 Oversikt over konsekvensvurdering knyttet til det radioaktive avfallet.

Kriterier	Beskrivelse	0-alternativet	Tiltaket
Endring i risiko ved planalternativet, sammenlignet med 0-alternativet	Overordnet endring i risiko	Noe negativ konsekvens (1-)	Stor positiv konsekvens (3+)
	Hvor havner forurensningen som håndteres i plantiltaket?	Noe negativ konsekvens (1-)	Stor positiv konsekvens (3+)
	Dersom det er syredannende bergarter i planområdet, hvordan håndteres dette?	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
	Endring i spredning fra forurenset grunn til nærliggende vannforekomst (endring i tilstand i vann)	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
Usikkerhet knyttet til gjennomføring av planalternativet	Knyttet til gjennomføring av planlagte avbøtende tiltak: - lar de avbøtende tiltakene seg gjennomføre? - kan dette komme i konflikt med andre fagtema?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Knyttet til fremtidig vurdering og nødvendig aksept fra forurensningsmyndigheten	Ubetydelig konsekvens (0)	Stor positiv konsekvens (3+)
Restrisiko ved planalternativet	Vil avbøtende tiltak ha tilstrekkelig effekt? Vil risiko ved resterende forurensning i planalternativet være akseptabel?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

7 Konsekvenser for naturmangfold

7.1 Innledende informasjon og avgrensinger

I plan- og utredningsprogrammet for konsekvensutredningen er det beskrevet behov for kartlegging av naturmangfold i tiltaksområdet før beslutninger om igangsetting av oppryddingen. Det kan virke underlig at man må utrede negative konsekvenser ved å rydde opp i et miljøproblem, men konsekvenser for naturmangfold omhandler mange elementer. Naturmiljøet rundt deponiet på Søve har utviklet seg gjennom de siste 60 årene, og denne utredningen har til hensikt å vurdere hvordan etablering av deponi og midlertidig anleggsarbeid vil påvirke på kort og lang sikt.

For å kunne fjerne det radioaktive avfallet må det felles trær og anlegges en midlertid anleggsvei i et sumpete område. Det blir bygget en stor betongkasse der det i dag er trær og undervegetasjon. Den positive miljøeffekten av å fjerne radioaktivt avfall og miljøgifter er betydelig. Likevel kan for eksempel påvirkning av enkelte arter som blir berørt av utgraving og sarkofagbygging bli negativ. Det er kun disse negative aspektene som beskrives nærmere i dette kapitlet, samtidig som vi foreslår avbøtende tiltak for å minimere disse.

Følgende kartleggingsbehov og konsekvenser er beskrevet:

- *Arter – Kartlegging av sårbart og rødlistet biologisk mangfold. Kartlegge biologisk mangfold med hensikt å hensynta dette i forbindelse med tiltaket. Metode: Fysisk observasjon i felt.*
- *Arter – Kartlegging av invaderende og sortlistet biologisk mangfold. Kartlegge biologisk mangfold med hensikt å hensynta dette i forbindelse med tiltaket. Metode: Fysisk observasjon i felt*

Denne konsekvensutredningen baserer seg på en kombinasjon av eksisterende data og supplerende ny kartlegging i form av feltarbeid, jamfør Vedlegg 13.

Arbeidet baserer seg på Miljødirektoratets veileder M- 1941 [22], [23] som konkretiserer hva en konsekvensutredning av naturmangfold skal inneholde. Arbeidet følger veilederen i den utstrekning det er relevant for dette området og disse naturtypene.

7.1.1 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket beskrives i kapittel 5.

Oppryddingen av avfallet etter Søve gruver vil nødvendigvis være en inngripen i naturmiljøet der avfallet graves ut. Etableringen av en varig betongkonstruksjon vil endre naturmiljøet på sin lokalitet permanent. Hensikten med konsekvensutredningen for naturmangfold er å avdekke om det finnes viktig biologisk mangfold innenfor planområdet, redusere eventuelle negative virkninger av tiltaket og unngå spredning av fremmede skadelige arter.

For biologisk mangfold er geologien, landskapet og tidligere menneskelig påvirkning viktig. Tiltaksområdet er i hovedsak en ravinedal med ung skog. Gamle flyfoto viser at området var tilnærmet avskoget og snaubeitet da gruvedriften ble påbegynt. I gruvens driftsperiode ble landskapet omfattende endret ved utsprenging av fjell, nedbygging og utfylling av avgangsmasser. Vegetasjonen som nå preger tiltaksområdet har vokst opp etter at driften ble avsluttet i 1965. Det

har i deler av området vært landbruk over lengre tid. Området har vært brukt som friluftsområde og det er registrert at det i det siste året har blitt hogd skog i deler av tiltaksområdet. Planområdet i sin helhet må beskrives som sterkt påvirket av menneskelig aktivitet over lang tid.

7.1.2 Nullalternativet

Nullalternativet vil innebære at det radioaktive avfallet blir liggende slik det er uten ytterligere tiltak for å redusere konsekvenser.

For naturområdene vil nullalternativet innebære en fri utvikling, med et suksesjonsforløp mot naturlige økosystemer av skogsmark.

Som beskrevet i kapittel 6 vil et nullalternativ innebærer betydelige risikoer forbundet med eksponering av mennesker og miljø for stråling og radionuklider. I en rapport utarbeidet av NGI konkluderes det med at ekstern dose fra det radioaktive avfallet kan komme opp i 15,5 mSv/år for individ som oppholder seg i nærheten av avfallet 5 timer om dagen i ett år. Det er en relativt høy dose, ca. 33 ganger høyere enn gjennomsnittet i Norge. Hvordan dette påvirker dyr og planteliv vet vi lite om.

Som beskrevet i kapittel 8 forekommer forurensningsstoffer som arsen, bly og sink sammen med den radioaktive forurensningen i området. I tillegg vet vi at deponiene inneholder husholdningsavfall og det er også sannsynlig at det forekommer annen ukjent forurensning.

Dersom tiltaksområdet ikke ryddes opp, vil naturlige prosesser som nedbør over tid føre til gradvis utlekking av forurensningene til omgivelsene og videre til resipienten Norsjø. Omfanget av en slik utlekking vil være avhengig av værforhold, nedbørsmengder og flomhendelser. Perioder med hyppigere nedbør eller flom vil kunne øke utlekkingen til resipienten Norsjø.

7.1.3 Avgrensning av influensområde

Influensområdet varierer for ulike kategorier av naturmangfold. For naturtypelokaliteter på land er det ofte begrenset påvirkning i de områdene som ikke direkte blir påvirket av tekniske inngrep eller arealbeslag.

For å vurdere påvirkning av influensområde for vilt, fugl og vannmiljø må de lokale forholdene og artene vurderes. Størrelsen på influensområdet vil vurderes ut fra topografi, det aktuelle tiltaket, samt aksjonsradius til hver enkelt art.

I denne utredningen vurderes influensområdet å samsvare med grensa for planområdet og tiltaksområdet, med unntak av for fugl og pattedyr, der forstyrrelser i anleggsfasen kan ha påvirkning i et større område.

7.1.4 Avgrensning til andre temaer i dokumentet

For mer informasjon om historien til området, omfanget av forurensningene og bakgrunnen for dette prosjektet, henvises det til kapittel 1 og 2. I kapittel 2 er geologien og bakgrunnen for gruvedriften beskrevet.

Det vises til kapittel 3 for beskrivelse av planområdet og tiltaksområdet. Kapittel 5 beskriver tiltaket, som består av opprydding og etablering av en sarkofag for sikring av avfallet.

Planter, fugler og dyr som oppholder seg i tiltaksområdet over tid vil kunne eksponeres for forhøyet dose av radioaktivitet, i hovedsak gjennom at radionuklider tas opp i næringskjeden. Det er tidligere tatt prøver av innholdet av radionuklider i vegetasjon som mose og bregner. I tillegg har Bergfald Miljørådgivere tatt prøver av trær i tiltaksområdet. Påvirkning fra det radioaktive avfallet dekkes i kapittel 6. I det kapittelet er det foretatt beregninger knyttet til om driften av sarkofagen ventes å ha negative effekter på biota i området.

Det er ikke analysert innhold av andre miljøgifter i biota, men det er grunn til å forvente at forekomstene av eksempelvis bly i deler av de forurensede massene vil kunne gjenfinnes som forhøyet innhold av bly også i noe biota. Blynivåene i bakken i vaskerijord og vaskeritomta er på konsentrasjonsnivåer som kan få konsekvenser for planterøtter. Dette beskrives nærmere i kapittel 8, og vil bli omtalt under arter i dette kapitlet.

I dette kapitlet utredes terrestrisk naturmangfold, mens arter og naturtyper knyttet til ferskvann omtales i kapittel 9 om utredningen for vannmiljø og naturmangfold i vann.

7.1.5 Temaer innen naturmangfold som skal utredes

Temaet naturmangfold er i Miljødirektoratets veileder (M-1941) delt inn i fem kategorier: *verneområder, naturtyper, arter, landskapsøkologiske sammenhenger og geologisk mangfold*.

I dette kapitlet vil de første fire temaene bli vurdert, mens geologisk mangfold beskrives i kapittel 2. Tiltaksområdet er i ytterkant av det geologisk unike Fensfeltet og den tidligere gruvedriften har vært basert på denne unike geologien.

7.1.6 Faglig kompetanse

Sommeren 2024 ble Ecofact engasjert til å kartlegge naturmangfold. [24] Ecofact er et av Norges sterkeste fagmiljøer på naturmangfold med en solid referanseliste.

Følgende fagpersoner i Ecofact har gjennomført kartleggingen:

- **Pernille Fritheim** (registrering av naturtyper og arter). Pernille har mastergrad i naturforvaltning fra NMBU, uteksaminert i 2023. Hun har jobbet med kartlegging av naturtyper og rødlistearter, og har spesialkompetanse på sopp.
- **Sigrid Skrivervik Bruvoll** (registrering av naturtyper og arter) ble uteksaminert fra Universitetet i Bergen i 2016, med mastergrad i økologi. Hun har ti års erfaring med kartlegging av biologisk mangfold, og spesialkompetanse på moser.
- **Toralf Tysse** (registrering av fugl). Toralf har arbeidet som økolog i nærmere 50 år, og har spesialkompetanse på fugl. I tillegg har Ecofact innhentet opplysninger fra **Rune Solvang** (lokal fuglekyndig).

7.2 Kunnskapsgrunnlag

Kunnskapsgrunnlaget baserer seg på eksisterende data i form av tilgjengelige databaser, samt feltarbeid for å kartlegge naturmangfoldet ved Søve utført høsten 2024 og våren 2025. I tillegg er det gjennomført et omfattende kartleggingsprogram for jord og vann, samt det er tatt kjerneprøver fra trær. Alt dette ligger som grunnlag for vurderingene.

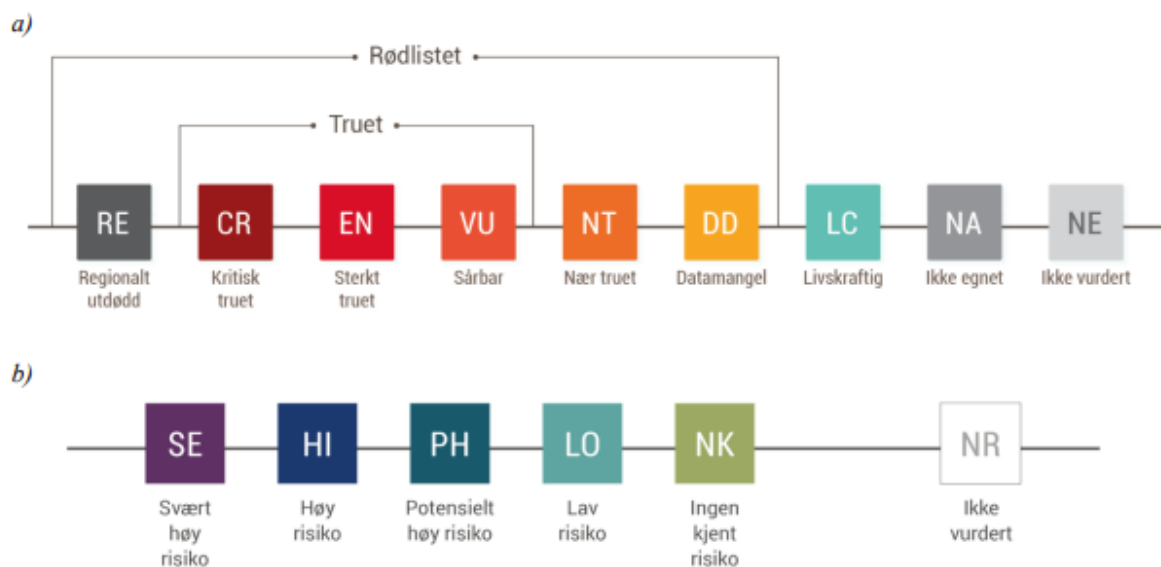
7.2.1 Eksisterende data

Offentlige databaser er benyttet for å sammenstille eksisterende informasjon. Dette gjelder primært Artsdatabankens tjenester; artskart og økologiske grunnkart, samt Miljødirektoratets kartløsning; Naturbase. [25] Statsforvalteren er kontaktet for å få tilgang til eventuelle skjermede opplysninger (eksempelvis lokaliteter med rovfugl).

7.2.2 Ny kartlegging

Ecofact gjennomførte supplerende feltkartlegging av naturtyper og vegetasjon 05.08.2024 og 17.06.2025, og av fugl 12.-13.5 2025. Resultatet av denne kartleggingen er rapporten vist i Vedlegg 13. Kartleggingene er gjennomført på forskjellige tidspunkt i vekstsesongen for planter, og innenfor perioden hvor trekkfugl oppholder seg i området. Dette for å sikre så komplett datagrunnlag som mulig.

Rødlistede og fremmede arter er kartlagt og kategorisert etter hhv. Rødlista [26] og Fremmedartslista [27] Jfr. Figur 28. Ecofact kommer til å gjøre artsregistreringer av rødlistede og fremmede arter tilgjengelig på artsdatabanken.no innen utgangen av 2025.



Figur 28 Rødlistekategorier (a) og fremmedartskategorier (b) hentet fra hhv. Rødlista og Fremmedartslista (Artsdatabanken, 2021; Artsdatabanken, 2023)

Naturtyper ble kategorisert etter Kartleggingsinstruksen NiN2 - M-2209 (2024). Naturtyper i utredningsområdet ble registrert dersom kriterier var oppfylt. Registreringene vil bli tilgjengelige i offentlige databaser, deriblant www.naturbase.no og www.økologiskegrunnkart.no.

Funksjonsområder for fugl og annet vilt er også vurdert. Artskartlegging er komplekst og ressurskrevende, og en vil aldri klare å få en total oversikt innenfor praktiske rammer. Det er derfor i dette arbeidet vektlagt å identifisere livsmiljøer med potensiale for rødlistearter med bruk av generell økologisk kompetanse.

Miljødirektoratets håndbok M-1941 fastsetter kriterier for verdisetting (vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er) av forekomster. Håndboka har definert kriterier innen 4 verdikategorier: *Noe verdi*, *Middels verdi*, *Stor verdi* og *Svært stor verdi* – med glidende overganger mellom

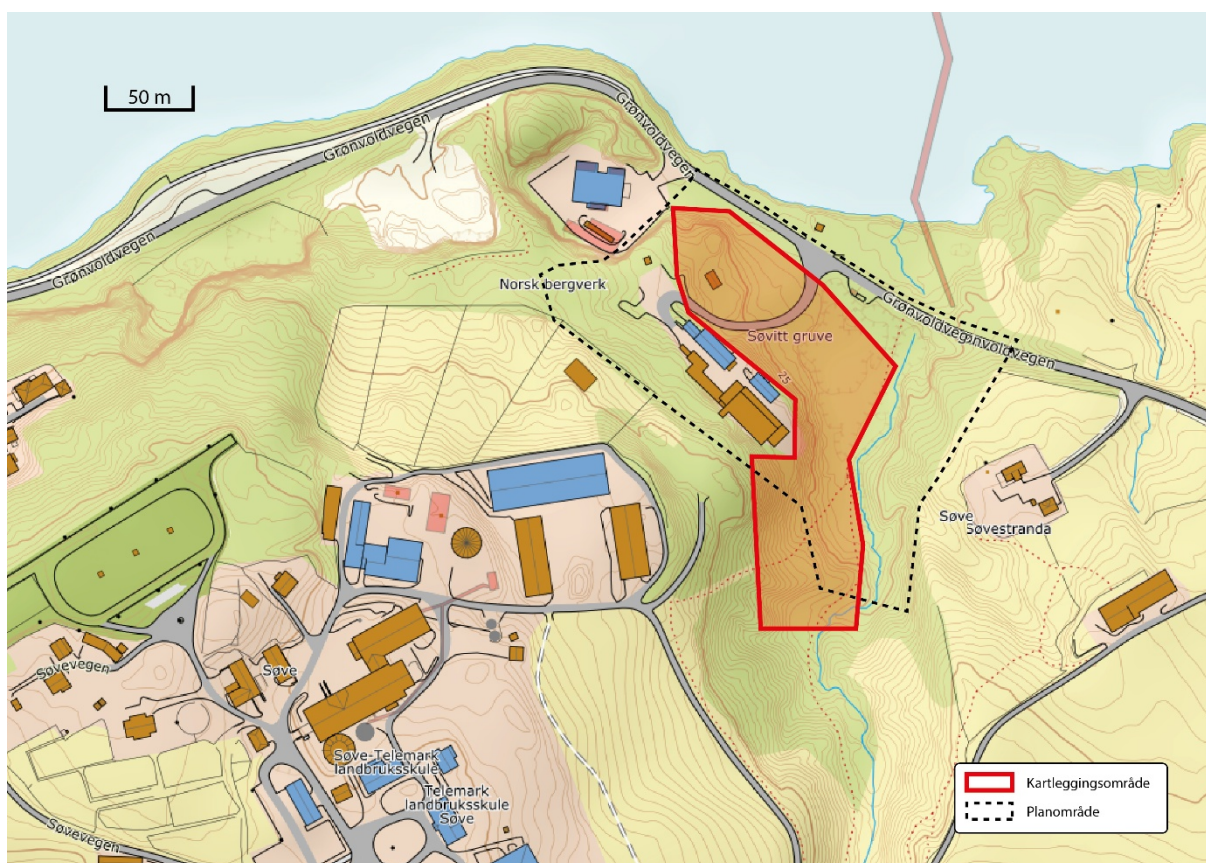
verdikategoriene. De forekomstene som ikke tilfredsstiller noen kategori vurderes å ha «Ubetydelig verdi».

7.2.2.1 Kartleggingsareal og inndeling i delområder

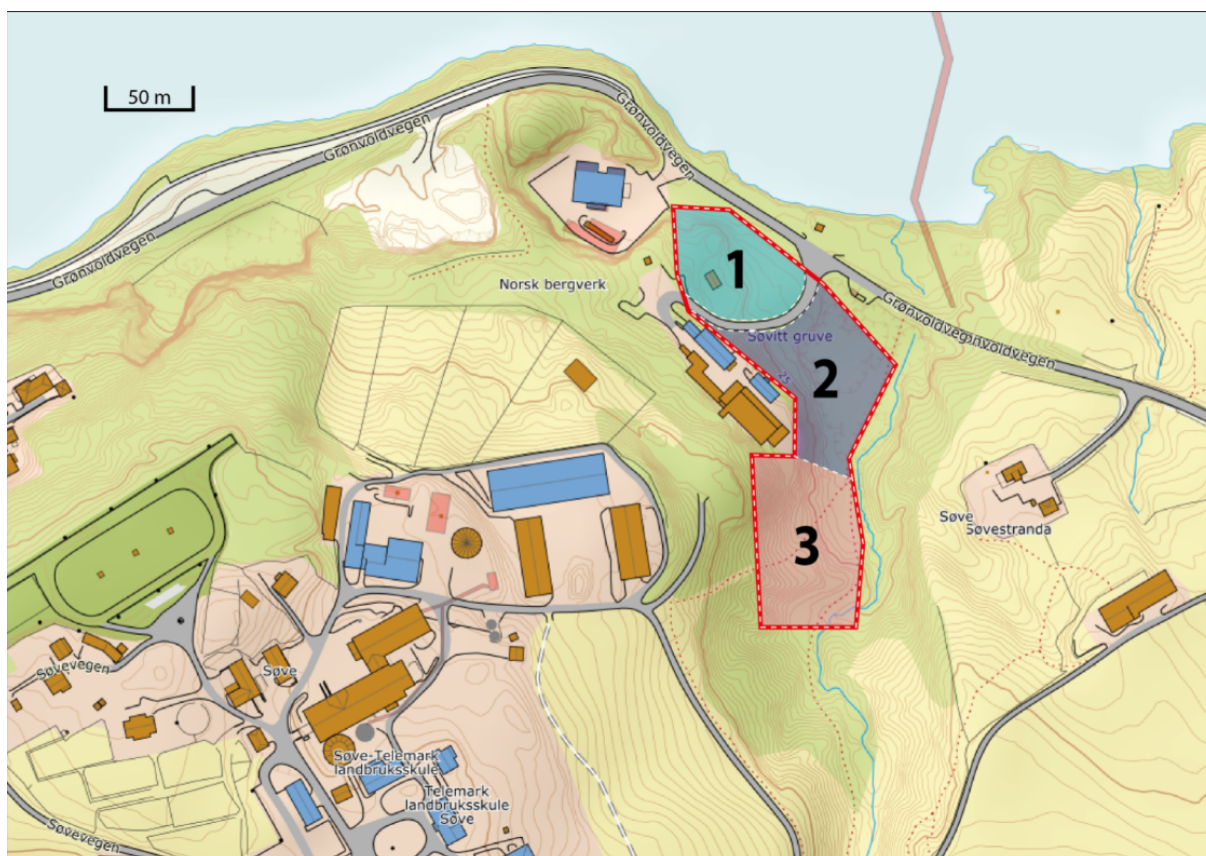
Kartleggingen av naturmangfold ble startet opp raskt etter at prosjektet var igangsatt sommeren 2024 og før planområdet og tiltaksområdet var endelig definert. Hensikten var å sikre kartlegging av karplanter før høsten kom og forsøke å kartlegge trekkfugler før de var fløyet.

Senere arbeid i prosjektet har justert plan- og tiltaksområdet noe, slik at kartet som lå til grunn for det første kartleggingsoppdraget avviker noe fra dagens plan. Forskjellene er imidlertid begrensede, og uten vesentlig betydning for vurdering av området.

Figur 29 viser området som ble kartlagt høsten 2024 (markert med rødt). Delområdene 1, 2 og 3 i Figur 30 er definert for å kommunisere presentasjonen av undersøkelser og vurderinger på en bedre måte.



Figur 29 Område markert med rødt er undersøkt av Ecofact. (Ecofact / Bergfald Miljørådgivere)



Figur 30 Delområde 1,2 og 3 er henvist i teksten. (Ecofact / Bergfald Miljørådgivere)

Planområdet ble senere definert for å sikre stort nok areal for alternativvurderinger av lokalisering av sarkofagen og annen infrastruktur. Tiltaksområdet ble definert på bakgrunn av avgrensning av prøvetakingsprogrammet for jord og vann. Som det vil fremkomme av figurer og kart har Ecofact for enkelte temaer gått utenfor det markerte området i sine registreringer og dermed likevel kartlagt hele det aktuelle influensområdet for biologisk mangfold.

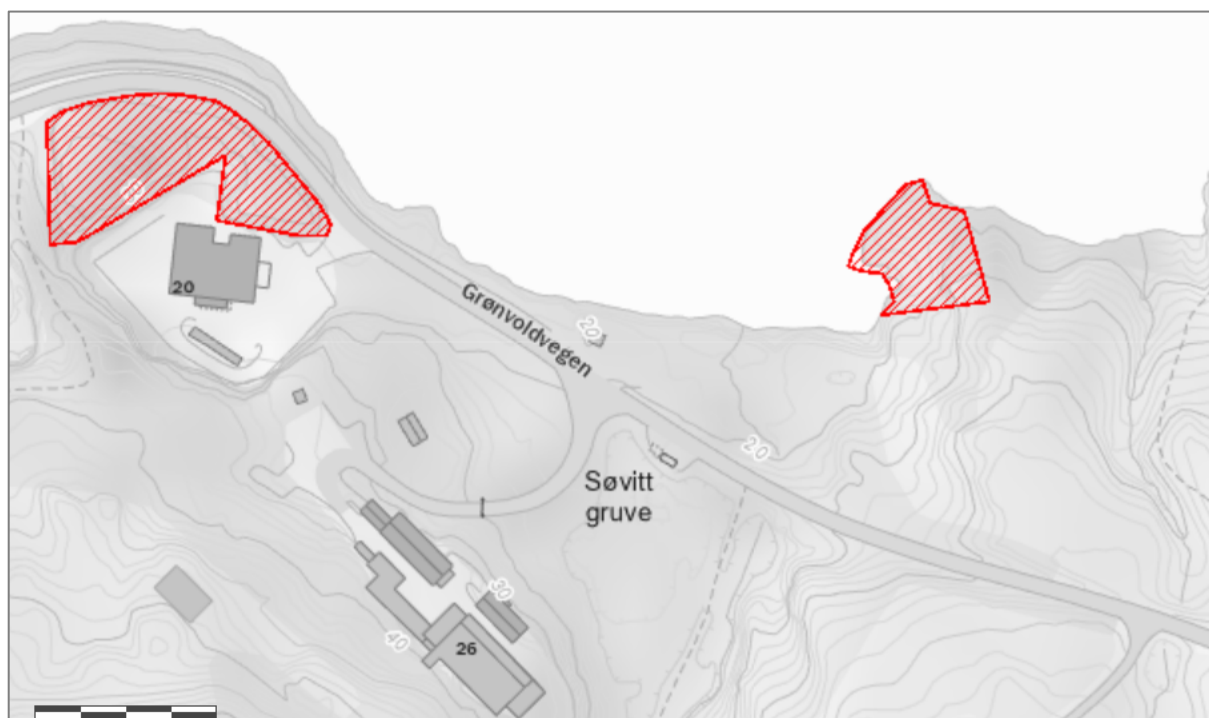
7.3 Verdisetting

Basert på kunnskapsgrunnlaget som ble beskrevet over er det satt verdi for de ulike registreringskategoriene i henhold til kriteriene i Miljødirektoratets veileder M-1941.

7.3.1 Verneområder

Det er to verneområder i nærheten av tiltaksområdet, Cappelen-bruddet naturminne og Simonsodden naturminne (Figur 31).

Formålet med fredningen er å verne en geologisk lokalitet av nasjonal og internasjonal verdi for forskning, undervisning og informasjon om bergarter og prosesser knyttet til dannelsen av Fensfeltet. Alle inngrep er forbudt.



Figur 31 Verneområder, viktige geologiske forekomster. (Naturbase)

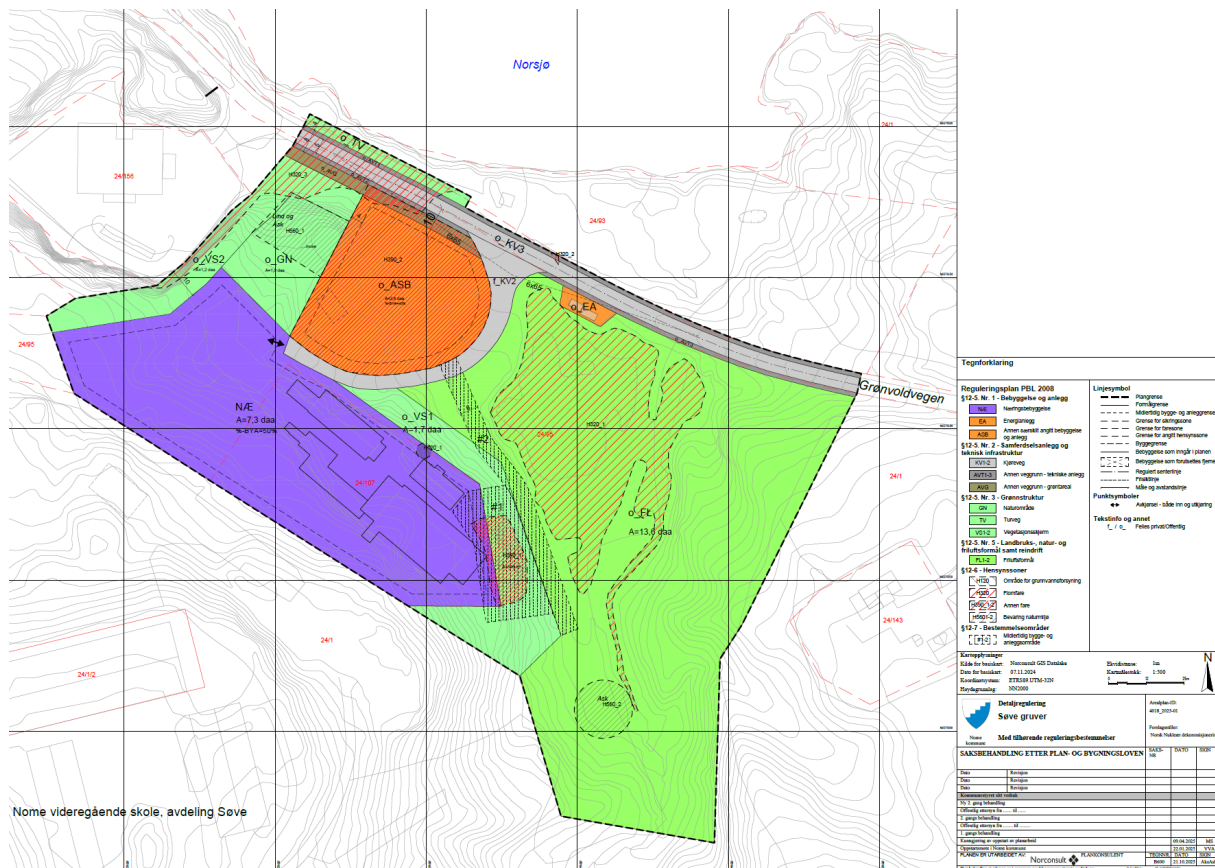
Figur 32 viser foreløpig planskisse for reguleringsplanen. Hverken planområdet eller tiltaksområdet overlapper noen av disse verneområdene, og selve tiltaket vil ikke bryte med formålet med vernet. Ingen områder innenfor planområdet eller tiltaksområdet er foreslått eller planlagt vernet til andre formål.

Oppryddingen av det radioaktive avfallet vil dermed ikke gripe inn i noen av disse verneområdene. Tvert imot vil byggingen av sarkofagen gi en mulighet for å fremme mer informasjon om disse verneområdene.

I forbindelse med plan- og utredningsprogrammet ble data fra Naturbase [25] presentert. I verneområdet Simonodden er det registrert to plantearter av forvaltningsmessig interesse, trefingersildre og alm. Begge er regnet som truet. Det er også registrert to sopparter av forvaltningsmessig interesse, korallkjuke som er truet og furustokkkjuke som er nær truet.

Verdi

Disse verneområdene har i henhold til veilederen *Svært stor verdi*. Ingen av disse forekomstene vil påvirkes av tiltaket.



Figur 32 Foreløpig planskisse. Planområdet. (Norconsult Norge AS)

7.3.2 Naturtyper

Det er ikke tidligere kartlagt naturtyper innenfor planområdet. En slik kartlegging ble derfor lagt inn som en del av plan- og utredningsprogrammet. For å ha best mulig dekning av årstidsvariasjoner ble arbeidet igangsatt før plan- og utredningsprogrammet ble endelig vedtatt. Dette fordi det var åpenbart at kartlegging måtte gjennomføres og tidsvinduerne var knappe. Miljødirektoratets kartleggingsinstruks (M-2209) ble benyttet.

Som beskrevet i de innledende kapitlene i denne konsekvensutredningen er tiltaket lokalisert i en ravine som er sterkt preget av landbruk og industri. Figur 33 er et flyfoto fra 1948, før gruen ble startet, og viser et område som var avskoget og snaubeitet av landbruk. Det meste av planområdet var inntil andre verdenskrig eid og disponert av landbruksskolen og ble drevet intensivt.



Figur 33 Flyfoto fra 1948. (Widerøes Flyveselskap AS)



Figur 34 Flyfoto fra 1967. (Ortofoto 1967)

Figur 34 er et flyfoto fra 1967, altså etter at gruvedriften er innstilt. Det viser et område dels nedbygd, og dels sterkt preget av avgangsmasser og deponier. Til tross for dette viser bildene fra 1967 flere trær enn da området var disponert av landbruk. I deler av området var det allerede antydning til skogdannelse. Deler av bygningsmassen ble revet på slutten av 70-tallet/starten av 80-

tallet og bortsett fra en begrenset aktivitet rundt bygningene til Ulefoss Mekaniske (det tidligere smelteverket og kontorbygget til Søve gruver), har området fått anledning til å reetablere ny natur.

Totalvurderingen er dermed at dagens naturmiljøer er unge økosystemer som ikke kvalifiserer som naturtyper av skogmark etter Miljødirektoratets kartleggingsinstruks. Ecofacts vurdering er at arealene er i gjenvekstsuksesjon mot naturlig skogsmark. I delområde 2 (Figur 30) har suksesjonen gått svært raskt, sannsynligvis på grunn av næringsrike masser med høy markfuktighet.

Kombinasjonen av fosforrike avgangsmasser, tilsig av nitratholdig vann fra det intensive jordbruket oppstrøms og konstant fuktighet, har gitt gode vekstforhold. Tresjiktet domineres av gråor, som er et rasktvoksende treslag. Tresjiktet har derfor gått en hel tregenerasjon, med medfølgende produksjon av dødvedelementer. Den fuktige, til dels forsumpede marken har ført til rask nedbrytning av dødvedelementer og dermed noe variasjon også i nedbrytningsstadier. Ecofact påpeker at det mangler fremdeles flere naturlige skogsmarkselementer, som aldersgradient og sjiktning, naturlig foryngelse, frøbank, naturlig artssammensetning i feltsjiktet og livsmedier knyttet til gamle, grove trær.

Ecofact klassifiseres derfor det meste av det kartlagte arealet i dag som NiN-kategorien *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke* (T35) i henhold til NiN 2.

Arealet har imidlertid viktige verdier for biologisk mangfold, og hvis området blir liggende uberørt vil det på relativt kort sikt falle inn under forskjellige naturtyper:

- Delområde 1 vil bli til lågurtskog. Med furu i tresjiktet, er dette ikke en viktig naturtype etter Miljødirektoratets instruks.
- De flate partiene i delområde 2 vil på relativt kort sikt utvikles til rik gråor sumpskog, som er en viktig naturtype med sentral økosystemfunksjon. Skråningen der det planlegges uttak av radioaktivt slagg, vil bli til lågurtskog. Med dominans av boreale løvtrær i tresjiktet, vil arealet ikke kvalifisere som viktig naturtype.
- Delområde 3 består hovedsakelig av gjødslet beitemark, og vil sannsynligvis bestå som dette.

Verdi

Naturtypen *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke* (T35) klassifiseres til å ha *Noe verdi*.

7.3.3 Arter og økologiske funksjonsområder

7.3.3.1 Vegetasjon og sopp

Planområdet består av svært forskjellige naturtyper, og beskrivelsene fra kartleggingen av artene er derfor delt inn i tre mindre områder, jfr. Figur 30.

Delområde 1 (Nordvest /sarkofagområdet)

Som beskrevet i tidligere kapitler i denne konsekvensutredningen er dette delområdet preget av rester etter gruvedriften og avviklingen av denne for snart 60 år siden. Løsmassene består av avfall, avgang, slam, andre løsmasser, søppel, stein og rivningsmaterialer. En fjellknaus stikker opp mellom sarkofagområdet og Cappelenbruddet. Denne vil ikke bli påvirket av utbyggingen, jfr. Figur 32.

I dette delområdet er det registrert noen hovedtrekk:

- Tresjiktet domineres av furu. I tillegg er det gråor, bjørk og selje – og noe rogn og gran.
- I feltsjikt ble det registrert trollbær, engsoleie, bringebær, skvallerkål, teiebær, blåklomme, gullris og skogbukne.
- Bunnsjiktet domineres av storkransmose og etasjemose – ellers lite bunnvegetasjon.

I området opp mot Ulefoss Mekaniske verksted (Grønvoldvegen 26) har det vært foretatt hogst i nyere tid. Her finnes firblad, skvallerkål og løvetann i tillegg til en stor forekomst av den svartlistede arten kanadagullris. Området er klassifisert i henhold til NiN *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35)*. Arealet kvalifiserer ikke som viktig naturtype.

Nordvest for sarkofagområdet ligger det en kolle. Kartleggingen viser en svært rik moseflora av kalkkrevende arter. I bakkant av denne haugen finnes store seljer i slutten av sitt livsløp, hele døde trær og i busksjiktet finnes den kalkkrevende arten berberis, samt en forekomst av fremmedarten rødhyll. I NiN systemet faller delområdet inn under T4-C-7, *bærlyng lågurtskog*. Arealet kvalifiserer ikke som viktig naturtype.

Delområde 2: Søndre del av avgangsdeponiet.

Under gruvedriften ble dette området brukt som avgangsdeponi. Området er preget av kalkrike sandmasser. Skråningen opp mot Ulefoss Mekaniske verksted er preget av sprengstein med overfyllingsmasser.

Kartlegging av dette området viser:

- I tresjiktet finnes gråor, selje, pil, spisslønn og mindre arealer med gran. Det finnes rødlistede arter som ask, alm og lind i buskform og små trær. I skråningen opp mot Ulefoss mekaniske verksted er det registrert bjørk, furu, selje, hassel, osp og rogn.
- I busksjiktet er det registrert humle og korsved.
- I feltsjiktet er det registrert skogsivaks, breiflangre, fredløs, maigull, vendelrot, mjødurt, trollbær, skvallerkål, vasshøymol, blodtopp, klourt, kratthumleblom, slyngsøtvier, engsnelle, bringebær og skogsvinerot.
- I bunnsjiktet er det funnet vanlige mosearter som fagermoser, storlundmose og vårmose.

I NiN systemet faller delområdet 2 inn under *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35)*. Arealet kvalifiserer ikke som viktig naturtype.

Kartleggingen av dette området viser at selv etter flere hundre år med intensiv landbruksdrift og full avskoging etterfulgt av noen få tiår med gruvedrift så har naturen raskt reetablert fungerende systemer. Selv om området fortsatt mangler noen av de strukturene som kjennetegner eldre naturskog – som tydelig aldersgradient, sjiktet treslagssammensetning og naturlig foryngelse over flere generasjoner, viser det klare tegn til økologisk funksjon og høy naturverdi. Dette områdets åpenbare evne til rask utvikling gjør det også sannsynlig at mindre inngrep som etablering av

midlertidig anleggsvei og utgraving av forurensede masser kun vil føre til noe forringelse. Etter fullført opprydding vil trolig revegetering gå raskt i dette området.

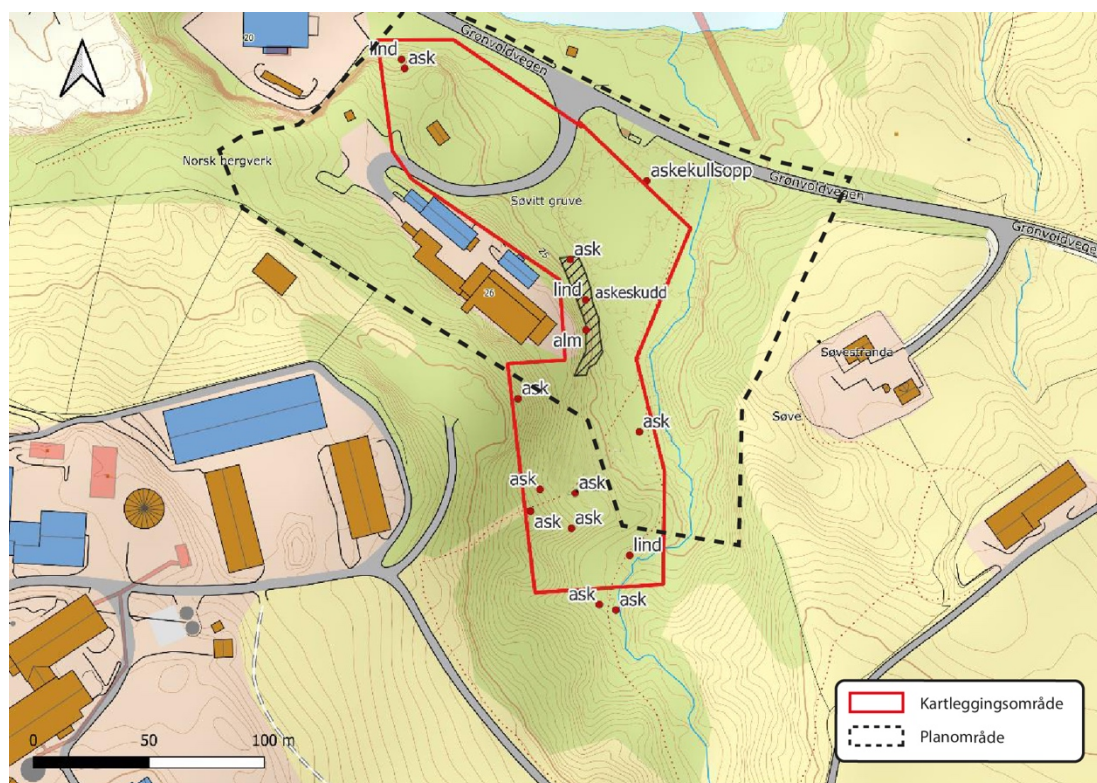
Delområde 3: Innover i ravine

I den mest aktive gruvetiden, mot slutten av Søve gruvers drift – strakk avgangsdammen seg et godt stykke sydover i terrenget. Ravinen preges derfor av et relativt flatt bunnparti bestående av finkornede sandmasser. Disse løsmassene viser et karakteristisk preg av tidligere avgangsmasser. Området preges også av skråninger med sprengstein fra dels røskedrift på 40-tallet og dels fra fjellhyllen som ble sprengt ut for å gi plass til det tidligere smelteverket – bygget som i dag brukes av Ulefoss Mekaniske verksted. I tillegg er området primært påvirket av landbruk.

Kartleggingen av dette området viser:

- I tresjiktet dominerer bjørk, gråor og gran. I tillegg finnes noe ask og lind.
- Feltsjiktet er gjødselspreget, med arter som brennesle, krushøymol, engsoleie, tveskjeggveronica, mjølke og hvitkløver.
- Det er også funnet rødlistet askekullsopp på dødved av ask. Denne er rødlistet på grunn av tilbakegang av vertstreet ask.

I NiN systemet faller delområdet 3 inn under *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35)*. Arealet kvalifiserer ikke som viktig naturtype.



Figur 35 Rødlistede planter (og sopp) registrert i planområdet. Samtlige rødlistede treslag var oppslag/unge, og ingen gamle trær ble observert. (Ecofact)

Verdi

Med grunnlag i kriteriene i håndbok M-1941 har Ecofact vurdert de aktuelle funksjonsområdene (for eksempel beiteområder, leveområder, hekkeområder mm) for rødlistede arter til å ha **Middels og Stor verdi** (Tabell 9).

Tabell 9 Funn av forvaltningsmessig rødlistearter av karplanter og sopp i og ved planområdet. Verdien er basert på kriteriene i håndbok M-1941, og gjelder artenes funksjonsområder

Art	Rødlistestatus	Verdi	Kommentar
Ask	Sterkt truet (EN)	Stor	Spredte forekomster i arealet sør for Grønvoldvegen. Mest busker, og noen små trær. Arten er regionalt vanlig, men rødlistet på grunn av en rask bestandsnedgang som følge av soppsykdommen askeskuddsyken.
Alm	Sterkt truet (EN)	Stor	Spredte forekomster i arealet, hovedsakelig busker, og ett lite tre sør for Grønvoldvegen. Arten er regionalt vanlig, men rødlistet på grunn av en rask bestandsnedgang som følge av sykdommen almesyke, en soppsykdom som spres med barkbiller.
Lind	Nær truet (NT)	Middels	Spredte forekomster av busker og småtrær i arealet sør for Grønvoldvegen. Arten er regionalt vanlig, men rødlistet på grunn av en moderat bestandsnedgang som følge av redusert naturlig rekruttering og negativ habitatpåvirkning.
Askekullsopp	Nær truet (NT)	Middels	En forekomst registrert rett utenfor tiltaksområdet, sør for Grønvoldvegen. Rødlistet grunnet tilbakegang av vertstreet ask.

7.3.3.2 Insekter

De gode vekstbetingelsene for trær og andre planter gir også planområdet gode levevilkår for insekter, både i form av stort antall arter – og stort antall individer.

Tilstedeværelsen av både stående og liggende død ved i ulike nedbrytningsstadier gir leveområder for mange vedboende insekter, som biller, fluer, veps og sommerfugllarver. Slike strukturer er avgjørende for insektfaunaen i naturlige skoger, og bidrar også til den økologiske dynamikken som på sikt fremmer et mer stabilt skogøkosystem. Den forsumpede karakteren i deler av området, samt to åpne vannspeil, gir opphav til et fuktig mikroklima med høy produksjon av organiske materialer og spesialiserte insektgrupper. Dette inkluderer blant annet vårflyer, mygg, knott og vannlevende arter, som ofte mangler i mer tørrlagte skogtyper. Fuktig jord og leire og råtnende plantematerialer gir også livsgrunnlag for jordboende virvelløse dyr. Videre er karplantefloraen rik og variert i alle sjikt. Slike plantekomplekser gir både skjul og matkilder for pollinerende insekter, som bier og sommerfugler, samt vertsplanter for spesialiserte larver og andre planteetere.

7.3.3.3 Fugl

Det høye nivået av insekter bidrar også til et rikt artsmangfold av fugler. Spesielt i hekkesesongen er insekter avgjørende som næringskilde for både voksne fugler og fuglunger.

Som beskrevet i plan- og utredningsprogrammet er det i Naturbase [25] registrert mange fugler i tiltaksområdet av forvaltningsmessig interesse, både innen gruppen truet art, nær truet art og spesielt hensynskrevende arter. Dette gjelder:

Truet art: Vaktel, Gulspurv, Grønnfink, Kornkråke, Vipe, Åkerrikse, Lappspurv, Hønsehauk, Fiskemåke, Storspove og Hettemåke.

Nær truet art: Tyrkerdue, Stær, Heilo, Sanglerke, Rosenfink, Taksvale, Tårnseiler, Lerkefalk, Gråspurv.

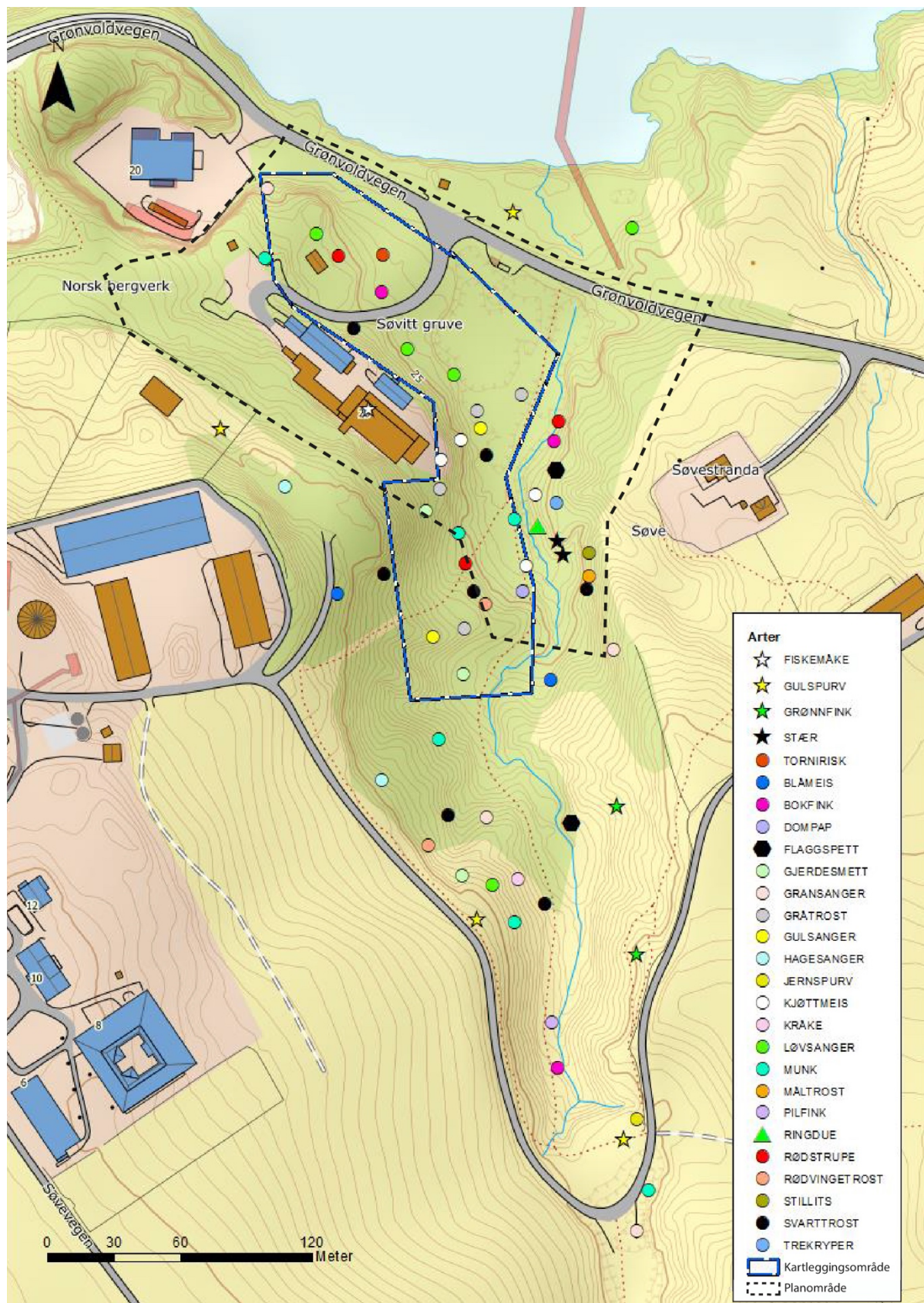
Spesielt hensynskrevende art: Vandrefalk, Dvergspett og Musvåk.

Feltkartleggingen som ble gjennomført i 2025 viser at det er stor tetthet av hekkende fugler i ravinen. Totalt ble det registrert 26 territoriehevdende fugler – fordelt på 13 arter innenfor dette relativt begrensede området, jfr. Figur 36, og 14 registrerte arter i tilgrensende områder.

Artsutvalget som ble registrert av vanlig forekommende fugler i ulike skogshabitat i hele landet var: rødstrupe, gjerdesmet, gransanger, løvsanger, kjøttmeis, blåmeis, svarttrost og gråtrost. I tillegg ble mer habitatkrevende spurvefugler som gulsanger og trekryper registrert.

Gulsanger er knyttet til rike og frodige habitater med løvskog og fuktig kratt, mens trekryper er gjerne en art som finnes i gammelskog. Funnene av disse to artene illustrerer at området har kvaliteter for fugler noe ut over det ordinære.

Det ble ikke registrert noen rødlistede fuglearter i planområdet, mens det utenfor planområdet ble registrert rødlistede arter i noe mer åpent område i randsonen av ravinen. Dette var hekkende fiskemåke, gulspurv, grønnfink og stær.



Figur 36 Plott av hekkefugler i og ved planområdet. Stort sett gjelder plottene syngende fugler, og kun ett individ. Fugler merket som stjerner er rødlistede arter. (Ecofact)

Verdi

Ved vurdering av verdi benyttes kriteriene for verdisetting i håndbok M 1941. Tabell 10 viser verdivurderingen av de rødlistede fugleartene som ble registrert i eller ved planområdet under feltarbeidet.

Andre registrerte arter som trekryper og gulsanger er vurdert til «*noe verdi*», men de fleste er vurdert til «*uten betydning*».

Tabell 10 Funn av forvaltningsmessig viktige fuglearter i og ved planområdet. Verdien er basert på kriteriene i håndbok M-1941, og gjelder artenes hekkeområder.

Art	Rødlistestatus	Verdi	Kommentar
Fiskemåke	Sårbar (VU)	Stor	En rugende fugl registrert på bygg like utenfor planområdet. I Telemark ble det registrert en bestandsnedgang på 7-8% i perioden 2009-2019 (Artsdatabanken)
Grønnfink	Sårbar (VU)	Stor	To syngende hanner registrert utenfor planområdet. Kan hekke innenfor planområdet. Arten er rammet av en parasittsykdom, noe som har ført til nedgang i bestanden (Artsdatabanken)
Gulspurv	Sårbar (VU)	Stor	To syngende hanner og to hanner i konflikt registrert utenfor planområdet. Hekker neppe i planområdet. Artsens bestandsnedgang skyldes i hovedsak habitatendringer i kulturlandskapet (Artsdatabanken)
Stær	Nær truet (NT)	Middels	Arten hekket like utenfor planområdet, i trehull. Arten påvirkes av habitatendringer i kulturlandskapet som følge av endrede driftsformer i landbruket (Artsdatabanken)

Rapporten knyttet til kartlegging av naturmangfold har oppsummert lokalitetens betydning for fugler på følgende måte:

Ravinedaler er kjent for sin høye tetthet av hekkende fugl, og lokaliteten i Nome bekrefter dette inntrykket. Sett i sammenheng med randsonene, vurderes området å være en lokalt viktig hekkelokalitet for fugler, med innslag av flere rødlistede arter. Det er likevel hver enkelt art og deres funksjonsområde som er vurdert for verdi i denne rapporten.

Med minst 26 territorielle fugler registrert på ca. 14 dekar, gir dette en tetthet av fugler på minst 1 800 territorier/km², som er en høy tetthet av hekkende fugler. Edelløvskoger, som dekker store deler av planområdet, er produktive økosystemer med et stort artsmangfold. I dette tilfellet vil både innslaget av fuktige områder, skogens varierte struktur og blandingen av eldre og yngre trær, gi grunnlag for mange nisjer for hekkende fugler. Innslaget av insekter var høyt, og er også en viktig faktor for den høye tettheten av hekkende fugler.

Den rike forekomsten av fugl kan, i likhet med mangfoldet av planter og insekter, knyttes direkte til at området har vært i fred for inngrep siden nedstengningen av driften. Det er derfor grunn til å forvente at de begrensede inngrepene som vil skje i forbindelse med oppryddingen vil kun føre til noe forringelse. Det vil ta tid å bygge opp igjen naturmangfoldet, men dette vil skje suksessivt mot en varig naturtype hvis det ikke blir utsatt for nye påvirkninger.

7.3.3.4 Annet vilt

Annet vilt omfatter kategoriene pattedyr, amfibier og krypdyr.

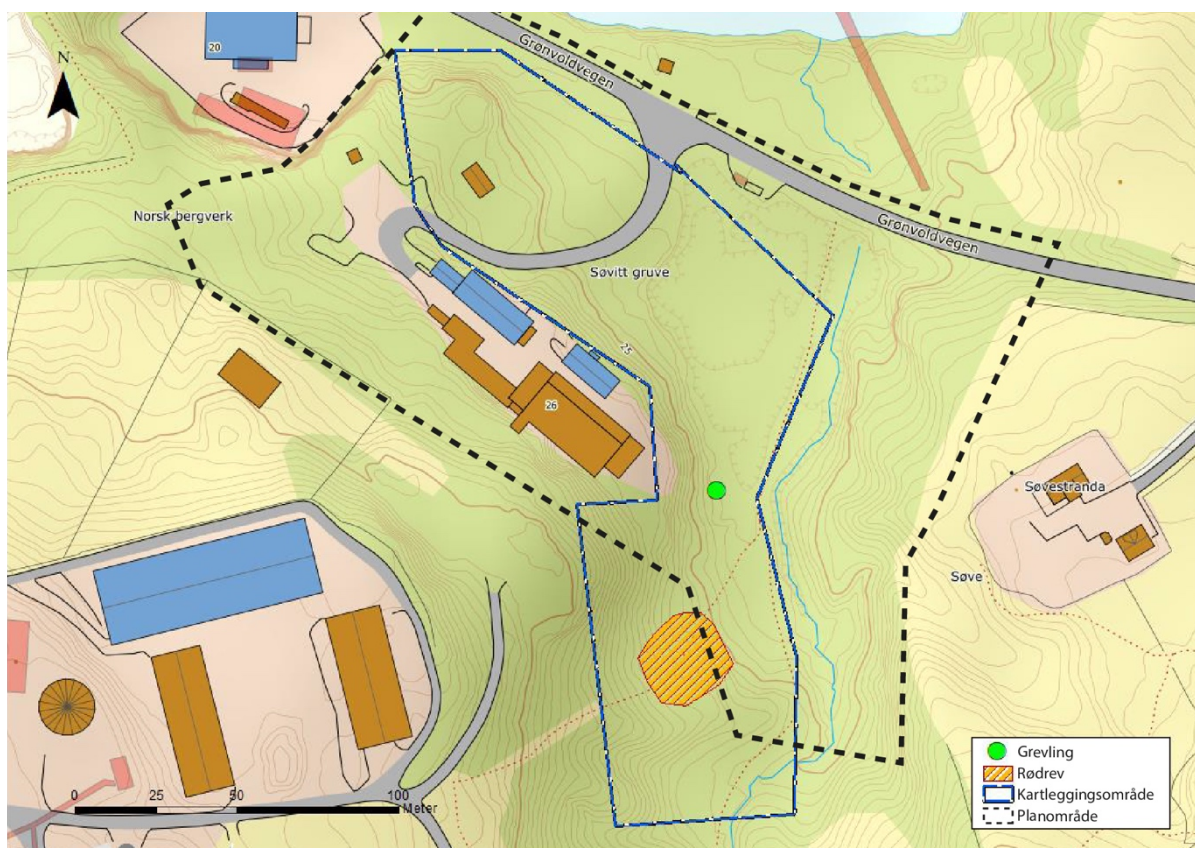
Det er registret betydelig med spor av rådyr i ravinedalen. Arten ble også hørt, men ikke sett. Det er grunn til å forvente at ravinedalen er et lokalt viktig funksjonsområde for rådyr.

Under feltarbeid er det observert to hi, ett aktivt revehi i 2024 og ett grevlinghi som i 2025 tilsynelatende ikke var i bruk. Under feltarbeidet ble rev observert i området.

Figur 37 viser beliggenhet av begge hiområdene. Det bemerkes at revehiet er avsatt som et større område.



Figur 37 Hi av grevling (venstre) og rødrev i planområdet. (Ecofact)



Figur 38 Beliggenhet av biotoper for grevling og rødrev i planområdet. (Ecofact)

Det legges til grunn at både rødrev og grevling benytter eller har benyttet planområdet som funksjonsområde, og trolig ynglested.

Grevlinghiet ligger i slagghaugen, og vil derfor bli borte som følge av oppryddingen. Grevlingene som har vokst opp i dette hiet vil nødvendigvis ha vært direkte eksponert for det radioaktive avfallet.

Verdi

Med grunnlag i kriteriene gitt i veilederen M-1941, vurderes de aktuelle funksjonsområdene å ha *Noe verdi*.

7.3.3.5 Krypdyr og amfibier

Under feltarbeidet våren 2025 ble det søkt etter amfibier og krypdyr i planområdet. Det ble ikke lokalisert noen krypdyr i planområdet eller i ravedalen ellers. Planområdet vurderes som et lite egnet område for denne dyregruppen, fordi solen i liten grad kommer til bakkenivået. Det legges derfor til grunn at dette området ikke er et naturlig habitat for krypdyr.

I de flate sumpområdene tilhørende avgangsdeponiet er det tidvis mange vanndammer. Under Ecofact sin befaring ble det lokalisert to dammer som var ynglelokaliteter for det som karakteriseres som rumpetroll - unge individer av frosk og padde. Det ble observert en buttsnutefrosk i området. Det kan ikke utelukkes at det kan ha vært en spissnutefrosk da disse er svært like.



Figur 39 En av de to dammene med rumpetroll i planområdet. (Ecofact)

Verdi

Funksjonsområder for buttsnutfrosk vurderes til *Noe verdi*.

7.3.4 Landskapsøkologiske sammenhenger

Landskapsøkologiske sammenhenger identifiserer strukturer, arealer og landskapselementer som har en viktig funksjon som forflytningskorridorer for arter, og for at økosystemenes struktur og funksjon skal opprettholdes.

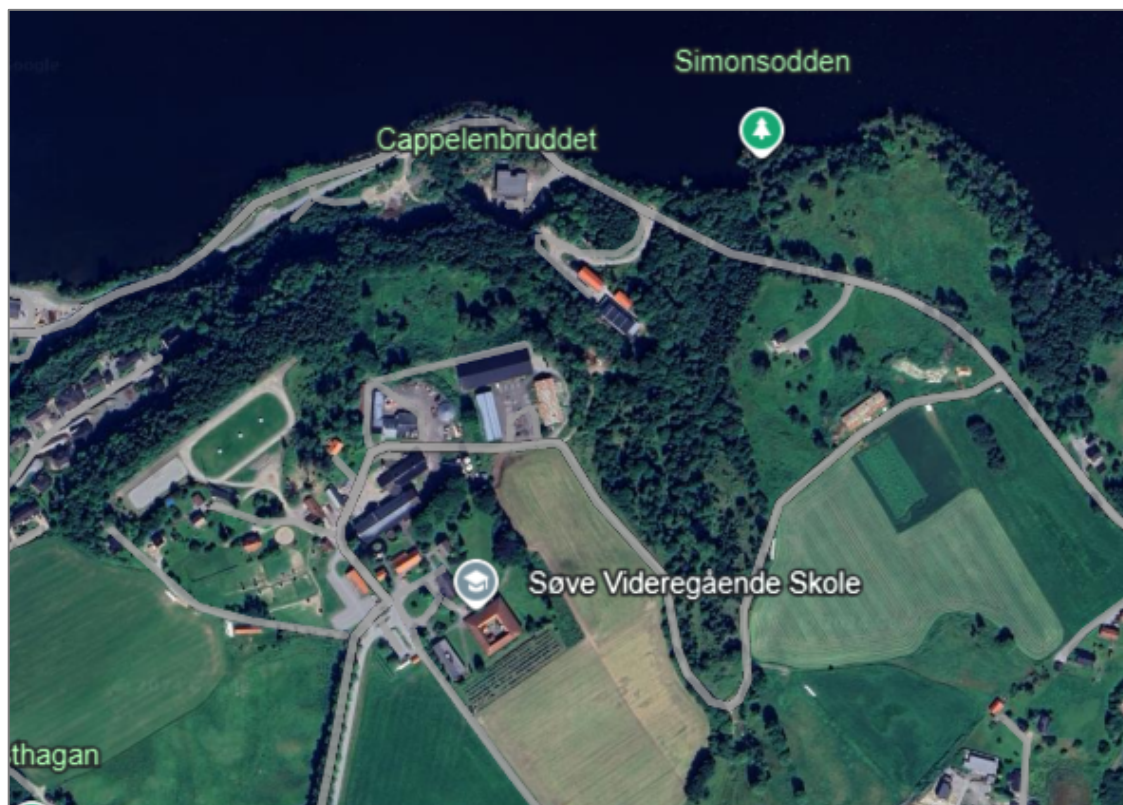
Som vist i Figur 40, ligger planområdet isolert og er avgrenset fra liknende landskapstyper i nord av Norsjø, i sør og øst av jordbruksareal og i vest av bebyggelsen i Ulefoss. Samtidig kan vi se at det er et sammenhengende skogsbelte langs Nordsjø ved Simonsodden, opp i ravineområdet og langs skråningen mellom Ulefoss Mekaniske verksted /Cappelenbruddet og opp mot landbruksskolen. Dette skogsbeltet kan ha en viss verdi som transportåre for dyr og insekter i området. Området som sarkofagen er tenkt bygget er dekket med skog, men er en øy i det beskrevne sammenhengende skogsbeltet.

Etter utgravingene vil landskapet bli tilbakeført til slik det var før utgravingen og tiltaket vil derfor bare ha noe forventet påvirkning. Området der sarkofagen blir liggende vil ikke ødelegge det sammenhengende skogsbeltet som beskrevet over. Sarkofagen som bygg vil bli en markant «kloss» i flaten ned mot Grønvoldvegen, men prosjektet vil forsøke å tilpasse sarkofagen på en best mulig måte i terrenget, og gitt at sarkofagen er et bygg uten støy eller luftutslipp i driftsperioden, vil påvirkningen være som et arealbeslag. Sarkofagen bygges av betong, et materiale basert på kalk. De

geologiske forekomstene i området er også kalkbaserte bergarter, så for artene i området vil sarkofagen raskt få samme funksjon som om det var en bergknaus.

Verdi

Ut ifra en helhetsvurdering settes de landskapsøkologiske sammenhengene til å ha *Noe verdi*.



Figur 40 Området rundt Søve gruver med tilgrensende skogsmark og dyrka mark. (Google maps)

7.3.5 Fremmedarter

Det er som en del av kartleggingen av området også registrert flere fremmedarter i planområdet, alle i høyeste risikokategori (SE - svært høy risiko) på Fremmedartslista (2023). Dette gjelder:

- platanlønn, hagelupin, blankmispel, rødhyll, kanadagullris og blåhegg.

Platanlønn og rødhyll var nokså jevnt spredt over hele området, mens kanadagullris fantes i større mengder enkelte steder langs veien opp til Ulefoss Mekaniske Verksted. Mispel hadde enkelte forekomster, og blåhegg ble registrert ett sted rett utenfor plangrensen. Figuren under viser funnsteder for fremmedarter som ble registrert.



Vi oppfatter at vi har et representativt bilde av naturmangfoldet i tiltaksområdet, men det vil alltid kunne være feilkilder og årstidsvariasjoner.

Tiltaksområdet var ikke ferdig definert på det tidspunktet Ecofact ble engasjert til å gjennomføre kartlegging av naturmangfold. De delene av planområdet som ligger utenfor kartleggingsområdet, og er ikke relevante for vurdering av naturtyper og rødlistearter. Ecofact har kartlagt hele det aktuelle influensområdet for biologisk mangfold.

7.3.7 Oppsummering og verdikart

7.3.7.1 Verneområder

Det er to verneområder i nærheten av tiltaksområdet. Tiltaket vil ikke påvirke disse verneområdene. Ingen verneområder er foreslått i området.

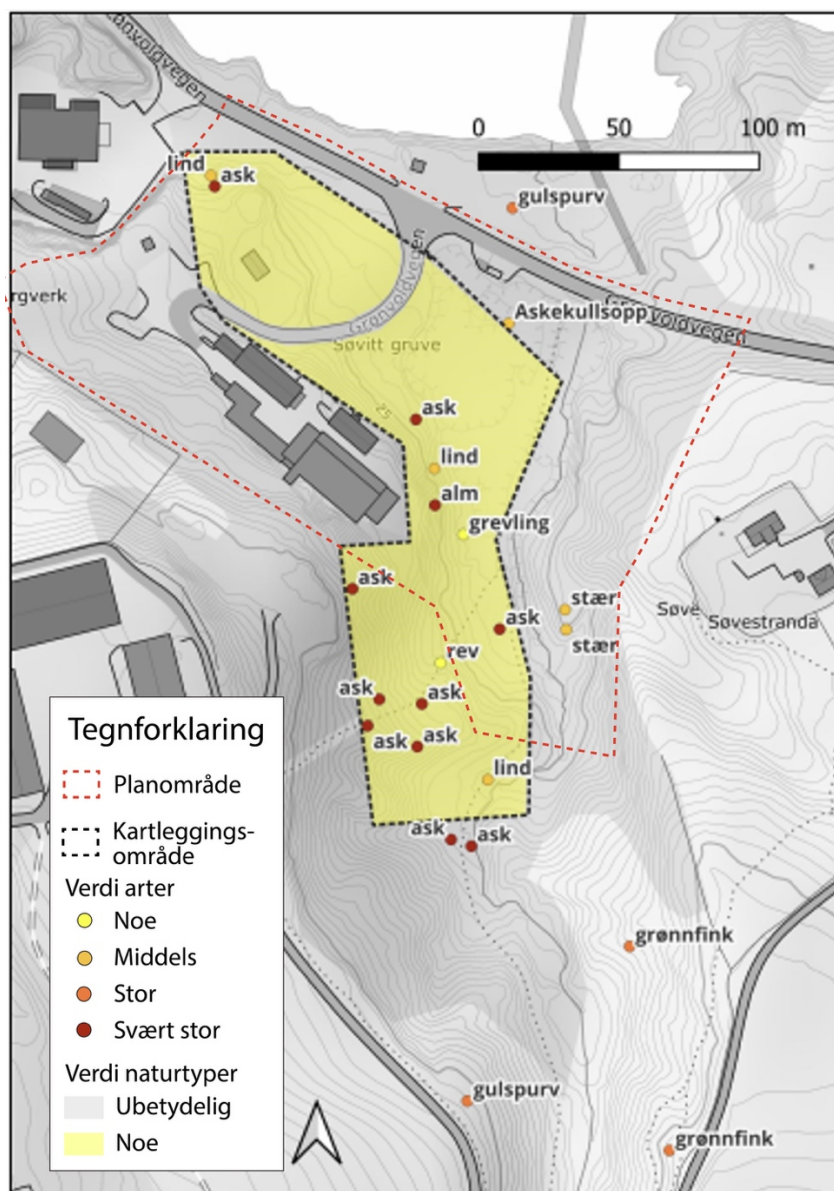
7.3.7.2 Naturtyper

Det meste av arealet klassifiseres etter kartleggingene som NiN-kategorien *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35)* i henhold til NiN 2.

7.3.7.3 Arter og funksjonsområde

Tabell 11 Oversikt over arter og funksjonsområde

Naturtyper	Alle delområdene er klassifisert i henhold til NiN til å være Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35) med Noe verdi
Vegetasjon og sopp - Rødlistede arter	Ecofact har vurdert de aktuelle funksjonsområdene for rødlistede arter å ha Middels og Stor verdi
Vegetasjon og sopp - Fremmedarter	Ecofact har registrert flere fremmedarter i planområdet, alle i høyeste risikokategori (SE - svært høy risiko) på Fremmedartslista (2023)
Insekter	De forsumpede områdene og vannspeil, gir opphav til et fuktig mikroklima med høy produksjon av organiske materialer og spesialiserte insektgrupper. Det høye nivået av insekter gjenspeiles tydelig i et rikt artsmangfold av fugler. Spesielt i hekkesesongen er insekter avgjørende som næringskilde for både voksne fugler og fuglunger. Middels verdi
Fugl	Ecofact har registrert rødlistede fugleartene som fiskemåke, grønnfink, gulspurv som etter kriteriene i M-1941 er definert til stor verdi , og stær som kategoriseres med middels verdi . Andre registrerte arter som trekryper og gulsanger er vurdert til noe verdi , men de fleste er vurdert til uten betydning .
Annet vilt	Det er registrert spor etter rådyr, et hi for rødrev som er vurdert som aktivt og er grevlinghi som er vurdert som inaktivt. Med grunnlag i kriteriene i M-1941, vurderes de aktuelle funksjonsområdene å ha Noe verdi .
Krypdyr og amfibier	Ecofact observerte en buttsnutefrosk i området. Funksjonsområder for buttsnutefrosk vurderes til Noe verdi .
Landskapsøkologiske sammenhenger	På grunn av de sammenhengende skogsbeltene vurderes området å Noe verdi landskapsøkologiske sammenhenger.



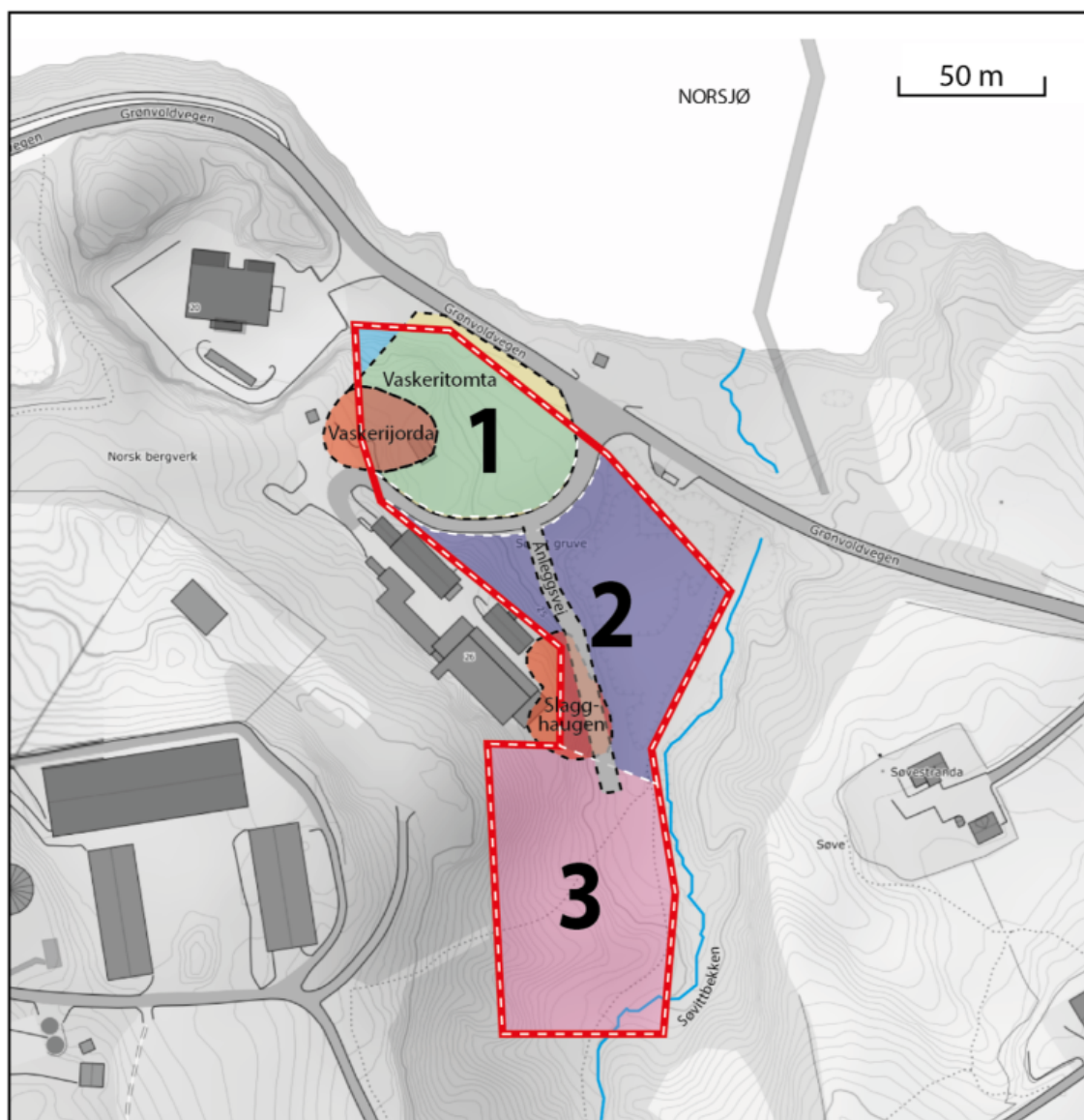
Figur 42 Verdikart for naturmangfold. (Ecofact)

7.4 Tiltakets påvirkning på artsmangfold

Som påpekt i innledningen av dette kapitlet om konsekvenser for naturmangfold vil det være en midlertidig utbyggingsfase for sarkofagen som vil vare i ca. 6 måneder og en kortere driftsfase for oppryddingen på noen få uker. Disse fasene vil påvirke naturmangfoldet i forskjellig grad.

I tillegg vil de forskjellige delområdene innenfor planområdet påvirkes forskjellig. Det ligger i at avfall skal graves ut fra noen steder og deponeres på et annet.

Kartet under viser de tre områdene som vil få helt ulik påvirkning av tiltaket:



Figur 43 Oversiktskart som viser de tre delområdene som påvirkes ulikt av tiltaket. (Ecofact /Bergfald Miljørådgivere)

7.4.1 Verneområder

Hverken den kortsiktige utbyggingsperioden eller driftsperioden vil ha noen påvirkning på verneområder, vist i Figur 44.



Figur 44 Forventet påvirkning på verneområdene i nærhet av planområdet.

7.4.2 Naturtyper

Det er blitt vurdert at naturtypen i hele planområdet i dagens situasjon har **noe verdi**. Vi har tidligere beskrevet hvordan naturmangfoldet ville utviklet seg hvis det ikke ble foretatt noen inngrep i området.

- *Delområde 1* vil bli varig påvirket. Sarkofagområdet, med vaskerijord og vaskeritomt, vil bli påvirket både i utbyggings- og driftsfasen. I utbyggingsfasen vil området bli ryddet for forurensing og fremmedarter. I driftsfasen vil sarkofagen medføre arealbeslag. Etter en del år vil betongsarkofagen med all sannsynlighet få tilsvarende økologisk funksjon som de kalkrike bergknausene i området.
- *Delområde 2* vil bli varig påvirket. Det vil bli bygget en midlertidig anleggsvei for fjerning av det radioaktive avfallet i slagghaugen, og slagghaugen skal fjernes. Vegetasjon vil bli fjernet i tilstrekkelig grad til å anlegge veien og fjerne slagget. Etter at slagget er fjernet vil området der slagget ligger bli tilbakesatt med rene masser og anleggsveien fjernet. Området vil være rensset for radioaktive masser og masser forurenset med tungmetaller og søppel. Det vil ta noe tid før naturmangfoldet tar seg opp i det påvirkede området. Men det vurderes at området vil få en vesentlig miljøforbedring. Det rike arts mangfoldet slik det fremstår i dag har utviklet seg fra tilnærmet goldt i løpet av få tiår, det forventes derfor en ganske rask revegetasjon.
- *Delområde 3* vil få liten eller ingen fysisk påvirkning.

Samlet sett så vurderes påvirkningen til *noe forringet* i utbyggingsfasen, vist i Figur 45.



Figur 45 Forventet påvirkning fra tiltaket på naturtyper.

7.4.3 Økologiske funksjonsområder for arter

Vannmiljøene som er yngleplasser for insekter, vil ikke bli påvirket hverken i utbyggingsperioden eller i driftsperioden.

Generelt vil det i utbyggingsperioden være støyende aktiviteter som vil påvirke fugl og vilt både direkte gjennom tap av habitat og indirekte via forstyrrelser både i anleggsfase og bruksfase, med økt aktivitet og støy. I driftsfasen vil sarkofagen være en stille konstruksjon uten utslipp eller negativ påvirkning av noe art.

- *I delområde 1* vil økologiske funksjonsområder for arter bli varig påvirket i byggefasen, primært på grunn av store endringer i arealene og støy. Det er viktig å påpeke at i driftsfasen vil sarkofagen bli et stille og utslippsfritt, men markant bygg.
- *I delområde 2* vil det bli bygget en anleggsvei for fjerning av det radioaktive avfallet, vegetasjon vil bli fjernet, samt at rødlistede trær i slagghaugområdet vil bli hogd ned. Området vil over en kort periode bli utsatt for mye anleggsstøy. Etter at slagget er fjernet vil området for slagghaugen bli tilbake satt med rene masser og anleggsveien fjernet. Langsiktig vil området være rensset for radioaktive masser og masser forurenset med tungmetaller og søppel. Det vil være varierende hvor lang tid de økologiske funksjonsområdene trenger for de forskjellige artene.

- *Delområde 3* vil få liten eller ingen fysisk påvirkning, men vil bli påvirket av anleggsstøy i utbyggingsperioden.

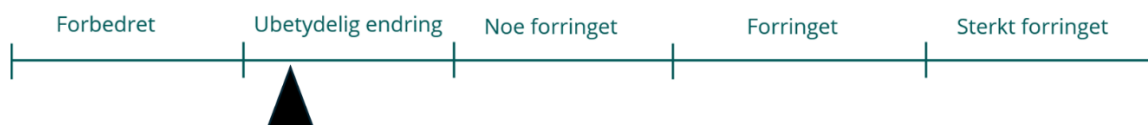
Samlet sett så vurderes påvirkningen til *noe forringet*, vist i Figur 46.



Figur 46 Forventet påvirkning fra tiltaket på funksjonsområder for arter.

7.4.4 Landskapsøkologiske sammenhenger

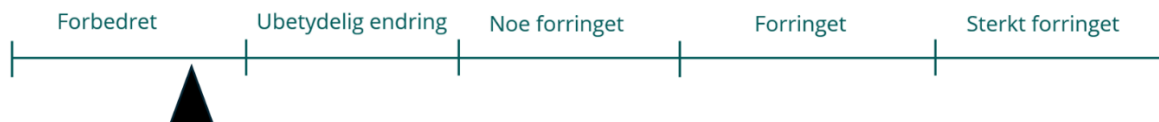
Området der sarkofagen skal etableres vil endres. Dette vil etter vår vurdering påvirke lite, da området ligger som en «øy» utenom de mest sammenhengende grøntstrukturene i området. Påvirkningen vurderes dermed til *ubetydelig*, vist i Figur 47.



Figur 47 Forventet påvirkning fra tiltaket på landskapsøkologiske sammenhenger.

7.4.5 Fremmedarter

Området er påvirket av fremmedarter i dag. I de områdene som det blir gravet er det først og fremst funnet rødhyll, kanadagullris og blåhegg. Disse vil bli fjernet i de områdene utgravingene og etablering av infrastruktur vil bli etablert. Dette vurderes til å være en *forbedring*, vist i Figur 48.



Figur 48 Forventet påvirkning fra tiltaket på fremmedarter.

7.4.6 Oppsummering påvirkning

Den forventet samlede påvirkningen på de ulike registreringskategoriene er vist i Tabell 12.

Tabell 12 Oppsummering av påvirkning på naturmangfold

Registreringskategori	Forbedret	Ubetydelig	Noe forringet	Forringet	Sterkt forringet
Verneområder		X			
Naturtyper			X		
Arter og funksjonsområder			X		
Landskapsøkologiske sammenhenger		X			
Fremmedarter	X				

7.5 Avbøtende tiltak

Håndtering av fremmede arter

Ifølge veilederen M-1941 (Miljødirektoratet, 2023) skal det lages tiltaksplaner før utbyggingen starter. Denne skal beskrive hvordan de fremmede artene skal håndteres for å unngå spredning. AF Decom har etablerte prosedyrer for håndtering/fjerning av slike arter. Disse prosedyrene vil bli benyttet også i dette prosjektet.

Redusere risiko for skade på dyreliv

Innenfor tiltaksområdet er det registrert et aktivt revehi, samt et grevlinghi som på kartleggingstidspunktet ikke var i bruk. Planlagte tiltak vil medføre fysisk ødeleggelse av grevlinghi. Revehi er utenfor planområdet og vil ikke bli direkte berørt, men kan utsettes for forstyrrelser fra anleggsaktivitet. For å redusere risiko for skade på dyreliv, foreslås følgende avbøtende tiltak:

- Plugging av grevlinghi: Ved å hindre inngang til grevlinghi vil ikke grevlingen oppholde seg der under gravearbeidet som vil ødelegge hiet permanent.
- Myk igangsetting: Arbeid i området bør starte gradvis for å redusere risiko for at dyr stenges inne eller forstyrres unødig.
- Bevaring av vegetasjon: Skjermende vegetasjon bør i størst mulig grad bevares rundt inngrepsområdet for å redusere forstyrrelseseffekten og opprettholde skjul og trekkruiter.

Unngå forstyrrelse av hekkende fugl

Det er registrert hekkeforekomst av grønnfink (*Chloris chloris*) og stær (*Sturnus vulgaris*) i tilknytning til tiltaksområdet. Tiltaket kan medføre forstyrrelse i hekkesesongen. For å redusere negativ påvirkning, bør det iverksettes tiltak for hekkende fugl i perioden april–juli, som omfatter hekkesesongen for både grønnfink og stær. Tiltak som skremming av fugl innenfor planområdet vurderes å redusere belastning på hekkende fugler, dersom det vil pågå anleggsarbeid i hekkesesongen.

Opprettholde livsmiljøer for arter knyttet til dødt trevirke

Trær som felles i forbindelse med tiltaket bør i størst mulig grad videreføres som dødvedelementer (stokker, stammer, grove greiner). Disse bør plasseres både i tilgrensende sumpskog og i det reetablerte skogsområdet. Utlegging av dødved vil bidra til å opprettholde livsmiljøer for en rekke arter knyttet til dødt trevirke, inkludert moser, sopp, lav og insekter.

Det anbefales særlig å prioritere dødved fra rikbarkstrær som alm, lind og ask, da disse gir særlig verdifulle substrater for vedboende mangfold. Samtidig vil høy variasjon i treslag styrke funksjonen av tiltaket, og både bartrær og boreale løvtrær (f.eks. gråor, bjørk, osp) bør inkluderes. Variasjon i dimensjon, nedbrytningsgrad og plassering vil ytterligere øke den økologiske verdien.

Fremskynde tilbakeføring til skogsmark

Etter fullført masseutskifting kan det gjennomføres tiltak for å fremskynde tilbakeføringen til skogsmark. En kombinasjon av naturlig suksesjon og målrettet planting vil være fordelaktig, med etablering av et variert tresjikt gjennom planting av stedegne arter. Spesiell vekt bør legges på

innplantning av lind, som er en rødlisteart som vil gå tapt som følge av tiltaket. Innplantning av lind kan bidra til å opprettholde kontinuiteten for arten lokalt, samtidig som det gir grunnlag for et artsrikt skogsmiljø.

Som supplerende tiltak bør det legges ut dødved og stubbeelementer for å etablere mikrohabitater allerede i tidlig fase av gjenskogingen. Dette vil gi strukturell variasjon i området og styrke forholdene for vedboende arter.

Redusere negativ effekt på moseflora

Tilgrensende sarkofagtomta ligger et kalkrikt berg med en rik moseflora. Moser er følsomme for endringer i mikroklimatiske forhold, og en fjerning av tresjikt rundt berget vil ha negativ effekt på dagens mangfold. Det vil derfor være fordelaktig å beholde så mye av tresjiktet som mulig inntil berget, eventuelt å plante inn nye trær etter fullendt utbygging.

Tilbakestille tidligere formasjoner

I utgravingsområdene vil tidligere formasjoner tilbakestilles.

7.6 Konsekvens

Tabellen under gir oversikt over konsekvensgrad som er en sammenstilling av verdi opp mot påvirkning.

Tabell 13 Konsekvenstabell for naturmangfold

Registreringskategori	Verdi	Påvirkning	Konsekvens
Vernet natur	Verneområde 1	Svært stor verdi	Ubetydelig endring
	Verneområde 2	Svært stor verdi	Ubetydelig endring
Naturtyper		Noe forringet	Ubetydelig konsekvens (0)
Art og funksjonsområder	Ask	Stor verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Alm	Stor verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Lind	Middels verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Askekullsopp	Middels verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Fiskemåke	Stor verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Grønnfink	Stor verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Gulspurv	Stor verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
	Stær	Middels verdi	Noe negativ konsekvens (1-)
Landskapsøkologiske sammenhenger		Noe verdi	Ubetydelig endring
Fremmedarter	Rødhyll, kanadagullris og blåhegg.	Forbedring	Noe positiv konsekvens (1+)
Samlet konsekvens:			Noe negativ konsekvens

Begrunnelse:

Det er liten konflikt mellom naturmangfold og det planlagte tiltaket. Selv om tiltaket med opprydding av forurensing er påkrevd og positivt for naturmiljøet, vil det føre til inngripen i dagens naturmangfold. Det er ikke identifisert noen konsekvenser som ventes å overstige «noe negativ konsekvens». I all hovedsak dreier det seg om varig endring som følge av etablering av sarkofagen, og at vi setter de berørte områdene «tilbake» i utvikling av arter og som naturtype. I løpet av noen tiår vil områdene igjen kunne ha utviklet seg med et naturmangfold koblet til områdene rundt. Med enkle tiltak som tidligere omtalt kan prosessen gå enda raskere.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Gradering av verdi:

- Svært stor verdi
- Stor verdi
- Middels verdi
- Noe verdi
- Uten betydning for KU

Gradering av påvirkning:

- Sterkt forringet/ødelagt
- Forringet
- Noe forringet
- Ubetydelig endring
- Forbedret

Konsekvensgrad delområde:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

Konsekvensgrad samlet konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

7.7 Oppsummering

Kartleggingen av naturmangfold i planområdet/tiltaksområdet har bidratt med mye ny og interessant informasjon og kompetanse om området. (Tabell 13)

Kartleggingen viser at tiltakene ikke vil ha noen innvirkning på noen av verneområdene i lokalområdet.

Hele influensområdet for tiltaket er preget av den tidligere gruvedriften og landbruket før det. Området er derfor klassifisert som *Sterkt endret fastmark med løsmassedekke (T35)*, en kategori som er ansett å ha *noe verdi* med tanke på utvikling av naturtyper.

Vi har delt området inn i 3 delområdene, og har konkludert med at områdene 1 blir varig påvirket både i utbyggingsfasen og driftsfasen. Område 2 blir også påvirket der tiltakene skal skje. Det vil si at utvikling av naturtyper og artsutvikling settes tilbake til slik området var under gruvedrift der arter fjernes i forbindelse med etablering midlertidig anleggsvei og utgraving av slagghaug. Det er grunn til å tro at de påvirkede områdene vil i naturmangfold sammenheng revegeteres raskt (i løpet av tiår), men naturtype utviklingen vil være påvirket over tid. Vi har vurdert at påvirkningen derfor blir kategorisert som *noe forringet* og konsekvensen er derfor *noe negativ konsekvens*.

For arter og deres funksjonsområder vil den innerste delen av ravinedalen, delområde 3, bli lite påvirket.

Tiltaket vil ha liten påvirkning og ubetydelig konsekvens for de landskapsøkologiske sammenhengene. Fremmedarter vil bli fjernet der tiltakene vil utføres, og det ventes i den sammenheng en noe positiv konsekvens.

Ut ifra en helhetlig vurdering mener vi at det samlet sett er liten konflikt mellom naturmangfold og det planlagte tiltaket. Likevel er det identifisert noe negativ konsekvens forbundet med art og funksjonsområdene i delområde 1 og 2, som samlet sett gir en noe negativ konsekvens for naturmangfold i tiltaksområdet. Det anses likevel at fordelene er betydelige knyttet til fjerning av det radioaktive avfallet og tungmetaller, og at den samlede «noe negativ konsekvens» ikke er til hinder for gjennomføring av tiltaket.

Tabell 14 Oppsummering av konsekvens for naturmangfold

Delområde	Null-alternativet	Tiltaket
Vernet natur		Ubetydelig konsekvens (0)
Naturtyper		Ubetydelig konsekvens (0)
Art og funksjonsområder		Noe negativ konsekvens (1-)
Landskapsøkologiske sammenhenger		Ubetydelig konsekvens (0)
Fremmedarter		Noe/middels positiv konsekvens (1+)
Samlet konsekvens		Noe negativ konsekvens
Rangering	1	2

Begrunnelse for samlet konsekvens:

Det er liten konflikt mellom naturmangfold og det planlagte tiltaket. Det dreier seg i all hovedsak om at varig endring som følge av etablering av sarkofagen, og at utvikling av naturtype settes tilbake i de berørte områdene.

Begrunnelse rangering:

I de berørte områdene ventes det at tiltaket vil påvirke utvikling av arter og naturtype. Påvirkning av arter ventes å være av midlertidig karakter, mens påvirkning som følge av sarkofagen ventes å være varig. Av hensyn til naturmangfold på land rangeres nullalternativet høyere enn gjennomføring av tiltaket.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad delområde:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

Konsekvensgrad konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

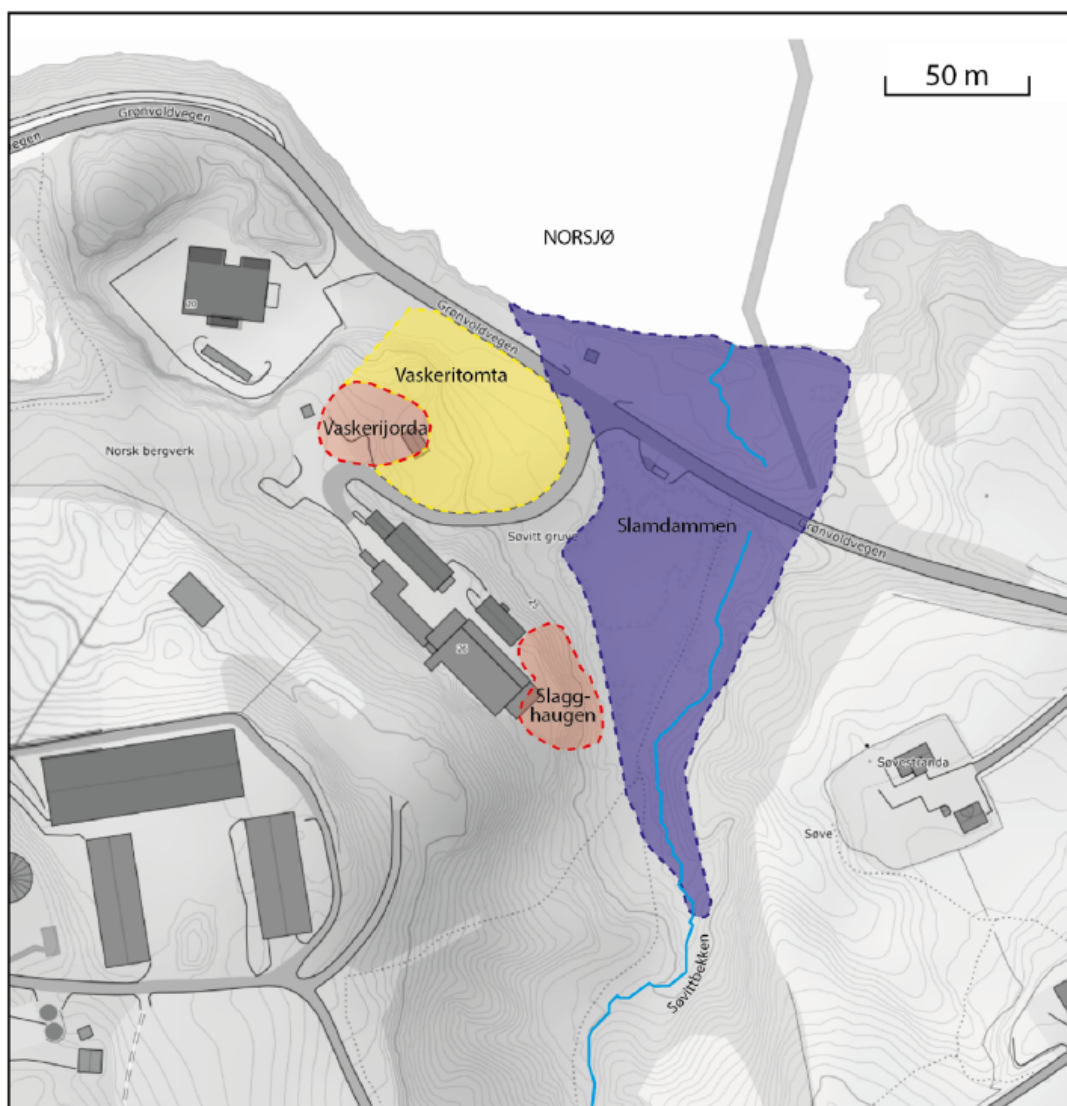
8 Konsekvenser for forurenset grunn

8.1 Innledende informasjon og avgrensinger

I forbindelse med etablering av sarkofag for deponering av radioaktive avfallsmasser fra tidligere gruvedrift ved Søve, er det identifisert to typer forurensning: radioaktiv forurensning (omtalt i kapittel 6) og ordinær forurensning. I plan- og utredningsprogrammet ble det følgende tiltaket beskrevet:

- Forurenset grunn – Kartlegging av forurenset grunn. Sørge for forsvarlig håndtering av ikke-radioaktive forurensede masser under tiltaket. Metode: Kartlegging gjøres i henhold til Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn.

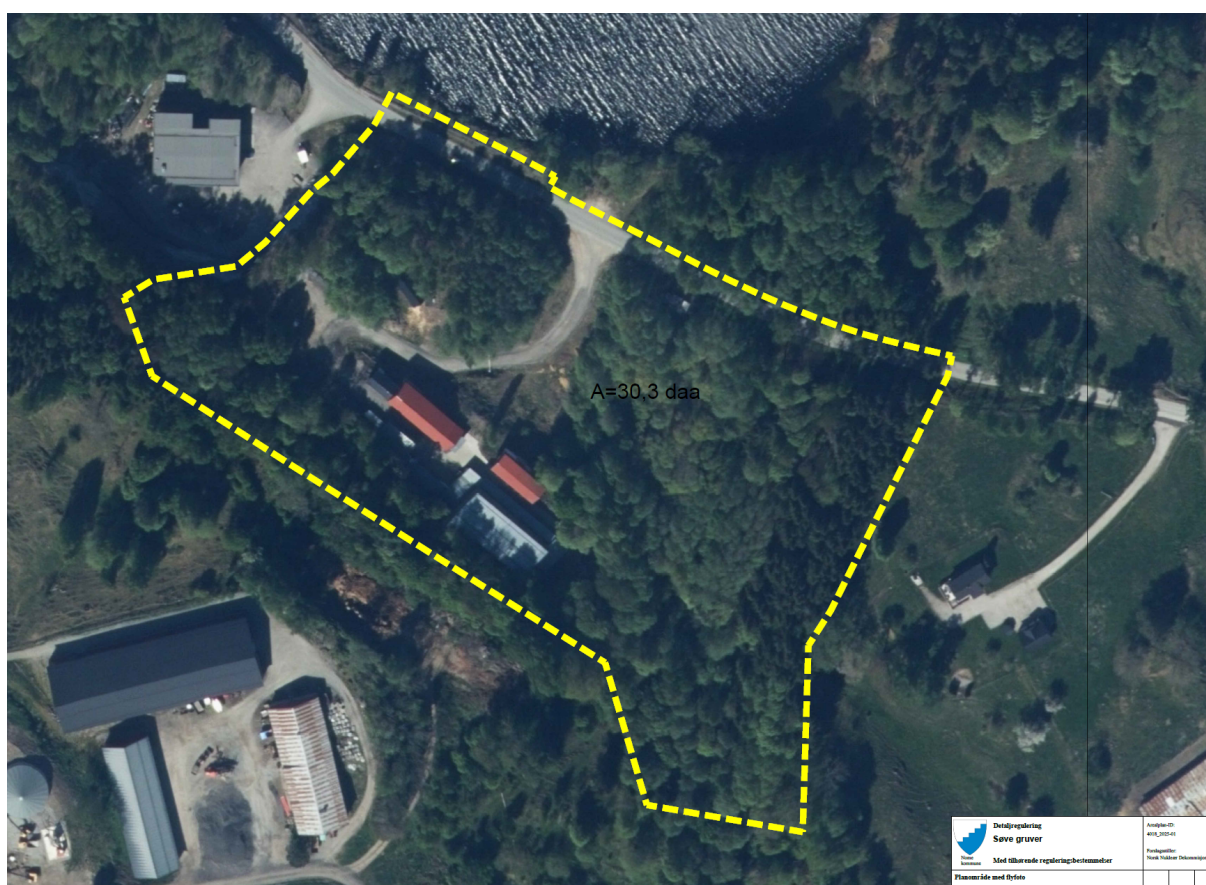
Dette kapitlet redegjør for hvordan den ikke-radioaktive forurensningen skal håndteres. Metodikken i dette kapitlet baserer seg på Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredninger (M-1941) for forurenset grunn.



Figur 49 Oversikt over lokaliseringer med kjent påvirkning etter Søve gruver. (Bergfald Miljørådgivere)

8.1.1 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket som utredes er fjerningen av det radioaktive avfallet etter Sørve gruver for så å deponere det i en betongsarkofag som etableres på vaskeritomta. Det radioaktive avfallet inneholder også ordinære forurensninger som tungmetaller. Opprydningen og deponeringen av det radioaktive avfallet innebærer dermed at disse tungmetallene fjernes fra kretsløpet i området og sikres i sarkofagen. Tiltaket er basert på pålegget fra DSA om opprydning av materiale som overstiger grenseverdiene for radioaktivt avfall i Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall. Dette betyr at ordinær forurensning som ikke forekommer sammen med det radioaktive avfallet ikke er omfattet av tiltaket. Figur 51 viser at det kun er et fåtalls punkter med ordinær forurensning som ikke forekommer sammen med det radioaktive avfallet. En mer fullstendig oversikt over det foreslåtte tiltaket beskrives i Kapittel 5.



Figur 50 Flyfoto med dagens bebyggelse med planområdets avgrensning markert med gul stippet strek. [5] (Norconsult Norge AS)

8.1.2 Nullalternativet

Nullalternativet for forurensningen innebærer at slagghaugen og massene på vaskerijorda forblir uberørt, slik at dagens forurensningssituasjon forblir slik som den fremstår i dag. Innholdet av ikke-radioaktive forurensningsstoffer som arsen, bly og sink forekommer sammen med den radioaktive forurensningen i området. Dersom tiltaksområdet ikke behandles, vil naturlige prosesser som nedbør over tid føre til gradvis utlekking av forurensningene til omgivelsene og videre til resipienten Norsjø. Omfanget av en slik utlekking vil være avhengig av værforhold, nedbørsmengder og flomhendelser. Perioder med hyppigere nedbør eller flom vil kunne føre til at store masser med forurenset grunn

vaskes ut i resipienten Norsjø. Løste tungmetaller vil også være biotilgjengelig for lokal flora og derfra føres inn i økosystemet.

8.1.3 Alternativet som skal utredes

Alternativet som skal utredes er gjennomføring av tiltaket. Dvs. utgraving av det radioaktive avfallet for så å deponere det i en nyetablert sarkofag på vaskeritomta. Ikke-radioaktive forurensinger som bly og arsen forekommer sammen det radioaktive avfallet og forventes å bli samdeponert i sarkofagen. Konsekvensen av dette vil vurderes opp mot nullalternativet, som vil si at tiltaksområdet forblir uberørt og dagens forurensningssituasjon opprettholdes.

8.1.4 Avgrensning av influensområdet

Influensområdet vurderes som de arealene som er påvirket av dagens forurensningssituasjon, samt de områdene som kan bli berørt av opprydningsplanen og de foreslåtte tiltakene. Området med størst sannsynlighet for funn av ordinær forurensning sammenfaller med områder der det også forekommer radioaktiv forurensning, det vil si slagghaugen og vaskeritomta, vist som område B og område C i Figur 20 i kapittel 6. I tillegg inkluderer influensområdet områder som kan bli påvirket av anleggsarbeid, utgraving til sarkofagen og etablering av anleggsveier og riggområder.

For å redusere konsekvensene av tiltaket legger prosjektet opp til at sarkofagen skal bygges i umiddelbar nærhet av de eksisterende deponiene, slik at de fleste påvirkningene skal være avgrenset til tiltaksområdet. Influensområdet inkluderer likevel også nedstrøms påvirkning, der resipienten Norsjø kan bli berørt av utlekking fra forurensende masser.

8.1.5 Avgrensning mot andre fagtema

I forbindelse med opprydningen er det gjennomført vurderinger av andre fagtema som kan bli berørt av tiltaket. Dette omfatter vannmiljø og naturmangfold i vann (Kapittel 9) og naturmangfold (kapittel 7). Innenfor tiltaksområdet er det kartlagt biologisk mangfold av Ecofact, og det er i tillegg gjort en vurdering av hvordan tiltaket kan påvirke nærliggende vannforekomster.

8.1.5.1 Vannmiljø og naturmangfold i vann

Påvirkningen på vannforekomster og vannmiljø er særlig relevant. Diffus spredning fra forurenset grunn til nærliggende vannforekomster, spesielt Norsjø er omtalt i dette kapittelet. Direkte utslipp til vann og konsekvenser for vannmiljø er utredet i kapittel 9 om konsekvenser for grunnvann og overflatevann.

8.1.5.2 Naturmangfold

Forurensinger i grunn kan påvirke naturmangfoldet i et område negativt. I dette kapittelet beskrives situasjonen knyttet til forurensing i grunn og hvordan den forventes å påvirke arter i området.

Naturmangfoldet i planområdet er kartlagt (Vedlegg 13). Konsekvenser av tiltaket på naturmangfoldet utredes nærmere i kapittel 7.

8.1.5.3 Det radioaktive avfallet

Det radioaktive avfallet som ikke er løst i vann eller bundet i biota er i grunnen, i likhet med de ordinære ikke-radioaktive forurensingene. Utredninger knyttet til det radioaktive avfallet er dekket i kapittel 6, og de resterende forurensingene er dekket i dette kapittelet.

8.2 Miljømål

Hovedmålet for den planlagte oppryddingen er å fjerne det radioaktive avfallet. Under denne oppryddingen vil også de ikke-radioaktive forurensingene fjernes og i stor del deponeres i sarkofagen. Dersom det under utførelsen påvises forekomster med ordinær forurensing som ikke klassifiseres som radioaktivt avfall vil dette leveres til eksternt egnet mottak. Dermed vil tiltaket innebære en forbedring av dagens situasjon for ordinær forurensing også. Oppryddingen skal ha som mål at området kan brukes til tiltenkt arealbruk uten risiko for uakseptabel eksponering for helse- og miljøfarlige stoffer.

8.3 Kunnskapsgrunnlag

Eksisterende kunnskap om den ordinære forurensningssituasjonen på Søve er basert på en rapport utarbeidet av NGI, samt egne prøver og befaringer utført av Bergfald Miljørådgivere. NGIs vurderinger er gjort med utgangspunkt i SFTs¹ normverdier. De nye prøvene er vurdert etter Miljødirektoratets oppdaterte klassifisering av forurenset grunn. Klassifisering av forurenset grunn baseres på normverdier for helse- og miljøfarlige stoffer, slik de er angitt i kapittel 2 i Forurensningsforskriften. I tillegg har Miljødirektoratet utarbeidet tilstandsklasser for utvalgte prioriterte stoffer som kan utgjøre en helserisiko. Disse tilstandsklassene er beskrevet i Miljødirektoratets veileder «*Forurenset grunn – Hvordan kartlegge, vurdere risiko og gjennomføre tiltak i forurenset grunn*».

8.3.1 Eksisterende kunnskap

I rapporten «*Kartlegging av omfang og kostnader ved eventuell senere opprydding av radioaktivt materiale ved Søve gruver*» som ble utarbeidet av NGI, ble både utbredelsen av det radioaktive materialet og de forventede kostnadene ved en fremtidig opprydding vurdert. Tre områder ble identifisert som særlig relevante for undersøkelser av forurenset grunn: slamdeponi, tidligere vaskeri og sonen langs veien nedstrøms vaskeriet. [28]

Rapporten viser til forhøyde arsenkonsentrasjoner i ett prøvepunkt (Grop 3), hvor verdien overskrider SFTs normverdi, som baserer seg på helsemessige og miljømessige risikovurderinger [28]. Øvrige jordprøver fra slamdeponiet viser lave nivåer av metallinnhold Tabell 20.

¹ SFT er i dag Miljødirektoratet.

Tabell 15 Konsentrasjonen av metaller i jord (mg/kg)

Parameter	Sand under slagg	Under slagg over grop 2	Grop 3 (0,13–0,22 m)	Grop 3 (0,22–0,35 m)	Normverdi
Arsen	6,1	6,6	14	5,5	8
Bly	20	16	17	14	60
Kadmium	0,31	0,28	0,30	0,25	1,5
Kobber	12	0,39	2,0	0,43	100
Krom total	3,4	0,32	1,9	0,59	50
Kvikksølv	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1
Nikkel	2,8	0,63	2,5	1,2	60
Sink	90	62	55	41	200
Uran	3,7	3,6	3,7	2,8	*
Thorium	41	55	73	47	*

* Det eksisterer ingen norsk normverdi for denne parameteren. EU har vurdert å benytte Nederlands normverdi på 28 mg/kg for uran, men ennå ikke konkludert

I tillegg ble det påvist konsentrasjoner av arsen, bly og sink som overstiger normverdiene, som vist i Tabell 16. Disse målingene er gjort i områdene omtalt som vaskerijorda og vaskeritomta. På vaskeritomta ble det i tillegg registrert forhøyde nivåer av kadmium og kobber.

Tabell 16 Innhold av metaller i jord (mg/kg ts). Data fra NGI og UMB

Parameter	Grøft vaskeri	Veisving	Veikant	Nedenfor knaus	Nedenfor knaus 2	Normverdi
Arsen	8,2	13	24	280	23	8
Bly	63	24	100	877	1010	60
Kadmium	0,31	0,16	0,64	2,7	0,16	1,5
Kobber	42	9,1	45	120	26	100
Krom total	6,1	5,2	2,7	<0,20	0,27	50
Kvikksølv	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1
Nikkel	7,3	1,8	6,1	19	0,60	60
Sink	375	85	260	923	86	200
Uran	8,6	15	15	23	5,3	*
Thorium	197	81	639	97	16	*

*Det eksisterer ingen normverdier for denne parameteren

UMB (Universitetet for miljø- og biovitenskap)² utførte for NGI en vurdering av bindingsforholdene av arsen i jord, med fokus på mobilitet. Arsen ble vurdert å være sterkt bundet til mineralstrukturen og dermed lite mobilt. Det ble også gjennomført sekvensielle ekstraksjoner for bly, kadmium, kobber og andre metaller, som på samme måte ble vurdert til å ha lav mobilitet og et begrenset remobiliseringspotensial. [28]

NGIs vurderinger gjorde det mulig å vise til en sammenheng mellom forekomsten av radioaktivitet og metaller, dvs. at der det påvises radioaktivitet er det også mer sannsynlig å finne høye verdier av metallkonsentrasjoner. [28]

8.3.1.1 Risikovurdering av forurenset grunn av NGI

NGI gjennomførte en 3-trinns risikovurdering ved bruk av SFTs verktøy for risikovurdering av forurenset grunn. I trinn 1 av risikovurderingen ble resultatene av jordprøvene sammenlignet med SFTs normverdier for jord. Da flere prøver overskred disse normverdiene ble det beregnet

² UMB heter i dag NMBU (Norges miljø-og biovitenskapelige universitet)

stedsspesifikke akseptkriterier for både human helse og jordmiljø i trinn 2. I denne vurderingen ble Norsjø lagt til grunn som nærmeste resipient og grunnvann som spredningsveien.

De målte konsentrasjonene ble vurdert til å ikke utgjøre en risiko for resipienten Norsjø sammenlignet med PNEC-verdiene for tungmetallene. Som det kommer frem i risikovurderingen: *«Påviste konsentrasjoner i jord og beregnede akseptkriterier representerer ingen fare for de vannlevende organismene i Norsjø. I henhold til risikovurderingen vil konsentrasjoner lavere enn akseptkriteriene ikke utgjøre noen risiko for resipienten Norsjø.»* [28]

Det ble i tillegg vurdert stedsspesifikke akseptkriterier for jord ved Søve, der risikoen for mennesker og miljø ble vurdert. De fleste målingene falt under grenseverdiene, med unntak av arsen i en prøve nederst i vaskeritomta ved veien. Denne prøven viste lav pH og høye metallkonsentrasjoner i grunnvannet. Det ble derfor anbefalt å rydde opp i disse massene. [28]

8.3.1.2 Annet avfall

I forbindelse med fremføring av vann- og avløpsledninger på Telemark fylkeskommunes grunn i 2013, ble det funnet fire nedgravde tønner overdekket med armeringsjern. Analyser påviste at tønnene inneholdt mineralolje og parafinvoks. [29] Under befaring av området er det ved flere lokasjoner påtruffet ulikt husholdningsavfall i overflaten.

Disse betraktningene førte til følgende vurdering i plan- og utredningsprogrammet: *«Det må regnes med funn av forurensning i andre deler av influensområdet som berøres av tiltaket, for eksempel ved utgraving, anleggsveier og riggområdet. Sannsynlige forurensninger som kan påvises er bygningsavfall, søppel og kondemnert utstyr, asbest, oljeholdige komponenter, PAH, bly og arsen.»*

I forbindelse med oppstart av fase 2 vil det bli gjennomført en risikovurdering knyttet til håndtering av ulike avfallsfraksjoner som kan påtreffes under utgravingen. Videre vil de ulike avfallsfraksjonene bli karakterisert og basert på innhold sendt til egnet mottak.

8.3.2 Nye undersøkelser av grunnen

Som påpekt i plan- og utredningsprogrammet viste det eksisterende kunnskapsgrunnlaget behov for ytterligere undersøkelser. Det ble derfor gjennomført supplerende undersøkelser av grunn, grunnvann og overflatevann ved Søve gruver. Resultatene er samlet i Vedlegg 9, «Rapport fra feltarbeid». Tabellene som benyttes i dette delkapittelet er hentet fra denne rapporten.

Grunnundersøkelsene fra Søve gruver ble gjennomført i flere omganger høsten 2024 og våren 2025. Prøvetakingen ble utført i henhold til Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn og NS-ISO 10381-5. [30] For å ivareta sikkerheten til feltpersonell ble prøvene tatt i perioder uten snø og uten kraftig nedbør, ettersom glatte forhold kunne øke risikoen for fall i de bratte partiene av terrenget. Det ble gjennomført analyser av fysikalske parametere, metaller, radionuklider samt øvrige relevante forurensningskomponenter av ALS. Prøvetakingen av forurenset grunn ble gjort i vaskeritomta, avgangsdeponiet i tillegg til kontrollprøver utenfor området.

Det ble ikke foretatt prøvetaking i slagghaugen da dette kunne medføre risiko for spredning av radioaktivt avfall. Prøver vil i stedet bli tatt under utgravingen.

Grunnprøvene ble tørket ved 50 °C og malt opp på laboratoriet før analyse. Omtrent en tredel av grunnprøvene ble analysert for ikke-radioaktive forurensninger samt totalt organisk karbon (TOC). Analysene av de ikke-radioaktive forurensningene ble utført av ALS sin normpakke for miljøgifter, som innebærer oppslutning og analyse med egnede ICP-måleinstrumenter. Detaljerte beskrivelser av analysemetoder er inkludert i analyserapportene i Vedlegg 9.

8.3.2.1 Vaskerijorda

Vaskerijorda har vist forhøyede konsentrasjoner av ikke-radioaktive miljøgifter i tilstandsklasse III eller høyere. I prøver fra vaskerigrøfta ble det påvist sinkverdier i tilstandsklasse III og IV som tilsvarer henholdsvis moderat og dårlig tilstand for forurensning i jord, basert på Miljødirektoratets veileder [31]. Det ble i tillegg registrert verdier av arsen, kobber og bly i tilstandsklasse III i samme område. Disse forurensningene forekommer tydelig sammen med den radioaktive forurensningen, som da overstiger grensen for radioaktivt avfall på 1 Bq/g.

Tabell 17 Oversikt over prøver tatt fra grøfta som er etablert i vaskerijorda. Aktiviteter som er oppgitt med **fet** skrift og markert med rød ramme overstiger grenseverdien for radioaktivt avfall.

	Enhet	2,5 m fra renne (syd) - N 59°16.902' E 009°17.169'			6 m fra nordende grøft - N 59°16.902' E 009°17.164'			2 m fra nordende grøft - N 59°16.903' E 009°17.161'		
		40 cm	80 cm	120 cm	40 cm	80 cm	120 cm	40 cm	80 cm	120 cm
Dybde	Cm									
Th	mg/kg TS	17,1	19,3	28,9	592	315	439	8280	111	2990
U	mg/kg TS	4,93	5,58	7,01	78,6	48,3	61,1	1160	21,4	424
Aktiv.	Bq/g	0,1	0,1	0,2	3,4	1,9	2,5	48,1	0,7	17,4
As	mg/kg TS							37		22
Cu	mg/kg TS				220			380		210
Pb	mg/kg TS							220		
Zn	mg/kg TS							1600	630	740

Tegnforklaring til tabellen:

Tilstandsklasser for helse- og miljøfarlige stoffer (Miljødirektoratet):

■ Tilstandsklasse 5 – Svært dårlig

■ Tilstandsklasse 4 – Dårlig

■ Tilstandsklasse 3 – Moderat

■ Tilstandsklasse 2 – God

■ Tilstandsklasse 1 – Meget god

Klassifisering av radioaktivt avfall:

 Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

8.3.2.2 Avgangsdeponiet

Nye jordprøver fra avgangsdeponiet viste ingen forhøyde nivåer av ordinær forurensning. Analysene viste resultater innenfor tilstandsklasse I og II, som tilsvarer henholdsvis «bakgrunnsnivå» og «god tilstand» basert på Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn. Dette betyr at de undersøkte massene i avgangsdeponiet ikke vil utgjøre en miljømessig risiko med tanke på den ordinære forurensningen.

8.3.2.3 Vaskeritomta

Området der det tidligere oppredningsverket («vaskeriet») var plassert har svært forskjellige forurensningsnivåer, og trenger derfor forskjellig håndtering. Grovt sett kan området inndeles i fire; vaskerijorda - som uansett skal graves opp og deponeres, sarkofagtomta – der all jord skal fjernes og sarkofagen bygges, dernest resten av området både med og uten flekkvis forurensning.

For å få bedre oversikt over hele dette området er det foretatt en rekke ekstra prøver og analyser. Analysene viser forhøyde konsentrasjoner av flere tungmetaller, med nivåer som tilsvarer tilstandsklasse III og høyere. Prøvene ble tatt fra et område som har vært mistenkt for å overstige grenseverdien for klassifisering av radioaktivt avfall.

Det er påvist bly i konsentrasjoner som faller innenfor tilstandsklasse IV og V, som tilsvarer henholdsvis «dårlig» og «svært dårlig» tilstand. Videre ble det ved samme punkt registrert konsentrasjoner av arsen i tilstandsklasse III og IV fra alle prøvene som ble tatt fra området med forhøyet nivå av radioaktivitet. Det ble også påvist forhøyede verdier av sink i området nedenfor knausen på vaskeritomta, med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III. (Tabell 19)

Vaskeritomta fremstår dermed som det området med høyest grad av ordinær forurensing innenfor tiltaksområdet. Som vist i Tabell 18 kommer det tydelig frem at nivåene av tungmetaller i vaskeritomta fremstår som høyere sammenlignet med vaskerijorda og avgangsdeponiet.

Tabell 18 Oversikt over innhold av radioaktive og ikke-radioaktive forurensinger i og ved forekomst av radioaktivt avfall nord i vaskeritomta.

Enhet		Mistenkt punkt med radioaktivt avfall vaskeritomt – N 59°16.914' E 009°17.199'						Ved punkt med radioaktivt avfall vaskeritomt – N 59°16.913' E 009°17.201'				Ved punkt med radioaktivt avfall vaskeritomt – N 59°16.549' E 009°17.121'		
Dybde	Cm	10	30	40	50	MB*	LB*	20	40	70	90	20	20	20
Th	mg/kg TS	3540	56,2	130	390	161	46	14,2	132	42,2	44,1	111	11,3	183
U	mg/kg TS	1240	20,1	6,64	138	46,3	12,3	3,78	65,7	15,6	8,11	13,2	3,71	49,5
Aktiv.	Bq/g	29,8	0,5	0,6	3,3	1,2	0,3	0,1	1,4	0,4	0,3	0,6	0,1	1,4
As	mg/kg TS	74	24	22	99	96	200	30	51	21		25	190	75
Pb	mg/kg TS	3200	620	230	1000	490	200	2100	580	140	120			390
Zn	mg/kg TS	1000												

Tegnforklaring til tabellen:

Tilstandsklasser for helse- og miljøfarlige stoffer (Miljødirektoratet):

■ Tilstandsklasse 5 – Svært dårlig

■ Tilstandsklasse 4 – Dårlig

■ Tilstandsklasse 3 – Moderat

■ Tilstandsklasse 2 – God

■ Tilstandsklasse 1 – Meget god

Klassifisering av radioaktivt avfall:

 Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

Tabell 19 Oversikt over innhold av radioaktive og ikke-radioaktive forurensinger i området nedenfor knaus i vaskeritomta.

Enhet		Nedenfor knaus 1 – N 59°16.918' E 009°17.170'			Nedenfor knaus 2 – N 59°16'55.0" E 9°17'10.6"			Nedenfor knaus 3 – N 59°16.917' E 009°17.186'	
Dybde	Cm	20	30	50	10	50	90	20	30
Th	mg/kg TS	71,1	69,2	100	93,5	67,2	72,1	115	186
U	mg/kg TS	4,64	8,11	15,1	11,4	7,85	7,3	11,9	11,1
Aktiv.	Bq/g	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9
Zn	mg/kg TS			510					

Tegnforklaring til tabellen:

Tilstandsklasser for helse- og miljøfarlige stoffer (Miljødirektoratet):

■ Tilstandsklasse 5 – Svært dårlig

■ Tilstandsklasse 4 – Dårlig

■ Tilstandsklasse 3 – Moderat

■ Tilstandsklasse 2 – God

■ Tilstandsklasse 1 – Meget god

Klassifisering av radioaktivt avfall:

 Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

Under boring ved den tenkte plasseringen av sarkofagen ble det ved et punkt funnet høye verdier av oljeholdige forbindelser i vaskeritomta, mer spesifikt alifater C12-C35 (Tabell 20). Konsentrasjonen tilsvarer en dårlig grunntilstand (tilstandsklasse IV) i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser for forurenset grunn. Fra ytterligere undersøkelser et par meter rundt prøvepunktet P2 ble det påvist alifater C12-C35 i tilstandsklasse I. Det anses dermed at resultatet vist i Tabell 20 kan være forårsaket av at jordprøven har blitt forurenset av kontakt med boreriggen. Den høye påviste verdien av alifater C12-C35 er dermed svært begrenset i utstrekning.

Tabell 20 Oversikt over innhold av radioaktive og ikke-radioaktive forurensinger fra prøver tatt under boring ved den tenkte sarkofagplasseringen.

Enhet		P2 – N 59°28.175' E 9°28.663'	P6 – N 59°28.170' E 9°28.667'	P8 – N 59°28.170' E 9°28.710'	P12 – N 59°28.165' E 9°28.721'	P13 – N 59°28.157' E 9°28.715'
Dybde	m	0-2	0-1	0-2	0-5	0-6
Th	mg/kg TS	57,9	41,3	120	96,6	46,7
U	mg/kg TS	10,4	5,53	21,5	18,5	16,2
Aktiv.	Bq/g	0,4	0,2	0,8	0,6	0,4
Alifater C12-C35	mg/kg TS	1830				

Tegnforklaring til tabellen:

Tilstandsklasser for helse- og miljøfarlige stoffer (Miljødirektoratet):

■ Tilstandsklasse 5 – Svært dårlig

■ Tilstandsklasse 4 – Dårlig

■ Tilstandsklasse 3 – Moderat

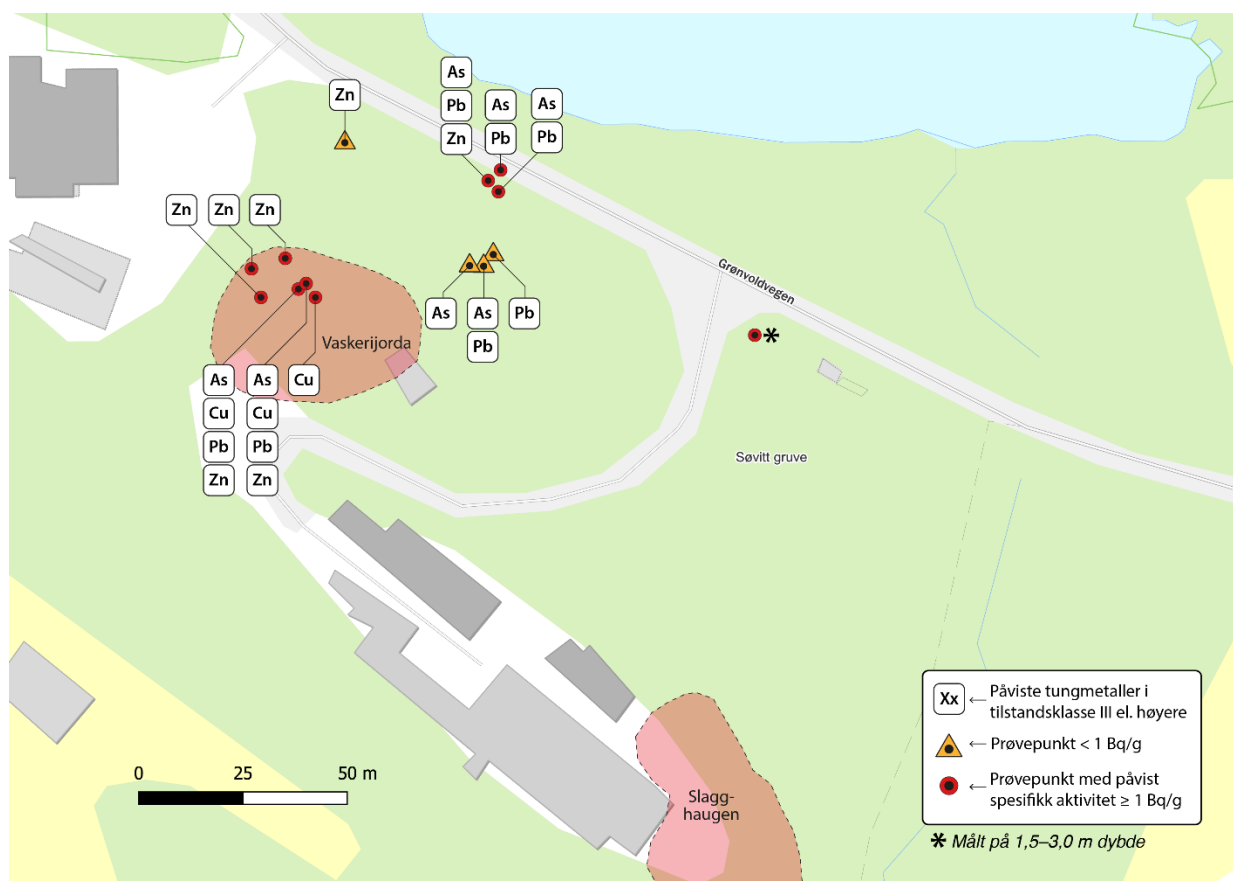
■ Tilstandsklasse 2 – God

■ Tilstandsklasse 1 – Meget god

Klassifisering av radioaktivt avfall:

□ Overstiger grenseverdi og klassifiseres som radioaktivt avfall

Disse kartleggingene har vært nødvendige for på den ene siden sikre at det alt vesentligste av masser med høyt innhold av radionuklider blir tatt opp og deponert i sarkofagen. Samtidig tilsier Regjeringens strategi for radioaktivt avfall at mengdene til deponi skal begrenses der det er mulig. Kartlegging og analyser er det fremste verktøyet i å skille mellom radioaktivt og ikke-radioaktivt avfall. Figur 51 viser en oversikt over fordelingen av tungmetaller og radioaktive forurensninger, basert på analyseresultater fra jordprøver presentert ovenfor.



Figur 51 Oversikt over prøvepunkt der tungmetallforurensing forekommer i masser med radioaktivt avfall, og der tungmetallforurensing forekommer i masser som ikke er radioaktivt avfall. (Kemakta / Bergfald Miljørådgivere)

8.3.3 Utlekkingstester

Det ble gjennomført utlekkings tester av ALS av jordprøver fra områder med påvist forurensing i vaskeritomta vist i Tabell 21. Her vises de ulike parameterne som ble målt fra en ristetest med L/S = 10 l/kg.

Resultatene viser at for de aller fleste parameterne kunne dette avfallet deponeres i deponi for inert avfall i henhold til Vedlegg II i Kapittel 9 i Avfallsforskriften. De resterende parameterne er innenfor intervallet for hva som kan deponeres i deponi for ordinært avfall. Det vil si at det er begrenset mobilitet for spredning i vann for de ikke-radioaktive forurensingene.

Tabell 21 Oversikt over utlekkings tester på avfall fra vaskerijord og fra punkt med forhøyet konsentrasjon av radionuklider i vaskeritomta.

FOR-2004-06-01-930 L/S - 10 l/kg	Enhet	As	Ba	Cd	Cr total	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn	Klorid	Fluorid	Sulfat	DOC	TDS
Inert avfall	mg/kg TS	<0.5	<20	<0.04	<0.5	<2	<0.01	<0.5	<0.4	<0.5	<0.06	<0.1	<4	<800	<30	<1000	<500	<4000
Ordinært avfall	mg/kg TS	0.5 - 2	20 - 100	0.04 - 1	0.5 - 10	2 - 50	0.01 - 0.2	0.5 - 10	0.4 - 10	0.5 - 30	0.06 - 0.7	0.1 - 0.5	4 - 50	800 - 15000	10 - 150	1000 - 20000	500 - 800	4000 - 60000
Fartlig avfall	mg/kg TS	2 - 25	100 - 300	1 - 5	10 - 70	50 - 100	0.2 - 2	10 - 30	10 - 40	10 - 50	0.7 - 5	0.5 - 7	50 - 200	15000 - 25000	150 - 500	20000 - 50000	800 - 1000	60000 - 100000
Overskrider FA	mg/kg TS	>25	>300	>5	>70	>100	>2	>30	>40	>50	>7	>7	>200	>25000	>500	>50000	>1000	>100000
Prøvepunkt	Område																	
VS 3 Ristetest L/S-10	Vaskerijord	<0.025	0,885	<0.0025	0,305	<0.125	<0.000300	0,184	<0.030	0,04	<0.010	<0.025	0,595	4,37	16,7	53,3	88,9	880
VS 2 Ristetest L/S-10	Vaskerijord	<0.010	0,446	<0.0020	<0.050	0,038	<0.000300	0,052	<0.030	0,036	<0.010	0,098	0,053	3,45	2,66	21,7	28,4	650
VS 1 Ristetest L/S-10	Vaskerijord	<0.025	1,14	<0.0025	<0.050	<0.125	<0.000300	<0.125	<0.030	0,025	<0.010	<0.025	0,518	2,5	1,52	15,3	31	660
NK 4 Ristetest L/S-10	Vaskeritomt	0,054	1,45	0,0273	0,13	1,44	<0.000300	0,012	0,246	5,4	<0.010	0,025	7,21	4,44	4,01	16800	36,8	22100

8.3.4 Totalt organisk karbon (TOC)

Deponier for inert avfall har en grenseverdi på innholdet av organisk karbon for å hindre bl.a. gassdannelse fra nedbryting. Selv om sarkofagen skal konsesjonsbehandles utifra behovet for å

beskytte mot utlekking av radionuklider må den samtidig følge kriteriene på TOC. Foreliggende analysedata viser at det er mulig uten egne tiltak da gjennomsnittsinholdet er godt under 3 %.

De høyeste registrerte TOC verdiene, det vil si de over 5%, er registrert i vaskerijorda. Blant prøvene fra vaskerijorda ble det målt ett punkt med en TOC-verdi på 7.13%, som samtidig er lokalisert i et område med radioaktivt avfall. Disse massene vil deponeres i sarkofagen. Samtidig er det verdt å merke seg at TOC i de fleste jordprøvene fra vaskerijorda er under 3%. Snittverdien av prøvene fra vaskerijorda viser en TOC på 2.4%. Dette regnes som et akseptabelt nivå for masser som skal deponeres i deponi for inerte masser. Det er dermed ikke forventet at det organiske innholdet i vaskerijorda skal skape utfordringer ved oppbevaring i sarkofagen i et langtidsperspektiv.

I forbindelse med utgravingen av vaskerijorda i Fase 2 av prosjektet vil innholdet av organisk karbon bli fulgt med på, for å sikre at totalinnholdet i de deponerte massene holder seg innenfor grensen på 3%.

8.3.5 Miljøeffekter

De målte konsentrasjonene av tungmetallene i jordprøvene ligger innenfor publiserte NOEC (eng. No Observed Effect Concentration) verdier og EC 10 (eng. Effect Concentration 10%) verdier for toksisitet hos visse plantearter, slik det er rapportert av det europeiske kjemikaliebyrået (ECHA) [32] [33]. Dette indikerer at det kan være lokal negativ påvirkning på vegetasjonen. I Vedlegg 15 vises oversikt over planteartene med deres assosierte NOEC og EC10-verdier. NOEC angir den høyeste konsentrasjonen der det ikke observeres negativ effekt, EC10 er konsentrasjonen som gir en respons som tilsvarer 10% av kontrollen. [34]

8.3.5.1 Vaskeritomta

For arsen varierer de publiserte NOEC verdiene og EC10 verdiene mellom 6.9 mg/kg og 704 mg/kg tørrvekt for 13 ulike plantearter, dette omfatter endepunkter som kornutbytte og rotforlengelse [32]. Den høyeste målte verdien av arsen i tiltaksområdet er registrert ved vaskeritomta med en konsentrasjon på 200 mg/kg tørrvekt. Dette viser en reell risiko for økologiske effekter i området.

For bly er det oppgitt NOEC verdier og EC10 verdier som varierer mellom 57 mg/kg og 6774 mg/kg tørrvekt, dette gjelder endepunkter som skudd- og rotutbytte i tillegg til redusert netto fotosyntese hos 6 forskjellige plantefamilier [33]. Den høyeste målte konsentrasjonen fra vaskeritomta er 3200 mg/kg tørrvekt. Dette ligger godt innenfor de oppgitte verdiene der negative effekter på plantevekst er dokumentert.

Områdene med forhøyede tungmetallverdier har også innhold av radionuklider over 1 Bq/g, som gjør at de vil bli gravd ut og plassert i sarkofagen.

8.3.5.2 Vaskerijorda

Siden de målte konsentrasjonene i grunnprøvene ligger innenfor de rapporterte effektverdiene (NOEC/EC10), indikerer dette at økosystemet i vaskerijorda har vært utsatt for negative miljøeffekter. For de målte konsentrasjonene av arsen og bly, ligger disse innenfor de rapporterte effektverdiene, men i mindre grad sammenlignet med konsentrasjonene som er målt i vaskeritomta.

I områder hvor det er påvist forhøyde konsentrasjoner tungmetaller observeres det tydelig redusert plantevekst. Dette samsvarer med toksiske effekter som er dokumentert ved tilsvarende konsentrasjonsnivåer. Samtidig er det en viss usikkerhet til observasjonene, ettersom disse lokalitetene også er blant de mest forstyrrede gjennom oppgravinger og prøvetaking.

8.4 Vurdering av usikkerheten

Prøvetaking har vært utfordrende i enkelte områder, spesielt ved vaskeritomta, som følge av steinmasser og løsmasser med småstein i grunnen, som har gjort det vanskelig å nå ønsket dybde. Dette utgjør en viktig usikkerhet ettersom høyere konsentrasjoner av forurensninger er funnet i dypere jordlag (ca. 30 cm).

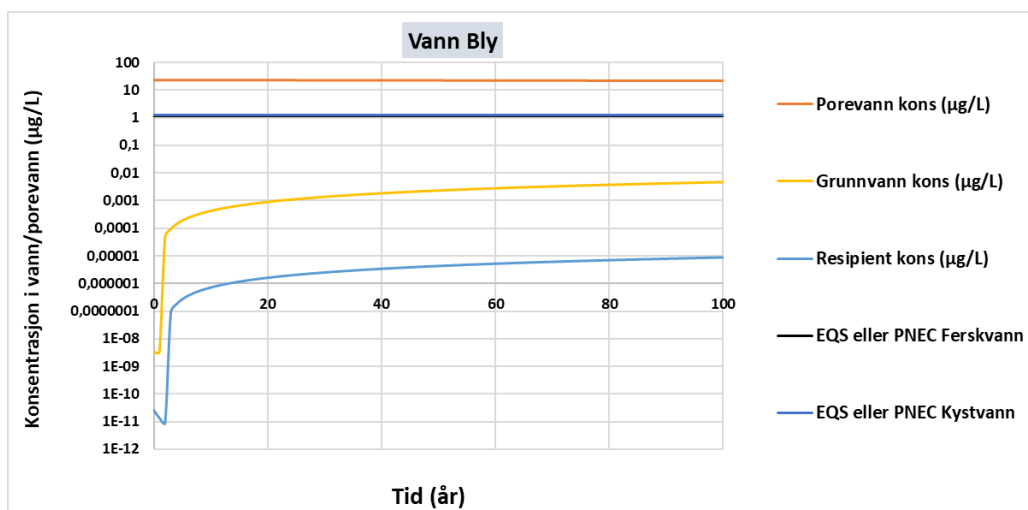
Det har dessverre ikke vært forsvarlig å hente ut nye prøver fra slagghaugen, grunnet ustabiliteten av området. Utgraving for prøvetaking er ikke hensiktsmessig med tanke på spredningsfare, men behovet for ytterligere analyser trengs for å undersøke og karakterisere hva som skal deponeres i sarkofagen, inkludert ordinær forurensning. Dette vil gi en indikasjon på tilstanden i sarkofagen etter lukking, og legge til rette for målet om sikring av avfallet i et langtidsperspektiv for sarkofagen. Det vil derfor bli utarbeidet en metodikk for prøvetaking i slagghaugen, hvor disse dataene samles inn i forbindelse med utgravingen.

Det kan ikke utelukkes at høyere konsentrasjoner kan påvises i nye prøvepunkter. Siden det allerede er gjennomført prøvetaking på flere lokaliteter i området er det grunn til å konkludere med at det foreligger en god oversikt over den generelle forurensningssituasjonen. Ettersom den kjemiske forurensningen i stor grad opptre sammen med den radioaktive, har vi god oversikt over hvilke områder som er berørt.

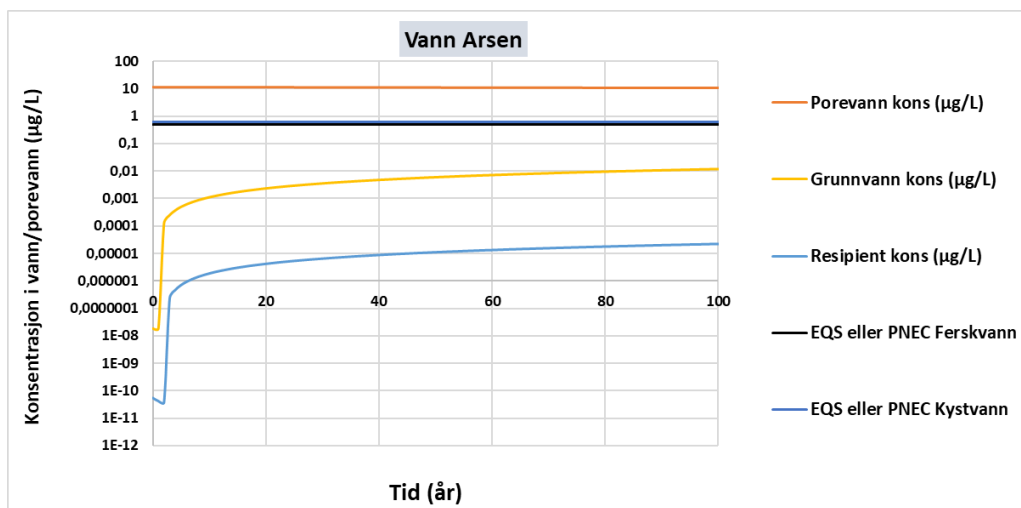
8.5 Vurdere dagens forurensningssituasjon og dagens arealbruk (nullalternativet)

Slik situasjonen er i dag, er det påvist at konsentrasjoner av bly og arsen i vaskeritomta som ventes å ha negativ påvirkning på plantevekst. Det betyr at påvirkningen av avfallet etter Søve gruver ikke bare har negative konsekvenser forbundet med de radioaktive forurensningene. Videre er det grunn til å tro at problemene knyttet til bly og arsen vil vedvare så lenge disse massene ikke ryddes opp og tungmetallene tas ut av kretsløpet. Området med høyt innhold av bly og arsen er i dag regulert til LNF formål, noe som kan innebære at bruk av område fører til at allmennheten eksponeres for høye verdier av tungmetaller.

Det har ikke tidligere vært kjent hvorvidt utlekking av tungmetall fra vaskeritomta påvirker kjemisk tilstand i resipienten Norsjø. Det er vurdert at utlekking fra den relativt begrensede forekomsten i vaskeritomta vil ha neglisjerbar effekt på Norsjø. For å støtte den vurderingen ble det besluttet å utføre en forenklet og konservativ spredningsberegning av bly og arsen fra den mest forurensede delen av vaskeritomta til Norsjø. Beregningene er utført med spredningsverktøyet som blir presentert i Miljødirektoratets veileder for forurensset grunn, og resultatene fra beregningen er vist i Figur 52 og Figur 53. Som vist i figurene, er forventet konsentrasjon av bly og arsen i grunnvann og Norsjø langt under gjeldende retningslinjer. Det anses dermed at påvirkningen fra utlekking til Norsjø er neglisjerbar.



Figur 52 Beregnet konsentrasjon av bly i grunnvann og resipient. (Bergfald Miljørådgivere)



Figur 53 Beregnet konsentrasjon av arsen i grunnvann og resipient. (Bergfald Miljørådgivere)

8.6 Avbøtende tiltak

8.6.1 Grunnarbeid og etablering av sarkofagen

Det er ikke avdekket vesentlig forurensning i området der sarkofagen skal bygges, derfor er det ikke nødvendig å iverksette avbøtende tiltak i denne fasen.

8.6.2 Utgraving

Eventuelt søl som oppstår under utgravingen, vil bli ryddet opp og håndtert. Dette tiltaket vil unngå at ordinær forurensning spres under utgraving av de forurensede massene. Det skal i tillegg etableres en klar stopp-kultur under arbeidet, dette innebærer at gravingen stanses inntil situasjonen er avklart dersom man påtreffer noe uventet.

8.6.3 Etter utgravingen

Når utgravingsarbeidet er gjort, vil det bli gjennomført et prøvetakingsprogram for å sikre at eventuell forurensning er tilstrekkelig håndtert. Håndholdt XRF-måler benyttes til måling av forurensninger i felt, og stikkprøver vil bli sendt til akkreditert laboratorium for videre analyse.

Resultatene vil dokumentere at jorden er tilstrekkelig håndtert. Området vil deretter bli tilbakefylt med rene masser som et ekstra sikkerhetstiltak.

8.6.4 Vurdere avbøtende tiltak

Uten tiltakene vil det være en økt risiko for spredning av forurensingen, både i form av ordinær og radioaktiv forurensing. Videre kan manglende oppfølging etter utgravingen føre til at forurensning forblir værende i jorda og dermed kan fortsette å utgjøre en risiko for planteveksten i området.

Dersom det likevel viser seg at utgravingen var utilstrekkelig med tanke på de ordinære forurensningene, viser utlekkingskalkulatoren at restinnholdet i jorden ikke vil føre til noen negative effekter ved utlekking til resipienten Norsjø.

8.7 Konsekvens

Opprydningen vurderes å ha en positiv konsekvens for plantelivet i de berørte områdene. De påviste konsentrasjonene har trolig en hemmende effekt på plantevekst i dag, og dermed vil fjerning eller redusering av de forurensende massene føre til en forbedring i vekstforhold for planter i området.

Det aller meste av den ordinære forurensingen vil deponeres i sarkofagen fordi den stort sett finnes i masser som også klassifiseres som radioaktivt avfall. Tiltaket vil innebære at tungmetallene tas ut av kretsløpet i området og deponeres i sarkofagen.

Opprydningen av de forurensende massene vil gi en ikke målbar konsekvens sammenlignet med nullalternativet, ettersom spredningen til resipienten Norsjø er ubetydelig. Endringene i vannmiljøet etter opprydningen av arsen, bly og oljeholdige forbindelser forventes derfor å være minimale. Men dersom det skulle påvises flere nedgravde oljetanker med lekkasjefare, kan konsekvensene være negative. Dette vil bli tatt hensyn til gjennom arbeidsperioden, prosjektet har en etablert stopp-kultur som sikrer at arbeidet stanser dersom uforutsette funn oppstår.

De avbøtende tiltakene anses gjennomførbare og tilstrekkelige for å sikre at tiltaket kan gjennomføres uten uønskede negative konsekvenser. Arbeidet med utgraving av de forurensede massene, samt driften av deponiet vil bli utført i henhold til regelverk og retningslinjer. Videre vil et godt prøvetakingsprogram i etterkant være viktig for å sikre at tiltaket har ønsket effekt knyttet til oppnåelsen av miljømålet som er definert i starten av kapittelet.

8.8 Oppsummering

Tabell 22 viser konklusjonene knyttet til konsekvens som resultat av drøftingen i foregående kapittel.

Tabell 22 Konsekvenstabell for forurensnet grunn.

Kriterier	Beskrivelse	0-alternativet	Tiltaket
Endring i risiko ved planalternativet, sammenlignet med 0-alternativet	Overordnet endring i risiko	Noe negativ konsekvens (1-)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Hvor havner forurensningen som håndteres i plantiltaket?	Noe negativ konsekvens (1-)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Dersom det er syredannende bergarter i planområdet, hvordan håndteres dette?	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
	Endring i spredning fra forurensnet grunn til nær-liggende vannforekomst (endring i tilstand i vann)	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
Usikkerhet knyttet til gjennomføring av planalternativet	Knyttet til gjennomføring av planlagte avbøtende tiltak: - lar de avbøtende tiltakene seg gjennomføre? - kan dette komme i konflikt med andre fagtema?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Knyttet til fremtidig vurdering og nødvendig aksept fra forurensningsmyndigheten	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
Restrisiko ved planalternativet	Vil avbøtende tiltak ha tilstrekkelig effekt? Vil risiko ved resterende forurensning i planalternativet være akseptabel?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

9 Konsekvenser for vannmiljø og naturmangfold i vann

9.1 Innledende informasjon og avgrensinger

I plan- og utredningsprogrammet ble det dokumentert behov for kartlegging av vannmiljøet i tiltaksområdet før gjennomføring av tiltaket. Følgende tiltak ble beskrevet:

- Forurenset vann – Kartlegging av forurenset vann. Sikre riktige referanseverdier for tilstand i Norsjø, Søvittbekken, og grunnvann. Metode: Mengdeproporsjonale prøver tas der det er mulig.

Denne konsekvensutredningen baserer seg på eksisterende data og feltarbeid. Miljødirektoratets veileder M- 1941 [22], konkretiserer hva en konsekvensutredning av vannmiljø skal inneholde. Dette kapitlet følger i store trekk veilederen.

9.1.1 Beskrivelse av tiltaket

Det foreslåtte tiltaket innebærer at det radioaktive avfallet etter Søve gruver ryddes opp og deponeres i en sarkofag som etableres på vaskeritomta. Resipienten Norsjø er utenfor både planområdet og tiltaksområdet, det ventes derfor ingen betydelige konsekvenser for denne innsjøen. Søvittbekken renner gjennom avgangsdeponiet etter Søve gruver, det vil være behov for å rydde eventuelle slagklumper som ligger i eller ved denne bekken. Denne opprydningen vil bli utført manuelt og ventes å ikke påvirke Søvittbekken utover det faktum at radioaktivt avfall fjernes fra den. Det foreslåtte tiltaket beskrives i nærmere detalj i Kapittel 5.

9.1.2 Nullalternativet

Nullalternativet innebærer at slagghaugen og vaskerijorda vil være liggende slik som i dag. Fra begge forekomster er det en svak utvasking av radionuklider og enkelte tungmetaller. Med stor sannsynlighet inneholder slagghaugen og vaskerijorda også andre forurensinger. Den implisitte risiko forbundet med mulighet for at slagghaugen raser ut og at radionuklider tilføres drikkevannskilden Norsjø forblir uendret.

Utlekkingstester foretatt av Totalförsvarets forskningsinstitut i Sverige av slagg fra Søve har vist lave utlekkingsverdier. [35] Andre utlekkingstester foretatt på liknende slagg fra aluminotermisk reduksjon av niobførende pyroklor i utlandet har indikert lav utlekking frem til at bufferkapasiteten til bl.a. aluminiumoksid er brukt opp eller svekket – og økende utlekking etter det. [36] Et nullalternativ der slagget blir liggende kan derfor innebære økt eksponering til økosystemet for radionuklider og tungmetaller etter en viss tid.

9.1.3 Alternativer som skal utredes

Alternativet som skal utredes er at det radioaktive avfallet blir fjernet og deponert i en nybygget sarkofag på vaskeritomta. Selve tiltaket beskrives i langt større detalj i kapittel 5. Konsekvensen av dette tiltaket vil bli vurdert opp mot nullalternativet, som innebærer å la det radioaktive avfallet bli liggende i området slik situasjonen er i dag.

9.1.4 Avgrensing av influensområde

Influensområdet inkluderer alle vannforekomster, og området nedstrøms/oppstrøms som er direkte berørt eller kan bli påvirket av tiltaket. Vannforekomster kan bli berørt blant annet på grunn av

fiskevandring eller transport av sedimenter, partikler og løste stoffer. Områder på land hvor det gjøres inngrep som kan ha betydning for vannforekomster er også del av influensområdet.

Norsjø og Søvittbekken er en del av influensområdet for utslipp til vann. I beregning av influensområdet er det tatt utgangspunkt i utslipp av inntil av 200 kg hydraulikkolje. Hydraulikkolje ble valgt fordi denne har den største geografiske spredningen av mulige utslipp til vannet. Et område på om lag 0.15 km² med en lengde av 350 m fra utslippspunktet (munning Søvittbekken) i Norsjø er den størst mulige område som kan bli påvirket. Søvittbekken er også en del av influensområdet for utslipp til vann.



Figur 54 Influensområdet for utslipp av olje for vann. [37] (National Center of Biotechnology Information)

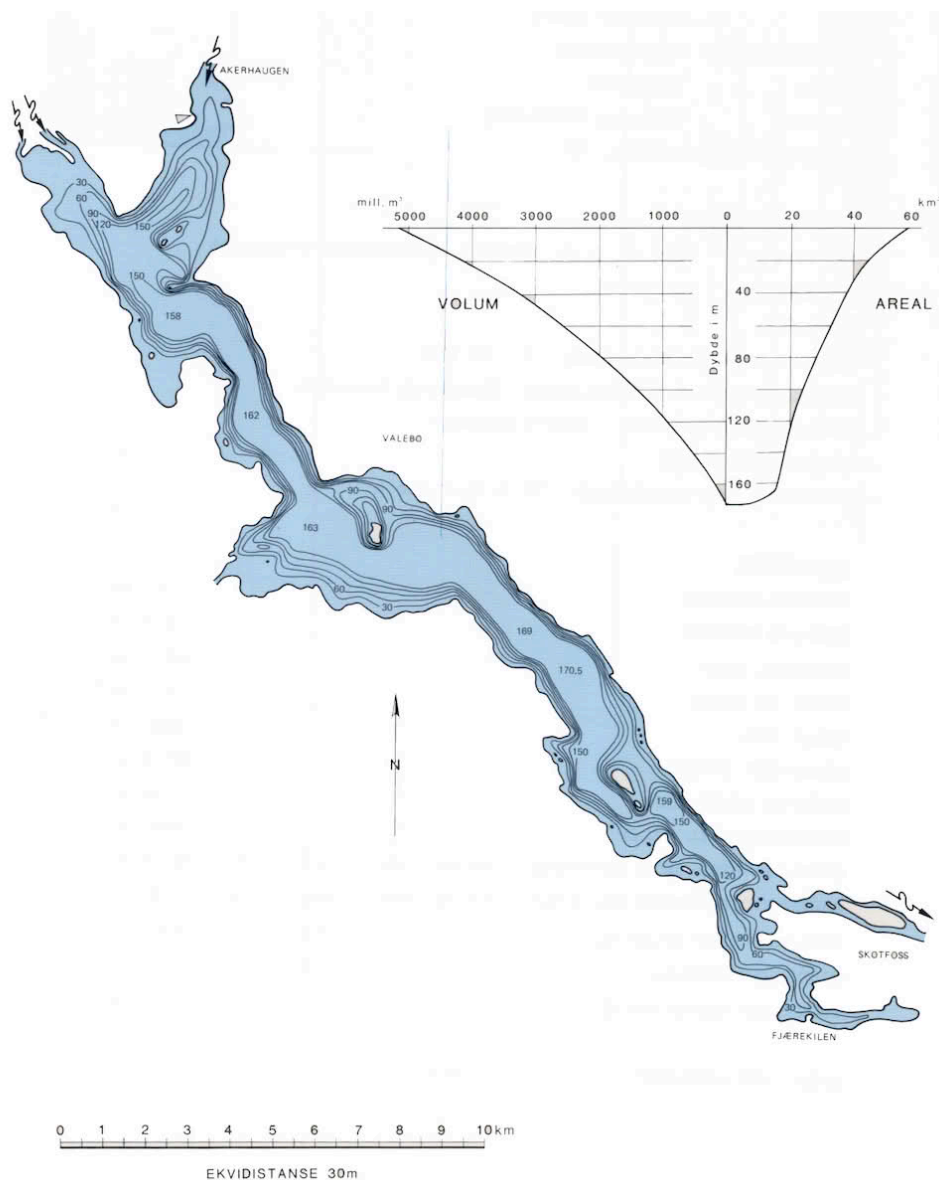
Influensområdet er delt inn i to delområder: Søvittbekken og Norsjø. Hver av de to delområdene kan bli delt opp i bunnen av vannforekomsten og vannvolumet: Norsjø bentisk (NB), Norsjø pelagisk (NP), Søvittbekken bentisk (SB) og Søvittbekken pelagisk (SP). Detaljer på vannforekomstene er videre beskrevet herunder.

9.1.4.1 Vannforekomst Norsjø

Norsjø (vannforekomst-ID: 016-6-L) er den nest nederste innsjøen i Telemarksvassdraget, som tilhører vannregion Vest-Viken. Nedbørsfeltet er meget stort (>10 000 km²) og strekker seg fra Hardangervidda til Grenlandsfjorden, noe som genererer stor vanngjennomstrømning og gir en forholdsvis kort oppholdstid på 0,6 år. De største tilløpselvene er Tinnelva (via Heddalsvatnet og Saua) i nord-øst, Bøelva/Gvarvelva i nord-vest og Telemarksvassdraget i vest, med Eidselva som munner ut i Norsjø ved Ulefoss. Innsjøen er regulert, men kun med en liten reguleringshøyde på 0,15 m. Nedbørsfeltet er dominert av skog og fjell, og andelen dyrket mark er lav (< 2%) [38]. Innsjøen er definert som beskyttet område for drikkevann, har et naturreservat i nord-vest (Årnesbukta) og et beskyttet område for badevann ved Gåsodden i Fjærekilen helt i sørenden av Norsjø [39].

Innsjøen tilhører vanntype L105b for kalkfattige, klare, dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen [38].

I ytterlig undersøkelse har det blitt tatt bilder med undervannskamera av bunnen rett utenfor og i nærheten av utløpsrøret fra Søvittebekken. Utløpsrøret er delvis dykket. Vannet er klart og uten tydelig farge. Bunnen består av mudder overdekket av noe centimeter med sand. Mest sand er det helt inne ved land. Det er tydelig at kilden til sand er erosjon fra land. Deler av bunnen er tilnærmet dekket av stein. Bunnen faller av mot dypet tidlig, allerede ved 2 meter fra land.



Figur 55 Areal og dybdeforhold Norsjø 15 m.o.h. (NVE)

9.1.4.2 Vannforekomst Søvitbekken

Søvitbekken som renner gjennom tiltaksområdet renner ut i Norsjø ved Ulefoss og er ca. 1,1 km lang. Bekken er en del av Telemarksvassdraget. Søvitbekken er registrert i Vann-Nett portalen med ID nummer: 016-2484-R. Bekken har vanntype små ($< 10 \text{ km}^2$), kalkrik ($\text{Ca} > 20 \text{ mg/l}$, $\text{Alk} > 1 \text{ mekv/l}$), og klar ($< 30 \text{ mg Pt/L}$, $\text{TOC } 2 - 5 \text{ mg/l}$) [40]. Vann-Nett [40] og kartlegging av Søvitbekken av Ecofact [41] viser til at bekken er påvirket av næringstilførsler fra fulldyrket mark og spredt bebyggelse, forsurening, næringstilførsler og organisk belastning fra jordbruk og avrenning fra transport og infrastruktur.



Figur 56 Søvittbekken som rosa linje. Søvittbekken renner fra sør til nord før den munner ut i Norsjø. (Naturbase)

9.1.4.3 Nedbørsfelt Søvittbekken

Nedbørsfeltet til Søvittbekken er kartlagt og beregnet med karttjenesten NEVINA (Nedbørsfelt-Vannføring-Indeks-Analyse) fra NVE (Figur 57). Kartet er kvalitetssikret med egen kartlegging av nedbørsfeltet under prøvetakingsprogram i mai 2025, og resultatene var like. Usikkerheten i avgrensningen av nedbørsfeltet er hovedsakelig knyttet til underjordiske strømninger. Selv om det topografiske nedbørsfeltet kan avgrenses relativt klart, kan løsmassenes permeabilitet og sammensetning gjøre at grunnvann strømmer på tvers av topografiske grenser. Dette kan føre til at det hydrologiske (faktiske) nedbørsfeltet avviker fra det som fremgår av terrengformene. Løsmassene i undersøkelsesområdet har antropogent opphav og virker muldrike med stort innhold av organisk materiale. Løsmasser vaskes trolig ut ved høy vannføring og øverste bunnsstratet i bekken er svært finpartikulært. [41]

NEVINAs nedbørsfeltparametere viser til et nedbørsfelt som har et areal på 0,5 km² og ligger mellom 16 og 98 moh., med en gjennomsnittlig helning på 7,5°. Bekkens lengde er 1,1 km, og fallgradienten er 60,9 m/km. Arealbruken domineres av dyrket mark (68,5 %), etterfulgt av skog (22,3 %) og urbane områder (1 %). Avrenningsstatistikk fra NEVINA for perioden 1991–2020 viser en årlig middelavrenning på 11,4 – 18,7 l/s*km² (475 mm) inkludert usikkerhetsintervall. Nedbørsfeltet har en korrigert årsnedbør på 933 mm og beregnet fordampning på 419 mm.

[illegible]

Konsekvensutredning for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørøya gruver			Dok.nr.: 35182
Opprettet: 17.06.2025	Version: 3.1	Dato: 05.11.2025	Side 135 av 178



Figur 58 Venstre oppe: Søvittbekken løper gjennom masser med antropogent opphav med stor andel finpartikler og organisk materiale. Bildet er fra prøvetakingsstasjonen. Høyre oppe: Bilde lengre nedstrøms prøvetakingsstasjonen, i nærheten av utløpet til Norsjø. Her var bekken helt tørrlagt ved prøvetakingstidspunktet. Venstre nede: Søvittbekken under prøvetaking i felt med «normal» vannføring. Høyre nede: Søvittbekken nær utløpet til Norsjø under den første flomeepisoden fra høsten 2025 i Ulefoss. (Ecofact/Bergfald Miljørådgivere)

9.1.5 Avgrensing mot andre fagtema

For mer informasjon om historien, oppdraget for opprydding og deponering av forurensede masser henvises det til kapittel 1 og 2. Det vises til kapittel 3 for beskrivelse av planområdet og tiltaksområdet og vurdering av nullalternativet. Kapittel 5 beskriver tiltaket i etapper.

9.1.5.1 Forurensset grunn

Områder med eksisterende forurensning på land utredes i kapittel 8. Diffus spredning fra forurensset grunn til nærliggende vannforekomster, spesielt Norsjø, har konsekvens for vannmiljøet. Kunnskap

om grunnforurensning, utslipp, utlekking eller spredning av forurensning er viktig for å vurdere økologisk og kjemisk tilstand i vann.

9.1.5.2 *Naturmangfold*

Arter og naturtyper på land, og arter som lever i både vann og på land er kartlagt som en del av naturmangfoldutredningen i kapittel 7. Arter som lever i vann, er kartlagt som en del av dette kapittelet.

9.1.5.3 *Det radioaktive avfallet*

Utredninger knyttet til det radioaktive avfallets påvirkning på overflatevann og grunnvann utredes i sin helhet i kapittel 6. Under prøvetaking av grunnvannet ble det påvist konsentrasjoner av naturlig forekommende uran som var om lag dobbelt så høye som WHO's grenseverdier for Uran, for resterende ordinære ikke-radioaktive forurensinger ble det ikke påvist forhøyede konsentrasjoner. Konsekvenser for grunnvann dekkes derfor i sin helhet i kapittel 6.

9.1.6 *Lovverk*

Det legges til grunn at etablering av tiltaket skal foregå innenfor gjeldende lovverk med tanke på forurensning, strålevern, sikkerhet og annet relevant lovverk som vannressursloven, drikkevannsforskriften og vannforskriften. For hele tiltaket vil det bli søkt om tillatelse etter forurensningsloven for graving i forurenset grunn og drift av deponi for Søveavfallet. I kapittel 4 presenteres en utfyllende beskrivelse av ulike lover, forskrifter, veiledere og forvaltningsplaner som er relevant for tiltaket.

9.2 *Kunnskapsgrunnlag*

9.2.1 *Eksisterende kunnskap og tilstrekkelighet*

I henhold til Vannforskriften er det en målsetting at alle vannforekomster i Norge som et minimum skal oppnå «god tilstand» både for kjemiske og økologiske forhold. Klassifiseringen av økologisk tilstand baserer seg på biologiske kvalitetselementer (vannplanter, planteplankton, makroalger, bunnsfauna), fysisk/kjemiske kvalitetselementer (næringsalter, oksygen, vannregionspesifikke stoffer) og hydromorfologiske kvalitetselementer. Fastsettelse av kjemisk vanntilstand er basert på konsentrasjonene av prioriterte kjemiske stoffer i vann, sedimenter eller organismer.

Det finnes mye eksisterende kunnskap om de ulike elementene i fagtemaet vannmiljø. Særlig om Norsjø og til en viss grad om Søvittbekken. Under beskrives hvilke kilder som til sammen utgjør den eksisterende kunnskapen.

Vann-Nett

Vann-nett er kunnskapsdatabasen for arbeidet med Vannforskriften i Norge. Vann-nett er et verktøy som gir informasjon om vannmiljøet i Norge, og brukes for å støtte en helhetlig forvaltning av vann. Portalen gir omfattende informasjon om blant annet miljøtilstand, påvirkninger, tiltak og miljømål i vannforekomstene våre, som inkluderer elver, innsjøer, kystvann og grunnvann. Data fra Vann-nett har blitt samlet og brukt for klassifisering av både Norsjø (Vann-nett ID: 016-6-L) og Søvittbekken (Vann-nett ID: 016-2484-R).

Økologisk tilstand for Norsjø [39] er kvalifisert som *moderat* med presisjonsnivå beskrevet som *høy*. Kjemisk tilstand er kvalifisert som *dårlig* med presisjonsnivå beskrevet som *middels* for Norsjø i Vann-Nett. Etter veilederen M-1941 bør det hentes inn ny kunnskap om presisjonsnivået er definert som middels. Både økologisk og kjemisk miljømål for Norsjø er å oppnå klassifiseringen *god*.

I Søvvittbekken [40] er økologisk tilstand klassifisert som *dårlig* og presisjonsnivå beskrevet som *høy*. Økologisk tilstand er basert på bunndyr og næringssalter. Kjemisk tilstand er ikke klassifisert. Både økologisk og kjemisk miljømål for Søvvittbekken er å oppnå klassifiseringen «God».

ØKOSTOR-programmet

Norske miljømyndigheter er gjennom vannforskriften forpliktet til å overvåke, klassifisere og rapportere økologisk tilstand i norske vannforekomster. Overvåkingen skal omfatte økologisk og kjemisk tilstand og økologisk potensial. Den nasjonale overvåkingen av store innsjøer inngår i denne basisovervåkingen gjennom ØKOSTOR-programmet. I ØKOSTOR undersøkes fysisk-kjemiske forhold og kvalitetselementene planteplankton, vannplanter, dyreplankton, og småkreps i strandsonen [42].

I 2024 publiserte ØKOSTOR-programmet rapporten ØKOSTOR 2023 resultatene fra det 9. året med basisovervåking av økologisk tilstand i store norske innsjøer i henhold til vannforskriften. Rapporten er publisert av Miljødirektoratet og utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Akvaplan-niva. Norsjø med sitt areal på 55 kvadratkilometer, er på listen av store norske innsjøer og inkludert i ØKOSTOR-programmet [38].

I Norsjø er det gjennomført en rekke undersøkelser av vannkjemi (næringssalter, pH, alkalitet, hovedioner), planteplankton og dyreplankton på 1970- og 1980-tallet, samt vannvegetasjon tidlig på 1970-tallet [43]. Innsjøen ble også undersøkt som en del av basisovervåkingen av store innsjøer i 2015 [44] og 2019 [45].

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Norsjø i 2023: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, småkreps (planktoniske og litorale), vannplanter og fisk (kun ekkoloddregistreringer). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data som reguleringshøyde. For fisk har ØKOSTOR-rapporten i tillegg benyttet data fra 2019 i tilstandsklassifiseringen. Se Vedlegg 16 for utfyllende informasjon om kjemisk og økologisk tilstand.

NINA: Fisk i Norsjø

NINA publiserer faktaark for å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene er basert på NINA sin rapport 'Overvåking av fiskebestander i store innsjøer'. [46] Rapporten beskriver fiskebestandene i de åpne vannmassene (pelagialsonen) i seks store innsjøer i Sør-Norge (Nisser, Norsjø, Eikeren, Tinnsjøen, Tyrifjorden, Randsfjorden). Fiskebestandene ble undersøkt i august-september 2015. Målsetningen for prosjektet var å gi anbefalinger om hvilke metoder som bør brukes for innsamling av data om fiskebestandene i forbindelse med overvåking av økologisk tilstand under vannforskriften, samt å klassifisere vannforekomstene basert på de pelagiske fiskebestandene etter WS-FBI-indeksen (Weighted Stratified Fish Biomass Index). Denne indeksen relateres til eutrofiering i innsjøen og beregnes ut fra fiskebiomasse over og under sprangsjiktet (i hhv. epiog hypolimnion).

NIVA: Resipientundersøkelse for Søvitt renseanlegg, 2024

NIVA utførte i 2024 på oppdrag fra Nome kommune overvåking av Norsjø som resipient for utslipp av rensset kommunalt avløp fra Søvitt renseanlegg. Nome kommune igangsatte et prøvetakingsprogram i forbindelse med Statsforvalterens krav til overvåking av vannkvalitet i driftstillatelsen til dette anlegget. Ulefoss kommunaltekniske renseanlegg ligger plassert i et av de opprinnelige søvittbruddene, rett vest for tiltaksområdet, med kun få meters avstand fra den planlagte sarkofagen. Overvåkingsprogrammet fokuserer på midtre del av Norsjø, hvor utslippet fra renseanlegget befinner seg, og det ble opprettet fem stasjoner i Norsjø og i enkelte elver og bekker som har utløp i Norsjø, dette inkluderte Søvittbekken. Det er i denne sammenheng tatt vannprøver også i Søvittbekken og i Norsjø ved tre tilfeller sommer/høst 2024. Disse prøvene er ikke analysert for radioaktive stoffer, men for tungmetaller og uorganiske/organiske komponenter [47].

Overvåkingen fra 2024 viser at for alle prioriterte eller vannregionspesifikke stoffer var alle i klasse I eller II, d.v.s. at miljømålene for disse stoffene er oppnådd. Innholdet av fosfor var på 52 µg P/l som defineres som «dårlig». Til sammenlikning var konsentrasjonen av nitrogen på 2900 µg N/l som defineres som «svært dårlig». Fosfor og nitrogen verdiene skyldes trolig avrenning fra landbruk. pH-verdien er relativt høy målt til pH 8,3 og skyldes det høye kalkinnholdet i den lokale geologien. Vannføringen i Søvittbekken er til dels svært liten og medfører at artsrikdommen i bekken er lav. Grunnet lite vannføring i Søvittbekken er det lite trolig at bekken påvirker midtre delen i Norsjø i stor grad. Likevel kan man ikke utelukke en viss påvirkning i perioder med høy nedbør og evt. flom, da bekken har svært høye konsentrasjoner av næringsstoffer.

Prøvetaking av Søvittbekken utført av NIVA

I forbindelse med et oppdrag fra Direktoratet for mineralforvaltning gjennomførte NIVA 03.11.2009 en prøvetaking av vannet i Søvittbekken nedstrøms slagghaugen (Vann Nett, Miljødirektoratet ID 016-2484-R). Det er foretatt analyser av fysiske parametere, metaller og radionuklider. Resultatene viser at alle måleverdier er innenfor norske eller europeiske grenseverdier.

NGI Kartlegging ved Søve gruver 2010

I 2009 tok NGI vannprøver fra Søvittbekken, Norsjø og groper ved slagghaugen og slamdeponiet. Prøvene ble analysert for metaller, uran, thorium, anioner og alkalinitet, mens pH og ledningsevne ble målt i felt. Resultatene viste svært lav pH i enkelte groper (ned til 1,6) og tilstedeværelse av sulfider i forvitret materiale. Tungmetallene var innenfor gjeldende grenseverdier.

9.2.2 Er eksisterende kunnskap tilstrekkelig?

Det foreligger et relativt godt kunnskapsgrunnlag for Norsjø, basert på flere studier og overvåkingsprogrammer (kapittel 9.2.1). Kunnskapen omfatter både biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske parametere, og anses i hovedsak som relevant for tiltaket.

IAEAs sikkerhetsstandarder stiller krav om utfyllende informasjon om både generell miljøtilstand (fysiske og kjemiske forhold), grunnvannsforurensning og overflatevannsforurensning når det skal gjøres tiltak mot radioaktivt avfall og ved etablering av deponi for slikt avfall. For å oppfylle disse kravene er det etablert et supplerende prøvetakingsprogram, som omfatter uttak av vann- og sedimentprøver, særlig i områder som forventes å være påvirket av avfallet fra Søve gruver.

Norsjø

Ifølge Vann-Nett har Norsjø høyt presisjonsnivå for økologisk tilstand, mens presisjonsnivået for kjemisk tilstand er vurdert som middels. Etter M-1941 innebærer dette at ny kunnskap skal innhentes.

ØKOSTOR (2023) og NIVA (2024) har imidlertid vist stabile resultater for de fleste kvalitetselementene til økologisk klassifisering. Klassifiseringene er gjort i tråd med Veileder 02:2018. Tilstanden vurderes derfor som godt nok dokumentert for tiltaket som forventes å ha begrenset/ingen påvirkning på Norsjø. Prosjektet har derfor ikke igangsatt noe større prøvetakingsprogram for å øke det generelle kunnskapsnivået om kjemisk tilstand i en så stor vannforekomst som Norsjø. Kun de områdene som er relevant for tiltaket er kartlagt.

Søvittbekken

I Vann-Nett er bekken klassifisert til «dårlig» økologisk tilstand (2016) med høyt presisjonsnivå, mens kjemisk tilstand er «udefinert».

Det finnes noe eldre datagrunnlag fra NIVA (2009), som inkluderte analyser av fysiske parametere, metaller og radionuklider i Søvittbekken nedstrøms slagghaugen. Klassifiseringen ble gjort etter Veileder 02:2018 og vurderes som relevant, men det er behov for ny kartlegging ettersom prøvetakingen er over 15 år gammel.

Det samlede kunnskapsgrunnlaget for både Norsjø og Søvittbekken vurderes som ikke tilstrekkelig alene. Vår gjennomgang av eksisterende kunnskap har avdekket mangler, særlig knyttet til kjemisk tilstand. For å sikre et oppdatert og robust beslutningsgrunnlag har det derfor vært nødvendig å gjennomføre ytterligere kartlegging og prøvetaking.

Det kan være aktuelt å gjennomføre en ytterligere prøvetaking kort tid før oppryddingen gjennomføres, samt kort tid etter. I tillegg vil det være faglig interessant å gjennomføre en kartlegging en stund etterpå, eksempelvis tre år, for å kunne dokumentere eventuelle endringer i vannkvaliteten over tid i området.

Grunnvann

Som beskrevet i kapittel 6 er grunnvannet i tiltaksområdet utsatt for utvasking av radionuklider. Den eneste kjente kilden til grunnvannsprøver er NGIs undersøkelser fra 2009. Prøvene ble imidlertid tatt i groper som er eksponert for vær og vind, og kan derfor ikke klassifiseres som representative grunnvannsprøver etter etablert protokoll eller standard.

Grunnvann i fjellet (hydrogeologien) under planområdet ved Søve gruver er ikke undersøkt (så langt vi har klart å oppspore). Vi har gjennomgått databaser og tatt kontakt med NGU og universitetene uten å lykkes å finne noen rapporter etter undersøkelser av grunnvann i grunnen i området.

Datagrunnlaget for grunnvann var utilstrekkelig, og derfor er det satt i gang ytterligere kartlegging og prøvetaking.

9.2.2.1 Ytterligere kartlegging og prøvetakingsprogram (2024–2025)

Som en del av det utvidede kunnskapsgrunnlaget er det utført både økologiske klassifiseringer og supplerende prøvetaking:

- Våren 2025 gjennomførte Ecofact, på oppdrag fra Bergfald Miljørådgivere, en klassifisering av Søvittebekken med særlig vekt på økologiske kvalitetselementer (bunndyr) samt næringsstoffer (nitrogen og fosfor).
- Vannprøver i området, inkludert Søvittebekken og Norsjø ved bekkens utløp.
- Sedimentprøver er tatt fra Søvittebekken oppstrøms og nedstrøms fra slagghaugen.
- Grunnvann er prøvetatt fra to nyetablerte brønner i avgangsdeponiet (Brønn 1 og Brønn 2), som representerer grunnvann i løsmasser. I tillegg er det hentet ut vannprøver fra brønnen til Ulefoss Mekaniske (fjellbrønn, drikkevannskilde).
- Det har blitt tatt bilder med undervannskamera i influensområde i Norsjø for å få innsikt på artsmangfold i bunnen.

Denne samlede kartleggingen er vist i Vedlegg 16 som gir et betydelig styrket og oppdatert grunnlag for vurdering av økologisk og kjemisk tilstand, og anses dermed som tilstrekkelig for konsekvensutredningen.

9.2.3 Konklusjon fra vurdering av økologisk og kjemisk tilstandsvurdering i Norsjø og Søvittebekken og grunnvann

I forbindelse med konsekvensutredningen for opprydding og deponering av radioaktivt avfall etter Sørve gruver er det utarbeidet en rapport som sammenstiller informasjon om økologisk og kjemisk tilstand i Norsjø og Søvittebekken, vist i Vedlegg 16. Konklusjonen fra denne rapporten er sammenfattet i Tabell 23 og Tabell 24.

De parameterne som gjør at økologisk tilstand i både Norsjø og Søvittebekken er lavere enn *god* har andre årsaker enn forurensning fra Sørve-avfallet. I all hovedsak skyldes lav tilstand utslipp og belastning fra landbruk, og for Norsjø sin del som følge av at vannplanter påvirkes av eutrofieringseffekter i strandsonen. Det er ingen endringer i tilstanden på Sørve-avfallet som vil endre tilstandsklassene for Norsjø eller Søvittebekken.

Tabell 23 Samlet økologisk tilstand for Norsjø og Søvittebekken

Samlet økologisk tilstand	Tilstand	Kilde
Norsjø	Moderat	Vann-Nett, ØKOSTOR
Søvittebekken	Dårlig	Undersøkelse Ecofact 2024

Tabell 24 Samlet kjemisk tilstand for Norsjø, Søvittebekken og grunnvann

Utvalgt kvalitets-element	Parameter/-indeks	Tilstand	År	Kilde
Metaller i bunnsediment Norsjø	Prioriterte stoffer	Svært god	2024	Resipient-undersøkelse for Søvitte renseanlegg, 2024 (NIVA, 2025)
Metaller i overflatevann Norsjø	Prioriterte stoffer	God	2024 - 2025	Ytterlig prøvetakings-program BM 2024 - 2025

Metaller i overflatevann Søvittbekken	Prioriterte stoffer	God	2024 - 2025	Ytterlig prøvetakings-program BM 2024 - 2025
Metaller i bunnsediment Søvittbekken	Prioriterte stoffer	Svært god	2024 - 2025	Ytterlig prøvetakings-program BM 2024 - 2025
Metaller i grunnvann	Prioriterte stoffer	God	2024 - 2025	Ytterlig prøvetakings-program BM 2024 - 2025
Metaller i grunnvann	Vannregion spesifikke stoffer	Svært god	2024 - 2025	Ytterlig prøvetakings-program BM 2024 - 2025

9.2.4 Spredningsberegninger

Tiltaket kan medføre utslipp eller avrenning fra grunn til vann dersom det vil ikke bli utarbeidet avbøtende tiltak. I kapittel 8 om forurensset grunn er spredningsberegninger beskrevet. Spredningsberegninger er gjennomført etter funn av et område med forhøyet radioaktiv og ordinær forurensing på vaskeritomta. Beregningene viste at den forventede spredningen av tungmetaller til Norsjø er neglisjerbar. Ved å sammenligne forventede konsentrasjoner i resipient med gjeldende EQS-verdier (eng. Ecological Quality Standards) for vannmiljø indikerer disse resultatene, beregnet ved bruk av Miljødirektoratets *Verktøy for å beregne spredning fra forurensset grunn* (M-2173), at utlekking fra de forurensende massene ikke vil medføre negativ påvirkning på resipienten Norsjø. De største miljøeffektene vurderes derfor å opptre i områdene hvor forurensningen forekommer.

Det legges til grunn at gjennomføring av oppryddingen ikke vil være til hinder for oppnåelse av «god» økologisk og kjemisk kvalitet i Søvittbekken eller i Norsjø, slik denne kvaliteten er definert i Vannforskriften. På den annen side vil oppryddingen på Søve heller ikke bidra vesentlig til denne måloppnåelsen, siden det er landbruket som i hovedsak er kilden til redusert vannkvalitet.

Hydrogeologi - grunnvann

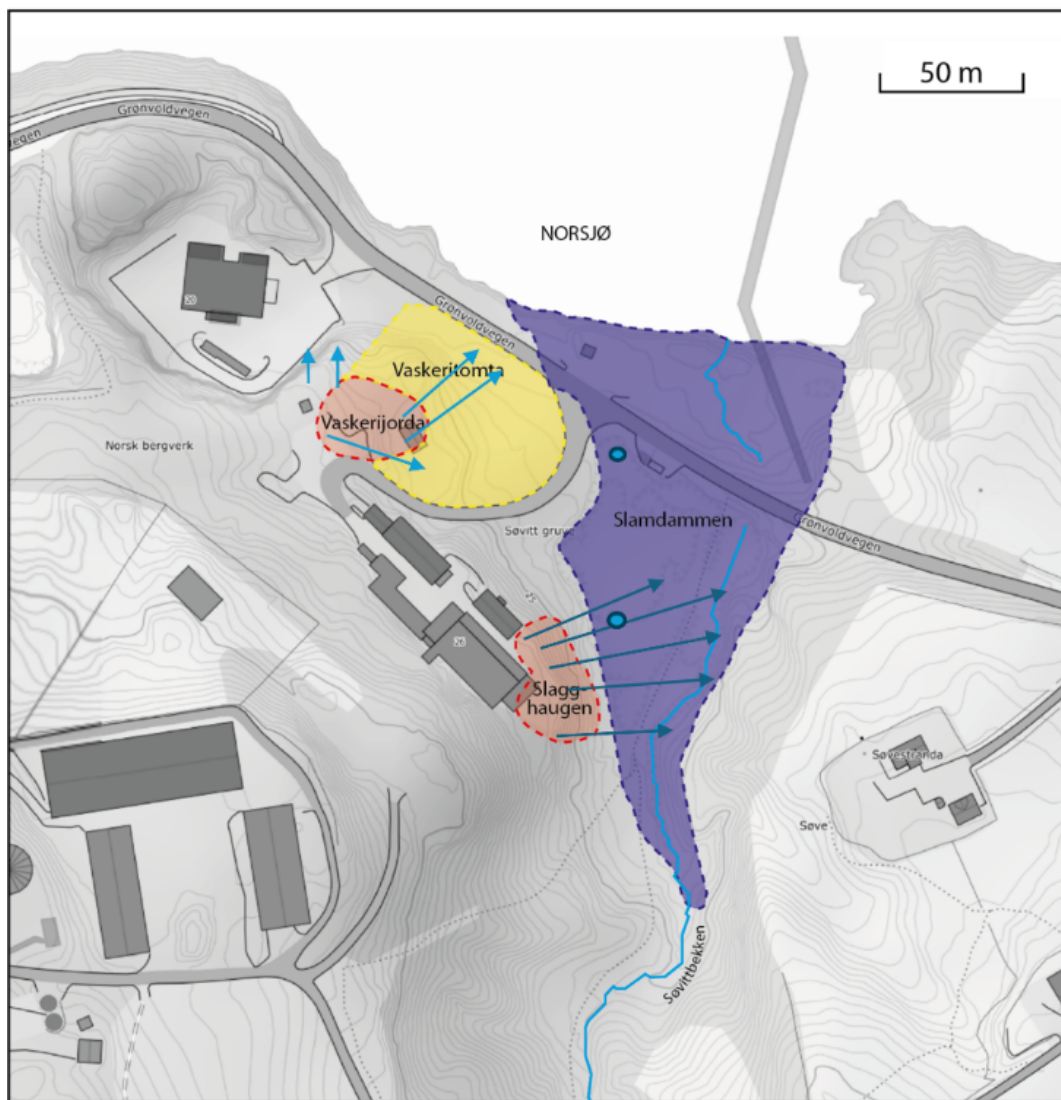
Spredning av tungmetaller og annen forurensning kan også foregå til grunnvann. Basert på den lokale geologien ved Fensfeltet, hvor de lettflytende vulkanske massene sprenge inn i tidligere formasjoner, er det sannsynlig at berggrunnen i varierende grad er oppsprukket.

NGU har dokumentert svakhetssoner, forkastninger og strukturelle linjer i berggrunnen gjennom geofysiske undersøkelser og kjerneborehull i Fensfeltet [48]. På NGUs berggrunnskart [49] er det markert to forkastninger som går nord-nordøst – sør-sørvest. Denne forkastningen er også å se på kartet på Figur 2 i delkapittel 2.1 *Den unike geologien*. Den østre av disse forkastningene går tett på området til Søve gruver. NGUs Undersøkelser har ikke vært utført direkte i tiltaksområdet, men nær nok til at resultatene kan ha relevans. Under undersøkelsen er det utført boringer 150 m sørøst fra slagghaugen. Boringen viser <2,1 m dybde til fjell. Dermed er det også kartlagt (NGUs aksomhetskart svakhetssoner i fjell) «sannsynlig» dypforvitring i ravinen fra Søvittbekken som viser til at det forventes å finne svakhetssoner i fjell. Under etablering av grunnvannsbrønnene er det boret ned til 9 m dybde for brønn 1 og 5 m dybde for brønn 2 som begge ligger i tiltaksområdet.

Grunnvann kan trenge inn i sprekker og langs sidene av sonene med dyp forvitring. Med tanke på at det har blitt gjennomført mye sprengningsarbeid under driften av Søve gruver, kan vi også anta at berggrunnen har sprekker på kryss og tvers med varierende transport av grunnvann. Hvor stor vannføringene er i disse sprekke er ikke dokumentert. På 50-160 meters dybde finnes det store gruveganger etter gruvevirksomheten. Disse ligger delvis under eller på nivå med Norsjø, og skal være fylt med vann.

Før grunnvannet trenger inn i sprekker i fjell går det gjennom løsmassene som ligger over fjellet. I kapittel 6 er løsmassene i området karakterisert med bakgrunn i egne og tidligere jordprøver. Løsmassene består av silt, sand og stein. I avgangsdeponiet finner vi lag av tettere masser. Gjennomstrømningen i massene vil variere noe, men er ikke videre kartlagt. Det er boret grunnvannsbrønner i avgangsmassene nedstrøms slagghaugen mot Norsjø. Grunnvannstanden i brønn 1 er målt til 2 m under bakkenivå og i brønn 2 til 4,5 m under bakkenivå.

Basert på terrenget, analyser av løsmassene, og grunnvannsstanden er det laget et forenklet oversiktskart av grunnvannsstrømmene (Figur 59).



Figur 59 Tenkte grunnvannstrømmer i forbindelse med sikkerhetsanalysen. (Bergfald Miljørådgivere)

9.2.4.1 Flom

NVE sitt aktsomhetskart for flom viser at sarkofagen vil ligge helt på grensa til det definerte aktsomhetsområdet, derfor er det utført en flomvurdering av området for tenkt plassering vist i Vedlegg 5. Det er vurdert at det er vannstanden i Norsjø som vil utgjøre den reelle flomfaren ved tiltaksområdet. Aktsomhetskart for flom gir grunnlag for å vurdere lokalitetene i forhold til 200 år og 1000 års flom. Rapporten gir følgende begrunnelse: «Sarkofagen, ... skal bygges på en slik måte at

det ikke vil være fare for utslipp av forurensede masser eller fra avrenning. Den skal fundamenteres ned på fjell og gjøres helt vanntett. Toppen av sarkofagen skal enten forsegles som resten av konstruksjonen, eller føres opp til et kotenivå som vil være godt over flomutsatt nivå. Med det at selve konstruksjonen skal bygges helt flomsikkert, vurderes sikkerhetsklassen til å falle inn under F2. Altså at det skal sikres mot en 200-årsflom.» Rapporten konkluderer at sikker byggehøyde er 20,0 moh. for sikkerhetsklasse F2, og 20,8 moh. for sikkerhetsklasse F3.

Søvittbekken som renner ned noe øst for tiltaksområdet og krysser hovedveien før den munner ut i Norsjø, vurderes å ikke utgjøre noen reell fare. «Ved flom i bekken og eventuell utilstrekkelig kapasitet gjennom de to stikkrørene under Grønvoldvegen, vil vannet renne over vegen og ut i Norsjø og ikke inn mot området der sarkofagen er tenkt plassert. Nedbørfeltet til bekken er ca. 37 ha. Vannet som eventuelt stuves opp på oppstrøms side av stikkrennene, vil først fylle opp en forsenkning på ca. 4000 m³ før det renner over vegen.»

I september 2025 falt det store nedbørsmengder over flere dager i Sør-Norge og på Østlandet. I oktober 2025 kom enda større mengder i løpet av kort tid fra stormen Amy. For Telemarksvassdraget og Norsjø ble det varslet «moderat fare for flom» av Meteorologisk institutt. Feltbefaring under og etter hendelsen bekreftet situasjonen slik den tidligere er beskrevet for Søvittbekken i flomrapporten (Vedlegg 5): Forsenkningen oppstrøms stikkrennene ble fylt opp med vann, men volumet var ikke tilstrekkelig til at vannet rant over vegen (Figur 60).



Figur 60 Vannspeilet etter store mengder nedbør bekrefter situasjonen som beskrevet i flomrapporten (Vedlegg 5). Foran på bildet står grunnvannsbrønn 1. (Bergfald Miljørådgivere)

Under nullalternativet, der det ikke bygges en sarkofag, kan økt nedbørmengde og flom føre til kraftig erosjon i området. Dette kan medføre at radioaktivt avfall (kapittel 5 og 6) og annet forurenset materiale utvaskes og spres til resipienten Norsjø. Påvirkningen er ukjent, men antas til å bli av negativ konsekvens.



Figur 61 Erosjonskant i Søvittbekken og et rør som stikker ut. (Ecofact)

Det bør samtidig nevnes at en flom av de dimensjoner som er aktuelle for å true en konstruksjon som betongsarkofagen vil også med stor sannsynlighet ha dramatiske effekter på andre deler av samfunnet, eksempelvis tettbebyggelsen i Ulefoss eller Notodden.

9.2.5 Fremmede arter

I Norsjø har det tidligere blitt registrert fremmede arter som vasspest (Artsdatabanken, 1988 og 2015). Det har blitt tatt bilder med undervannskamera i influensområdet på feltarbeid 30.6.2025 - 1.7.25. Det ble ikke påvist fremmede arter i den undersøkelsen. Se Vedlegg 16 delkapittel vannplanter for bildene.

9.2.6 Økosystemtjenester

Følgende økosystemtjenester har blitt identifisert for Norsjø:

- Matproduksjon og drikkevann – jordbruksvanning
- Rekreasjon, friluftsliv og naturbasert reiseliv
- Kunnskap og læring og naturarv
- Transportvei
- Kilde til industrielt vann

Økosystemtjenester fra Norsjø er av stor betydning for mange brukerinteresser, inkludert drikkevannsforsyning til personer i innsjøens umiddelbare nærhet, samt 100 000 personer nedstrøms, dvs. ca. 1,5 % av Norges befolkning. Innsjøen og tilløpselvene brukes også til vanning av store landbruksarealer og som prosessvannkilde for Herøya Industripark og Rafnes-anleggene.

Det er ikke kjent om det drives kommersielt fiske i Norsjø.

Bading og båtliv er viktige rekreasjonsaktiviteter for mange tusen mennesker i sommerhalvåret. Sportsfiske, særlig etter abbor, er også av stor betydning. Langs Norsjø er det registrert en rekke badeanlegg, småbåthavner og campingplasser. Norsjø benyttes også i turisttrafikk langs Telemarkskanalen og ved innsjøens utløp ligger det elvekraftverk.

Det finnes imidlertid også en rekke andre fiskearter som utnyttes i varierende grad. Laksebestanden er lav, det skyldes hovedsakelig kraftverksutbygging i vassdraget oppstrøms.

Det antas at Norsjø benyttes som ekskursjonsmål for barnehager og skoleelever.

9.2.7 Kunnskap om andre planer og tiltak

Det finnes, så langt det har vært mulig å kartlegge, ingen planlagte tiltak som kan påvirke/forringe tiltaksbildet.

9.2.8 Usikkerhet ved kunnskapsgrunnlaget

Vannmiljøet i influensområdet har et stort og godt dokumentert kunnskapsgrunnlag, supplert med et ytterligere prøvetakingsprogram fra sommeren 2024 til høsten 2025. Under prøvetakingsprogrammet har Bergfald Miljørådgivere gjennomført flere feltbefaringer hvor det har blitt tatt jordprøver, vannprøver, kjerneprøver av trær og observert området.

Ecofact har ved flere anledninger hatt sine eksperter i felt og hentet data fra databaser.

Kunnskapsgrunnlaget til konsekvensvurdering av vannmiljøet i tiltaksområdet, vurderes derfor som godt og representativt.

9.3 Søvittbekken og Norsjø som delområder

Influensområde er delt inn i to delområder: Søvittbekken og Norsjø. Hver av de to delområdene kan bli delt opp i bunnen av vannforekomst og vann: Norsjø bentisk (NB), Norsjø pelagisk (NP), Søvittbekken bentisk (SB) og Søvittbekken pelagisk (SP).

9.4 Verdisetting

Alle vannforekomster settes til **stor eller svært stor verdi**. Vannforskriften sier at tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand.

Vannforskriften skiller ikke mellom verdien på vannforekomster som har god eller dårlig tilstand. Alt vann er viktig, og vannforvaltningen skal sikre at alt overflatevann i framtiden skal ha minst god tilstand. Dette innebærer at også svært modifiserte vannforekomster (SMVF) får stor verdi, selv en liten bekk som Søvittbekken.

Norsjø

Norsjø vurderes å ha svært stor verdi. Innsjøen er en av de største i Telemark og utgjør en sentral regional drikkevannskilde og er prosessvannkilde for Norges største industricenter. Norsjø har høy artsrikdom både for fisk og småkreps, samt forekomst av rødlistearter (ål, elvemusling, samt nordlig

evjebloom). Som drikkevannskilde, kombinert med svært god vannkvalitet på flere nøkkelparametere og stor økologisk funksjon, gir dette grunnlag for å fastsette innsjøen til kategorien **svært stor verdi**.

Søvittbekken

Våren 2025 foretok Ecofact en supplerende klassifisering av bekken, rapporten fra denne undersøkelsen er vist i Vedlegg 17. Konklusjonen fra denne rapporten angående verdien av Søvittbekken er vist under:

*«Iht. til M-1941 har alle vannforekomster enten Stor eller Svært stor verdi. Som følge av tilførsler av organisk materiale og næringsstoffer er Søvittbekken påvirket av organisk belastning og eutrofiering. Dette gjenspeiles i det biologiske kvalitetselementet bunndyr som viser at hele bekken har dårlig økologisk tilstand. Klassifiseringen er basert på prøvetaking ved 2 stasjoner i bekken utført i 2016 og 2025. Det vurderes at det ikke er forhold for fisk i bekken. Sammenholdt med føringene i M-1941 tilsvarer dette at vannforekomsten har **Stor verdi**.»*

9.5 Påvirkning og eventuell forringelse

I utgangspunktet er miljømålet av tiltaket å sikre at det radioaktive avfallet etter Søve gruver blir fjernet og varig sikret. Konsekvensutredningen utarbeides for å sikre at påvirkning av tiltaket ikke forverrer situasjonen for de forskjellige fagområdene. Under normal drift skal påvirkning og forringelse av vannmiljøet være ubetydelig. Fra spredningsberegninger (delkapittel 8.5) er det beregnet at utlekking fra de forurensende massene ikke forventes å medføre negativ påvirkning på resipienten Norsjø slik situasjonen er i dag. Det forventes dermed ikke at fjerning av disse massene vil ha en målbar effekt på resipient.

Likevel kan det tenkes at ved uhellsutslipp av drivstoff, olje eller av utrasing av forurensende masser vil influensområde kunne forringes kjemisk (stor tilførsel av uran, thorium og metaller). Den økologiske tilstand kan trolig ikke påvirkes negativt.

På bakgrunn av at de ulike fasene har ulike oppgaver, usikkerheter, og risikoer forbundet ved seg anses det som gunstig å vurdere påvirkning ut ifra ulike faser av tiltaket.

9.5.1 Nåværende situasjon – nullalternativet

Under nåværende situasjon eller fremtidig situasjon uten at tiltaket er gjennomført, anses påvirkningen på vannmiljøet å være ubetydelig. Det er påvist en svak utlekking fra jord til vann, men spredningsberegninger indikerer at dette ikke gir målbar negativ påvirkning på resipienten Norsjø. Forskning på tilsvarende avfall i andre land indikerer imidlertid at utlekkingen kan øke over tid. [36]

Ved uhell knyttet til flom eller utrasing av slagghaugen, med påfølgende mobilisering av forurensede masser, kan miljøpåvirkningen på vann bli betydelig. Kjemisk tilstand i influensområdet kan da forringes (større tilførsel uran, thorium, bly og sink). Den økologiske tilstand kan trolig ikke påvirkes negativt.

9.5.2 Anleggsfasen – forberedelse og bygging av sarkofagen

Under normal drift skal påvirkning og forringelse av vannmiljøet være ubetydelig. Spredningsberegningene (delkapittel 8.5) viser at utlekking av tungmetall forventes å ikke medføre negativ påvirkning på resipienten Norsjø. Det ventes dermed at spredning fra massene i den korte

perioden utgravingen foregår ikke vil innebære noen betydelig påvirkning. Ved Søvittbekken er det påvist slaggklumper. Opprydding av disse slaggklumper er planlagt å gjøres manuelt og forventes ikke å forringe tilstanden i Søvittbekken.

Ved uhellsutslipp av drivstoff, olje eller av utrasing av forurensende masser vil influensområdet kunne degraderes kjemisk. Den økologiske tilstand kan trolig ikke påvirkes negativt. Hele Søvittbekken og bunnen av Norsjø ventes å bli klassifisert som samlet dårlig tilstand ved uhell. Avbøtende tiltak blir innført for å minimere sannsynligheten for eventuelle uhell.

Under høringen av «forslag til plan og utredningsprogram» kom følgende innspill «I Norsjø er det anadrom fisk, og vi viser til underpunktet i T-2/16 om viktige økologiske funksjonsområder for fisk og andre ferskvannsorganismer. Vi forventer at det gjøres en utredning og vurdering av tiltakets påvirkning på disse artene.».

Vår vurdering er at påvirkningen på fisk i Søvittbekken ikke eksisterer fordi Ecofact konkluderer med at det er ingen livsforhold for fisk i Søvittbekken. Påvirkningen på anadrom fisk i Norsjø skal være ubetydelig siden tiltaket ikke berører Norsjø, derfor ventes det at kjemisk og økologisk tilstand i Norsjø vil være uendret etter gjennomføring av tiltaket. Kun ved uforutsette større uhell kan det tenkes at anadrom fisk i Norsjø kan påvirkes dersom uhellet fører til algedød eller ødeleggelser av bunnen i Norsjø. I kapittel 9.6 drøftes tiltak for å unngå og begrense skadevirkninger av uhell. Ved implementering av disse tiltakene så ventes det ubetydelig påvirkning på Norsjø som følge av anleggsfasen.

9.5.3 Drift av sarkofagen

Sarkofagen vil bygges på en måte som gjør at det ikke vil være utslipp i driftsfasen (kapittel 5). Dette sikres ved at utformingen av sarkofagen er tett og sikret mot flom. På bakgrunn av at utlekking i nullalternativet vurderes som neglisjerbar, ventes det en ubetydelig endring i utlekkingspotensiale under driftsfasen av sarkofagen. I sikkerhetsanalysen som gjelder sarkofagen konkluderes det med at lekkasjer fra hull i sarkofagen også anses som trygge for allmennheten og omgivelsene rundt sarkofagen.

En videre vurdering knyttet til samfunnssikkerhet og påvirkning av naturkatastrofer vil bli beskrevet i ROS-analysen i kapittel 13.

9.5.4 Oppsummering av påvirkning

Som vist i drøfting av påvirkning i de ulike fasene av tiltaket så ventes det ubetydelig endring i vannmiljø som følge av gjennomførelse av tiltaket. En samlet vurdering er vist i Figur 62.



Figur 62 Viser vurderingen av samlet påvirkningsgrad for vannmiljø

9.6 Avbøtende tiltak

I kapittel 5 og 5.4 er tiltaksarbeidet beskrevet inkludert kompenserende tiltak for eventuelle negative konsekvenser. For å sikre at tiltaket er i tråd med rammene i vannforskriften har det blitt brukt

tiltakshierarkiet for å unngå, begrense, istandsette og om nødvendig kompensere vesentlig negative påvirkninger for vannmiljø.

Mulige avbøtende tiltak for å unngå og begrense negative konsekvenser på vannmiljø:

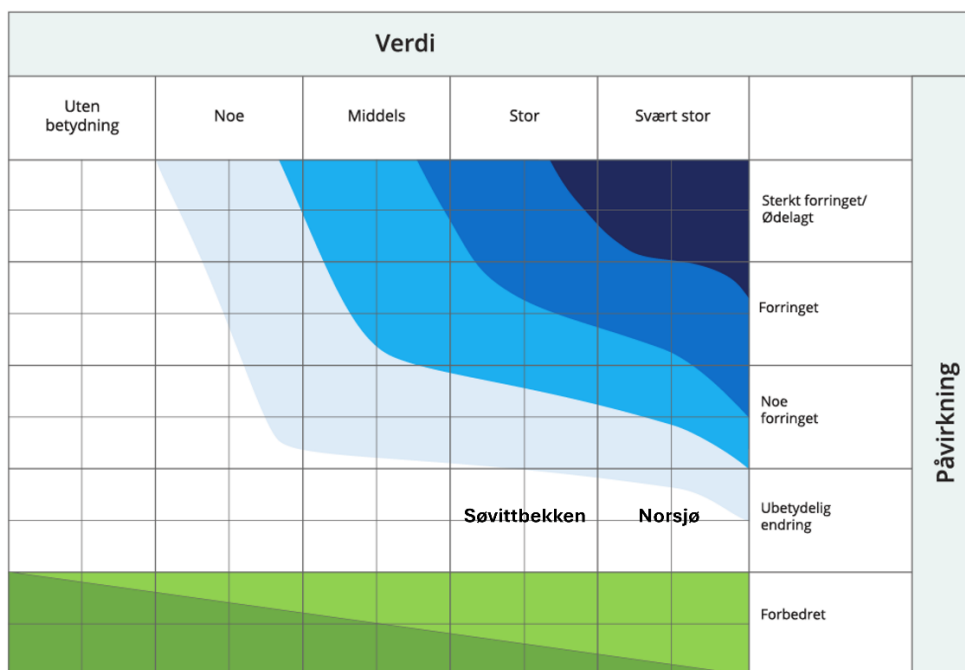
- Prosedyrer som sørger for at eventuelt utslipp som oppstår under tiltaksarbeidet vil bli gravd og ryddet opp før det kan havne i vannmiljøet (unngår).
- Restriksjoner på arbeid i de forurensede sonene i vesentlig regnvær (begrensende).
- Inndeling av arbeidet i forurenset sone (der utgraving, transport og deponering pågår) og ren sone (alle andre steder), med kontroll/vasking ved bevegelse ut av forurenset sone.
- Overvåking og dokumentasjon av grunn- og vannforurensning, inkludert prøvetaking og rapportering (begrensende).
- Avskjærende oppsamling av vann fra slagghaugen, vaskerijorda og vaskeritomta. Vannet ledes til midlertidig basseng før utslipp (begrensende).
- Tilbakeslagsventil på hydraulikksystemer (begrensende). Tilbakeslagsventiler er et standardkrav for maskiner i Norge og vil kunne redusere utslippsmengder av hydraulikkolje i betydelig grad.
- Ha tilgjengelig absorbenter for bruk ved oljesøl ved behov (begrensende). Absorbent vil redusere spredning av olje og hindre påvirkning på resipient.
- Tilfartsvei for anlegg med geotekstil og rene masser (begrensende). Vil redusere terrengslitasje og utslipp av partikler og organisk stoff i vesentlighet.

Alle tiltakene vurderes som gjennomførbare og vil bidra til at man unngår negativ påvirkning på resipienter.

9.7 Konsekvens

9.7.1 Konsekvenser for delområder og samlet konsekvens

Vurdering av konsekvens gjøres i henhold til Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredning knyttet til temaet vannmiljø og naturmangfold i vann. Vurderingen av konsekvens tar inn i betraktning både verdi av delområde og forventet påvirkning. Konsekvensen blir bestemt vha. konsekvensviften vist i Figur 63. Ved å implementere de avbøtende tiltakene som er drøftet i Kapittel 9.6, vurderes det at tiltaket vil ha ubetydelig konsekvens for Norsjø og Søvitbekken.



Figur 63 Konsekvensvifte som viser konsekvensgrad for delområder. Konsekvensgraden settes avhengig av verdivurdering (kapittel 9.4) og påvirkningsvurdering (kapittel 9.5) for delområdet. Fargene angir konsekvensgrad for delområder. Fra svært stor negativ (mørk blå, 4-) til svært stor positiv konsekvens (mørkegrønn, 4+).

9.7.1.1 Konsekvens for hele influensområdet

Endringene i vannmiljøet etter opprydding av tungmetaller forventes å være ubetydelige. Sammenlignet med nullalternativet kan tiltaket gi en svak positiv konsekvens, ettersom muligheten for utvasking som følge av flom eller annet ekstremvær opphører etter oppgravingen. Det er ikke identifisert vesentlig forskjellig forventet konsekvens mellom nullalternativet og gjennomføring av tiltaket. Det konkluderes at negative effekter kun vil oppstå ved større uhell under utførelsen av tiltaket. Implementering av tiltakene som drøftes i kapittel 9.6 vil redusere risikoen til et akseptabelt nivå, og det vurderes at dersom slike uhell oppstår skal konsekvensen fortsatt være at ubetydelig karakter.

Tabell 25 Oppsummering av konsekvensutredning knyttet til vannmiljø

Delområde	Verdi	Påvirkning	Konsekvens
Norsjø pelagisk	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Norsjø bentisk	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Søvittbekken pelagisk	Stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Søvittbekken bentisk	Stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Samlet konsekvens:			Ubetydelig konsekvens

Begrunnelse:

Planen/tiltaket vil ikke medføre vesentlige endringer for vannmiljøet i influensområdet. Samlet konsekvens er satt til ubetydelig konsekvens (0) fordi alle delområder vurderes å ha ubetydelig konsekvens (0).

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Gradering av verdi:	Gradering av påvirkning:	Konsekvensgrad delområde:	Konsekvensgrad samlet konsekvens:
■ Svært stor verdi	■ Sterkt forringet/ødelagt	■ Svært stor negativ konsekvens (4-)	■ Kritisk negativ konsekvens
■ Stor verdi	■ Forringet	■ Stor negativ konsekvens (3-)	■ Svært stor negativ konsekvens
■ Middels verdi	■ Noe forringet	■ Middels negativ konsekvens (2-)	■ Stor negativ konsekvens
■ Noe verdi	■ Ubetydelig endring	■ Noe negativ konsekvens (1-)	■ Middels negativ konsekvens
■ Uten betydning for KU	■ Forbedret	■ Ubetydelig konsekvens (0)	■ Noe negativ konsekvens
		■ Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)	■ Ubetydelig konsekvens
		■ Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)	■ Positiv konsekvens
			■ Stor positiv konsekvens

9.7.2 Usikkerhet ved konsekvensutredningen

Kunnskapsgrunnlaget som beskriver både den økologiske og kjemiske tilstanden vurderes som godt og tilstrekkelig som fundament for konsekvensutredningen. På bakgrunn av et godt kunnskapsgrunnlag samt vurdering av økosystemtjenestene ble det konkludert at Norsjø er en vannforekomst med svært stor verdi, og Søvittbekken ble konkludert til å ha stor verdi. Det anses å være svært liten usikkerhet forbundet med vurderingen av verdi som er foretatt i denne konsekvensutredningen.

I forbindelse med vurdering av tiltakets påvirkning på Norsjø og Søvittbekken eksisterer det litt større usikkerhet. Denne usikkerheten er primært forbundet med muligheten for uhell under utførelsen av tiltaket. Uhell som fører til utslipp av hydrauliskolje og/eller diesel fra maskinelt utstyr anses som relativt sannsynlige. Det konkluderes likevel med at tiltakene som å ha klart oljelenser til bruk i resipient og tilbakeslagsventil på hydraulikksystem vil være tilstrekkelig til å redusere risiko til et akseptabelt nivå. Den samlede konsekvensen for vannmiljø som følge av tiltaket anses, med liten grad av usikkerhet, som ubetydelig.

9.8 Oppsummering

I Tabell 26 vises en oppsummering av konsekvensutredningen knyttet til vannmiljø og naturmangfold i vann. Dette baserer seg på at tiltaket ikke skal utføres i kontakt med Norsjø, og bare enkeltvis vil slaggklumper i Søvittbekken løftes ut manuelt. Det konkluderes også med at dagens situasjon ikke påvirker Norsjø eller Søvittbekken i noen betydelig grad, dermed vurderes det at de kun kan forventes ubetydelig påvirkning på resipientene som følge av tiltaket. Det er kun i forbindelse med større uhell under arbeid i Fase 2 at det har blitt identifisert mulighet for negativ påvirkning, men etter implementering av tiltak vurderes risikoen som akseptabel. Det konkluderes dermed at nullalternativet og gjennomføring av tiltaket rangeres likt. Videre vurderes det at tiltaket kan gjennomføres ut ifra hensyn til vannmiljø og naturmangfold i vann.

Tabell 26 Sammenstilling av konsekvens for de ulike delområdene og rangering av alternativer.

Delområder	Null-alternativet	Alternativ 1
Norsjø pelagisk		Ubetydelig konsekvens (0)
Norsjø bentisk		Ubetydelig konsekvens (0)
Søvittbekken pelagisk		Ubetydelig konsekvens (0)
Søvittbekken bentisk		Ubetydelig konsekvens (0)
Samlet konsekvens		Ubetydelig konsekvens
Rangering	1	1

Begrunnelse for samlet konsekvens:

Det ventes ingen konsekvens for hverken Norsjø eller Søvittbekken som følge av gjennomførelsen av tiltaket.

Begrunnelse rangering:

Det ventes ubetydelig konsekvens for vannmiljø i influensområdet. Det anses dermed at gjennomføring av tiltaket rangeres likt med nullalternativet. Hensyn til vannmiljø og naturmangfold i vann konkluderes med å ikke være en vesentlig faktor for konsekvens fra gjennomføring av tiltaket.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad delområde:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

Konsekvensgrad samlet konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

10 Oppsummering av utredning av fagtemaer

10.1 Innledning til oppsummering

Det har blitt identifisert fire fagtemaer som har krevd full utredning i forbindelse med opprydningen og deponeringen av det radioaktive avfallet etter Søve gruver. Disse fire fagtemaene er presentert i Tabell 27, der er også metode og fagansvarlig for de ulike utredningene presentert. Når det kom til det radioaktive avfallet var det ingen tilgjengelig veileder for metode hos fagmyndighet DSA, det ble derfor vurdert som hensiktsmessig å anvende metoden for forurenset grunn som er presentert i Miljødirektoratets veileder. Sammenstillingen av disse fagtemaene er også utført i henhold til metoden som er presentert i Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredning av klima og miljø. Hensikten med sammenstillingen er å kunne trekke konklusjoner på tvers av fagtemaene, og komme med anbefalinger knyttet til gjennomføring til tiltakshaver NND.

Tabell 27 Oversikt over utredningstema, metode, og fagansvarlig for de ulike utredningene.

Utredningstema	Metode	Fagansvarlig
Det radioaktive avfallet	M-1941 Forurenset grunn	David Moe Almenningen, PhD Kjemi
Naturmangfold	M-1941	Margrethe Snekerbakken, Cand. Scient. Hydrologi
Grunnforurensing	M-1941	Selma Vinteret, MSc. Toksikologi
Vannmiljø	M-1941	Saskia Overeem, MSc. Miljøgeofag
Sammenstilling	M-1941	David Moe Almenningen, PhD Kjemi

10.2 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaket går ut på å fjerne det radioaktive avfallet etter Søve gruver og deponere det i en sarkofag som blir etablert på den gamle vaskeritomta. Tiltaket baserer seg på pålegget av 2014 fra DSA til NFD om en opprydning og sikring av dette radioaktive avfallet. En detaljert beskrivelse av tiltaket er gitt i Kapittel 5. Videre er det utarbeidet en sikkerhetsanalyse (Vedlegg 10) som vurderer dosekonsekvens til personell forbundet med opprydning, og dosekonsekvens til allmennheten og biota fra sarkofagen. Konklusjonen fra denne sikkerhetsanalysen er at de forventede stråledosene til personell er lave og anses som optimaliserte. Videre er konklusjonen at doser til allmennheten som følge av lekkasje fra sarkofagen er på nivå med stråledosen av å spise $\frac{1}{100}$ -dels banan og anses som neglisjerbare.

10.3 Utredninger av fagtema

Det er utført utredninger av fire forskjellige tema i forbindelse med konsekvensutredningen for opprydningen og deponeringen av det radioaktive avfallet etter Søve gruver. Under følger korte sammendrag av utredningene av de ulike fagtemaene sammen med deres tabeller som vurderer konsekvens.

10.3.1 Det radioaktive avfallet

Det radioaktive avfallet etter Søve gruver er bakgrunnen for tiltaket som skal oppfylle pålegget fra DSA om opprydding. Dette temaet er dekket i kapittel 6 i dette dokumentet, konklusjoner knyttet til konsekvens er vist i Tabell 28. Det er to kjente forekomster med radioaktivt avfall som skal ryddes opp og deponeres, slagghaugen og vaskerijorda. Begge forekomstene har spredt seg noe utover sine

primære områder. For slagghaugen gjelder dette slagglumper som har trillet inn i avgangsdeponiet. For vaskerijorda gjelder dette en tilleggsforekomst av masser som ligger noen meter lenger nord og nærmere veien. Disse tilleggene regnes som utvidede deler av de to opprinnelige forekomstene, og skal dermed også ryddes opp og deponeres i sarkofagen. Det er definert tiltak for å sikre at oppryddingen kan foregå med så lav doseeksponering som rimelig oppnåelig. På bakgrunn av de foreslåtte tiltakene er det utført en doseberegning som viste at de forventede dosene til personell er lave og under kriteriet i Strålevernforskriften §6 fjerde ledd på 250 μSv . Det er også utformet en sikkerhetsanalyse som vurderer sikkerhet og forventet doseeksponering av allmennhet og biota fra sarkofagen. Denne sikkerhetsanalysen viser at de forventede dosene er neglisjerbare til både allmennhet, terrestrisk naturmangfold og vandig naturmangfold. Tiltaket anses derfor å ha en stor positiv konsekvens i forhold til nullalternativet der det radioaktive avfallet forblir usikret og tilgjengelig for allmenheten.

Tabell 28 Oversikt over konsekvensutredning knyttet til det radioaktive avfallet.

Kriterier	Beskrivelse		0-alternativet	Tiltaket
Endring i risiko ved planalternativet, sammenlignet med 0-alternativet	Overordnet endring i risiko	Ved gjennomføring av tiltaket vil radioaktivt avfall som ligger tilgjengelig for allmennheten bli fjernet og sikret forsvarlig i et langtidsperspektiv.	Noe negativ konsekvens (1-)	Stor positiv konsekvens (3+)
	Hvor havner forurensningen som håndteres i plantiltaket?	Det radioaktive avfallet vil deponeres i en sarkofag i vaskeritomta som er bygget for å vare i 1000 år, dermed sikres avfallet i et langtidsperspektiv.	Noe negativ konsekvens (1-)	Stor positiv konsekvens (3+)
	Dersom det er syredannende bergarter i planområdet, hvordan håndteres dette?	Ikke relevant for tiltaket, da dette ikke er til stede i planområdet.	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
	Endring i spredning fra forurenset grunn til nærliggende vannforekomst (endring i tilstand i vann)	Det er målt forhøyede verdier av uran i grunnvannet i avgangsdeponiet, det er likevel usikkert om dette skyldes utlaking fra slagghaugen. Det er umulig å utrede på forhånd om fjerning av slagghaugen vil forbedre tilstand i grunnvannet.	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
Usikkerhet knyttet til gjennomføring av planalternativet	Knyttet til gjennomføring av planlagte avbøtende tiltak: - lar de avbøtende tiltakene seg gjennomføre? - kan dette komme i konflikt med andre fagtema?	Det er identifisert liten grad av konflikt mellom de avbøtende tiltakene og hensyn til andre fagtema. Konflikten dreier seg primært om varig endring i området der sarkofagen plasseres.	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Knyttet til fremtidig vurdering og nødvendig aksept fra forurensningsmyndigheten	Tiltaket vil bli utført i henhold til krav i Strålevernforskriften og Avfallforskriften. Sikkerhetsanalysen viser at doser til personell er lave og optimaliserte. Konsekvensene for allmennheten og biota ved sikring av radioaktivt avfall i sarkofagen er vurdert til å være neglisjerbare.	Ubetydelig konsekvens (0)	Stor positiv konsekvens (3+)
Restrisiko ved planalternativet	Vil avbøtende tiltak ha tilstrekkelig effekt? Vil risiko ved resterende forurensning i planalternativet være akseptabel?	De vesentlige usikkerhetene knyttet til slagghaugen og vaskerijorda anses svart ut tilstrekkelig, og tiltaket vurderes å ha tilstrekkelig effekt. Den vesentlige restrisikoen knyttet til tiltaket dreier seg om dyptliggende slagglumper i avgangsdeponiet som ikke kan påvises med måleutstyr. Det er dermed mulig at disse slagglumpene kan bli liggende igjen etter tiltaket. I og med at disse slagglumpene ikke kan detekteres av egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale, betyr det at dosebidrag fra disse er liten.	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

10.3.2 Naturmangfold

Oppryddingen av det radioaktive avfallet og etableringen av en sarkofag på vaskeritomta er ventet å påvirke naturmangfoldet noe. For å komme til det radioaktive avfallet blir det felt noen trær, og for å få avfallet sikret blir det bygget en betongkasse. I tillegg har en grevling laget et hi i slagghaugen – det vil ødelegges.

Siden noe natur må vike for å få sikret det radioaktive avfallet er konsekvensene for naturmangfold kartlagt. Det ble i første omgang foretatt en kartlegging av arter og naturtyper i området ved Søve gruver. Denne kartleggingen ble utført av Ecofact. Basert på kartleggingen ble de ulike registreringskategoriene tilordnet verdi som vist i Tabell 29. Konsekvensen for de ulike registreringskategoriene ble bestemt på bakgrunn av den tilordnede verdien og den forventede påvirkningen. Som vist i Tabell 29 er det en overvekt at forventet *Noe negativ konsekvens*, som førte til at den samlede konsekvensen for naturmangfold ble bestemt til å være *Noe negativ konsekvens*. Det forventes på bakgrunn av dette liten konflikt mellom naturmangfold og gjennomføring av tiltaket.

Tabell 29 Oversikt over konsekvensutredning knyttet til naturmangfold.

Registreringskategori		Verdi	Påvirkning	Konsekvens
Vernet natur	Verneområde 1	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
	Verneområde 2	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Naturtyper		Noe verdi	Noe forringet	Ubetydelig konsekvens (0)
Art og funksjonsområder	Ask	Stor verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Alm	Stor verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Lind	Middels verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Askekullsopp	Middels verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Fiskemåke	Stor verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Grønnfink	Stor verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Gulspurv	Stor verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
	Stær	Middels verdi	Noe forringet	Noe negativ konsekvens (1-)
Landskapsøkologiske sammenhenger		Noe verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Fremmedarter	Rødhyll, kanadagullris og blåhegg.		Forbedring	Noe positiv konsekvens (1+)
Samlet konsekvens:				Noe negativ konsekvens

Begrunnelse:

Det er liten konflikt mellom naturmangfold og det planlagte tiltaket. Selv om tiltaket med opprydding av forurensing er påkrevd og positivt for naturmiljøet, vil det føre til inngripen i dagens naturmangfold. Det er ikke identifisert noen konsekvenser som ventes å overstige «noe negativ konsekvens». I all hovedsak dreier det seg om varig endring som etablering av sarkofagen, og at vi setter de berørte områdene «tilbake» i utvikling av arter og som naturtype. I løpet av noen tiår vil områdene igjen kunne ha utviklet seg med et naturmangfold koblet til områdene rundt. Med enkle tiltak som tidligere omtalt kan prosessen gå enda raskere.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Gradering av verdi:

- Svært stor verdi
- Stor verdi
- Middels verdi
- Noe verdi
- Uten betydning for KU

Gradering av påvirkning:

- Sterkt forringet/ødelagt
- Forringet
- Noe forringet
- Ubetydelig endring
- Forbedret

Konsekvensgrad delområde:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

Konsekvensgrad samlet konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

10.3.3 Forurensset grunn

Det ble under prøvetakingsprogrammet påvist ordinær forurensing, i form av tungmetallene arsen, bly og sink, sammen med det radioaktive avfallet. Konsekvenser knyttet til den ordinære ikke-radioaktive forurensingen dekkes i Kapittel 8, og oppsummeres i Tabell 30. Under gjennomføring av tiltaket vil denne ikke-radioaktive forurensingen som forekommer sammen med det radioaktive avfallet bli deponert i sarkofagen. En toksikologisk vurdering av tungmetall-forurensingen konkluderte med at den negativt påvirker plantevekst i området. Ved å fjerne disse forurensede massene og ta tungmetallene ut av kretsløpet så ventes en positiv konsekvens.

Tabell 30 Oversikt over konsekvensutredning knyttet til forurensset grunn.

Kriterier	Beskrivelse	0-alternativet	Tiltaket
Endring i risiko ved planalternativet, sammenlignet med 0-alternativet	Overordnet endring i risiko	Noe negativ konsekvens (1-)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Hvor havner forurensningen som håndteres i plantiltaket?	Noe negativ konsekvens (1-)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Dersom det er syredannende bergarter i planområdet, hvordan håndteres dette?	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
	Endring i spredning fra forurensset grunn til nær-liggende vannforekomst (endring i tilstand i vann)	Ubetydelig konsekvens (0)	Ubetydelig konsekvens (0)
Usikkerhet knyttet til gjennomføring av planalternativet	Knyttet til gjennomføring av planlagte avbøtende tiltak: - lar de avbøtende tiltakene seg gjennomføre? - kan dette komme i konflikt med andre fagtema?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
	Knyttet til fremtidig vurdering og nødvendig aksept fra forurensningsmyndigheten	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)
Restrisiko ved planalternativet	Vil avbøtende tiltak ha tilstrekkelig effekt? Vil risiko ved resterende forurensning i planalternativet være akseptabel?	Ubetydelig konsekvens (0)	Middels positiv konsekvens (2+)

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Svært stor negativ konsekvens (4-)
- Stor negativ konsekvens (3-)
- Middels negativ konsekvens (2-)
- Noe negativ konsekvens (1-)
- Ubetydelig konsekvens (0)
- Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)
- Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)

10.3.4 Vannmiljø og naturmangfold i vann

Informasjon om vannmiljøet i Norsjø og Søvitbekken ble innhentet fra tilgjengelige databaser og rapporter, og komplettert med undersøkelser av kjemisk tilstand i Søvitbekken, Norsjø, samt grunnvannet i området. Basert på den samlede informasjonen ble Norsjø klassifisert til å ha svært stor verdi, og Søvitbekken ble klassifisert til å ha stor verdi. Den samlede konsekvensen ble bestemt på bakgrunn av den tilordnede verdien og den forventede påvirkningen på Norsjø og Søvitbekken. Samlet sett ble det vurdert at tiltaket vil ha ubetydelig konsekvens for disse vannforekomstene. Dette begrunnes med at tiltaket ikke vil forekomme i kontakt med Norsjø, og at de foreslåtte tiltakene for å unngå eller begrense uhellsutslipp er tilstrekkelig til å sørge for at påvirkningen på vannmiljøet er ubetydelig.

Tabell 31 Oversikt over konsekvensutredning knyttet til vannmiljø.

Delområde	Verdi	Påvirkning	Konsekvens
Norsjø pelagisk	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Norsjø bentisk	Svært stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Søvitbekken pelagisk	Stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Søvitbekken bentisk	Stor verdi	Ubetydelig endring	Ubetydelig konsekvens (0)
Samlet konsekvens:			Ubetydelig konsekvens
Begrunnelse: Planen/tiltaket vil ikke medføre vesentlige endringer for vannmiljøet i influensområdet. Samlet konsekvens er satt til ubetydelig konsekvens fordi alle delområder vurderes å ha ubetydelig konsekvens (0).			

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Gradering av verdi:	Gradering av påvirkning:	Konsekvensgrad delområde:	Konsekvensgrad samlet konsekvens:
Svært stor verdi	Sterkt forringet/ødelagt	Svært stor negativ konsekvens (4-)	Kritisk negativ konsekvens
Stor verdi	Forringet	Stor negativ konsekvens (3-)	Svært stor negativ konsekvens
Middels verdi	Noe forringet	Middels negativ konsekvens (2-)	Stor negativ konsekvens
Noe verdi	Ubetydelig endring	Noe negativ konsekvens (1-)	Middels negativ konsekvens
Uten betydning for KU	Forbedret	Ubetydelig konsekvens (0)	Noe negativ konsekvens
		Noe/middels positiv konsekvens (1/2+)	Ubetydelig konsekvens
		Stor/svært positiv konsekvens (3/4+)	Positiv konsekvens
			Stor positiv konsekvens

10.4 Sammenstilling av konsekvens fra alle fagtema

10.4.1 Samlet konsekvens

Den samlede konsekvensen for hver av fagtemaene er listet opp i Tabell 32, i denne tabellen presenteres også den samlede konsekvensen for tiltaket. Det fremgår fra tabellen at det er ventet noe negativ konsekvens forbundet med nullalternativet som går ut på at den radioaktive og ikke-radioaktive forurensingen forblir der den ligger i dag.

Det er identifisert noe negativ konsekvens knyttet til naturmangfold. Dette dreier seg om at det forventes at utvikling av arter og naturtyper settes «tilbake» i områdene som blir berørt av tiltaket. I løpet av noen tiår vil områdene igjen kunne ha utviklet seg med et naturmangfold koblet til områdene rundt. Det forventes likevel at gjennomføringen av tiltaket vil ha en samlet positiv konsekvens. Dette baserer seg på at gjennomføring av tiltaket vil fjerne radioaktiv og ikke-radioaktiv forurensing fra kretsløpet i området, og varig sikre denne forurensingen i en sarkofag. Videre vil gjennomføringen av tiltaket sikre at pålegget fra DSA om opprydding av det radioaktive avfallet blir oppfylt.

10.4.2 Rangering av alternativ

Nullalternativet og gjennomføring av tiltaket har blitt rangert basert på utredningene av de ulike fagtemaene. I Tabell 32 vises rangering av nullalternativet og gjennomføring av tiltaket for hvert utredet fagtema. Nå det tas hensyn til det radioaktive avfallet og den ordinære forurensingen så rangeres gjennomføring av tiltaket høyest. Med hensyn til naturmangfold rangeres nullalternativet høyest. Med hensyn til vannmiljø så anses det som liten forskjell mellom nullalternativet og gjennomføring av tiltaket. Samlet sett så rangeres gjennomføring av tiltaket høyest, dette på bakgrunn av at det vil tilfredsstille pålegget fra DSA om opprydding av det radioaktive avfallet.

Tabell 32 Sammenstilling av konsekvens for de ulike fagtemaene som ligger til grunn for den samlede konsekvensen av tiltaket.

Fagtema	Null-alternativet		Alternativ 1	
	Vurdering av konsekvens	Rangering	Vurdering av konsekvens	Rangering
Det radioaktive avfallet	Noe negativ konsekvens	2	Stor positiv konsekvens	1
Naturmangfold	Ubetydelig konsekvens	1	Noe negativ konsekvens	2
Grunnforurensing	Noe negativ konsekvens	2	Positiv konsekvens	1
Vannmiljø	Ubetydelig konsekvens	1	Ubetydelig konsekvens	1
Samlet konsekvens	Noe negativ konsekvens	2	Positiv konsekvens	1

Begrunnelse for rangering:

Gjennomføring av tiltaket innebærer en oppfyllelse av pålegget fra DSA om opprydding av det radioaktive avfallet. Det er også identifisert et flertall positive konsekvenser knyttet til å gjennomføre tiltaket. Nullalternativet rangeres lavest som følge av at dette innebærer at materiale som klassifiseres som radioaktivt avfall forblir usikret og tilgjengelig for allmennheten.

Forklaring av verdiskala for gradering, ihht «Veileder M-1941 – Konsekvensutredning av klima og miljø»:

Konsekvensgrad konsekvens:

- Kritisk negativ konsekvens
- Svært stor negativ konsekvens
- Stor negativ konsekvens
- Middels negativ konsekvens
- Noe negativ konsekvens
- Ubetydelig konsekvens
- Positiv konsekvens
- Stor positiv konsekvens

10.4.3 Anbefaling av alternativ

Konklusjonen fra sammenstillingen av utredningen av de ulike fagtemaene er at det anbefales gjennomføring av opprydding av det radioaktive avfallet, og at dette avfallet deponeres i en sarkofag som blir etablert på vaskeritomta. Det konkluderes med at gjennomføring av tiltaket vil være tilstrekkelig til å ivareta kravene i pålegget fra DSA. Nullalternativet innebærer at det radioaktive avfallet fortsetter å utgjøre en kilde til forurensing og strålingsrisiko for mennesker og miljø. Det anses derfor som en stor fordel at tiltaket vil innebære at det radioaktive avfallet blir sikret på en trygg og forsvarlig måte i et langtidsperspektiv. Sikkerhetsanalysen som er utarbeidet for å vurdere sarkofagens egnethet konkluderer med at mulige doser til allmennhet og miljø anses som neglisjerbare.

11 Beskrivelse av støy og forurensning til luft

Støy og forurensning til luft er vanlige utredningstemaer i konsekvensutredninger. For opprydding av radioaktivt avfall fra Søve og etablering av et deponi for radioaktivt avfall har støy og forurensning til luft blitt ansett å ha en underordnet betydning. Dette begrunnes med at sarkofagen vil være en helt stille konstruksjon uten utslipp til luft. Disse temaene er av en viss signifikans under den relativt korte tidsperioden der gjennomføring av tiltaket pågår. Det innebærer at de to temaene gis en kortere og mer overordnet beskrivelse.

11.1 Støy

11.1.1 Premisser for støy som utredningstema og utredningsrelevans

I veileder for konsekvensutredning tema støy, [50] beskrives beslutningsrelevans: Støy er et aktuelt utredningstema dersom det planlegges støyfølsom bebyggelse eller støyende anlegg og virksomhet som omtalt i T-1442 "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging». [51]

11.1.2 Støy i driftsfasen

Sarkofagen planlegges ikke med noen støyende kilder. Det er en stille konstruksjon uten vifter, motorer eller annen infrastruktur som produserer støy. Støy i driftsfasen er derfor ikke en del av konsekvensutredningen.

11.1.3 Støy i bygg- og anleggsfasen

T-1442 kapittel 6 gir det føringer for håndtering av støy fra bygge- og anleggsvirksomhet:

- *Bygge- og anleggsstøy bør vurderes i reguleringsplan.*
- *Ved forventede overskridelser av støygrensene i tabell 4 bør det utarbeides prognoser som viser støysituasjonen.*
- *Dersom prognosene viser overskridelser av støygrensene i tabell 4 bør det gjøres avbøtende tiltak for å redusere støynivå og bedre forholdene for berørt støyfølsom bebyggelse.*
- *Informasjon og dialog som skaper forutsigbarhet er et effektivt tiltak for å forebygge og redusere støyplager.*

Støy fra mindre arbeider med kort varighet tilsier at grenseverdiene kan fravikes. Mindre arbeider er definert som «anleggsaktivitet som kun foregår på dagtid (07-19) på hverdager, der støyende aktivitet har en varighet på maksimalt to uker, og dersom boring/spunting eller tilsvarende aktivitet drives høyst to dager.»

I alle prosjekter hvor det forventes at støygrensene utfordres, jfr. Tabell 33, er forslagsstiller pålagt å utarbeide en plan for håndtering av støy i bygge- og anleggsfasen.

Tabell 33 Anbefalte støygrenser utendørs for bygge- og anleggsvirksomhet med varighet over 6 måneder. Alle grenseverdier gjelder innfallende lydtrykknivå og gjelder utenfor rom med støvfølsomt bruksformål.

Bygningstype	Støykrav dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav kveld ($L_{pAeq12h}$ 19-23) el. søn-/helligdag ($L_{pAeq12h}$ 07-23)	Støykrav på natt ($L_{pAeq12h}$ 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	60	55	45
Skole, barnehage	<----- 55 i brukstid ----->		

I dette prosjektet antas det at bygge- og anleggsaktiviteten vil vare i opptil 6 mnd. T- 1442 tilsier at «Dersom bygge- og anleggsaktiviteten har varighet kortere enn 6 måneder, kan det aksepteres opp mot 5dB høyere støynivå på dagtid og kveld enn angitt i tabellen over.»

11.1.4 Beskrivelse av tiltaket

Prosjektet skal grave ut radioaktivt avfall og deponere det i en betongsarkofag. Sarkofagen planlegges ikke med noe støyende kilder. Det er en stille konstruksjon uten vifter, motorer eller drift som produserer støy. Støy i driftsfasen er derfor ikke en del av konsekvensutredningen og T-1442 kommer derfor ikke til anvendelse for sarkofagen i driftsfasen.

11.1.5 Bygge- og anleggsstøy – nivå og tider

Bygge- og anleggsvirksomheten vil bestå av flere etapper med bruk av forskjellige anleggsmaskiner.

Vedlegg 18 viser støynivå for maskiner og utstyr og er hentet fra tabell 26 i Veileder til T-1442. [52]

Aktuelle maskiner og støynivåer i bygg- og anleggsvirksomheten ved Søve gruver vil normalt være:

- Gravemaskin med massebearbeiding (løsmasser/stein) angis med et støynivå på 103-113 dB
- Hjullaster med massehåndtering (løsmasser/stein) angis med et støynivå 106-113 dB
- Lastebil/dumper 108 dB
- Doser 108-115 dB
- Betongbygging 105 dB
- Råbygg 90 – 100 dB

Anleggsvirksomheten knyttet til tiltaket vil skape anleggsstøy med forskjellige anleggsfaser og støynivåer – over noen måneder. Det kan skje sammenhengende eller med noe tidsopphold.

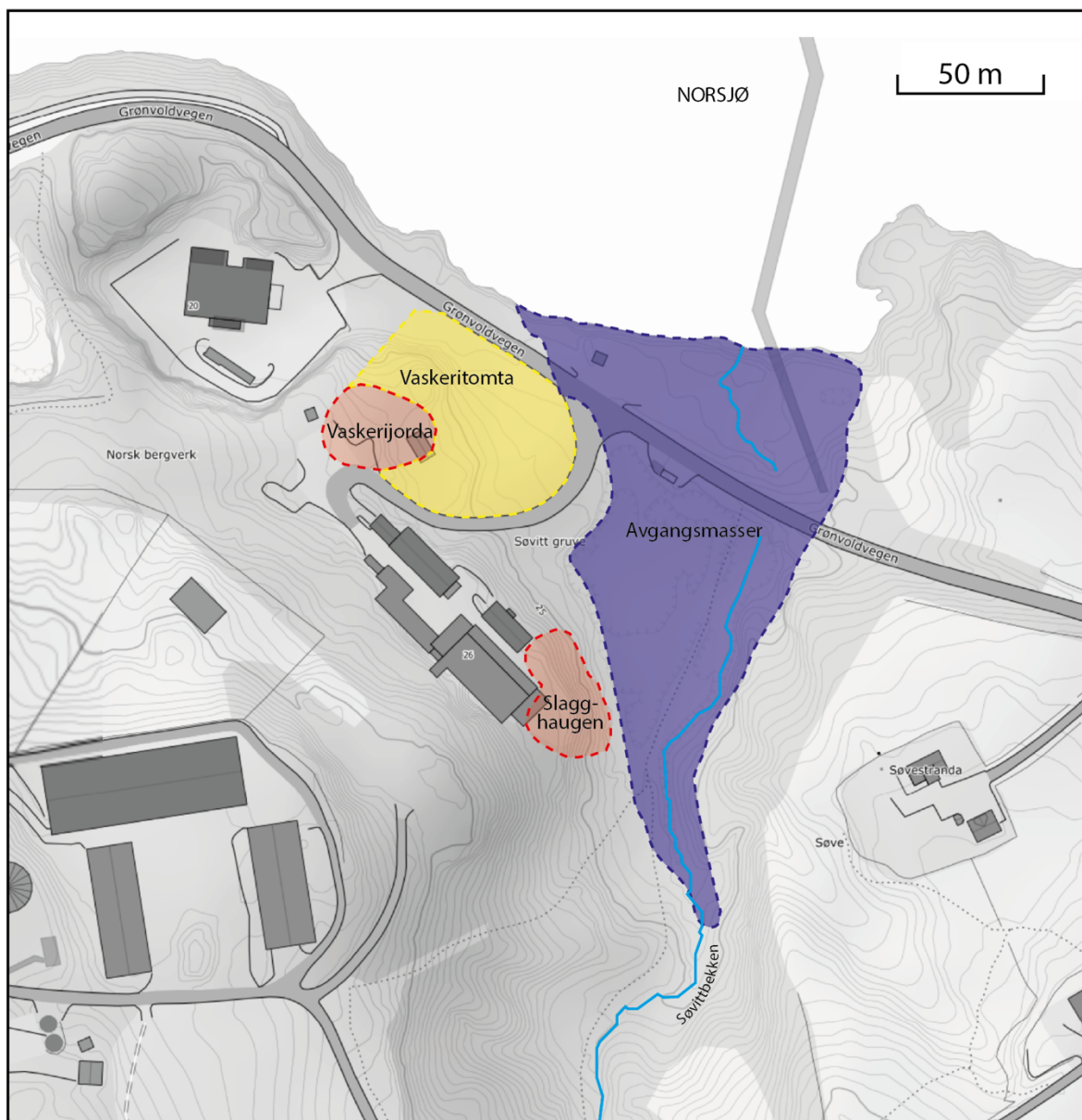
Det er ikke sannsynlig at det vil være anleggsvirksomhet på natt. Normalt vil anleggsarbeidene skje på hverdager kl. 07-19, unntaksvis på lørdager.

Vedlegg 18 viser anleggsaktiviteter, varighet og anslått driftsprosent. Oppsummert antas at selve anleggsperioden vil vare i opptil 6 mnd. Det vil ved kildene være et støynivå på 85 – 113 dB, og det antatt en driftsprosent på 90%.

11.1.6 Naboer og avstander

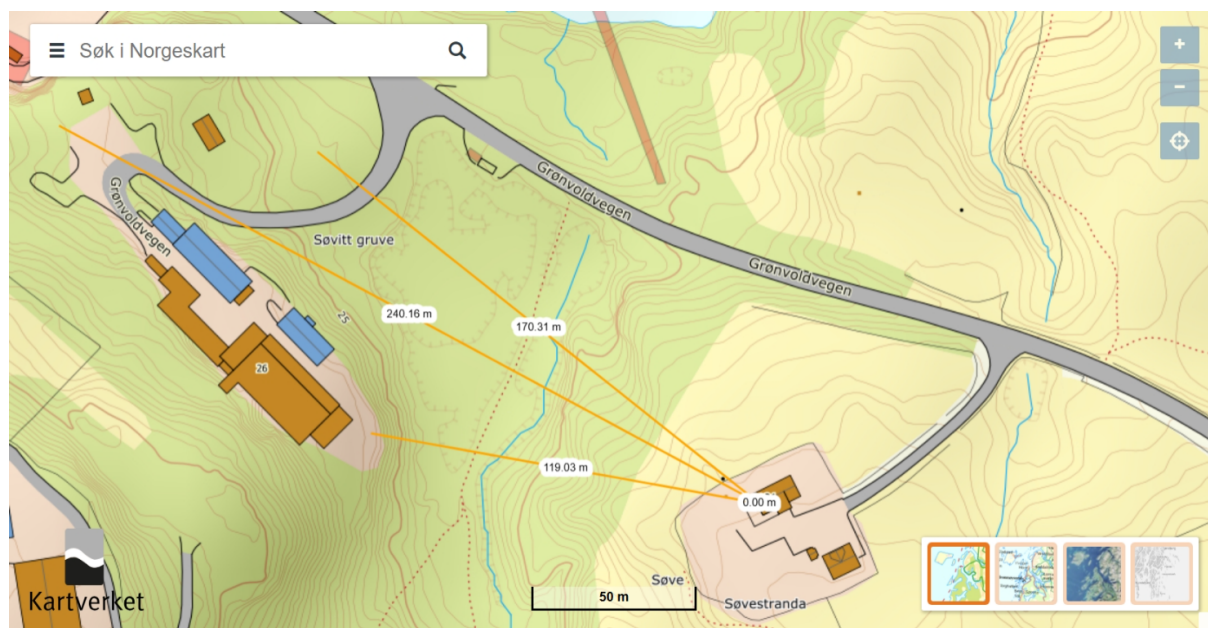
Tiltaksområdet har en svært utsatt nabo – Ulefoss mekaniske verksted. Det har vært og vil være en tett dialog gjennom planlegging av tiltak og vurderingene av kompenserende tiltak, samt gjennomføring av i de forskjellige aktivitetene i Fase 2.

Som vist i Figur 64 og Figur 65 ligger de nærmeste bosatte naboene ca. 120 meter i luftlinje fra slagghaugen, og ca. 170 meter fra sarkofagen og ca. 220 meter fra vaskerijorda.

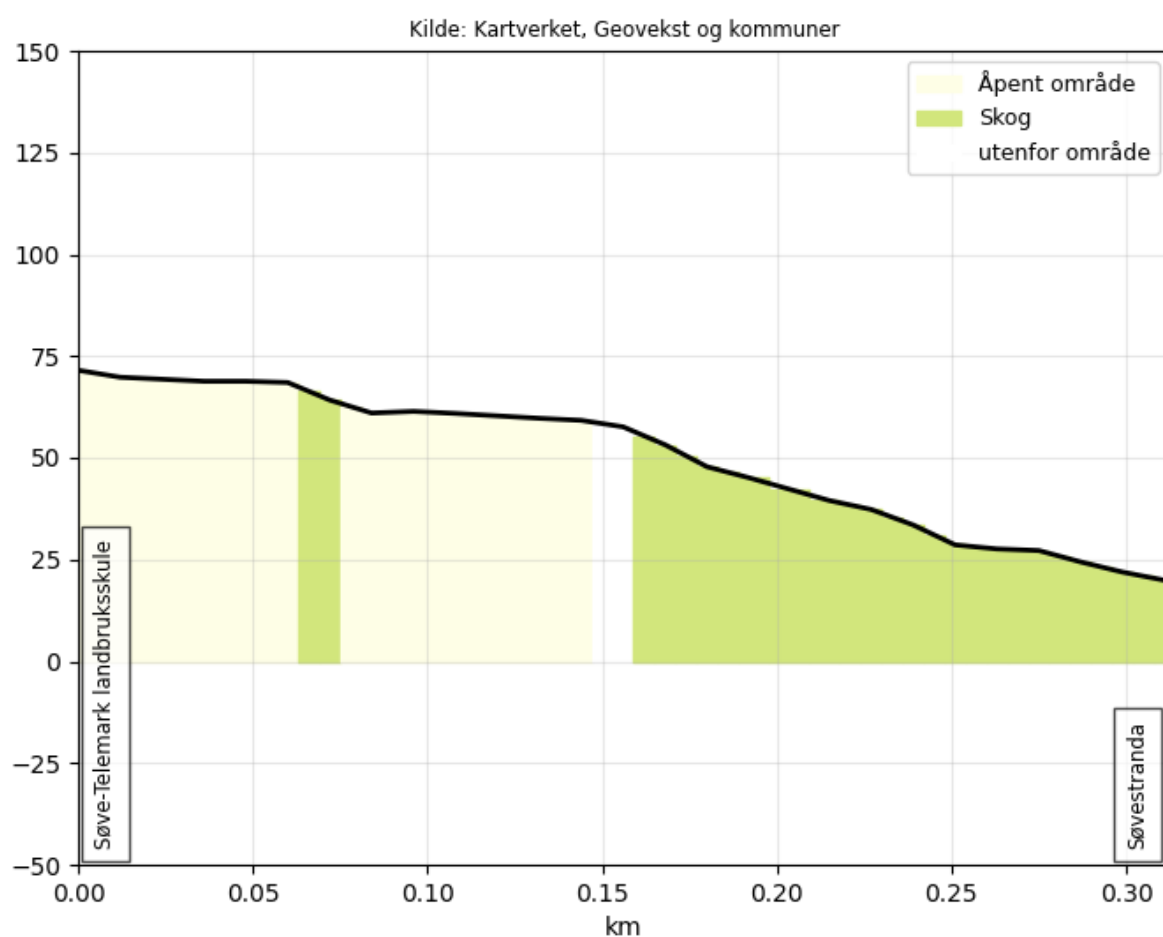


Figur 64 Oversiktskart som viser vaskeritomta, vaskerijorda, slagghaugen og avgangsmasser. (Bergfald Miljørådgivere)

Nome videregående skole ligger som nærmeste nabo på høyden mot sør. Undervisningsbyggene ligger mer enn 200 meter i luftlinje fra tiltaksområdet. Undervisningsbygget ligger på ca. 50 meter høyere enn tiltaksområdet. Arealene mellom tiltaksområdet har ganske tett vegetasjon, jorder og driftsbygninger knyttet til skolen.



Figur 65 Avstand til nærmeste nabo er beregnet ved hjelp av Norgeskart. (Bergfald Miljørådgivere)



Figur 66 viser høyde i meter over havet mellom skolebygget på Nome videregående skoler sarkofagområdet ned til Grønvoldvegen. (Kartverket)

11.1.7 Vurdering av støynivåer og tiltak

11.1.7.1 Forenklet vurdering av støybelastninger til naboer i anleggsperioden

Vi har gjennomført forenklede beregninger basert på avstander mellom punktkilder for støy og naboer. Dette er gjort med utgangspunkt i Miljødirektoratets veileder for støy. [53] Hensikten med beregningen er å få en pekepinn hvorvidt bygge- og anleggsaktiviteten vil overstige nivåene satt i retningslinjen. Formelen som er brukt for beregning av støynivåer hos naboer er vist under.

$$dB_2 = dB_1 - 20 \log_{10} \frac{x_2}{x_1}$$

Der dB_2 er lydnivået i desibel hos naboer, dB_1 er lydnivået umiddelbart en meter unna lydkilden, x_2 er distansen i meter mellom lydkilde og naboer, og x_1 er en meter.

Vi har tatt utgangspunkt i:

- det mest støyende elementet: Hjullaster og gravmaskin massebearbeiding av løsmasser/stein: 113 dB
- avstand til nærmeste bolighus i luftlinje: ca. 120 meter i luftlinje fra slagghaugen, og ca. 170 meter fra sarkofagen og ca 240 meter fra vaskerijord.

Beregningene viser at lydnivået 120 meter unna lydkilden vil være 71 desibel. Videre vil arbeid 170 og 240 meter unna føre til et lydnivå på henholdsvis 68 og 65 desibel. Beregningene tar ikke hensyn til skogen mellom tiltaksområdene og nærmeste bolighus, og heller ikke terrengplasseringen.

Konklusjonen er at beregningene viser over 70 dB ved nærmeste nabo ved bruk av gravemaskin og hjullaster ved slagghaugen, og over 65 dB ved utgraving av vaskeritomt. Vi har ikke forsøkt å beregne gjennomsnittsstøy, da det er anslått at det i periodene med utgraving av tomte for sarkofagen, utgraving av slagghaug og vaskerijord vil være en driftsprosent på ca. 90%. Hvis driftsprosenten blir lavere, vil deler av anleggsvirksomheten kunne tilfredsstille støykravene. Hvis anleggsvirksomheten blir avkortet og støykravet blir satt til 65 dB kan prosjektet også kunne tilfredsstille kravene. Av hensyn til fremdriften i prosjektet og fordelene ved å kunne arbeide intensivt når værforholdene er gode vil det kunne være behov for at prosjektet bør søke om et mindre unntak fra gjeldende veiledende støygrenser.

I henhold til veilederen har forslagsstiller i prosjekter hvor det forventes at støykravene overskrides, et ansvar for å utarbeide en plan for håndtering av støy. En slik plan vil bli presentert før oppstart av arbeid med tiltaket i fase 2.

Når en mer detaljert plan for utgravingen er på plass, vil det være mulig å kunne gi en mer forutsigbarhet for støyhendelser. Det er allikevel en del uforutsigbarhet i slike utbyggingsprosjekter som ikke gjør det mulig å være veldig presis. Det antas derfor at planen vil inkludere tett dialog med naboene og støymålinger.

11.2 Luftforurensning

11.2.1 Premisser for luftforurensning som utredningstema og utredningsrelevans

I veileder for konsekvensutredning for tema luftforurensning beskrives beslutningsrelevans: «Luftforurensning er et aktuelt utredningstema dersom det planlegges utbygging i områder med luftforurensning, eller hvis det planlegges utbygging av anlegg eller virksomheter med utslipp som kan gi økt luftforurensning»

11.2.2 Luftforurensning under driftsfasen

Sarkofagen planlegges som en tett betongbygning uten utslipp til luft. Luftforurensning i driftsfasen er derfor ikke en del av konsekvensutredningen.

11.2.3 Luftforurensning i bygg og anleggsfasen

Det ventes at graving i slagghaugen og vaskerijorda vil innebære støvdannelse som mobiliserer forurensning til luft. Det er også ventet en støvdannelse fra deponeringen av det radioaktive avfallet i sarkofagen. Det er utført en beregning av dosekonsekvens for personer som bor i nærmeste bolig dersom tiltakene for å begrense støvflukt ikke har effekt, vist i Vedlegg 19.

I dette vedlegget er det vist at ventet dose til personer som bor i nærmeste bolig er mellom 4,4 og 7,2 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ som følge av spredning av støv med innhold av naturlig forekommende uran og thorium til nabotomten. Disse beregningene er gjort med konservative antakelser om at spredning av støv skjer under stabile atmosfæriske forhold der støvet fortynnes lite. Videre ligger det til grunn en antakelse om at vindretningen er mot nærmeste bolig hele tiden under utgraving. Disse konservative antakelsene ligger til grunn for å minimere sjansen for at beregningene underestimerer dosekonsekvens. Selv med konservative antakelser blir de forventede dosene lave, og godt under kriteriet på 250 μSv slik det er gitt i Strålevernforskriften §6.

I retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520) kapittel 6 foreslås en veiledende verdi på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for svevestøv av typen PM_{10} . Beregningen i Vedlegg 19 er basert på en beregnet konsentrasjon ved nærmeste bolig på inntil 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette viser at selv uten tiltak for å begrense støvflukt så ventes ikke konsentrasjonen av svevestøv å overstige det veiledende kriteriet. Under gjennomføring av tiltaket vil det bli brukt måleinstrumenter for støvkonsentrasjon for å dokumentere at støvkonsentrasjonen hos nærmeste boliger er som forventet, godt innenfor akseptkriteriene.

11.2.4 Vurdering av luftforurensning og tiltak

Som vist i teksten over er det ventet svært begrenset konsekvens av luftforurensning for nærmeste bolig. Både beregnet dose og forventet konsentrasjon av svevestøv er langt under sine respektive akseptkriterier, og tiltaket kan gjennomføres som planlagt ut ifra hensyn til luftforurensning.

Dersom det vurderes som nødvendig vil det bli iverksatt tiltak for å minimere støvdannelsen. Eksempel på slike tiltak er at massene vannes forsiktig, eventuelt vil det bli brukt det biobaserte støvbindingsmiddelet Dustex. Det ventes at disse tiltakene vil sørge for at spredning av forurensning via støvflukt minimeres og risikoen forbundet med støvdannelsen anses som akseptabel.

12 Risiko- og sårbarhetsanalyse

Det er utarbeidet en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) basert på detaljreguleringen for Søve gruver, vist i Vedlegg 20. ROS-analysen er utarbeidet for å møte krav i plan- og bygningsloven. Vurderingene som er gjort i forbindelse med ROS-analysen konkluderer med at planområdet med foreslåtte tiltak fremstår lite sårbart. Under presenteres i korte trekk de temaene som ligger til grunn i ROS-analysen.

12.1 Ustabil grunn

Planområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred, områdets sårbarhet ovenfor ustabil grunn er derfor vurdert. NGUs kartgrunnlag viser at området består av fyllmasser. Det er utført boring i skrått terreng der tiltakene planlegges som viser at løsmassemektighet er liten (mindre enn 1 m til berg). På bakgrunn av dette vurderes det at kvikkleireskred ikke er aktuelt og at områdestabilitet er god nok. Planområdet vurderes som ikke sårbart for områdeskred.

12.2 Flom i vassdrag

Deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetsområder for flom. Det er utarbeidet en rapport som tar for seg flomvurdering av tiltaket, vist i Vedlegg 5. Rapporten konkluderer at sikker byggehøyde er 20,0 moh. for sikkerhetsklasse F2, og 20,8 moh. for sikkerhetsklasse F3. Sarkofagen er planlagt som en robust og lukket konstruksjon, spesielt utformet for å tåle ekstreme vær- og flomhendelser. Planområdet og tiltaket vurderes dermed som lite sårbart for flom.

12.3 Ekstremnedbør

Det er forventet at årsnedbør i Telemark vil øke med 10% som følge av at fremtidens klima vil innebære mer nedbør i Norge. Det er også forventet at kraftig nedbør vil forekomme hyppigere og med større intensitet. Planområdet har nær beliggenhet til, og med gode muligheter for avrenning til Norsjø. Overvannshåndteringen skal sikre at nedbør og snøsmelting ikke fører til forurensning av nærliggende vannforekomster som Søvittbekken og Norsjø.

12.4 Skogbrann

Det er vegetasjon og skogholt innenfor planområdet og tilgrensende områder. Forventede klimaendringer øker sannsynligheten for flere lange tørkeperioder og dermed økt skogbrannaktivitet i årene som kommer. Nitti prosent av alle skogbranner er forårsaket av menneskelig aktivitet som uaktsomhet ved bålbrekking, skogsdrift og anleggsvirksomhet, eller ildspåsettelse. Alt anleggsarbeid øker faren for skogbrann i områder med skog. Det er derfor viktig at brannberedskap sikres. Med forutsetning om at entreprenør etablerer forsvarlig brannberedskap i anleggsfasen, og at det sikres adkomst for utrykningskjøretøy (TEK17 § 11-17), vurderes planområdet som lite sårbart for temaet.

12.5 Drikkevannskilde

Norsjø er drikkevannskilde for flere kommuner og mindre aktører rundt innsjøen. Sårbarheten vurderes som liten og Norsjø vurderes som upåvirket av tiltaket knyttet til Søve gruver. Det forutsettes at ordinære miljøtiltak innføres i anleggsfasen slik at lagring av drivstoff, smøreoljer, hydraulikkoljer etc. utføres på en sikker måte og at avrenning fra byggegrop, kjøresår i terrenget e.l. blir minimal mot vannforekomster.

12.6 Sårbare bygg

Nome videregående skole, avdeling Sjøve ligger sørvest for planområdet, og er et sårbart bygg slik dette temaet er definert av DSB. I anleggsfasen må trafikksikkerheten for skolen ivaretas, og støy må begrenses så langt mulig. Det skal gjennomføres SHA-vurderinger for denne fasen, iht. krav i byggherreforskriften. Disse vurderingene skal også omfatte tredjeperson og myke trafikanter. Forutsatt dette, vurderes planområdet som lite sårbart for temaet. Når planområdet er ferdig utbygd vurderes ikke dette å gi negative konsekvenser for eksisterende bygg.

12.7 Deponering av radioaktivt materiale

Grunnundersøkelser viser at det ikke er hulrom eller strukturer som truer stabiliteten der sarkofagen er planlagt etablert.

Sarkofagen planlegges å ha ytre mål på 27 x 28 meter, og skal være av betong. Dette gjelder alle konstruksjonsdelene – gulv, vegger og tak. Høyden på konstruksjonen er på ca 5 meter, men mye er under terreng, så den vil maks stikke ca. 4 meter opp fra terrengnivå i framkant mot Grønvoldvegen, og 1 meter i bakkant. Sarkofagen skal være tett, og skal bygges med flere barrierer for å minimere fremtidig utslipp av radionuklider fra det deponerte avfallet og gjøre det vanskelig for enten lekkasje av vann inn eller uønsket inntrenging av mennesker. Det legges opp til å bruke betong og armering (en del er rustfri) som gir en forventet levetid på konstruksjonen på minimum 1 000 år. Det skal utarbeides en plan for aktiv overvåking av sarkofagen etter forsegling.

Planområdet og tiltaket vurderes med dette som lite sårbare for temaet.

13 Kontroll, overvåking og dokumentasjon

13.1 Kontroll og overvåking

Kontroll- og overvåkingsprogram vil være viktig for å sikre en pålitelig dokumentasjon av gjennomføring av tiltaket. Det vil være behov for et kontroll- og overvåkingsprogram i begge fasene av tiltaket, oppryddingen og drift av deponiet. Under følger en oversikt over planlagte tiltak for å sikre at kontroll- og overvåkingsprogrammene vil sikre tilstrekkelig dokumentasjon.

13.1.1 Oppryddingen

Hensikten med oppryddingen er å sikre at det deponipliktige radioaktive avfallet etter Søve gruver fjernes fra miljøet og sikres trygt og forsvarlig i sarkofagen. For å kunne dokumentere at dette er oppfylt vil det bli iverksatt et omfattende prøvetakingsprogram både i forkant av, under og etter utgraving. Disse prøvetakingsprogrammene vil utarbeides i forkant av oppstart av utgraving. Det vil bestå av en kombinasjon av flere måleteknikker. For å få kontinuerlige data i felt og mens arbeidet pågår vil det bli benyttet egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale og håndholdt XRF. Fordelen med slikt utstyr er umiddelbare data i felt, mens svakheten er moderat presisjonsnivå, interferens og betydningen av partikkeloverflater. For å sikre best mulige data vil det utarbeides rutine for hyppig kalibrering av måleutstyr i felt med kjente kilder, eksempelvis daglig. For ytterligere å bekrefte faktiske nivåer vil det tas ut fysiske prøver som blir sendt til ICP-analyse hos akkreditert analyselaboratorium. Fordelen med ICP er meget høyt presisjonsnivå, ulempen er at svarene kommer flere uker etter at prøven er tatt.

I forkant av utgraving vil det bli gått opp et finmasket nettverk i avgangsdeponiet med hensikt å identifisere slagglumper som kan ha trillet ned fra slagghaugen. Det vil bli foretatt målinger med egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale for å indentifisere slagglumper som avgir ioniserende stråling. Det vil også bli foretatt en nøye visuell inspeksjon av avgangsdeponiet for å finne slagglumper som ligger oppe i dagen. Der det identifiseres slagglumper vil det bli markert med en markør og loggført med GPS-koordinat. Under utgraving vil disse slagglumpene graves ut og bli deponert i sarkofagen. Etter at slagglumpene er fjernet vil det samme finmaskede nettverket gås opp igjen for å dokumentere at slagglumpene er fjernet.

Under utgraving vil det bli foretatt målinger av hvert lass som transporteres til sarkofagen. Denne målingen vil sikre kontroll over materialene som deponeres i sarkofagen. Målingene vil bli utført med doseratemåler for å loggføre dosen til personell som utfører målingene. Videre vil det bli målt innhold av naturlig uran og thorium med håndholdt XRF som vil kunne indikere om materialet er over eller under grensen på 1 Bq/g. Videre vil resultat fra XRF-målinger gi en oversikt over innhold av tungmetaller som blir deponert sammen med det radioaktive avfallet. Det vil også bli sendt stikkprøver av materialet som blir deponert til det akkrediterte analyselaboratoriet ALS for å få klare svar på innhold av uran, thorium og tungmetaller i det deponerte avfallet. Disse dataene vil bli benyttet til å lage en massebalanse som vil inngå i sluttrapporteringen for prosjektet.

Etter utgraving vil det bli gått opp et finmasket nettverk der målinger vil bli foretatt med egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale for å identifisere mulige rester av radioaktivt avfall. Dersom egnet instrument for påvisning av lav-radioaktivt materiale indikerer en forekomst av radioaktivt avfall, vil det bli foretatt målinger med håndholdt XRF for å få indikasjon på innholdet av uran og thorium. Dersom materialet overstiger 1 Bq/g, eller ved tvilstilfeller der aktiviteten er opp

mot 1 Bq/g vil materialet bli deponert i sarkofagen. Etter at det finmaskede nettverket har blitt gått gjennom og eventuelle rester ryddet opp, vil det bli tatt ut prøver av grunnen som sendes til ICP-analyse for å dokumentere at grunnen er fri for radioaktivt avfall.

Etter at områdene nedenfor slagghaugen og områdene rundt på vaskeritomta er tilstrekkelig kartlagt til å dokumentere at nivåene av radioaktivitet er under 1 Bq/g vil disse områdene regnes som ferdig ryddet og fristilles. Det legges ikke opp til ytterligere kartlegging, overvåking eller målinger i disse områdene etter at sluttdokumentasjonen er sendt til ansvarlige myndigheter.

13.1.2 Deponiet

Utformingen av betongsarkofagen er beskrevet i kapittel 5.2.3. Sarkofagen er designet for å sikre mennesker og miljø mot strålingen fra avfallet – samt sikre avfallet mot ytre påvirkninger lengst mulig. For å dokumentere at disse to forholdene er oppfylt vil det bli etablert et kontrollregime. Dette regimet vil være basert på krav i driftstillatelse fra DSA og utføres av eller på vegne av NND.

Det vil gå rundt en måned fra det første radioaktive avfallet deponeres i sarkofagen til taket støpes og sarkofagen forsegles. Det vil si at driftsperioden for sarkofagen er relativt kort, og sarkofagen utformes primært for etterdrift som skal sikre det radioaktive avfallet i et langtidsperspektiv. Det vil likevel foregå overvåking av sarkofagen både i driftsfasen og i etterdriftsfasen.

I forkant av driftsfasen vil det etableres overvåkningsløsninger som vil kunne dokumentere at sarkofagen er lekkasjefri og at radionuklider ikke spres til omgivelsene. Under grunnarbeidet vil løsmasser fjernes i området der sarkofagen skal stå. Under prøveboring i området ble det ikke påvist grunnvann i løsmassene der sarkofagen skal stå. Dette gjør at overvåking av grunnvann i løsmasser ikke anses som et relevant alternativ. Videre er det blitt tatt prøver av grunnvann i fjell i området som viste at grunnvannet naturlig inneholdt rundt 23 µg/l uran. Dette skyldes at geologien i området er naturlig rik på uran som har en viss løselighet i grunnvannet. Dette gjør det utfordrende å få sikre målinger som viser om sarkofagen er lekkasjefri eller ikke, da den høyest målte konsentrasjonen uran i utlekkingsvann fra vaskerijorda er 1,6 µg/l. Det er derfor en fare for at hypotetiske utslipp av radionuklider fra sarkofagen vil ha lavere nivåer enn den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen av uran i området.

På bakgrunn av utfordringene knyttet til målinger i grunnvann, foreslås en løsning der overvann på nedsiden og oppsiden av sarkofagen måles. Dette oppnås ved at det etableres rør/grøfter som går langs med nordsiden og sørsiden av sarkofagen, som illustrert i Figur 67, der vannet samles opp i hver sin oppsamlingskum. Det vil være tilgjengelig gode referanseverdier for hver måling som foretas ved å etablere en overvåkingskum oppstrøms av sarkofagen. På denne måten vil eventuelle usikkerheter knyttet til naturlig bakgrunnsinnhold reduseres, og eventuelle utslipp fra sarkofagen vil kunne påvises direkte.



Figur 67 Foreslått overvåkningsløsning for sarkofagen der rør på nordsiden og sørsiden av sarkofagen mater hver sin oppsamlingskum. (Norconsult/Bergfald Miljørådgivere)

Under driftsfasen, det vil si før taket er støpt, vil det regelmessig bli tatt prøver fra oppsamlingskummene for å dokumentere at det ikke forekommer lekkasjer fra sarkofagen. Det forventes ikke at sigevann fra sarkofagen vil lekke ut i omgivelsene, og det vil ikke være mulig å komme inn i sarkofagen for å prøveta eventuelt sigevann der. Det vil av samme grunn ikke være mulig å ta prøver av eventuell deponigass. Det legges derfor ikke opp til å ta prøver av sigevann eller deponigass verken i driftsfasen eller under etterdrift.

Etter at området er ferdig ryddet og sarkofagen er lukket vil eierskap til og ansvar for deponiet overføres til NND. Det vil samtidig bli iverksatt et overvåkingsprogram der sammensetning av overflatevannet i oppsamlingskummen måles. Vannet vil analyseres for radionuklider, bly og arsen. Det vil det første året etter lukking bli utført målinger kvartalsvis. Hvis disse målingene ikke viser tegn til utslipp fra sarkofagen, vil frekvensen av målinger reduseres til en gang årlig. De årlige prøvene vil tas ut i mai, etter at vinterfrosten har gitt seg.

Hvis det ikke er påvist noen antydning til lekkasjer etter ti årlige målinger vil kostnadseffektiviteten med videre målinger vurderes i dialog med regulerende myndighet.

Under de ti første årene etter gjennomføring av tiltaket vil det også bli tatt prøver av grunnvannsbrønnene i avgangsdeponiet. Hensikten med denne prøvetakingen er å vurdere effekten av opprydning har hatt på grunnvannet i området ved at dataene kan sammenliknes med de dataene som nå foreligger som før-verdi. Det er lang tradisjon i miljøforvaltningen med å følge utviklingen av slike saker med en viss tidsserie.

Selv om prøvetaking av kum nedstrøms av sarkofagen og i grunnvannsbrønnene skjer samtidig, med samme metode og inngår i samme rapportering, så har målingene helt forskjellig hensikt. Målingene

nedstrøms av sarkofagen er overvåking for å sikre at sarkofagen er tett. Målingene av grunnvannet er for å beregne eller dokumentere effekt av oppryddingstiltaket.

I avfallsforskriftens §9 er det krav om at mengde vann også skal måles. Dette er et generelt krav basert på deponier der det renner vann gjennom, enten som nedbør eller en vannkilde. For sarkofagen vil det ikke være relevant. Sarkofagen skal være tett, og vannmengde som renner på eller rundt sarkofagen er derfor ikke relevant. Måleprogrammets eneste hensikt vil være å dokumentere at sarkofagen fortsatt er tett og uskadet.

13.2 Dokumentasjon

13.2.1 Dokumentasjon om gjennomføring av tiltaket

Det vil bli utarbeidet en rapport som dokumenterer prosessen og tilstanden rundt Søve gruver etter at tiltaket er gjennomført. Denne rapporten vil dokumentere alt arbeid som er utført, samt alle resultater fra overvåkings- og kontrollprogrammet forbundet med gjennomføring av tiltaket og fra overvåkingskummene tilknyttet den korte driftsperioden av sarkofagen. Det vil bli presentert oppdatert informasjon om avfallet som er deponert i sarkofagen, samt nye beregninger av stråledose til allmenhet og biota som inkluderer den oppdaterte informasjonen. Hensikten med de nye beregningene er å dokumentere at beregningene som det er vist til i denne konsekvensutredningen er konservative, og å komme med et oppdatert og trolig redusert estimat av stråledose til allmenhet og biota.

Det vil også presentere dokumentasjon knyttet til tilstand i skråningen der slagget nå ligger og i området der vaskerijorda ligger etter at det radioaktive avfallet er fjernet. Her vil det presenteres resultat fra et prøvetakingsprogram som er gjort etter utgravingen er ferdig med hensikt å vise at det ikke ligger igjen deponeringspliktig radioaktivt avfall. Videre vil det bli presentert de første analysene av grunnvannet i avgangsdeponiet etter at slagghaugen oppstrøms er blitt fjernet. Det vil kunne si om tiltaket har vært tilstrekkelig til å redusere innholdet av uran i grunnvannet.

Under gjennomføring av tiltaket vil overvåkingskummene oppstrøms og nedstrøms sarkofagen overvåkes for å dokumentere at det ikke forekommer lekkasjer fra sarkofagen. De første analysene av overvåkingskummen vil bli presentert i rapporten om gjennomføring av tiltaket.

13.2.2 Dokumentasjon av overvåking av etterdrift

I etterdriftsfasen, altså tiden etter at sarkofagen er lukket og eierskapet overdratt til NND, vil det foregå overvåking av oppsamlingskummene for overvann. Når det blir foretatt prøver av oppsamlingskummene vil det også bli foretatt en visuell inspeksjon av sarkofagen for å dokumentere at betongen er fri for sprekker. Det vil også de første ti årene bli tatt prøver av grunnvannsbrønnene i avgangsdeponiet for å vurdere effekten av tiltaket på grunnvannet i området. Dokumentasjon fra denne overvåkingen vil bli rapportert til Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet.

Ti år etter at sarkofagen er lukket vil det lages en kort oppsummerende rapport med de aktuelle tidsseriene for vannmålinger. Rapporten vil oversendes DSA med anbefalinger om hvilke fremtidige behov det forventes for overvåking og inspeksjon av deponiet.

14 Referanser

- [1] Bergfald Miljørådgivere, «Forslag til Plan- og Utredningsprogram for Opprydning og Deponering av Radioaktivt Avfall fra Søve Gruver,» 2025.
- [2] S. Dahlgren, «Thorium i Fensfeltet - Ressursanslag,» 2012.
- [3] S. Dahlgren, «Miljøgeologisk undersøkelse av lavradioaktivt slagg fra ferroniobproduksjonen ved Norsk Bergverk på Søve 1956-1965,» 2005.
- [4] M. He, S. Li, M. Cao, Y. Gao, H. Bu og Q. Meng, «Activation mechanism of tantalum niobium flotation by lead ions in a combined collector flotation system,» Physicochem. Probl. Miner. Process., 2021.
- [5] Norconsult Norge AS, «Planinitiativ Detaljreguleringsplan for Søve gruver, gnr/bnr 24/93, 95, 107,» 2024.
- [6] International Atomic Energy Agency, «Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards,» 2014.
- [7] International Atomic Energy Agency, «Safety Assessment for Facilities and Activities,» 2016.
- [8] International Atomic Energy Agency, «The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste,» 2012.
- [9] International Atomic Energy Agency, «Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste,» 2014.
- [10] International Atomic Energy Agency, «Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities,» 2021.
- [11] International Atomic Energy Agency, «Application of the Concept of Clearance,» 2023.
- [12] International Atomic Energy Agency, «Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices,» 2006.
- [13] International Atomic Energy Agency, «Guidelines on Soil and Vegetation Sampling for Radiological Monitoring,» 2019.
- [14] M. Dowdall, J. Brown, A. Hosseini og J. Mora, «IMPACT OF LEGACY ENHANCED NATURAL RADIOACTIVITY ON HUMAN AND NATURAL ENVIRONMENTS,» 2012.
- [15] Helsedirektoratet, «Strålevern,» [Internett]. Available: <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/sektorrapport-om-folkehelsetrygge-og-helsefremmende-miljoer/stralevern>. [Funnet 24 10 2025].

- [16] Multiconsult, «Analyse av 226Ra og 228Ra i prøver fra tidligere Søve gruver,» 2008.
- [17] Norges Geotekniske Institutt, «Kartlegging av omfang og kostnader ved eventuell senere opprydding av radioaktivt materiale ved Søve gruver,» 2010.
- [18] Multiconsult, «Analyser av sigevann mm.,» 2006.
- [19] World Health Organization, «Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda,» 2022.
- [20] Institutt for Energiteknikk, «Vurdering av alternativ for deponering av radioaktive masser fra Søve gruver,» 2012.
- [21] International Atomic Energy Agency, «Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements, SSR-5.,» 2011.
- [22] Miljødirektoratet, «Veileder: Konsekvensutredning av klima og miljø,» 2024.
- [23] Miljødirektoratet, «Konsekvensutredning veileder».
- [24] Ecofact, «Kartlegging av naturmangfold ved Søve gruver i Nome kommune,» Ecofact, 2025.
- [25] Miljødirektoratet, «Naturbase,» 20 01 2025. [Internett]. Available: <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/vertigisstudio/web/?app=a3a09afee5c24c459c53a9a9ff0915f1>.
- [26] Artsdatabanken, «Norsk rødliste for arter 2021,» 2021. [Internett]. Available: <https://lister.artsdatabanken.no/rodlisteforarter/2021/>. [Funnet 12 09 2025].
- [27] Artsdatabanken, «Fremmedartslista 2023,» 2023. [Internett]. Available: <https://lister.artsdatabanken.no/fremmedartslista/2023?TaxonRank=AssessedAtSameRank>. [Funnet 12 09 2025].
- [28] E. Endre, M. Sparrevik, P. Cappelen, G. Baardvik og P. Holmström, «Kartlegging av omfang og kostnader ved eventuell senere opprydding av radioaktivt materiale ved Søve gruver,» NGI, Oslo , 2010.
- [29] Nome Kommune, «Ang. påvist avfall fra tidligere virksomhet ved Søve gruver,» 2013.
- [30] Norsk Standard , «Jordkvalitet - Prøvetaking – Del 5: Veiledning for fremgangsmåte for undersøkelse av grunnforurensning på urbane og industrielle lokaliteter,» 2011.
- [31] Miljødirektoratet, «Veileder: Forurensset grunn,» 20 01 2025. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurensset-grunn/for-naringsliv/forurensset-grunn-veileder/>.

- [32] European Chemical Agency, «Arsenic - Registration Dossier,» ECHA, n.d. [Internett]. Available: https://chem.echa.europa.eu/100.028.316/dossier-view/104a4e33-e910-49c5-a114-50666e771ff8/91a6d699-196c-4175-856d-0665ca8d2b2d_ed8dfda9-9b44-46de-943a-4aa981b34e83. [Funnet 29 08 2025].
- [33] European Chemical Agency, «Lead – Registration Dossier,» REACH, 27 12 2024. [Internett]. Available: https://chem.echa.europa.eu/100.028.273/dossier-view/c0464cff-4dfa-43ef-a4d3-e569a82803bf/fea6ae34-5374-40b0-9a7b-5f4a25e9c3bf_313fd63d-ecec-4312-b4ed-c16b1c0d5f44?searchText=lead.
- [34] C. v. Leeuwen og T. Vermeire, RISK ASSESSMENT OF CHEMICALS An Introduction, 2 red., T. G. (. Vermeire og C. J. (. V. Leeuwen, Red., Springer, 2007, p. 705.
- [35] B. Liljedahl, P. Lagerkvist og T. Nylén, «Stabilitet och urlakning av uran och torium och deras sönderfallsprodukter från gruvavfall från Søve gruva. FOI Memo 6401, Prosjektnr E4195.,» 2018.
- [36] H. Tweedie, «Effects of Weathering on Leaching Properties of Slag from a Niobium Mine,» 2020.
- [37] National Center for Biotechnology Information, «PubChem,» 03 10 2025. [Internett].
- [38] S. Haande, A. Schartau, G. Dahl-Hansen, I. Dahl-Hansen, B. Demars, K. Dokk Eikland, K. Gjelland, J. Håvardstun, T. Jensen, E. Lie, E. Lungrin, F. Næstad, J. Persson, V. Seljestokken, I. Solberg, B. Skjelbred og M. Solhaug Jenssen, «ØKOSTOR 2023 Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften.,» Miljødirektoratet, 2024.
- [39] Vann-Nett, «Faktaark Norsjø 016-6-L,» 2025.
- [40] Vann-Nett, «Faktaark Søvittebekken 016-2484-R,» 2025.
- [41] Ecofact, «Kartlegging av vannmiljø ved Søvitte gruve i Nome kommune,» 2025.
- [42] NINA, «ØKOSTOR,» [Internett]. Available: <https://www.nina.no/%C3%98kosystemer/Elver-og-innsj%C3%B8er/%C3%98kostor>. [Funnet 4 September 2025].
- [43] J. Persson, A. Lyche Solheim, A. Schartau, O. Sandlund og B. Walseng, «Store innsjøer i Norge: Kan eksisterende data brukes til klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand iht. vannforskriften? - NIVA rapport 6605-2013: 47 s.,» 2013.
- [44] A. Lyche Solheim, A. Schartau, T. Bongard, K. Bækkeli, E. H., T. Jensen, M. Mjelde, J. Persson, A. Rustadbakken, O. Sandlund og B. Skjelbred, «ØKOSTOR: Økosystemovervåking av store innsjøer 2015. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Surveillance monitoring of large lakes 2015. Miljødirektoratet-rapport 587/2016, NIVA-rapport 7070: 151,» 2016.

- [45] A. Lyche Solheim, A. Schartau, T. Bongard, K. Bækkelie, G. Dahl-Hansen, B. Demars, J. Dokk, K. Gjelland, D. Hammenstig, T. Havn, T. Jensen, E. Lie, M. Mjelde, J. Persson, O. Sandlund, B. Skjelbred og B. Walseng, «Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-1777/2020, NIVA-rapport 7536-2020, 203 s.,» 2020.
- [46] O. Sandlund, Å. Brabrand, K. Gjelland og L. Høitomt, «Overvåking av fiskebestander i store innsjøer. Metodeutprøving og anbefalinger.,» NINA Rapport 1274. 64 s. + vedlegg, 2016.
- [47] NIVA, «Resipientundersøkelse for Søvitt renseanlegg, 2024. Overvåking i deler av Norsjø med tilløpselver.,» 2025.
- [48] Norges Geologiske Undersøkelse, *NGU Rapport 2020.014. Geofysiske undersøkelser og borer på Fensfeltet, Nome kommune, Vestfold og Telemark fylke. Løsmassemektighet og bergkvalitet.*, 2020.
- [49] Norges Geologiske Undersøkelse, «Berggrunskart N50,» mars 2022. [Internett]. [Funnet 18 September 2025].
- [50] Miljødirektoratet, «Veileder: Konsekvensutredning av støy».
- [51] Regjeringen, «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging,» 2021.
- [52] Miljødirektoratet, «Veileder M-128: Kapittel 7, 8 og 9 med beskrivelse av støykilder.,» 2020.
- [53] Miljødirektoratet, «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging».
- [54] USEPA, «Handbook of Parameters for U.S. and International Governments Risk and Dose Assessment Models for Remediation of Radiologically Contaminated Soil,» 2017.
- [55] ANL, «User's Manual for RESRAD Version 6,» 2001.
- [56] UK DEFRA, «The Radioactively Contaminated Land Exposure Assessment Methodology – Technical Report,» 2011.
- [57] C. Jones, K. Norrfors, K. Jonsson og M. Elert, «Stråldoskonsekvenser ved friklassning av markområden som förorenats med radioaktiva ämnen,» 2023.
- [58] Kemakta, «Modell för beräkning av doskonsekvenser vid återvinning och deponering av radioaktivt avfall,» 2013.
- [59] OECD Nuclear Energy Agency, «Foundations and guiding principles for the preservation of records, knowledge and memory across generations: A focus on the post-closure phase of geological repositories,» 2014.

- [60] Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap, «Samfunnssikkerhet i Kommunens Arealplanlegging,» 2017.
- [61] International Atomic Energy Agency, «NORMALYSA tool for Safety Assessment and Uranium Residues Management,» 2015.
- [62] International Atomic Energy Agency, «Fundamental Safety Principles,» 2006.
- [63] Miljødirektoratet, «Vann-Nett,» 20 01 2025. [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/waterbodies/016-6-L/map>.
- [64] Miljødirektoratet, «Vann-Nett,» 20 01 2025. [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/waterbodies/016-2484-R/map>.
- [65] Miljødirektoratet, «Luftkvalitet i Norge,» 20 01 2025. [Internett]. Available: <https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/varsling/Telemark/Nome>.
- [66] Norsk Klimaservicesenter, «Klimaprofil Telemark,» 20 01 2025. [Internett].
- [67] G. Hauglid-Formo, Artist, *Søve avfallet - Opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Søve gruver..* [Art]. Bergfald Miljørådgivere, 2025.
- [68] *Forskrift om konsekvensutredninger*, 2017.
- [69] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Konsekvensutredninger for planer etter plan- og bygningsloven,» 2021.
- [70] Miljødirektoratet, «Kartleggingsinstruks: Kartlegging av terrestriske naturtyper etter NiN2,» 2024.

15 Vedlegg

- Vedlegg 1. Plan- og utredningsprogram for konsekvensutredning - opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve gruver. Sluttbehandling Nome kommune.
- Vedlegg 2. Fastsettelse av plan- og utredningsprogram for opprydding og deponering av radioaktivt avfall fra Sørve gruver, DSA.
- Vedlegg 3. Sørve gruver opprydding radioaktivt materiale. Innstilling fra fylkesdirektøren.
- Vedlegg 4. Høringsinstanser for konsekvensutredningen
- Vedlegg 5. Flomvurdering for deponeringsområde og sarkofag for lavradioaktive masser ved Sørve gruver, Nome kommune. Norconsult.
- Vedlegg 6. Pålegg av Nærings- og fiskeridepartementet om å gjennomføre nødvendige tiltak for å hindre radioaktiv forurensing fra Sørve gruver
- Vedlegg 7. Statsbudsjettet 2020: Tildelingsbrev til Norsk nukleær dekommisjonering
- Vedlegg 8. Utredning av mulig annen utnyttelse av avfallet, Bergfald Miljørådgivere.
- Vedlegg 9. Rapport fra feltarbeid. Oppsummering av prøveresultat, Bergfald Miljørådgivere
- Vedlegg 10. Säkerhetsanalys för ett ytnära slutförvar av NORM-avfall i Sørve, Kemakta Konsult.
- Vedlegg 11. Ingeniørgeologiske vurderinger - Sarkofag ved Sørve gruver, Norconsult.
- Vedlegg 12. Geologisk undersøkelse av borkjerner fra Sørve, Fensfeltet, Telemark, regiongeolog Sven Dahlgren.
- Vedlegg 13. Kartlegging av naturmangfold ved Sørve gruver i Nome kommune, Ecofact.
- Vedlegg 14. Prosjektnotat - Betong-sarkofag for svakt radioaktivt gruve-avfall, Sintef.
- Vedlegg 15. Oversikt over toksisitetsdata for arsen og bly
- Vedlegg 16. Rapport om økologisk tilstand og kjemisk tilstand i Norsjø og Søvittbekken, Bergfald Miljørådgivere.
- Vedlegg 17. Kartlegging av vannmiljø ved Sørve gruver i Nome kommune, Ecofact.
- Vedlegg 18. Støybelastning fra anleggsvirksomhet
- Vedlegg 19. Dos till omgivningen på grund av dammspridning, Kemakta Konsult.
- Vedlegg 20. Risiko- og sårbarhetsanalyse, Norconsult Norge AS.