

Etablering av anlegg for deponering av lavradioaktivt avfall fra oljeindustrien ved Stangeneset fyllplass, Gulen kommune

Konsekvensutredning etter Plan- og bygningsloven kap. VII-a

Innsendt av:

Wergeland-Halsvik AS

og

Norse Decom AS



ND/E-26/04

0 Innledning

Det søkte tiltaket i denne konsekvensutredningen gjelder et underjordisk anlegg for deponering av lavradioaktivt avfall (LRA) fra oljeindustrien. Inkludert i dette er også et anlegg for behandling og emballering før deponering, og et lager for mellomlagring av LRA.

Meldingen ble sendt på høring 23. september 2003 med høringsfrist 17. november 2003. Statens strålevern har som ansvarlig myndighet på bakgrunn av meldingen og innkomne høringsuttalelser fastsatt utredningsprogram for tiltaket (deponianlegget) 15. april 2004.

Tiltaket vil i sin helhet være plassert innenfor det inngjerdede området som avgrenser et eksisterende askeavfallsdeponi: Stangeneset fyllplass, Gulen kommune, Sogn og Fjordane.

Deponidelen av tiltaket vil bestå av en ca. 100 meter lang deponitunnel under havnivå, forbundet til overflaten med en ca. 80 meter lang adkomsttunnel. Deponitunnelen er dimensjonert for å romme minst 2000 tonn LRA: alt LRA som forventes produsert av olje- og gassindustrien. Anlegget for fjerning av olje og pakking/innstøping vil bestå av en enkelt bygning på ett plan. Bygningen vil være utstyrt med ventilasjon for fjerning av radon og et system for oppsamling og gjenvinning av eventuelt LRA-søl og drenasje- og prosessvann. Arbeidsmiljøet vil være kontrollert/overvåket med et radonsensitivt monitoreringssystem tilsvarende det systemet som finnes i Himdalen-deponiet for lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall. Anlegget vil også inneholde et lager for oppbevaring av LRA i påvente av behandling og deponering.

Denne konsekvensutredningen inneholder beskrivelser av tekniske løsninger og stråleverntiltak (Kap. 3 og 4) med en detaljering som kan virke unødvendig. Tiltakshaverne har likevel valgt å inkludere dette, slik at mest mulig av eventuelle uklarheter omkring de valgte løsningene unngås.

Tiltakshaverne besitter, gjennom den samlede kompetansen til Wergeland-Halsvik AS og Norse Decom AS – et datterselskap av Institutt for energiteknikk, all nødvendig kunnskap og erfaring for sikker konstruksjon, bygging og drift av deponianlegget.

Denne konsekvensutredningen er utarbeidet i et samarbeid mellom tiltakshaverne, Wergeland-Halsvik AS og Norse Decom AS, og Multiconsult og Miljø- og strålevernsavdelingen, Institutt for energiteknikk.

MULTICONSULT AS avd. NOTEBY har i utarbeidelsen av foreliggende konsekvensutredning bidratt med faglige råd og vurderinger innen fagområdene betongteknologi, ingeniørgeologi og miljøgeologi. Mer konkret har dette bl.a. omfattet vurdering av egnet betongkvalitet for støping av kokiller med LRA-avfall, råd i forbindelse med plassering og utforming av anlegget ut fra berggrunnstekniske forhold, system for oppsamling av drens- og sigevann samt vurdering av hydrogeologiske forhold på stedet og mulig utlekking av miljøgifter fra avfallet til ytre miljø.

Informasjon om tiltaket, elektroniske kopier av dokumenter o.l., vil fortløpende bli lagt ut på deponianleggets internettside: www.lradeponi.no.

Kjeller, 18. november 2004

Per Varskog

Forsidebilde: Bildet viser lokaliteten til det planlagte deponianlegget ved det eksisterende askeavfallsdeponiet til venstre, midt på bildet, med steinbruddet i forgrunnen og oljeraffineriet på Mongstad i bakgrunnen på andre siden av fjorden. LRA til anlegget vil fortrinnsvis bli mottatt ved kaien midt i bildet.

0	Innledning.....	2
1	Dagens situasjon.....	6
1.1	Beliggenhet og topografi	6
1.2	Kommunale planer	6
1.3	Berggrunn	6
1.4	Hydrologiske og hydrogeologiske forhold.....	9
1.5	Forminner	9
1.6	Fauna og flora.....	9
1.7	Beskrivelse av resipienten	9
2	Beskrivelse av lavradioaktivt avfall (LRA).....	10
2.1	Definisjon	10
2.2	Opphav til LRA	10
2.3	Radioaktivitet i LRA	11
2.4	Klassifisering av LRA	11
2.5	Forventet LRA-mengde.....	12
2.6	LRAs sammensetning.....	12
2.6.1	Hovedbestanddeler	12
2.6.2	Radioaktivitet	13
2.6.3	Tungmetaller.....	14
2.7	Rensing av LRA før deponering.....	14
3	Beskrivelse av tiltaket.....	15
3.1	Bakgrunn for tiltaket.....	15
3.2	Lokalisering av tiltaket	15
3.2.1	Andre lokaliseringsalternativer.....	16
3.3	Organisasjon og eiendomsforhold	16
3.4	Tiltakets utforming	16
3.4.1	Generell beskrivelse	16
3.4.2	Tiltakets enheter	18
3.4.2.1	Deponi	18
3.4.2.2	Midlertidig lager.....	21
3.4.2.3	Enhet for fjerning av ikke –radioaktivt materiale/olje.....	21
3.4.2.4	Enhet for produksjon av avfallspakker.....	23
3.4.3	Betongkokiller	23
3.4.3.1	Kokille for innstøping av LRA i plasttønner – Kokilletype 1	23
3.4.3.2	Kokille for LRA innstøpt i sulfatbestandig betong – Kokilletype 2.....	24
3.4.3.3	Lagringskapasitet for kokillene	25
3.4.4	Betongkvalitet og fremgangsmåte ved fremstilling av kokiller	26
3.4.4.1	Krav til betongkvalitet	26
3.4.4.2	Betongleveranse.....	26
3.4.4.3	Utstøping	26
3.4.4.4	Byggeplasskontroll	27
3.4.5	Barrierer.....	27
3.4.6	Deponert LRAs bestandighet mot nedbrytning og oppløsning	27
3.4.7	Sikring mot menneskelig inntrengning	28
3.4.8	Drenasjesystem.....	28
3.4.9	Ventilasjon.....	29
3.4.10	Elektrotekniske installasjoner.....	29
3.5	Adkomstveier for avfallet.....	29
3.5.1	Mellomlagre og produksjonssteder for LRA.....	29
3.5.2	Emballering for transport	29
3.5.3	Sjø.....	30

3.5.4	Vei	30
3.6	Avslutning av drift – lukking av deponiet	31
4	Arbeidsmiljø	32
4.1	Strålevern	32
4.1.1	Myndighetskrav/regelverk vedrørende radon i luft	32
4.1.2	Radon i tiltaket	33
4.1.2.1	Diffusjon av radon	33
4.1.2.2	Radon i deponitunnel	33
4.1.2.3	Radon i behandlingsanlegget	33
4.1.2.4	Radon i det midlertidige lageret for LRA	34
4.1.3	Tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen i lufta i anlegget	34
4.1.4	Støvreduserende tiltak	34
4.1.4.1	Midlertidig lager	34
4.1.4.2	Behandlingsanlegg	35
4.1.4.3	Deponi	36
4.1.5	Doser til personell	36
4.1.5.1	Intern dose	36
4.1.5.2	Ekstern dose	37
4.1.6	Overvåkingsprogram – arbeidsmiljø	41
4.1.6.1	Overvåking av luftbåren partikkelbundet aktivitet	41
4.1.6.2	Overvåking av radonkonsentrasjon i luft	41
4.1.6.3	Overvåking av ekstern stråledose i deponianlegget	42
4.1.6.4	Persondosimetri	42
4.2	Tiltak for vern mot eksponering for ikke-radioaktive kjemikalier/forurensninger ..	42
5	Overvåkingsprogram for ytre miljø	44
5.1	Prøvetyper, prøvesteder og relevante parametre	44
5.2	Forundersøkelse – etablering av bakgrunnsnivå	44
5.3	Plan for overvåkingsprogrammet	44
6	Drift av deponianlegget	46
6.1	Normal drift	46
6.1.1	Transport	46
6.1.2	Drift av behandlingsanlegget	46
6.1.3	Drift av deponiet – ifylling	47
6.1.4	Massestrømmer	47
6.2	Uhellssituasjoner	48
6.2.1	Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under transport	48
6.2.2	Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under lossing	48
6.2.3	Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under transport mellom kai og deponianlegget	49
6.2.4	Uhell i forbindelse med ompakking	49
6.2.5	Ødeleggelse av avfallspakke under ifylling av deponi	49
6.2.6	Blokknedfall i deponitunnel	49
6.2.7	Brann	50
6.2.8	Oversvømmelse	50
6.2.9	Avslutning av driftsfase – overgang til etterdriftsfase	50
6.3	Beredskapsplaner	50
7	Hendelser som kan føre til utslipp av radioaktivitet – langtidsperspektiv	52
7.1	Tidsperspektiv	52
7.2	Oversvømmelse	53
7.3	Jordskjelv	53
7.4	Ras	53
7.5	Nedbrytning av barrierer	53

7.6	Erosjon.....	54
7.7	Menneskelig inntrengning	54
7.8	”Worst case”- scenario: fullstendig nedbrytning av alle barrierer	54
7.8.1	Vanngjennomstrømning	54
7.8.2	Utlekkingstest	54
7.8.3	Konklusjon ”worst-case”-scenario	56
8	Offentlige og private tiltak nødvendig for gjennomføring av tiltaket	58
9	Nødvendige tillatelser for tiltaket og forholdet til gjeldende regelverk	59
10	Beskrivelse av antatte problemstillinger for miljø, naturressurser og samfunn	61
10.1	Kommentarer fra høringsrunden	61
10.2	Virkninger for miljø	66
10.2.1	Landskap.....	66
10.2.2	Naturmiljø.....	67
10.2.3	Kulturmiljø	67
10.2.4	Utslipp til jord.....	67
10.2.5	Utslipp til luft	67
10.2.6	Utslipp til vann	67
10.2.7	Støy og rystelser	68
10.2.8	Lokalklima.....	69
10.3	Virkninger for naturressurser	69
10.3.1	Grunnvann	69
10.3.2	Berggrunn	69
10.3.3	Landbruk.....	69
10.3.4	Fiskeri og havbruk.....	69
10.4	Samfunnsmessige virkninger.....	69
10.4.1	Næringsliv	69
10.4.2	Transportomfang	70
10.4.3	Friluftsliv	70
10.4.4	Helsemessige virkninger	71
11	Oppsummering	73
11.1	Miljø	73
11.2	Naturressurser.....	73
11.3	Samfunn.....	73
11.4	Samlet vurdering	74
12	Tiltakshaver anbefaling	75
13	Referanser.....	76
13.1	Litteratur brukt som støtte under design av deponi, kokiller og barrierer.....	76
13.2	Referanser direkte referert i teksten.....	76
13.3	Dokumenter utarbeidet spesielt for foreliggende konsekvensutredning	78
	Vedlegg 1	79

1 Dagens situasjon

1.1 Beliggenhet og topografi

Deponianlegget planlegges lokalisert innenfor området til Stangeneset fyllplass i Gulen kommune, Sogn og Fjordane fylke. Virksomheten er lokalisert sør for Rv. 57 på nordsiden av Fensfjorden, nær ferjeleiet Sløvåg (Figur 1.1). Lokaliteten er regulert til deponiformål.

Den eksisterende virksomheten på stedet, Wergeland Halsvik AS, består av et sementstøperi (avd. Halsvik Cementstøperi), et pukkverk (Halsvik Aggregates AS) og et anlegg for forbrenning og behandling av blant annet slop og borekaks fra oljeindustrien (avd. Sløvåg Industriservice).

Området rundt det eksisterende anlegget består hovedsaklig av bart fjell med stedvis tynt vegetasjonsdekke. I tillegg finnes noen tjern og myrer.

Deponianlegget for LRA er planlagt samlokalisert med det eksisterende deponiet (deponi A) som per i dag brukes av Wergeland-Halsvik AS, avd. Sløvåg Industriservice for deponering av askeavfall, fra forbrenning av borekaks. Dette tiltaket vil i sin helhet være plassert innenfor det inngjerdede området som avgrenser det eksisterende deponiet og et planlagt, ytterligere deponi for askeavfall (deponi B). Anlegget ligger 150-200 meter fra Fensfjorden med overflateanlegget ca. på kote 5 (se Figur 1.2 og 3.1). Angitt plassering og utforming av anlegget kan bli noe endret under detaljprosjektering.

Nærmeste bebyggelse ligger i Halsvik, om lag 1 000 meter i luftlinje øst for deponiet. Bebyggelsen vil være godt skjermet fra tiltaket fordi Ramnefjellet og Nibbfjellet ligger som en rygg mellom tiltaket og bebyggelsen. Både Ramnefjellet og Nibbfjellet er over 100 meter høyere enn området ved tiltaket og bebyggelsen i Halsvik.

Rett ovenfor tiltaket, på sørsiden av Fensfjorden, ligger Statoils oljeraffineri på Mongstad. Raffineriet ligger delvis i Austrheim og delvis i Lindås kommuner i Hordaland fylke.

1.2 Kommunale planer

Lokaliteten til tiltaket er per idag regulert som lokalitet for deponi for mineralisert borekaks. Området som sådan, Sløvåg, er regulert til industriformål. Det er betydelig industriell aktivitet i området.

1.3 Berggrunn

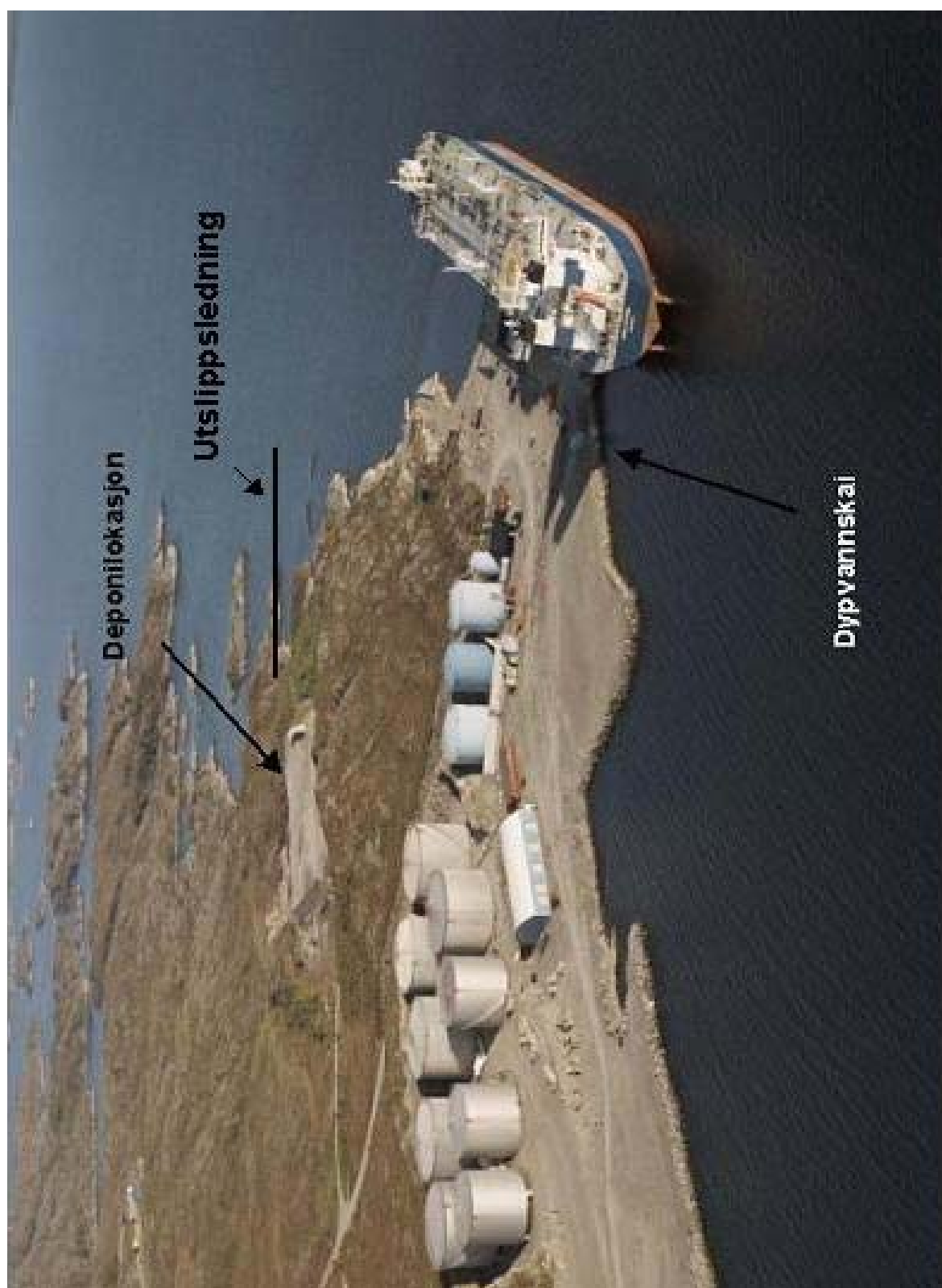
Berggrunnen i området består av prekambriske gneiser med granittisk til migmatittisk mineralsammensetning der kvarts og feltspat, og i mindre grad glimmer og amfibol, utgjør de viktigste mineralene. Bergmassen er relativt massiv og har gode bergmekaniske egenskaper.

Foliasjonen stryker rundt NV-SØ eller Ø-V med varierende fall. Den mest dominerende sprekkeretningen har strøk tilnærmet N-S og vertikalt fall. Disse sprekkene har stor utstrekning og sammenfaller med et regionalt oppsprekkingsmønster.

Berget er i hovedsak intakt og har liten vanngjennomtrengningsevne. Det anses ikke som sannsynlig at rystelser fra den nærliggende steinbruddsvirksomheten vil øke vanninntrengningen i deponidelen av tiltaket.



Figur 1.1: Kart som viser lokaliseringen av anlegget for deponering av LRA ved Sløvåg, Gulen kommune, Sogn og Fjordane. (Kartutsnittene er hentet fra finn.no).



Figur 1.2: Flyfoto av Stangeneset med eksisterende askeavfallsdeponi og dypvannskai. På bildet vises også veien som går fra kaia med avstikker til deponilokaliteten og nåværende utslippsledning som også vil bli benyttet av tiltaket.

1.4 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Gjennomsnittlig årsnedbør i Halsvik-Sløvåg-områder er ca. 2 000 mm med hoveddelen i vinterhalvåret.

Deponi A består av et siltig restprodukt (askeavfall) etter brenning av borekaks fra oljeindustrien. Dette materialet har i seg selv en liten vanngjennomtrengingsevne. I bunnen av deponiet ligger tett, overkonsolidert marin leire over berget. Via et drencsystem i bunnen av deponiet samles sigevann opp på overflaten av den marine leiren og føres kontrollert til dyputslipp i Fensfjorden.

Den underliggende bergarten er svært tett, og resultatet av tidligere utførte prøveboringer tyder på at også sprekk- og sleppesoner i bergmassen er forholdsvis tette og lite vannførende.

Generelt kjennetegnes området hydrogeologisk av at bare en svært liten del av nedbøren trenger ned i grunnen og blir magasinert som grunnvann (dypt og grunt grunnvann). Det som er av grunnvannstrøm i området er derfor forsvinnende lite i forhold til overflateavrenningen.

1.5 Forninner

Det er ingen forninner på eller i nærheten av tiltaket. For Sløvåg-området som helhet vises det til konsekvensutredning "Utvidelse av steinbrudd ved Sløvåg i Gulen kommune, Sogn og Fjordane".

1.6 Fauna og flora

Tiltaket ligger innenfor et inngjerdet område som allerede er regulert til deponiformål.

Det vil bli gjennomført en forhåndsundersøkelse av nivåene av radioaktivitet i vegetasjonen som omgir deponiområdet (Kap.5). Denne undersøkelsen vil danne basis for etablering av bakgrunnsnivå. Prøver av vegetasjon og eventuell stedsbunden fauna vil inngå i monitoreringsprogrammet for tiltaket.

For Sløvåg-området som helhet vises det til konsekvensutredning "Utvidelse av steinbrudd ved Sløvåg i Gulen kommune, Sogn og Fjordane".

1.7 Beskrivelse av resipienten

Fensfjorden er en dyp vestlandsfjord med god vannutskifting. Hovedstrømretningen er innover fjorden langs sørsiden og utover fjorden langs nordsiden. Fensfjorden som resipient er beskrevet i NIVA-rapport O-93167, 1993. I rapporten er resipientforholdene karakterisert som gode såfremt utslipp skjer under sprangsjiktet. Ifølge NIVA-rapporten så er dette ved hydrografiske målinger funnet å ligge i de øvre 10 m. Utløpet av utslippsledningen til eksisterende deponi (Deponi A) ligger ca. 100 m fra land, på kote minus 20.

2 Beskrivelse av lavradioaktivt avfall (LRA)

2.1 Definisjon

LRA – LavRadioaktivt Avfall er her definert som avfall fra olje- og gassindustrien (eller annen ikke-nukleær industri) som inneholder radioaktive stoffer fra de naturlige radioaktivitetskjedene (^{238}U -, ^{235}U - og ^{232}Th -kjeden) i konsentrasjoner som overstiger myndighetenes grenser med hensyn til krav om deponering i særskilt deponi. Videre forutsettes det at radionuklidene ikke er oppkonsentrert i avfallet gjennom element- eller isotop-separasjonsteknikker.

Internasjonalt er materialer som inneholder mengder av naturlig forefindende radioaktive stoffer klassifisert som NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials). Mer spesifikt, hvis radioaktivitetinnholdet har kommet fram som følge av en antropogen eller industriell prosess klassifiseres materialet som TENORM (Technologically Enhanced NORM). LRA tilhører klassen TENORM.

Avfall som inneholder nukleært materiale eller kunstig fremstilte radionuklider faller utenom definisjonen for LRA.

2.2 Opphav til LRA

Berggrunnen inneholder små konsentrasjoner av uran og thorium. De radioaktive isotopene som er av interesse er ^{238}U og ^{232}Th . Nuklidene har svært lang halveringstid, henholdsvis 4.5×10^9 år og 1.4×10^{10} år, hvilket medfører at de fremdeles finnes i dag. Gjennom henfall gir ^{238}U og ^{232}Th opphav til en rekke radioaktive isotoper av ulike grunnstoff med ulike kjemiske egenskaper. Disse sender ut alfa-stråling eller beta-stråling, ofte fulgt av gamma-stråling. Henfallet fortsetter til det er dannet stabile isotoper av bly.

Konsentrasjonen av uran og thorium i sedimentære bergarter eller reservoar bergarter varierer. Skifer og leire har høyest innhold; $C_{\text{U}} = 4.0 \times 10^{-4}$ mg/g, $C_{\text{Th}} = 11.0 \times 10^{-4}$ mg/g. Konsentrasjonen i sandstein er noe lavere; $C_{\text{U}} = 3.0 \times 10^{-4}$ mg/g, $C_{\text{Th}} = 10.0 \times 10^{-4}$ mg/g. Av kjente reservoarbergarter er konsentrasjonen lavest i kalsitt og kalkstein; $C_{\text{U}} = 1.4 \times 10^{-4}$ mg/g, $C_{\text{Th}} = 1.8 \times 10^{-4}$ mg/g.



Figur 2.1: Foto av snitt av produksjonsrør delvis gjengrodd med avleiring.

Uran og thorium er lite løselige. Når olje, gass og produsert vann bringes til overflaten vil disse isotopene forbli i berggrunnen. Datternuklidene radium og radon er imidlertid noe

løselige i vann. De kan dermed mobiliseres og følge med produsert vann opp gjennom produksjonssystemet.

Utfellinger som kan dannes består hovedsakelig av bariumsulfat og strontiumsulfat. Fordi kjemien til radium er svært lik barium og strontium (alle er gruppe II elementer i det periodiske system) vil eventuelt tilstedeværende radium medfelles i prosessen som RaSO_4 .

Mengden LRA som produseres på et felt vil vanligvis øke etter som mengden vann som produseres fra formasjonen øker. Siden konsentrasjonen i berggrunnen er svært variabel vil også konsentrasjonen i LRA og slam som avsettes på overflater og i tanker være variabel. Avleiringene vil være relativt lite løselige og finnes i tykkelser fra noen millimeter til flere centimeter. Avleiringer i rør og ventiler kan enkelte ganger bli så tykke at gjennomstrømningen blokkeres (Figur 2.1).

Det finnes også andre industrier der lavradioaktive avleiringer kan være et problem: fosfatindustrien og papirindustrien. Grovt sett vil avleiringer fra disse industriene ha den samme sammensetningen som LRA fra olje- og gassindustrien.

2.3 Radioaktivitet i LRA

Det er vanligvis mer ^{226}Ra enn ^{228}Ra i avleiringene. Typisk er spesifikk aktivitet tre ganger høyere for ^{226}Ra i forhold til ^{228}Ra , men det er også funnet LRA hvor forholdet har variert mellom 1:1 og 10:1. På grunn av kort halveringstid for ^{228}Ra (5,75 år) vil denne etterhvert dø ut og i praksis være borte i et 100 års perspektiv. Når det gjelder ^{210}Pb , vil denne etterhvert komme i radiologisk likevekt med ^{226}Ra : begge vil da ha samme aktivitet (se forøvrig også Kap. 7.1).

Målinger på avleiringer fra norsk sokkel viser at hovedmengden materiale som er klassifisert som radioaktivt viser aktivitetskonsentrasjoner fra 10 Bq/g til 100 Bq/g. Det er påvist materiale med spesifikk aktivitet opp til flere kBq/g, men dette forekommer mer sjelden og omfatter små mengder materiale.

I forbindelse med dimensjonering av deponiet vil det bli lagt til grunn at LRA-materialet har en gjennomsnittlig spesifikk aktivitet på 25 Bq/g av ^{226}Ra . Tilsvarende verdi for ^{228}Ra vil være 10 Bq/g, og for ^{210}Pb 5 Bq/g (se Kap. 2.6.2). Anslaget er konservativt, i realiteten vil gjennomsnittlig spesifikk aktivitet være lavere.

2.4 Klassifisering av LRA

Statens strålevern fastsatte i 1995 en midlertidig friklassingsgrense for lavradioaktive avleiringer fra petroleumsindustrien. Grenseverdien er definert slik at materialet skal klassifiseres som radioaktivt dersom spesifikk aktivitet av ^{226}Ra , ^{228}Ra eller ^{210}Pb overstiger 10 Bq/g. Materialet skal klassifiseres i den tilstand det befinner seg i. Hvis spesifikk aktivitet av én av de nevnte nuklider overstiger 10 Bq/g skal materialet klassifiseres som radioaktivt avfall og behandles i henhold til retningslinjer gitt av myndighetene.

Den norske friklassingsgrensen er basert på anbefalinger fra det internasjonale atom-energibyrået (IAEA). I de siste "Basic Safety Standards" er det angitt prinsipp for når et materiale kan unntas myndighetskontroll.

Alt eksisterende LRA er klassifisert i henhold til ovennevnte kriterium. Statens strålevern er for tiden i gang med en gjennomgang av LRA-temamattikken i forhold til den nye stålevernsforskriften som trådte i kraft 01.01.04. I den forbindelse er det også varslet at det vil bli innført nye, antagelig lavere friklassingsgrenser for LRA. Per dags dato er det ikke kjent hva disse grensene vil være.

I deponisammenheng, etter internasjonale retningslinjer, er avfallet å betrakte som langlivet alfa-utsendende radioaktivt materiale.

2.5 Forventet LRA-mengde

Per mai 2003 er det mellomlagret ca. 250 tonn LRA fra norsk sokkel hovedsaklig på basene Saga-Fjordbase, Florø, på CCB, Ågotnes og Tanangerbasen utenfor Stavanger. Dette utgjør en aktivitetsmengde på 6,3 GBq ^{226}Ra . Det er stor usikkerhet i anslagene over hvor stor mengde LRA som vil bli generert i årene som kommer. Anslag basert på gjennomførte dekommisjoneringer av offshoreinnstallasjoner (Brent Spar, Maureen Alpha og Frøy/Frigg) og rutinemessig rensing av produsjonsutsyr (rør, separatorinnmat, ventiler, etc.) indikerer at total årlig produsert LRA-mengde maksimalt vil være i størrelsesorden 10 – 20 tonn.

Innføring av lavere friklassingsgrenser vil nødvendigvis også føre til økt mengde produsert LRA. Det er usikkert hvilken innvirkning dette vil ha på den mengde LRA som skal deponeres. Faktorer som spiller inn er blant annet hvorvidt det vil være mulig med bruk av det minst radioaktive LRA til fyllmasse i spesielle tilfeller og i hvilken grad det er praktisk å separere fra ikke-radioaktive komponenter for å redusere mengden som skal til LRA-deponi.

2.6 LRAs sammensetning

LRA slik det finnes lagret, består hovedsaklig av sulfater av Gruppe II elementene barium og strontium iblandet mineralsk materiale fra formasjonen (sand, silt, leire), stål og korrosjonsprodukter, og olje. LRA inneholder også varierende mengder tungmetaller.

Alle fat med LRA, slik de lagres på basene, er unikt merket med ordrenummeret til den renseoperasjonen hvor materialet framkom med et løpenummer i tillegg hvis det er flere fat per renseoperasjon. Det betyr for eksempel at alt materiale fra rensing av en borestreng eller en spesifikk revisjonsstans på en plattform, er identifisert med en felles identifikator. Det er vist at materialet fra en operasjon er relativt homogent, men at innholdet av de ulike materialkomponentene kan variere tildels mye fra operasjonen til operasjon. I den følgende oversikten over mekanisk og kjemisk sammensetning av lagret LRA, har derfor gjennomsnittverdier blitt beregnet først innenfor et ordrenummer (flere analyser for ordrenummer med mange fat). Deretter har gjennomsnittsverdiene for de ulike oljeselskap blitt beregnet. Alle beregninger er gjort med basis i en kartleggingsundersøkelse over mellomlagret LRA utført for fire norske oljeselskap i 2003 [ND11], [ND12], [ND14] og [ND16]. Undersøkelsen omfattet mer enn 90 % av alt mellomlagret LRA på det tidspunkt.

2.6.1 Hovedbestanddeler

Vann- og oljeinnholdet ble bestemt i 105 prøver fra 55 ordrenummer ved henholdsvis bestemmelse av vannfri vekt (105 °C) og foraskning (450 °C). Fordelingen mellom de tre faststoffkomponentene sulfat, korrosjonsprodukter og sand ble bestemt i tilsammen 61 prøver fra 36 ordrenummer ved Scanning Electron Microscopy med røntgendispersiv analyse. Figur 2.1 viser et SEM-fotografi hvor eksempelvis en sand og en sulfatpartikkel er identifisert.

Tabell 2.1: Hovedbestanddeler i mellomlagret LRA. * - antallet gjelder for vann og olje. For sulfat, korrosjonsprodukter og sand, se antallsangivelsen gitt i Tabell 2.3.

Selskap	Hovedbestanddeler (vektprosent)				
	Vann	Oljekomp.	Sulfat	Korr.prod.	Sand
A (45*)	24,2 ± 1,2	8,5 ± 1,6	44,2 ± 3,6	9,4 ± 2,0	11,6 ± 2,1
B (2)	15,6 ± 0,9	1,5 ± 0,1	77,5 ± 1,0	2,6 ± 1,9	2,9 ± 0,1
C (1)	12,3	1,5	75,0	6,7	4,5
D (7)	46,6 ± 7,0	7,8 ± 1,5	34,3 ± 7,1	7,1 ± 1,5	4,1 ± 1,3
Totalt (55*)	26,5 ± 1,7	8,1 ± 1,4	45,0 ± 3,4	8,5 ± 1,5	9,4 ± 1,6



Figur 2.2: Bilde av typisk LRA tatt med Scanning elektronmikroskop. Ved bruk av røntgendispersiv analyse er det mulig å bestemme innholdet av ulike grunnstoff i hver enkelt partikkel og derigjennom fastslå partikkelens kjemiske sammensetning for eksempel for BaSO_4 -bariumsulfat.

Som det går fram av Tabell 2.1 inneholder LRA hovedsakelig tre faststoffkomponenter: sulfat, korrosjonsprodukter og produsert sand. Det ble ikke påvist nevneverdige mengder av hverken karbonater eller sulfider.

For å hindre støvdannelse, med derpåfølgende fare for eksponering av personell, er alt mellomlagret LRA lagret fuktig. Dette forklarer det tildels høye vanninnholdet.

LRA med oljeinnhold over 5 % vil bli rensset. Dette gjelder ca. 40 % av det mellomlagrede LRA.

2.6.2 Radioaktivitet

Innholdet av radioaktive komponenter ble bestemt i 105 prøver fra 55 ordrenummer ved Institutt for energiteknikk, Kjeller med bruk av høyoppløselig gammaspektrometri. Gjennomsnittverdier for innholdet av de tre radionuklidene ^{226}Ra , ^{228}Ra og ^{210}Pb er gitt i Tabell 2.2.

Typisk aktivitetskonsentrasjon for radioaktive bestanddeler er: 15 – 30 Bq/g ^{226}Ra , 5 – 15 Bq/g ^{228}Ra og 1 – 10 Bq/g ^{210}Pb .

Tabell 2.2: Gjennomsnittlig innhold av radioaktive stoffer i mellomlagret LRA.

Selskap	Aktivitetskonsentrasjon (Bq/g)		
	Ra-226	Ra-228	Pb-210
A (45)	$23,7 \pm 2,1$	$11,6 \pm 1,0$	$3,3 \pm 0,4$
B (2)	$20,2 \pm 1,5$	$7,6 \pm 0,6$	$2,8 \pm 0,1$
C (1)	20,7	9,6	1,8
D (7)	$34,5 \pm 13,0$	$3,5 \pm 1,2$	$10,6 \pm 3,3$
Totalt (55)	$24,9 \pm 2,3$	$10,4 \pm 0,9$	$4,2 \pm 0,6$

De radioaktive stoffene er assosiert med sulfatkomponenten i LRA. Denne fraksjonen er lite løselig i syre og vil være lite påvirket hvis materialet utsettes for erosjon med vann.

2.6.3 Tungmetaller

Tungmetallinnholdet i mellomlagret LRA ble bestemt for ialt 61 prøver fra tilsammen 36 ordrenummer ved bruk av ICP-MS ved Norsk institutt for luftforskning (NILU).

Resultatene viser tildels høye verdier særlig i prøver fra Selskap D.

Tabell 2.3: Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller i mellomlagret LRA.

Selskap	Tungmetallinnhold (mg/kg)								
	Bly	Kadmium	Kopper	Krom	Nikkel	Sink	Arsen	Kvikksølv	Vanadium
A (26)	129	1,11	214	1104	317	805	7,9	0,38	11,5
	38	0,66	38,4	472	186	167	2,4	0,09	2,6
B (2)	351	0,55	398	1659	49,5	475	0,96	0,05	8,0
	276	0,38	382	1634	42,9	45	0,35	0,03	7,4
C (1)	685	0,01	557	7435	119	632	0,85	0,4	20,7
D (7)	1105	1083	805	369	175	89930	7,0	8,7	9,6
	418	792	374	137	81	47680	2,4	4,3	3,2
Totalt (36)	347	211	348	1168	269	18110	7,1	2,0	11,2
	105	162	85	394	135	10550	1,8	1,0	2,0

SEM-analyser med identifikasjon av enkeltpartikler har vist at tungmetallene hovedsaklig er assosiert til komponenten som består av korrosjonsprodukter (jernholdige partikler av –hydroksid, -oksid eller –sulfid). Denne fraksjonen vil være løselig i syre og litt løselig i nøytralt vann, og vil derfor kunne lekket ut hvis det deponerte materialet utsettes for gjennomstrømmende vann.

2.7 Rensing av LRA før deponering

LRA er en avfallstype som ofte må regnes som farlig avfall i mer enn ett henseende. Typisk inneholder LRA også mengder av olje og tungmetaller som uansett ville klassifisere avfallet som "Farlig avfall".

Sikker deponering i et langtidsperspektiv fordrer at materialet er mest mulig kjemisk stabilt. I den forbindelse er det ikke ønskelig at materialet har et for høyt innhold av ikke-mineralsk materiale; i denne sammenheng olje, nærmere bestemt de tunge komponentene i råolje. Et høyt innslag av olje kan gi økt forvitring av omsluttende betong og bidra til mobilisering av tungmetaller gjennom kompleksdannelse.

Både ut fra hensynet til et mulig kommende forbud mot deponering av organisk materiale og Strålevernforskriftens § 25-a anses det mest riktig å fjerne olje fra LRA før deponering. LRA med oljeinnhold over 5 vektprosent vil bli rensset før deponering.

Behandlingsanlegget i forbindelse med deponiet vil inneholde et prosessanlegg for fjerning av olje. Den anvendte teknikken vil være vasking av materialet med kommersielt tilgjengelige oljeoppløsende kjemikalier. Oljekomponentene sammen med kjemikalierester og eventuell vannfraksjon vil avhendes til Wergeland-Halsviks mottaksanlegg for slop og oljekontaminert vann. Forut for avhending vil væsken være kontrollert med hensyn til innhold av radioaktivitet og eventuelt behandlet for fjerning av dette.

Siden det ikke blir utført noen kjemisk separasjon som løsriv tungmetaller fra avfallets mineralske del, vil alle tilstedeværende tungmetaller følge det radioaktive materialet og bli deponert sammen med disse.

3 Beskrivelse av tiltaket

3.1 Bakgrunn for tiltaket

Intensjonen med det søkte tiltaket er å ta hånd om og deponere lavradioaktivt avfall som er og vil bli produsert på norsk sokkel, på en måte som er trygg i all overskuelig fremtid og uten belastning for nåværende og fremtidige generasjoner.

Det er pr. i dag lagret ca. 250 tonn LRA fra oljeindustrien i midlertidige lagre i Norge. Den årlige tilveksten er har så langt vært 10 - 20 tonn. Det antas at totalt LRA volum inkludert nåværende materiale og fremtidig tilvekst ikke vil overstige 2 000 tonn. Det er behov for en permanent løsning med hensyn på dette avfallet.

Ulike løsninger med hensyn til sluttdeponering av LRA fra oljeindustrien har vært utredet av en arbeidsgruppe på oppdrag av Sosial- og helsedepartementet. For ytterligere informasjon og bakgrunn for deponering av LRA vises det til arbeidsgruppens rapport: Utredning om sluttdeponering av radioaktive avleiringer i olje- og gassproduksjon, SHD, 1998.

Det søkte tiltaket vil i seg selv kun representere 1-2 arbeidsplasser på stedet, men vil kunne bidra betydelig i det strategiske arbeidet med videreutvikling av den oljerelaterte virksomheten i regionen.

3.2 Lokalisering av tiltaket

Tiltaket planlegges lokalisert innenfor området til Stangeneset fyllplass i Gulen kommune, Sogn og Fjordane fylke. Virksomheten er lokalisert sør for Rv. 57 på nordsiden av Fensfjorden, nær ferjeleiet Sløvåg. Lokaliteten er regulert til deponiformål.

Den eksisterende virksomheten på stedet, Wergeland Halsvik AS, består av et sementstøperi (avd. Halsvik Cementstøperi), et pukkverk (Halsvik Aggregates AS), et anlegg for forbrenning og behandling av blant annet borekaks fra oljeindustrien, samt deponering av asken fra forbrenningsanlegget i to deponi (deponi A og B) på Stangeneset fyllplass (avd. Sløvåg Industriservice).

Det søkte tiltaket vil i sin helhet være plassert innenfor det inngjerdede området som avgrenser et eksisterende deponi for aske etter forbrenning av borekaks.

Tiltaket er lokalisert ut fra en del overordnede krav. Eventuelle tilpasninger i utforming og plassering skal tilfredsstille de samme kravene.

- Bergoverflaten over anlegget skal ikke få lavere permeabilitet etter at bergrommet er tatt ut.
- Tiltaket skal plasseres et sted hvor berggrunnen er tett og lite gjennomslått av sprekker og svakhetssoner.
- Deponiet skal legges innenfor det området som i dag er regulert til deponi.
- Område for mottak og rensing/innstøping av avfall skal ligge nær deponiet.
- Tiltaket skal utføres med minst mulige terrenginngrep.

Den lokaliseringen som foreløpig er funnet har sålenivået i adkomståpningen på ca kote +5 nord for deponi A. Det må lages en egnet nedkjøringsrampe fra en ny adkomstvei og ned til behandlingsanlegget og innslaget til deponiets adkomsttunnel. Endelig løsning bestemmes i detaljprosjekteringen og er derfor ikke vist i foreliggende utredning. Fra adkomståpningen går adkomsttunnelen på synk mot deponiområdet som går i omtrentlig retning vest-øst. For at bergoverflaten ikke skal svekkes fra tunneldriften er det forutsatt en minimum minste påvist fjelloverdekning på 5 meter berg for adkomsttunnel og 10 meter berg for deponitunnel. En

plan av det planlagte deponianlegget er vist i Figur 3.1 og et snitt i Figur 3.2. Angitt plassering og utforming kan bli noe endret under detaljprosjektering.

3.2.1 Andre lokaliseringalternativer

Det er utredet planer for et deponi for LRA på privat grunn i Sokndal kommune, Rogaland.

I tillegg finnes det ett annet alternativ for deponering av radioaktivt materiale, nemlig anlegget for lav- og mellomaktivt radioaktivt avfall i Himdalen, Aurskog-Hørland kommune. Dette anlegget er stengt av myndighetene med hensyn til deponering av LRA og er derfor ikke videre vurdert.

3.3 Organisasjon og eiendomsforhold

Tiltaket vil eies og drives av tiltakshaverne i denne meldingen: Wergeland-Halsvik AS i samarbeid med Norse Decom AS. Norse Decom AS er et selskap i IFE-konsernet. Selskapene vil være ansvarlig for bygging og drift av tiltaket.

Grunnen deponianlegget er lokalisert til, er eid av Gulen og Masfjorden Utbyggingsselskap AS – et selskap eid av Wergeland Holding, SIVA, Hordaland fylkeskommune, Sogn og Fjordane fylkeskommune, Gulen kommune og Masfjorden kommune.

Tiltakshaverne besitter gjennom den samlede kompetansen til Wergeland-Halsvik AS og Norse Decom AS, all nødvendig kunnskap og erfaring for sikker konstruksjon, bygging og drift av et slikt anlegg.

3.4 Tiltakets utforming

3.4.1 Generell beskrivelse

Tiltaket vil bestå av fire enheter nærmere beskrevet nedenfor:

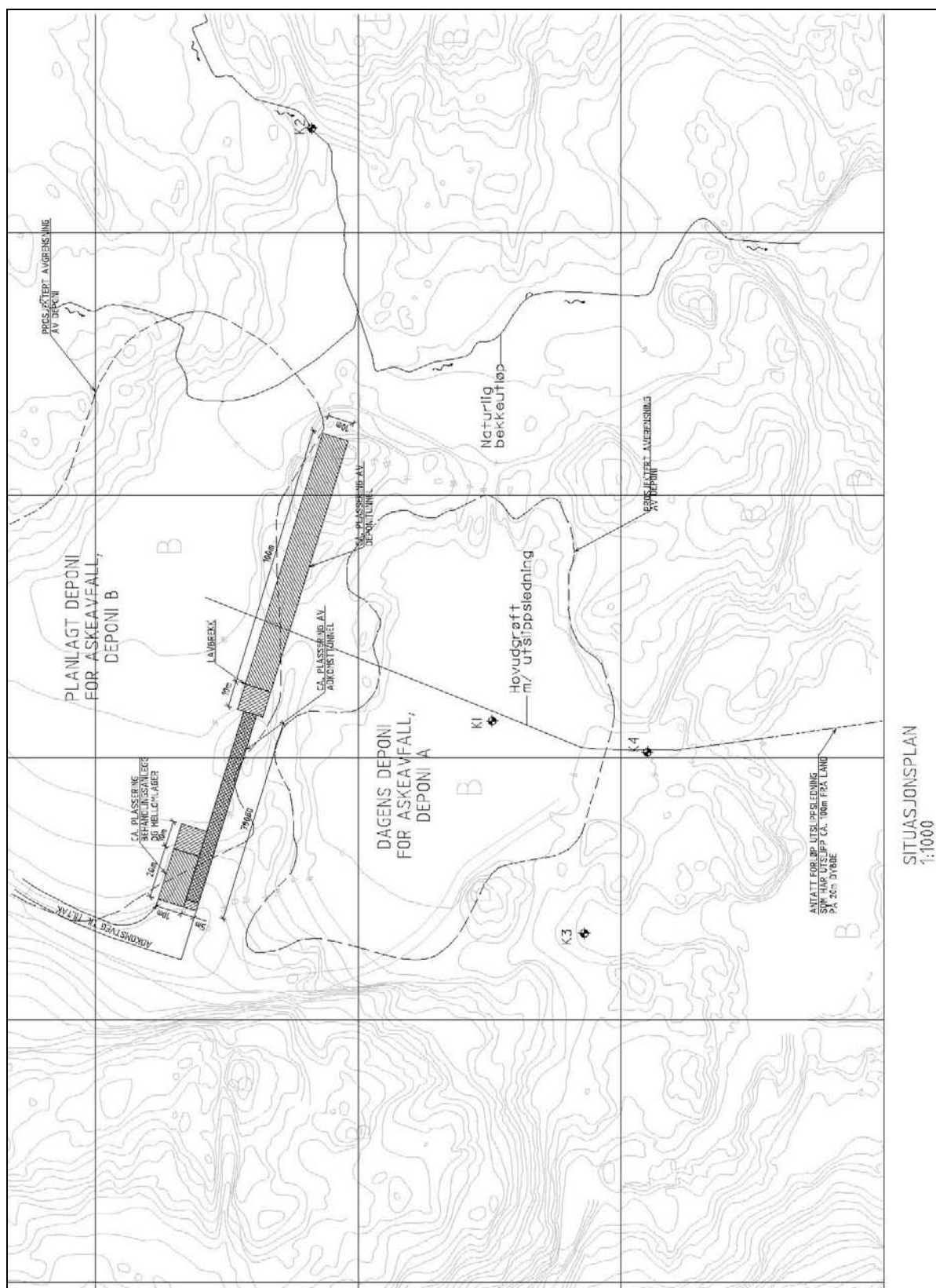
- i) deponi med kapasitet for minst 2000 tonn LRA.
- ii) mellomlager
- iii) enhet for fjerning av ikke-radioaktivt materiale/olje og
- iv) enhet for produksjon av avfallspakker (kokiller)

Endelig lokalisering og utforming av de ulike enhetene er foreløpig ikke bestemt. Tiltaket skal detaljprosjekteres senere, og angitt tiltaksplassering og -utforming kan da bli noe endret.

Mellomlageret, enheten for behandling av avfallet og enhet for produksjon av kokiller er foreløpig planlagt plassert ved innkjørselen til underjordsanlegget med deponi og adkomsttunnel. En skisse av tiltaket med en mulig arealløsning er vist i Figur 3.1. Den angir forslag til omtrentlig plassering av planlagt adkomstveg, overbygd behandlingsanlegg i dagen, adkomsttunnel og deponitunnel. På denne skissen er også inntegnet eksisterende (Deponi A) og planlagt deponi (Deponi B) for askeavfall.

Deponiet er planlagt realisert som et nær-overflate deponi i form av en 100 m lang tunnel i berg. Tunneltverrsnittet vil være ca. 45 m². Det vil si at deponiet vil romme ca. 24 tonn LRA per løpemeter tunnel. Tilgang til deponitunnelen vil være fra en overbygget plass, med fast dekke, via en adkomsttunnel i berg. Figur 3.2 viser en skisse av snitt av deponitunnel med adkomsttunnel.

De to behandlingseenhetene i tiltaket blir plassert i overbygningen. Endelig plassering av mellomlageret er foreløpig ikke bestemt. Plasseringen har ingen betydning for gjennomføringen av tiltaket, da det som skal lagres her er tette containere med LRA i tønner.



Figur 3.1: Foreløpig skisse av deponianlegget. Angitt plassering og utforming av de enkelte enhetene kan bli endret under detaljprosjektering. Askeavfallsdeponiet og utslippsledning er også vist på figuren.

I alle masseberegninger for LRA i forbindelse med ifylling av kokiller og beregning av deponikapasitet, er LRA-materialet forutsatt å være avvannet og rensset for oljeinnhold over 5 vektprosent, men ikke iblandet sement.

Løsningen med de fire enhetene har flere fordeler:

- Minimal håndtering av LRA-materialet innenfor et begrenset område.
- Lett å hindre utslipp av spill/drenasjevann til omgivelsene og tilsvarende lett å overvåke/kontrollere at så ikke skjer.
- Det etableres multiple barrierer (se Kap. 3.4.6) mot eventuell utlekking av radioaktivitet fra deponiet. I praksis innebærer løsningen null-utslipp.
- Enkel tilgang til deponiet i forbindelse med innsetting av lagringsenheter.
- Etter endt ifylling (LRA og betong) av deponiet og avslutning av driftsfasen, forsegles deponiet fullstendig med en betongbarriere innerst og ytterst i adkomsttunnelen. Alle overflateinnstallasjoner fjernes. Denne løsningen sikrer både mot fremtidig vanninntrengning i deponiet, og mot menneskelig inntrengning. Det er bare det tomme bergrommet mellom de to betongbarrierene i adkomsttunnelen som på sikt kan bli fylt med vann ved en eventuell naturlig reetablering av grunnvannsnivået i området.
- Løsningen, tiltaket inkludert lokaliteten, innebærer en kostnad per tonn deponert materiale som vil være riktig i relasjon til den risiko som er forbundet med lavradioaktive avleiringer. Dette er mulig gjennom en effektivt design kombinert med utnyttelse av eksisterende infrastruktur.

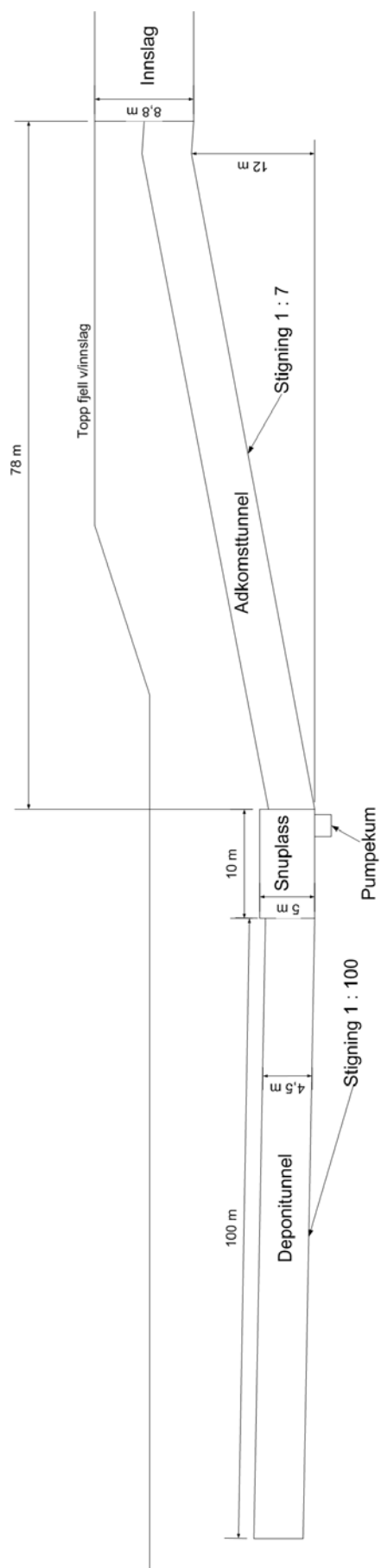
3.4.2 Tiltakets enheter

I det følgende er deponianleggets fire enheter beskrevet. To av enhetene, enhet for fjerning av ikke-radioaktivt materiale/olje og enhet for produksjon av avfallspakker plasseres sammen i samme bygg: behandlingsanlegget.

3.4.2.1 Deponi

Tilkomst til deponiet går gjennom en anslagsvis 78 m lang adkomsttunnel (Figur 3.2) som går på synk ned til det laveste punkt i anlegget som foreløpig er algt på kote -10. Her anlegges en grop med pumper som holder anlegget tomt for vann i drifts- og deponeringsfasen. Nøyaktig plassering med høydeangivelser i tunnelanlegget kan bestemmes først etter nærmere grunnundersøkelser og detaljprosjektering, slik at oppgitte høyder er å anse som foreløpige. Men ut fra dagens terrengnivå i området antas det at gulvet i deponitunnelen blir liggende lavere enn kote -5, og det deponerte avfallet blir dermed under havnivå. Resultatene av grunnundersøkelser, som må utføres, med sikker bergpåvisning vil være retningsgivende for plassering av deponiet i forhold til havnivå. Bl.a. vil tilstrekkelig bergoverdekning være bestemmende for anleggets beliggenhet. Fordelen med å plassere bergromsdeponiet under kote null vil være at deponiet da vil få innadrettede strømningsgradienter for grunnvannet. Muligheten for diffus lekkasje av eventuelt forurenset vann vil da ikke være til stede.

Fra lavpunktet fortsetter deponitunnelen med stigning slik at alt lekkasjevann i driftsfasen ledes tilbake til pumpesyken. Denne vil også fungere som et overordnet kontrollpunkt for alle vannlekkasjer inn i anlegget. Deponiet er en tunnel med foreslåtte mål som gitt i Figur 3.1. Tunnel-lengde og tverrsnittsførhold samt nøyaktig plassering av tunnelen detaljutføres etter utførte grunnundersøkelser og kartlegging i den ytre del av anlegget.



Figur 3.2: Skisse av deponitunnel med adkomsttunnel.

All bergromsutsprengning utføres før deponering tar til. All eksisterende, mellomlagret LRA og forventet 7 - 10 års produksjon (tilsammen opp mot 500 tonn) vil rommes i kvartdelen av den planlagte deponitunnelen. Anlegget, slik det er planlagt her, med én adkomsttunnel, vil ha en total kapasitet på minst 2.000 tonn LRA, noe som per i dag vil dekke behovet i overskuelig fremtid. Konseptet tillater ytterligere utvidelse hvis behandlingen av denne konsekvensutredningen skulle vise at det er behov for det.

Deponitunnelen vil ha støpt gulv for å sikre god og sikker stabling av kokillene.

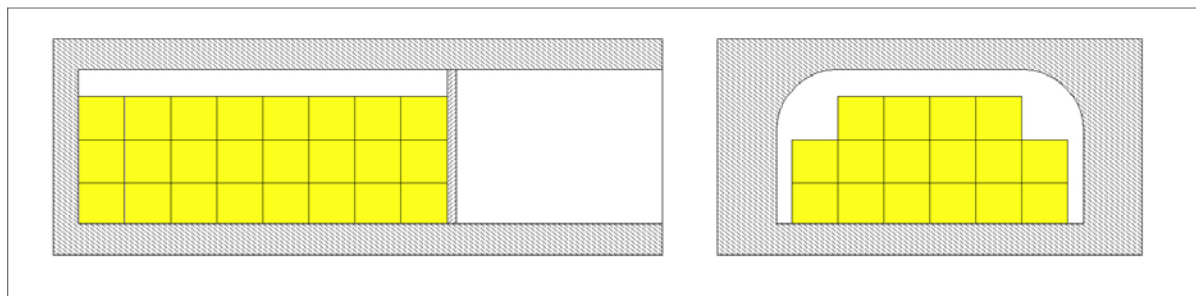
I samband med at bergrommene blir bygget utføres sonderboring for kontroll av bergmassen. Man vil også sørge for at berget har nødvendig tetthet ved å utføre måling av innlekkende vannmengde og om nødvendig med injeksjon av berg som del av byggingen.

Utsprengning av tunneler utføres med boring og sprengning i samsvar med vanlig norsk praksis for tunneldrift. Berget kartlegges i samsvar med Q – Metoden, utarbeidet av Norges Geotekniske Institutt [NGI01]. Systemet er en anerkjent metode for klassifikasjon av berg og dimensjonering av sikringsarbeider. Permanent sikring av alle bergrom utføres i samsvar med Q – metodens anbefalte nivå for haller og veitunneler ($ESR=1,0-1,3$), som for normalt godt fjell betyr at stabilitet i berg sikres med rensk og bolter supplert med sprøytebetong i enkeltsoner der berget kan ha lavere kvalitet. Bergsikring utføres i sin helhet før noe materiale transporteres inn i anlegget. Periodisk etterkontroll av berg i driftstiden utføres etter på forhånd bestemte tidsintervall, anslagsvis hvert tredje år fra egnet arbeidsplattform.

Under oppfylling sikres innsatt materiale i lagerdeponiet midlertidig mot drypp ved oppspenning av tunnelduk i flammehemmende materiale. Avfallspakkene, betongkokiller med LRA, vil bli stablet tett sammen i deponitunnelen, opp til ca 1 m eller mindre under taket i tunnelen. Deponeringskapasiteten vil være på ca. 21 tonn LRA per løpemeter tunnel. Takhøyden i tunnelen er så lav som praktisk mulig for å redusere konsekvensen av eventuelle blokknedfall.

Etter at et bergrom er oppfylt, for eksempel etter ifylling av sju rader, støpes det opp en tett vegg foran rommet og rommet fylles fullstendig med hydratiserende materiale (betong), med tetthet større enn berget. Et gjenfylt bergrom vil ikke påvirkes av endringer i bergets stabilitet over lang tid som følge av for eksempel korrosjon av bolter.

Ved å fylle deponiet på denne måten, med fullføring av deponering i ett avsnitt av gangen, vil det være mulig å høste erfaring og utføre kontrollmåling og verifikasjon av resultatene tidlig i driftsfasen. En skisse av deponitunnelen, delvis fylt er vist i Figur 3.3.



Figur 3.3: Skisse av innerste del av deponitunnel ifylt 8 rader med kokiller $6 \times 2 + 4$ - konfigurasjon med påsatt indre endevegg. Ifylling av 8 rader (12 meter tunnel) vil romme alt mellomlagret LRA.

Lengden på deponitunnelen avhenger av lagringskapasitet for kokillene (Kap. 3.4.3.3) og på hvilket måte kokillene stables inne i deponitunnelen. I Tabell 3.1 er lengden av deponitunnelen beregnet for fire ulike stablingssoppsett. For denne beregningen er det forutsatt at hver kokille rommer 2 tonn LRA. Den mulig foretrukne stablingssløsningen vil gi en

deponitunnel med tversnitt 10 meter bredde og 5 meter høyde, og som er omtrent 100 meter lang. Det bemerkes at dagens mellomlagrede LRA (250 tonn) vil rommes i de innerste 12 metrene av tunnelen.

Tabell 3.1: Lengde på deponitunnel beregnet for tre ulike stablingstversnitt (bredde × høyde) for kokiller. Tunnellengden er beregnet med et gjennomsnitt på 2 tonn LRA per kokille. Mulig foretrukken kokille-stabling markert med uthevet skrift.

Kokille-tversnitt	Tonn LRA per løpemeter deponitunnel	Antall meter deponitunnel for 250 tonn LRA	Antall meter deponitunnel for 2000 tonn LRA
4 × 3 (12)	16	16	125
6 × 2 + 4 (16)	21	12	95
5 × 7 (35)	47	5	43

3.4.2.2 Midlertidig lager

I forbindelse med drift av anlegget, er det påkrevd med et midlertidig lager for mottatt LRA. LRA vil hovedsakelig være emballert i standard industrifat av plast. Noe avfall kan være pakket i andre typer kolli, klassifisert som IP type.

Lageret planlegges som et område med betongsåle hvor avfallsbeholderne vil stå. Betongsålen vil ha et system for oppsamling av eventuelt drensvann som skal gå til kontrollert utslipp, sammen med deponiets drensvann. For å skjerme beholderne mot vær og vind kan det bygges et leskur. Skuret vil ha en åpen løsning for ventilering av radongass som vil slippe ut fra beholderne hvis de åpnes for prøvetaking, inspeksjon e.l. .

Lagerområdet skal avgrenses med eget gjerde. Gjerdet vil settes i en slik avstand fra beholderne at doseraten ikke er overstiger 7,5 µSv/h på noe sted utenfor gjerdet.

Det vil i tillegg være behov for et inngjerdet oppstillingsområde for konteinere.

3.4.2.3 Enhet for fjerning av ikke –radioaktivt materiale/olje

LRA, slik det ”produseres” inneholder ofte ikke-radioaktive komponenter (Kap. 2.6.1) som ved enkle prosesser kan separeres fra den radioaktive bestanddelen, som er sulfatfraksjonen. Eksempler på dette er fritt vann og grov sand. Eksempel på teknikker for fjerning av vann og sand er dekantering og sikting.

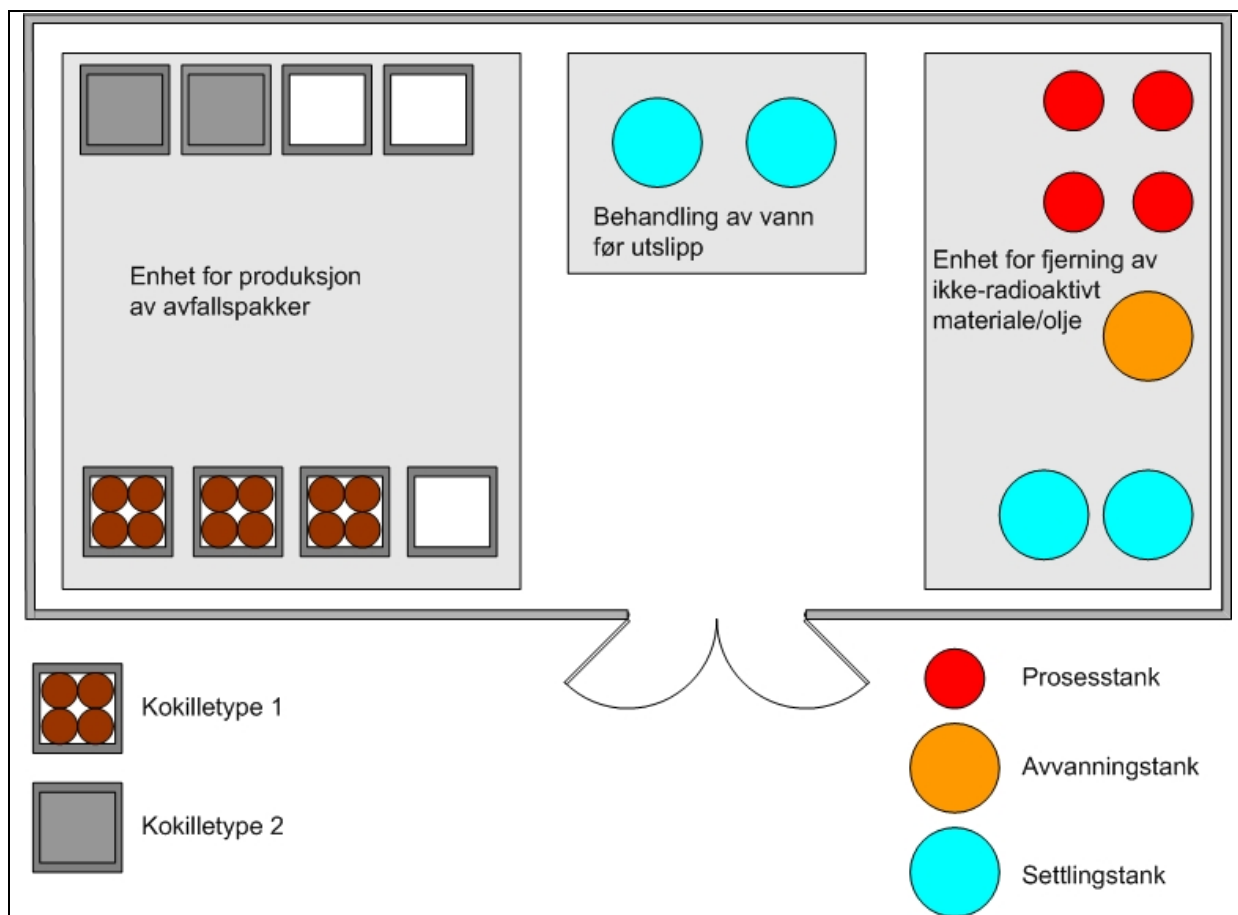
For LRA med høyt innhold av olje er det aktuelt å fjerne oljen før deponering. Slik fjerning vil bli utført ved bruk vasking med oljeoppløsende kjemikalium eller annen lavtemperaturteknologi. Den valgte løsningen vil avhenge av hvilke krav som blir stilt til eventuelt restinnhold av organisk materiale. Tiltakssøkerne antar at en eventuell grense for fjerning/ikke fjerning kan gå ved et oljekomponentinnhold på 5 vektprosent for mottatt LRA.

Det er ikke aktuelt å rense materialet med hensyn til olje ved bruk av høytemperaturprosesser, for eksempel forbrenning.

Olje kan fjernes fra LRA ved disse to teknikkene:

1. vasking med oljeoppløsende såpe.
2. oppløsning og refelling av sulfatfraksjonen. Med denne teknikken kan både sand, vann og olje effektivt skilles fra det radioaktive materialet.

Av disse teknikkene vil 1) være hovedvalget.



Figur 3.4: Skisse av behandlingsanlegget. Anlegget inneholder tre områder med separat drenering for å unngå sammenblanding av oljeholdig og ikke-oljeholdig vann. Mekanisk og teknisk utstyr (pumper, rør, kran o.l.) er ikke tegnet inn. Den nøyaktige utformingen av anlegget blir bestemt senere.

Fjerning av olje etter 1) vil foregå i et lukket system bestående av en prosesstank med røreanordning, tank for avvanning av rensed LRA og en eller flere settlingstanker for sedimentering av fast stoff fra væskefraksjonen som inneholder den fraseparerte oljen (Figur 3.4).

Fjerning av olje etter 2) vil foregå i et tilsvarende system som i 1), men med to prosesstanker: en tank for oppløsning og fraseparering av ikke-radioaktivt fast materiale og en tank for utfelling av sulfat og fraseparasjon av væske (olje og vann) (Figur 3.4).

Alle tanker blir plassert inne i et område med egen oppsamling av eventuelt søl og spill. Renset og avvannet LRA blir overført til enheten for produksjon av avfallspakker (Kap. 3.4.2.4).

Uansett valg av teknikk for fjerning av olje (1 eller 2), vil det produseres en fraksjon som inneholder vann og olje. Denne fraksjonen vil, etter kontroll og eventuell fjerning av rest-radioaktivitet, avhendes til mottaksanlegget for slop og borekaks ved Wergeland- Halsvik AS. Alle massestrømmer vil bli registrert (Kap. 6.1.4).

Vannbehovet i behandlingsanlegget vil være så lite at det ikke vil bli lagt inn egen vannforsyning. Ved behov vil vann bli tilkjørt anlegget i tanker.

Drensvann og eventuelt ikke-oljeholdig prosessvann fra anlegget vil kontrolleres for innhold av tungmetaller og radioaktivitet. Om nødvendig vil vannet renses til myndighetspålagt renhet før utslipp til Fensfjorden gjennom eksisterende utslippsledning fra Deponi A (Figur 1.2).

Renseteknikken vil være felling med bariumsulfat. Denne renseteknikken vil rense vann til en renhet bedre enn 0,1 Bq/l. Eventuelle tungmetaller tilstede i vannet vil også medfelles og fjernes fra vannfasen. Utfelt bariumsulfat vil bli deponert sammen med LRA.

Kjemikaliebruk ved fjerning av olje og rensing av drensvann er beskrevet i Kap. 4.2.

3.4.2.4 Enhet for produksjon av avfallspakker

Behandlingsanlegget vil også inneholde en enhet for produksjon av avfallspakkene – kokiller fylt med LRA (Figur 3.4).

LRA vil bli emballert i betongkokiller før deponering. I anlegget vil LRA pakkes i kokiller som beskrevet i kap. 3.4.3. Dette gjøres etter en eventuell fjerning av olje som beskrevet i Kap. 3.4.2.3 .

3.4.3 Betongkokiller

Det vil bli tilvirket egne betongkokiller for deponering av LRA. Det vil bli benyttet 2 typer kokiller: en type for innstøping av mineralsk LRA i plasttønner og en type for deponering av LRA innstøpt i sulfatbestandig betong. Blanding kan for eksempel foretas med en vanlig sementblander. Massen overføres til den ferdigstøpte kokillen som fylles opp. Etter at massen er størknet er avfallspakken klar til å settes inn i deponiet.

Begge kokilletypene vil ha nær de samme ytre mål.

Kokillene vil bli tilvirket på Sløvåg av Halsvik Cementstøperi.

3.4.3.1 Kokille for innstøping av LRA i plasttønner – Kokilletype 1

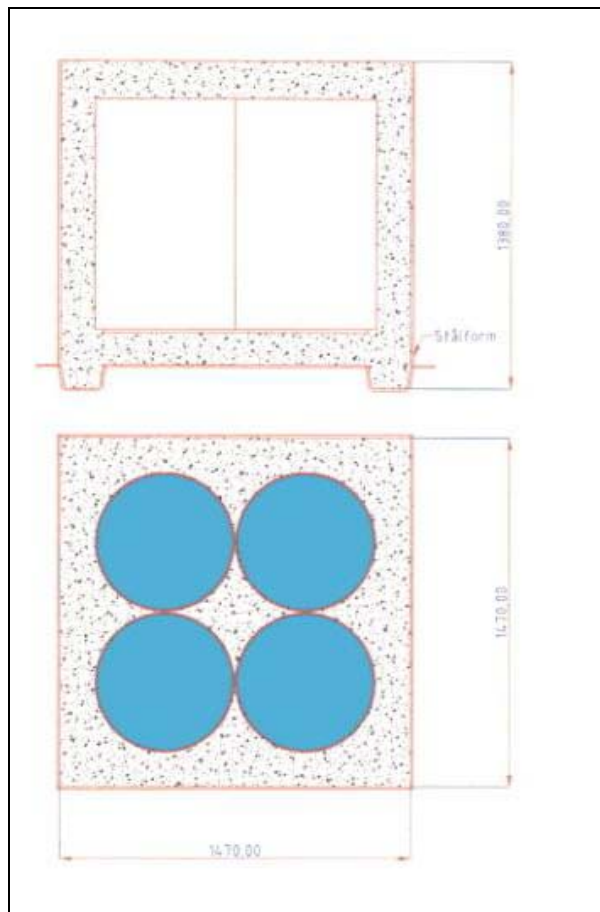
I dette alternativet er det forutsatt at plasttønner med rent LRA støpes inn i kokillene. Plasttønnene vil være helt fylt med LRA og påsatt originalt (plast)lokk, slik at det ikke oppstår hulrom inne i kokillen.

Det er lagt til grunn at 4 plasttønner støpes sammen i én kokille. Det er videre forutsatt at kokillene er kubiske med sideflater på ca. 1,5 m, se forøvrig fig. 3.4. Kokillene støpes i en stålform, hvoretter de avformes slik at formen brukes om igjen. Kokillen vil være radontett. Minste avstand fra plasttønner til yttervegg på kokille vil være 15 cm.

De ferdigstøpte kokillene plasseres nede i deponiet som vist i Figur 3.3. Plasttønnene i polyetylen vil hindre at LRA kommer i kontakt med omkringliggende betong i kokillen. Det er likevel forutsatt at det brukes sulfatresistent sement ved utstøping av kokillene.

I sulfatresistent sement er den reaktive bestanddelen (C3A) som reagerer med sulfat på det nærmeste fjernet. Sementen blir markedsført for å hindre reaksjon med sulfat. På grunn av store mengder sulfatholdig materiale med svært høye sulfatkonsentrasjoner som skal lagres over lang tid, er det imidlertid ikke avklart om den sulfatresistente sementen er fullstendig inert. Dette selv om bariumsulfat (BaSO_4) er av de minst reaktive sulfatforbindelsene. Alternativ til bruk av sulfatresistent har ved enkelte andre anledninger vært bruk av ordinær sement, men da med innblanding av betydelig mengde (>15 %) silika. Ren Portland sement har svært dårlig motstand i et sulfatholdig miljø. I den grad det oppstår reaksjon mellom sement og sulfat går sementen i oppløsning med det resultat at den mister fasthet og motstand mot inntregning/utlaking.

På grunn av en viss usikkerhet vedrørende langtidseffekter, er det sikrest å skille det sulfatholdige LRA-materialet fra sementen.



Figur 3.5: Kokille Type 1 for innstøping av LRA i plasfat.

Betongen i kokillen er forutsatt å være av høy kvalitet med gode bestandighetsmessige egenskaper, se forøvrig pkt. 3.4.5.1. For Kokilletype 1 er det forutsatt at betongen skal være uarmert. Dette er gunstig bestandighetsmessig fordi den alt overveiende del av betongskader er forårsaket av armeringskorrosjon. I kokillen unngår en dermed slike skader.

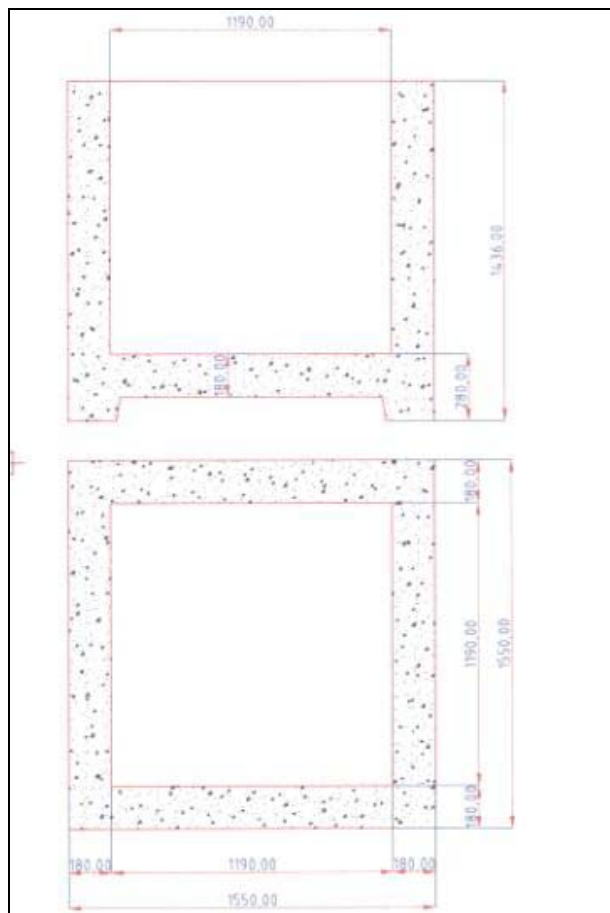
Bruk av Kokilletype 1 vil være svært effektiv med tanke på minimalisering av arbeidsoperasjoner i kontakt med LRA.

3.4.3.2 Kokille for LRA innstøpt i sulfatbestandig betong – Kokilletype 2

Hensikten med å blande LRA og sement er å binde det i mørtel som herder. Dermed oppnås en ekstra sikkerhet mot utlaking.

Ved blanding av LRA og sement er det imidlertid viktig å være klar over at det ikke skjer en kjemisk reaksjon mellom LRA og sementen. Det er hydratisering av sementen alene som gir blandingen fasthet.

Når det gjelder blandingsforholdet mellom LRA og sement er dette ikke testet med tanke på en optimal innblanding. For å øke innblandingen av LRA er det ikke tatt sikte på å tilsette tilslag, i det minste ikke grovt tilslag. Konsekvensutredningen forutsetter at det gjennomføres prøveblandinger, enten som et laboratorieforsøk, alternativt i større skala på aktuell betongfabrikk.



Figur 3.6: Kokille Type 2 for deponering av LRA i sulfatbestandig betong.

Prøveblandningene vil ta sikte på å optimalisere blandingsforholdet mellom LRA og sement, tilsatt vann og eventuelle plastiserende tilsetningsstoffer. Plastiserende tilsetningsstoffer gjør mørtelen smidigere og lettere å støpe ut. Resultatet er at den ferdigherdete mørtelen får en tettere og mer homogen porestruktur, hvilket er gunstig med tanke på motstand mot fremtidig nedbrytning.

Innblandingen av LRA kan i utgangspunktet tenkes å utgjøre ca. 50 – 80 % av den totale blandingen. Prøveblandinger av mørtler med ulik innblanding av LRA sammen med testing av fersk og herdet mørtel vil danne grunnlaget for endelig mørtelresept.

3.4.3.3 Lagringskapasitet for kokillene

Gitt de to kokilletypenes utforming, Figur 3.4 og 3.5, kan kokillenes lagringskapasitet beregnes. For Kokilletype 1 er det forutsatt at plastfatene (210 liter) fylles helt opp. For Kokilletype 2 er det forutsatt et blandingsforhold LRA : sement på 1:1 (se Kap. 3.4.4). Hvis utstøpingforsøk viser at et høyere blandingsforhold kan anvendes, vil kapasiteten bli høyere enn angitt i Tabell 3.2.

Tabell 3.2: Totalvolum og –masse og lagringskapasitet for de to kokilletypene. *- kapasiteten for kokilletype 2 er beregnet med 50 vektprosent sement iblandet LRA.

	Kokillevolum (m ³)	Kokillemasse (tonn)	LRA-volum (m ³)	LRA-masse (tonn)
Kokilletype 1	3,0	7,4	0,84	2,1
Kokilletype 2	3,5	8,6	0,70*	1,8*

3.4.4 Betongkvalitet og fremgangsmåte ved fremstilling av kokiller

3.4.4.1 Krav til betongkvalitet

Når det gjelder støping av kokillene vil det være flere likhetstrekk uavhengig av om Kokilletype 1 eller Kokilletype 2 velges for deponering av LRA. Når det gjelder betongresepter er retningslinjene i NS-EN 206-1 "Betong - Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling" lagt til grunn. I korthet omfatter dette:

Trykkstyrke:	C45/55, der minste karakteristiske terningfasthet f_{ck} er 55 MPa).
Eksponeringsklasse:	XA3, som gjelder sulfatinnhold mellom 1200 og 24000 mg/kg (standarden har ingen eksponeringsklasser for tilfeller der sulfatinnholdet er større, som er tilfelle for den aktuelle LRA).
Bestandighetsklasse:	M40
Sement:	Det er forutsatt at sulfatresistent sement skal brukes. Minimum sementinnhold skal i henhold til NS-EN 206-1 være 360 kg/m ³ .
Tilsetningsstoffer:	Dosering skal være i henhold til produsentens anvisning, og alle tilsetningsstoffer skal være godkjent av oppdragsgiver.
Blandevann:	Blandevannet skal være uten forurensinger som kan negativ innflytelse på betongen.
Vann/sement tall:	Vann/sement + silika forholdet skal være maksimalt 0,40. Dette er et lavt vann/sement-tall, som er gunstig både for betongens trykkstyrke og for bestandighet.
Slump:	S4 (180 – 210 mm). Dette er en høy slump (bløt betong) som vil bidra til å sikre god utstøping, også på undersiden av tønnene.

Motstand mot vanninntrengning: Betongen skal dokumenteres vanntett.

3.4.4.2 Betongleveranse

Betongprodusenten skal være godkjent i henhold til Kontrollrådets Tekniske bestemmelser for Klasse A – Fabrikkfremstilt betong. Fabrikken skal være godkjent i klasse A1- Utvidet kontroll.

Det er lagt til grunn at den spesifiserte betongen kan produseres av stedlig betongprodusent (Halsvik Cementstøperi).

3.4.4.3 Utstøping

Ustøping av kokillene skal foregå på deponeringsstedet.

Velges Kokilletype1 gjennomføres innstøpingen ved at tønnene med LRA senkes ned i stål-forskalingen, og stropes sammen slik at det blir stående inntil hverandre. Tønnene skal bli hengende i wire under utstøping inntil betongen har herdet tilstrekkelig til at de kan frigjøres uten å synke ned i betongen. Hele kokillen støpes i en operasjon slik at den blir uten støpeskjøter.

Velges Kokilletype 2 støpes kokillene i tre etapper. Bunnplaten støpes i først, deretter støpes veggene. Etter at blandingen med LRA og sement er helt oppi støpes lokket på kokillen. Det er teknisk mulig å støpe kokillen i to etapper, men dette krever overforskaling av bunnplaten slik at bunnplaten kan støpes sammen med veggene. Ved støp av bunnplate og vegger i ett er det fare for at det blir steinreir og sår i den ferdigstøpte bunnplaten. Ved Kokilletype 2 er det lagt til grunn at kokillen armeres.

3.4.4.4 Byggeplasskontroll

For begge fremgangsmåter for innstøping er det forutsatt at det gjennomføres uavhengig kontroll. Kontrollen vil omfatte fersk betong, utførelse av selve støpearbeidene samt uttak av ferskbetongprøver for laboratorietesting.

3.4.5 Barrierer

Avfallet vil bli omgitt av flere barrierer som forhindrer at radioaktivt materiale kan lekke ut.

Det vises til kapittel foran om innstøping av avfall. Innstøping av områder med de oppstablede kokillene med sulfatresistent betong tilsatt tilslag og flytforbedrende tilsetningsstoff vil sikre at bergrommet ikke virker som et grunnvannsmagasin med høy permeabilitet. Endelig tetting med injeksjon av toppskiktet til slutt vil sikre full oppfylling og stor grad av tetthet.

Barriere 1.

Den første barrieren er enten plasttønnen (Kokilletype 1) som er av radontett høytetthets polyetylen (UN-Y155 eller UN-X325 for henholdsvis 100 liters eller 220 liters fat), eller selve avleiringen som blandes med betong for at den skal være på fast, immobil form (Kokilletype 2).

Barriere 2.

Neste barriere er veggen i betongkokillen. Kokilletype 2 er støpt i betong med 18 cm tykkelse og er derfor radontett.

Barriere 3.

Barriere nummer tre dannes av omstøpningen. Det skal sprøytes inn flytende betong som vil omgi kokillene på alle kanter. Omstøpningen vil være en effektiv barriere mot vanninntrengning i deponitunnelen og dessuten fylle alle hulrom. Avstanden mellom ytre kokille og tunnelvegg antas å være minimum 0,5 meter.

Barriere 4.

Barriere nummer fire utgjøres av fjellet som omgir deponitunnelen sammen med deponitunnelens endevegg. Fjellet vil være en meget effektiv barriere. Tunnelens endevegg vil bestå av støpt betong. Det påpekes at selv om det skulle oppstå sprekker i fjellet på grunn av jordskjelv eller liknende vil ikke dette medføre noen alvorlig svekkelse av deponiets integritet. De gjenværende barrierene vil fortsatt være tilstrekkelige til at utslipp ikke finner sted. Etter avslutning av driftsfasen, vil gjenstående hulrom i deponitunnelen bli gjenstøpt med betong. Dette sikrer mot menneskelig inntrengning samtidig som det forsterker endeveggbarrieren. Minste avstand mellom deponert LRA og ytre overflate vil være mer enn 6 meter.

3.4.6 Deponert LRAs bestandighet mot nedbrytning og oppløsning

Som vist i Tabell 2.1 består LRA av en blanding av sulfat, sand, korrosjonsprodukter (rust) og olje. Før deponering vil LRA bli rensset for olje til under 5 vektprosent.

Av de gjenværende komponentene vil de radioaktive stoffene være forbundet med sulfatfraksjonen og tungmetallene med fraksjonen som består av korrosjonsprodukter. Både bly og radium danner tungtløselige sulfater og de radioaktive stoffene vil være innesluttet i en barium/strontiumsulfat som utgjør hovedbestanddelen av denne komponenten.

Konsentrasjonen av radium i materialet vil være noen få mikrogram pr kg sulfat. Sulfatet vil være termodynamisk stabilt slik det deponeres [Brookins] for begge kokilletyper, også hvis det skulle bli utsatt for vann.

For tungmetallene forholder det seg litt annerledes. Slik materialet deponeres og under forutsetning av at barrierene er intakte, vil også tungmetallene være stabilt deponert. Utsatt for vann, derimot, vil korrosjonsproduktene ha en viss løselighet [Brookins] og dermed kunne frigjøre tungmetaller i løst form.

At materialet utsettes for vann krever nedbrytning av alle barrierer og at det fysisk skapes en kanal hvor vannutskiftning kan skje. Med den valgte løsning med deponitunnel under havnivå og ingen hulrom hvor vann kan samles, er det svært lite sannsynlig at noen vannstrøm kan skapes selv i det tidsperspektivet det her er snakk om. Deponiet vil få en innadrettet strømningsgradient.

Hvis deponiet hadde vært konstruert med deponitunnelen liggende over havnivå og blitt utsatt for grunnvannstrykk uten at hulrommene var gjenfylt, hadde det vært mer sannsynlig at deponiet kunne begynt å lekke tungmetaller etter barrierenedbrytning.

3.4.7 Sikring mot menneskelig inntrengning

Deponert langlivet alfa-aktivitet skal være sikret mot menneskelig inntrengning i overskuelig fremtid. Den valgte løsningen for det søkte deponiet som innebærer fullstendig innstøping av materiale og kokiller og gjenstøping av deponitunnel og avsperring av adkomsttunnel, sikrer svært godt mot menneskelig inntrengning.

Anlegget vil ligge innenfor eksisterende deponiområde på Stangeneset hvor det allerede er stengt for innkjøring. For å hindre personell til fots er en avhengig av inngjerding, og port. Dette vil gjelde i driftsfasen.

Når stablingen i deponitunnelen i et gitt tidsrom er avsluttet, vil materialet bli fullt innstøpt og utilgjengelig for uttak uten boring og sprengning. Den sannsynlige driftsmåten for deponianlegget vil være kontinuerlig drift inntil alt eksisterende mellomlagret LRA er deponert og så drift for eksempel 2-4 måneder hvert år for behandling og deponering av siste års LRA-produksjon. Det vil da være naturlig å gjennomføre innstøping minst ved slutten av hver driftsperiode.

3.4.8 Drenasiesystem

Deponiet er konstruert slik at det i minst mulig grad oppstår kontakt mellom LRA og drens vann.

Med den lave permeabiliteten (vanngjennomtrengningsevnen) som er i berggrunnen her, kombinert med stor overflateavrenning, så vil det bli minimale mengder med innlekkende vann. For å unngå at innlekkasjevann drypper på, og kommer i kontakt med kokillene under oppfylling, planlegges det å etablere en midlertidig tunnelduk av plast i taket. I etterdriftsfasen vil duken bli fjernet, og kokillene vil bli overstøpt med betong, og resterende hulrom i deponiet vil bli tettet med betongmasse. Grunnvannet vil da ikke komme i kontakt med det deponerte avfallet som er omsluttet av vanntett betong, selv om grunnvannsnivået i deponiets omkringliggende berg skulle stige i etterdriftsfasen.

I driftsfasen planlegges det at drens vannet i deponiet samles opp i en pumpeump i bergromsanleggets laveste punkt, dvs. i overgangen mellom adkomsttunnel og deponitunnel. Herfra blir vannet pumpet til en felles oppsamlingskum ved behandlingsanlegget, der også ikke-oljeholdig vann fra behandlingsanlegget inngår. Vann i samlekummen skal overvåkes/kontrolleres for innhold av radioaktivitet, tungmetaller og olje. Vannet vil ved behov bli rensert til myndighetsfastsatt renhet. Etter eventuell rensing, føres vannet til en felles utslippsledning til sjø. Denne utslippsledningen eksisterer i dag, og er en drensledning for eksisterende dagdeponi for askeavfall med utslipp i Fensfjorden på ca. 20 m dybde. Det vil bli gjennomført et overvåkningsprogram med rutinemessig prøvetaking av drens vannet for å verifisere at utslipp ikke finner sted.

Samlekummen vil også virke som et sedimenteringsbasseng der partikler vil bli sedimentert før utslipp. Denne sedimenteringsprosessen vil fjerne radioaktiviteten, som er partikkelbundet, og de partikkelbundne tungmetallforurensningene.

Oljeholdig avløpsvann fra anlegget, vil bli samlet opp i egen tank, for deretter å bli fraktet på bil til eksisterende renseanlegg for prosessvann fra Sløvåg Industriservice sitt forbrenningsanlegg.

Ved avslutning av deponiet vil pumping opphøre, og installert drens-system fjernes. Etter hvert i etterdriftsfasen vil grunnvannsforholdene stabiliseres og grunnvannet vil igjen få en svak gradient gjennom berget mot sjøen. Grunnvannsstrømmen vil være forsvinnende liten i forhold til overflateavrenningen, og det vurderes derfor å bli ingen eller ubetydelig vanntransport i berggrunnen. Så lenge barrierene er intakte, vil eventuelt vann ikke komme i kontakt med det deponerte avfallet og det vil ikke produseres sigevann.

3.4.9 Ventilasjon

Et mobilt ventilasjonssystem vil sørge for nødvendig utlufting i adkomsttunnel og deponitunnelen når der foregår arbeid der. Hensikten med ventilasjonssystemet er å fjerne eventuell radon (gass) som avgis fra fjellet, samt å fjerne avgasser fra eventuelle kjøretøy slik at en akseptabel luftkvalitet oppnås når det er personell til stede i deponiet. Det vil ikke være bidrag av radon fra kokillene som er radontette.

Behandlings- og pakkeanlegget vil være godt ventilert og i tillegg ha punktavsug installert for fjerning av radon ved alle steder hvor arbeid kan medføre økt frigivning av radon til luft. Radonkonsentrasjonen i lufta vil være kontinuerlig overvåket med *Ramona* monitoreringsutstyr – et tilsvarende system som brukes i deponiet for lav- og middelsaktivt avfall i Himdalen.

3.4.10 Elektrotekniske installasjoner

Deponidelen av tiltaket vil ikke inneholde faste elektrotekniske installasjoner. Behandlingsanlegget vil ha installert elektrisitet for belysning, ventilasjon og drift av utstyr og monitoreringsenheter.

3.5 Adkomstveier for avfallet

3.5.1 Mellomlagre og produksjonssteder for LRA

LRA oppstår som et separat avfall når kontaminert olje- og gassproduksjonsutstyr rengjøres. Denne rengjøringen har i mange år blitt utført rutinemessig i egne anlegg på oljeforsyningsbaser flere steder langs kysten. Det utskilte LRA har så langt vært lagret i egne, midlertidige lagre på de samme basene. Det er sannsynlig at produksjonen av LRA disse stedene vil fortsette i tiden framover, men at også nye produksjonssteder vil komme til etterhvert som olje- og gassproduksjonen flytter nordover. Det antas også at LRA vil produseres på anleggene hvor olje- og gassinstallasjoner tas inn til land for demontering.

Felles for disse anleggene er at de ligger eller vil ligge med god tilgang til sjø.

Dagens mellomlagrede LRA befinner seg stort sett på tre steder: CCB på Ågotnes, Saga Fjordbase-Florø og Tanangerbasen utenfor Stavanger.

3.5.2 Emballering for transport

Før transport må LRA materialet emballeres etter retningslinjer for transport av farlig gods klasse 7. For LRA-løsmasser vil industrielle kolli av Type IP-I og IP-II være mest aktuelle. Generelt vil standard industrikonteinere og industrifat oppfylle kravene stilt til denne type kolli. Utfyllende beskrivelse av krav til kolli finnes for eksempel i [ADR03]. For LRA emballert på plastfat er det aktuelt å transportere fatene i lukkede konteinere.

3.5.3 Sjø

Det forventes at det alt vesentlige av LRA til behandlingsanlegget vil ankomme fra sjø og losses på kaianlegget på Sløvåg. På Sløvåg finnes en dypvannskai som kan betjene fartøy med meget høy tonnasje.

For sjøtransport av LRA-materiale kommer IMDG regelverket for transport av farlig gods til anvendelse [IMDG00].

Ved sjøtransport vil materialet bli transportert slik det i dag er mellomlagret: i plastfat inne i lukkede stålkonteinere. Det vil derfor ikke være nødvendig med noen form for omemballering for transport.

Deponianlegget er lokalisert med kort avtand til CCB og Saga-Fjordbase hvor mer enn 90 % av LRA-mengden produseres i dag.

3.5.4 Vei

Det kan i tillegg til sjøtransport antas at et fåtall transporter vil ankomme landveien. Adkomsten vil være fra riksveg 57 med fergeforbindelse fra Leirvåg over til Sløvåg. For transport på offentlig veg kommer ADR vegtransport av farlig gods på veg til anvendelse [ADR03]. Transport nordfra rv. 57 fra Rutledal-Eide vil ikke forekomme på grunn av den dårlige vegstandarden på strekningen.



Fig.6.1: Kart over Sløvåg-området som viser adkomst landveien med ferje fra Leirvåg.

Ved fergeoverfarten fra Leirvåg til Sløvåg, som tar ca. 20 minutter, vil materialet fremdeles være underlagt ADR vegtransport-regelverket.

For vegtransport av farlig gods klasse 7 på veg stilles det spesielle krav til kompetanse for føreren av kjøretøyet. Det stilles likeledes en rekke krav til kjøretøyet og til sikkerhetsutstyr på dette [ADR03].

Transport inne på bedriftsområdet vil ikke være underlagt ADR regelverket. Det vil derfor ikke stilles krav til ADR klasse 7 sertifikat eller merking av kjøretøy for slike operasjoner.

LRA-materialet vil hovedsakelig være klassifisert som LSA-1. LSA-1 kan inneholde radioaktivt materiale hvor aktiviteten er gjennomgående jevnt fordelt og anslått middelverdi for spesifikk aktivitet ikke overstiger 30 ganger verdien for aktivitetskonsentrasjon for unntatt materiale som er 10 Bq/g både for ^{226}Ra og ^{228}Ra . Likevekt med datternuklider er inkludert i grenseverdien. Dette betyr at summert aktivitetskonsentrasjon for ^{226}Ra og ^{228}Ra må ligge

under 300 Bq/g for at betingelsene for LSA-1 klassifisering skal være oppfylt. Dersom det skal skipes LRA med høyere aktivitetskonsentrasjon en dette må materialet klassifiseres som LSA-2. Ut fra de målinger som foreligger av lagret LRA-materiale synes det i hovedsak å ligge under 300 Bq/g.

Materiale av type LSA-1 skal transporteres med UN nummer og varenavn UN 2912 RADIOAKTIVT MATERIALE, LAV SPESIFIKK AKTIVITET (LSA-I).

Materiale av type LSA-2 skal transporteres med UN nummer og varenavn UN 3321 RADIOAKTIVT MATERIALE, LAV SPESIFIKK AKTIVITET (LSA-II).

Det kan også være aktuelt å transportere komponenter med LRA avleiringer til anlegget på Stangeneset for rensing her. En slik transport vil i så fall være klassifisert som SCO-1.

Komponentene skal da transporteres med UN nummer og varenavn UN 2913 RADIOAKTIVT MATERIALE, OVERFLATEFORURENSED GJENSTANDER (SCO-I).

LSA-1 materiale kan emballeres i kolli som tilfredstiller industrielt kolli av type IP-1 mens LSA-2 fordrer type IP-2. LSA-1 materiale kan under bestemte vilkår transporteres uemballert. Overflateforurensede gjenstander klassifisert som SCO-1 transporteres normalt i IP-1 kolli, men kan under spesielle forutsetninger transporteres uemballert.

Kravet til kolli type IP-1 er slik at standard containere og industrifat vil kunne oppfylle disse. Det er pålagt avsender av materialet å forsikre seg om at valgt emballasje oppfyller krav stilt i transportreglementet.

3.6 Avslutning av drift – lukking av deponiet

Ved avslutning av driftsfasen, etter at all LRA er ferdig plassert i deponiet, vil overflateinstallasjonene bli rengjort, demontert og fjernet. Forut for demonteringen vil alt eventuelt LRA-type restavfall ha blitt oppsamlet og plassert i deponiet.

Det vil deretter bli fylt en ca. 5-10 m tykk betongpropp innerst i adkomsttunnelen for å forsegle inngangen til deponitunnelen. I tillegg vil inngangen til adkomsttunnelen bli støpt igjen for å hindre menneskelig inntrenging.

Det vil ikke være målbar radioaktivitet over bakgrunnsnivå på lokaliteten etter lukking av deponiet.

4 Arbeidsmiljø

4.1 Strålevern

4.1.1 Myndighetskrav/regelverk vedrørende radon i luft

Regelverket for radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom finnes i Strålevern-hefte nr.5 "Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø" [StrålevernHefte5]. Til regelverket finnes en praktisk veiledning som angir en klassifisering av arbeidsplasser under jord og i bergrom i forhold til nye tiltaksnivå [StrålevernHefte23]. Veiledningen gir også forslag til rutiner for måling av radon. Veiledningen slår fast at innehaver eller driftsansvarlig er ansvarlig for arbeid i anlegget foregår under strålevernmessig forsvarlige forhold og at eksponering for radon holdes så lav som praktisk mulig.

Det anbefalte tiltaksnivået for radon på faste arbeidsplasser under jord og i bergrom er satt til 1000 Bq/m^3 forutsatt 2000 timers oppholdstid på radonholdig arbeidsplass per år. Dersom eksponeringstiden er under 500 timer per år settes tiltaksnivået til 4000 Bq/m^3 . Hvis total oppholdstid er mindre enn 100 timer per år defineres det ikke som fast arbeidsplass.

Ut fra tiltaksnivået vil faste arbeidsplasser klassifiseres som angitt i Tabell 4.1.

Tabell 4.1: Klassifikasjon av arbeidsplass

Klasse	Gjelder	Konsekvens
1	$< 1000 \text{ Bq/m}^3$	Regnes ikke som yrkeseksponering uansett oppholdstid
2	$1000\text{--}4000 \text{ Bq/m}^3$	Regnes som yrkeseksponering dersom produktet av radonkonsentrasjon og arbeidstid overstiger $2 \text{ MBq}\cdot\text{t/m}^3$
3	$> 4000 \text{ Bq/m}^3$	Regnes alltid som yrkeseksponering

På grunnlag av denne klassifiseringen settes det krav til måling av radonnivået. Krav til målerutiner er oppsummert i Tabell 4.2.

Tabell 4.2: Målerutiner for radon

Klasse	Målerutiner
1	Målefrekvens avhengig av radonkonsentrasjon: måling 1 gang per år ved konsentrasjoner opp mot 1000 Bq/m^3 , annet hvert år ved konsentrasjoner under 500 Bq/m^3
2	Måling minst 4 ganger årlig – jevnt fordelt over året
3	Måling straks etter at mottiltak er gjennomført

Målerapportene vil bli systematisert og oppbevart tilgjengelig i henhold til internkontrollforskriften [FOR1127] og Arbeidstilsynets forskrift nr. 547 [FOR547]. Det vil bli utført en årlig rapportering av måleresultatene til Statens strålevern.

Det vil kunne være betydelige variasjoner i radonkonsentrasjonen over tid i tiltaket. Målingene må derfor kunne midle ut disse variasjonene slik at en middelvei kan beregnes. Statens strålevern finner at bare sporfilmmetoden oppfyller de generelle krav som er satt. Sporfilm i diffusjonskammer av type CR-39 vil være best egnet i tiltaket da denne er mindre utsatt for påvirkning fra støv og fuktighet samt variasjon i forholdet mellom radon og radondøtre.

4.1.2 Radon i tiltaket

I det følgende vil eksponering for radon i henholdsvis midlertidig lager, behandlingsanlegg og deponi bli behandlet. Radon i tiltaket vil kunne ha to kilder; radon frigitt fra berggrunnen i området og radonekshalasjon fra det lavradioaktive avfallet.

Når det gjelder radon frigitt fra naturlig forekommende uran og thorium i berggrunnen ved Stangeneset vil denne bli kartlagt ved målinger utført før anlegget tas i bruk.

4.1.2.1 Diffusjon av radon

Når radium i LRA-materialet henfaller, vil det dannes radon. Siden radon er en gass kan den diffundere ut gjennom det lavradioaktive materialet og videre ut gjennom barrierene som omgir materialet. Som tidligere beskrevet vil det lavradioaktive avfallet inneholde radiumisotopene ^{226}Ra og ^{228}Ra . Henfall av ^{226}Ra vil føre til dannelse av radon isotopen ^{222}Rn . Denne har en halveringstid på 3,8 dager og vil dermed kunne transporteres over betydelig avstand. Isotopen ^{228}Ra produserer en annen radon isotop, ^{220}Rn . Denne har en halveringstid på bare 55,6 sekunder og vil dermed i mindre grad slippe ut av materialet.

4.1.2.2 Radon i deponitunnel

Radon i deponitunnel kan som nevnt skyldes radon avgitt fra fjellet og radon fra deponerte avfallspakker. Det førstnevnte bidraget vil bli målt før deponiet tas i bruk. Det gjøres oppmerksom på at radon fra naturlig forekommende uran og thorium i tiltaket kan i seg selv føre til en radonkonsentrasjon som medfører at arbeidsstedet klassifiseres etter retningslinjene beskrevet i kap 4.1.

Det foreligger forslag om to ulike avfallspakker for tiltaket:

1. Avfallspakke hvor det lavradioaktive materialet er emballert i standard industrifat av plast som støpes inn i en betongkokille med volum på ca. 3 m³,
2. Avfallspakke hvor materialet blandes med betong som fylles i en ferdigstøpt betongkokille med veggtykkelse 18 cm.

Ekshalasjon av radon fra avfallspakken vil avhenge av hvilken type avfallspakke som velges. Avfallspakker av type 1 vil være å anse som radontette. Som definisjon på radontett brukes gjerne at tykkelsen på emballasjen er større enn 3 ganger diffusjonslengden i materialet. [Keller01] Diffusjonslengden i plast er under 0,7 mm slik at fatet i seg selv vil være en effektiv barriere mot ekshalasjon av radon.

Diffusjonslengden for radon i betong er om lag 60 mm. Avfallspakker av type 2 vil derfor på grunn av den valgte veggtykkelsen også kunne anses som radontett.

4.1.2.3 Radon i behandlingsanlegget

Ekshalasjon av radon fra LRA-materialet vil i tiltaket være begrenset til behandlingsanlegget hvor materialet vil foreligge uemballert.

Det er tidligere utført målinger av ekshalasjonsrate av radon fra LRA med ulikt innhold av vann og forskjellig spesifikk aktivitet, [StrålevernRapport7]. Undersøkelsen viser at ekshalasjonsraten varierer opp til en faktor 10 avhengig av fuktighetsinnholdet i prøven. Det observeres derimot ikke noen klar sammenheng mellom spesifikk aktivitet og ekshalasjon. I gjennomsnitt ligger ekshalasjonsraten på ca 9 Bq/kg time.

I behandlingsanlegget kan det antas at opp til 1 tonn LRA oppbevares uemballert samtidig i perioder. I løpet av ett døgn vil da inneluften tilføres 216 kBq. Fritt luftvolum i behandlingsanlegget vil slik det er planlagt være om lag 75 m³. Dersom det ikke er noen utskifting av luft vil det da etter ett døgn være en radonkonsentrasjon på nesten 3000 Bq/m³.

Det gjøres oppmerksom på at anslaget er usikkert. Den informasjon som foreligger om ekshalasjon av radon fra LRA er basert på laboratorieeksperiment med små mengder LRA. Ekshalasjon er i stor grad et overflatefenomen, og en oppskalering i forhold til den total massen i anlegget antas derfor å overestimere ekshalasjonsraten betydelig.

En radonkonsentrasjon på 3000 Bq/m³ fører til at anlegget skal klassifiseres som klasse 2 arbeidsplass [StrålevernHefte23]. Det anses derfor som rimelig å iverksette radonreduserende tiltak i dette anlegget slik at radonnivået til enhver tid ligger under 1000 Bq/m³. Dette vil oppnås ved å iverksette tiltak som beskrevet i kap 4.1.3.

4.1.2.4 Radon i det midlertidige lageret for LRA

Midlertidig lager er planlagt som et type leskur med åpne eller delvis åpne vegger. Anlegget vil dermed ha en svært effektiv naturlig ventilasjon. Radonkonsentrasjon i luft i og ved det midlertidige lageret forventes ikke å være signifikant høyere enn naturlig radonkonsentrasjon i uteluft.

4.1.3 Tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen i lufta i anlegget

Tiltak som skal gjennomføres for å redusere radonkonsentrasjon i anlegget vil være:

- a. bruk av radontette deponibeholdere,
- b. ventilasjonsanlegg.

Det midlertidige lageret vil som nevnt få en åpen løsning som medfører at radon som eventuelt avgis fra fat og andre avfallsenheter effektiv ventileres bort. Det anses derfor ikke påkrevet å installere radonreduserende tiltak i denne delen av tiltaket.

For å redusere radonnivået i behandlingsanlegget vil det bli installert ventilasjonsanlegg med tilstrekkelig kapasitet. Anlegget vil bestå av generell ventilasjon i rom hvor LRA behandles samt et punktavsug over området hvor LRA tas ut av mellomagringsbeholder, behandles og overføres til deponibeholder. Radonnivået i bygningen vil kontinuerlig bli overvåket (se kap 4.1.6).

Siden avfallspakkene som LRA-materialet er emballert i anses å regne som radontette beholdere forventes det ingen vesentlig økning i radonkonsentrasjon i deponitunnel utover det som avgis fra berggrunnen. På grunn av krav til luftkvalitet generelt og fjerning av eksos fra kjøretøy må uansett deponiet ha et ventilasjonsanlegg. Anlegget forutsettes å være av mobil type slik at det kan tas ut når en deponitunnel er fylt opp og forseglet.

Ventilasjonsanlegget må være i drift når anlegget er i bruk. Anlegget kan stenges av i perioder hvor det ikke pågår virksomhet i deponiet, men må da startes minst én dag før personell tar seg inn i anlegget. Ventilasjonsanlegget foreslås dimensjonert slik at det blir to luftskift pr. time i tunnelen.

4.1.4 Støvreduserende tiltak

Innhalasjon av støvpartikler fra LRA representerer den største risiko for doser til personell ved anlegget. Det vil derfor bli lagt vekt på å iverksette tiltak som reduserer denne risiko til et minimum. Tiltakene vil bli komplimentert med et effektivt monitoreringssystem (kap 4.1.6).

4.1.4.1 Midlertidig lager

I det midlertidige lageret vurderes det som lite sannsynlig at støv skal kunne oppstå. Tiltakene som vil bli gjennomført vil først og fremst være knyttet til mottakskontroll samt oppsyn med lageret.

Det kan oppstå LRA-støv av to årsaker i det midlertidige lageret:

- a. beholderne er kontaminert på overflaten når det ankommer anlegget.
- b. beholder sprekker under lagring på grunn av korrosjon eller mekanisk påkjenning ved stabling.

Tiltaket som gjennomføres for å eliminere (a) vil være å gjennomføre kontaminasjonskontroll ved mottak i form av våt stryktest på stikkprøvebasis. Stryktest av avfallspakkene som mottas, hovedsakelig industrifat av plast eller metall, vil effektivt kunne påvise løs overflatekontaminering. Det bemerkes at tilstedeværelse av kontaminering vil være lite sannsynlig da avsender av materialet, i henhold til transportregelverket, er pålagt å forsikre seg om denne ligger under en spesifisert verdi [IMDG00, ADR03]

Stryktestene vil bli målt på stedet med en portabel α - og β -følsom kontamineringsmonitor. Dersom det avsløres kontaminering skal beholderen rengjøres før den settes inn i lageret. Rengjøring skjer ved spyling i et kar hvor fast materiale tas vare på for deponering.

Mottiltak i relasjon til (b) vil være visuell inspeksjon ved mottak og under lagring. Dersom det oppdages at en beholder har sprekker, kraftig korrosjon eller andre skader vil det være aktuelt å sette denne i en tett overpakning. Dette kan være en tønne med indre dimensjon større enn standard fat. Det vil bli utført regelmessige inspeksjoner av lageret og i forbindelse med at avfallsbeholdere tas ut for deponering.

4.1.4.2 Behandlingsanlegg

Det er i behandlingsanlegget at risiko for støvdannelse anses som størst. Behandlingsprosessen kan deles inn i tre del-operasjoner; åpning og tømning av fat, behandling for å fjerne vann og organisk materiale og reemballering.

Ved åpning og tømning av mottatte avfallsbeholdere vil LRA-materialet normalt inneholde vann og/eller olje slik at støvdannelse ikke oppstår. Det kan imidlertid forekomme at materialet er tørt.

Behandling av materialet har som hensikt å fjerne vann og organisk materiale, typisk hydrokarboner, for å oppfylle krav til deponerbart materiale. Det vil imidlertid etter behandling fortsatt være en viss mengde restvann i materialet som reduserer forstøvningsfaren.

Siste del av prosessen består i at behandlet LRA overføres til deponienheten. Dersom avfallspakke type 1 velges vil det innebære at materialet fylles i et standard industrifat av plast som fylles helt opp og lukkes. For avfallsbeholdere av type 2 vil behandlet LRA-materiale bli blandet med betong og så tømt over i en ferdigstøpt betongkokille.

Tiltakene som vil bli implementert i behandlingsanlegget vil være:

- Avgrensning av støvet ved at prosessen foregår innenfor en lukket enhet. Støvtette rom/enheter sørger for at støv ikke kan spres til arbeidslokalet for øvrig.
- Punktavsug innenfor det avgrensede område skal trekke alt støv ut av enheten. Luften fra avtrekket skal filtreres gjennom et absoluttfilter før den slippes ut til omgivelsene.
- Tilgang til personlig verneutstyr.

Når det gjelder det siste punktet gjøres det oppmerksom på at anlegget skal innrettes slik at bruk av personlig verneutstyr ikke skal være nødvendig under normale driftsforhold. Verneutstyr skal dog alltid være tilgjengelig på arbeidssstedet. Avvikshendelser kan i denne sammenheng omfatte svikt i ventilasjon, spill og annet. Driftsprosedyrene vil i detalj beskrive bruk av verneutstyr ved alle avvik fra normal drift..

Personlig verneutstyr skal bestå av:

- støvmaske med P3 type filter.
- vernebriller eller visir.
- overtrekksdress av Tyvek type.
- gummihandsker.
- skoovertrekk og/eller gummistøvler.

Etter bruk skal verneutstyret alltid kontrolleres med håndholdt kontamineringsmonitor.

Kontaminert utstyr skal enten vaskes dersom dette anses hensiktsmessig, eller behandles som radioaktivt avfall.

4.1.4.3 Deponi

Støvdannelse i deponiet kan oppstå på grunn av overflatekontaminering av avfallpakker eller lekkasje fra ødelagt avfallspakke.

Kontroll av eventuell overflatekontaminering av betongkokillene vil bli utført etter at de er støpt igjen. Dette vil gjelde både for avfallspakker av type 1 og type 2. Ordinær stryktest fungerer dårlig på betongoverflater. Det vil derfor bli utviklet en egen teknikk for å kontrollere løs overflatekontaminering på kokillene. En aktuell løsning er å bruke en klebrig gjenstand som tar med seg løse partikler fra overflaten. Denne kan så måles med håndholdt kontamineringsmonitor på stedet. Det bemerkes at emballeringen i behandlingsanlegget vil bli lagt opp på en slik måte at overflatekontaminering av kokille er svært lite sannsynlig. Dersom dette skulle oppstå vil kokillen rengjøres før deponering.

Lekkasje fra kokille som er anbrakt i deponiet vil ikke kunne oppstå under normale driftsbetingelser. Lekkasje kan først oppstå hvis kokillen utsettes for kraftig mekanisk påvirkning. Eksempler kan være at kokillen faller ned under stabling eller på annen måte skades. Denne type uhell er nærmere behandlet i kap 6.2.

4.1.5 Doser til personell

4.1.5.1 Intern dose

Det uten tvil inntak av støvpartikler, aerosoler, av LRA-materialet som har størst dosemessig betydning for personell som arbeider ved tiltaket.

Inntak av LRA kan enten skje ved inhalasjon av støvpartikler eller gastrointestinalt ved at LRA kommer inn i munnen via kontaminerte hender eller direkte sprut. Inntak via inhalasjon anses som mest sannsynlig da oralt inntak normalt vil avverges ved å følge arbeidsprosedyrene for anlegget.

Både radium og enkelte av datterisotopene er svært radiotoksiske. Dette innebærer at selv inntak av en meget beskjeden aktivitetsmengde gir en ervervet dose som ikke er neglisjerbar.

Dersom en tar utgangspunkt i en gjennomsnittlig aktivitetskonsentrasjon på 25 Bq/g av ^{226}Ra og 10 Bq/g av ^{228}Ra kan det gjøres et estimat av ervervet dose etter innhalasjon av 1 g LRA-materiale. Beregningen legger til grunn at det er likevekt mellom ^{226}Ra og datterisotopene til og med ^{210}Pb , for resten av kjeden antas 30% av likevekt. For ^{228}Ra kjeden antas likevekt til og med ^{228}Ac , deretter 30%. Dosefaktorene er hentet fra [ICRP71]. Den resulterende dose under de nevnte forutsetninger blir ca 220 μSv etter innhalasjon av 1g støv. Det må imidlertid bemerkes at dosefaktorene fra [ICRP68, ICRP71] ikke tar hensyn til at det radioaktive materialet i tilfellet LRA befinner seg i en svært lite løselig matrix. Studier indikerer at dosekoeffisientene for radium, bly og polonium skal reduseres med minst 100 for radium og

bly og 50 for polonium. For thorium anses den opprinnelige verdien å være relevant [Hamilton04, Raabe96]. Den effektive dosen vil dermed bli redusert til ca 70 μSv .

For å redusere, fortrinnsvis eliminere, dose fra innhalasjon av LRA støv vil det bli iverksatt doseregulerende tiltak i form av:

1. støvreduserende tiltak,
2. bruk av pustevern i situasjoner hvor støvdannelse ikke kan utelukkes.

Tiltak av type (1) er beskrevet i kap 4.1.4.

Bruk av pustevern vil være aktuelt i situasjoner hvor det er vanskelig å unngå enhver støvdannelse samt i uhellssituasjoner. Det vil til enhver tid være egnet pustevern tilgjengelig for personell som arbeider i anlegget. Pustevernet vil bestå av halvmaske med P3 type filter. Denne typen pustevern vil gi god beskyttelse for partikkelbundet aktivitet slik situasjonen er for LRA-materiale. I arbeidsprosedyrene for anlegget vil det bli gitt mer detaljerte retningslinjer for hvilke situasjoner som vil fordre bruk av pustevern.

Når det gjelder dose fra radon under opphold i behandlingsanlegget og deponitunnel, vil det være nødvendig å utføre måling av faktisk radonkonsentrasjon da ventilasjonsanleggets kapasitet er helt avgjørende.

For å gi et eksempel på stråledoser antas konservativt at gjennomsnittsverdien er 100 Bq/m^3 både i behandlingsanlegg og deponitunnel. I behandlingsanlegget anslås oppholdstid til 800 timer per år. Dette vil medføre en effektiv dose på 250 μSv per år. I deponitunnelen estimeres oppholdstiden til 350 timer per år. Effektiv dose blir da 110 μSv per år [ICRP65].

Det kan til sammenligning nevnes at gjennomsnittlig personlig årsdose fra radon i Norge er på 2 000 μSv og at maksimalt tillatt personlig årsdose i yrkessammenheng er 20 000 μSv .

4.1.5.2 Ekstern dose

Erfaring med LRA virksomhet viser at ekstern stråledose til personell og til allmennheten vil være svært lave. I det følgende er det utført beregning av stråledoser som er relevante for de ulike deler av tiltaket som midlertidig lager, behandlingsanlegg og deponitunnel.

a. Midlertidig lager

b. Behandlingsanlegg

c. Deponitunnel

I beregningen legges en midlere spesifikk aktivitet på 25 Bq/g av ^{226}Ra og 10 Bq/g for ^{228}Ra til grunn. Likevektsforholdet i kjedene er slik som beskrevet i kap 2.6.2. Massetettheten i LRA massen er i gjennomsnitt anslått til å være 2 g/cm^3 . For å kunne gjøre et realistisk estimat av doseraten fra tønner, kokiller og i deponitunnel må det tas hensyn til egenabsorpsjon i materialet. LRA inneholder en betydelig mengde barium som gir god skjerming mot γ -stråling.

Tabell 4.3: Makrosammensetning av LRA-materialet

Element	% per masseenhet	Element	% per masseenhet
Al	1,51	Fe	14,88
Si	6,81	Zn	1,87
S	14,63	Ni	0,26
K	0,56	Cu	0,21
Na	1,83	Sr	4,24
Mg	0,47	Ba	40,90
Ca	2,15	O	9,02
Cr	0,67		

Prøver med LRA-materiale fra ulike installasjoner på norsk sokkel er analysert med hensyn på makrosammensetning. Elementinnholdet i masseprosent er angitt i Tabell 4.3. Data fra SEM-analyser i LRA-kartleggingsundersøkelsen, se Kap. 2.6.1.

Beregningene er utført ved hjelp av MicroShield V.5.05 [MicroShield].

a. Ekstern doserate fra midlertidig lager

Det tas utgangspunkt i at lageret kan inneholde opp til 100 tonn LRA lagret i åpen løsning på betongsåle. Den totale aktiviteten i lageret vil dermed være 2,3 GBq ^{226}Ra og 0,77 GBq ^{228}Ra . I beregningen er lageret gitt en dimensjon på 5m × 5m og en høyde på 2m.

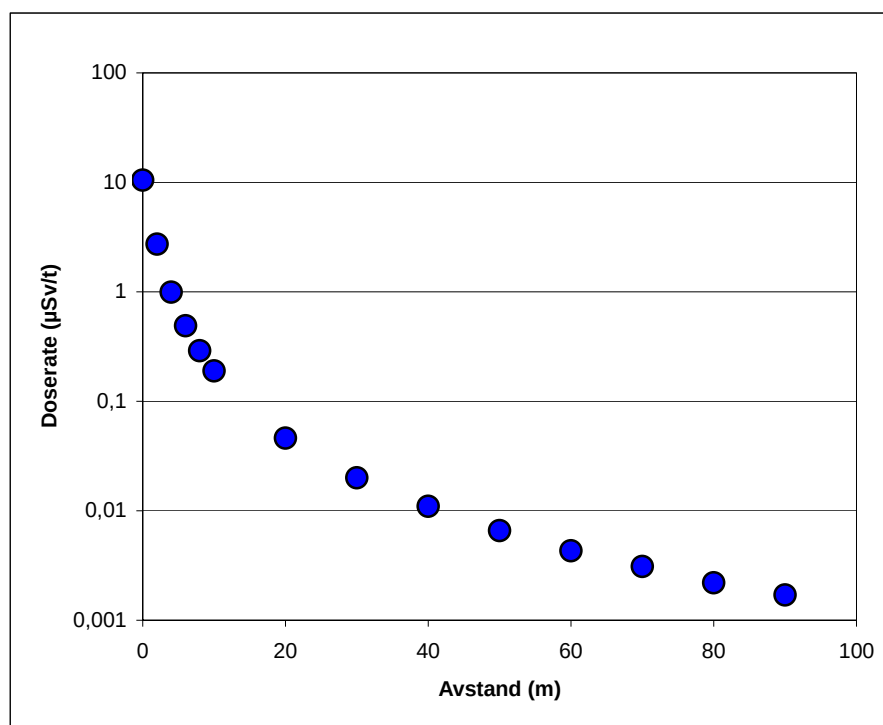


Fig. 4.1: Ekvivalent doserate fra midlertidig lager med 100 tonn LRA

Beregningen viser at doseraten utenfor det midlertidige lageret vil bli lav. Grensen for kontrollert område på 7,5 µSv/t vil ligge under 2 m fra ytterkant av lageret. Grensen for strålenivå på nærmeste faste arbeidsplass, som for dette tiltaket forventes å være behandlingsanlegget vil ligge ca 6 m fra lageret.

b. Ekstern doserate i behandlingsanlegget

Stråledosen til personell som arbeider ved tiltaket forventes å domineres av arbeid i behandlingsanlegget. Det skyldes i hovedsak oppholdstiden i anlegget og at avstanden til avfallsbeholderne er kort. Som et eksempel på doserater som kan forventes under arbeidet er det gjort en beregning av doseraten fra et standard industrifat som er fullstendig fylt med LRA. Fatet har et volum 210 l fat med diameter 57 cm og høyde 88 cm og er framstilt av plast. Doseraten er beregnet i et punkt utenfor tønnes midtpunkt.

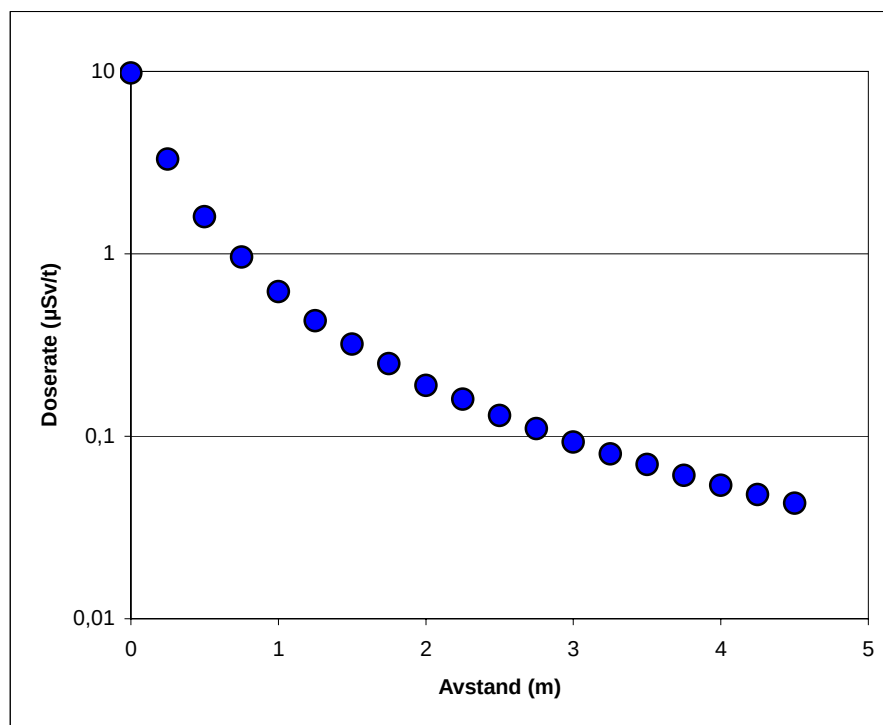


Fig. 4.2: Ekvivalent doserate fra et standard fat fylt med LRA

Det kan antas at typisk avstand mellom fatet og person vil være 0,5 til 1,0 m mens arbeidet pågår. Gjennomsnittlig doserate som vedkommende utsettes for i denne operasjonen vil være 1 µSv/t.

c. Ekstern doserate ved arbeid knyttet til deponitunnel

Personell som arbeider i deponiet vil eksponeres for ekstern stråling fra deponerte avfallsbeholder samt fra avfallskokille under transport inn i deponiet. Det er utført beregning for en avfallspakke av Type 1 samt doserate fra delvis fylt deponihall hvor det er deponert 150 tonn LRA.

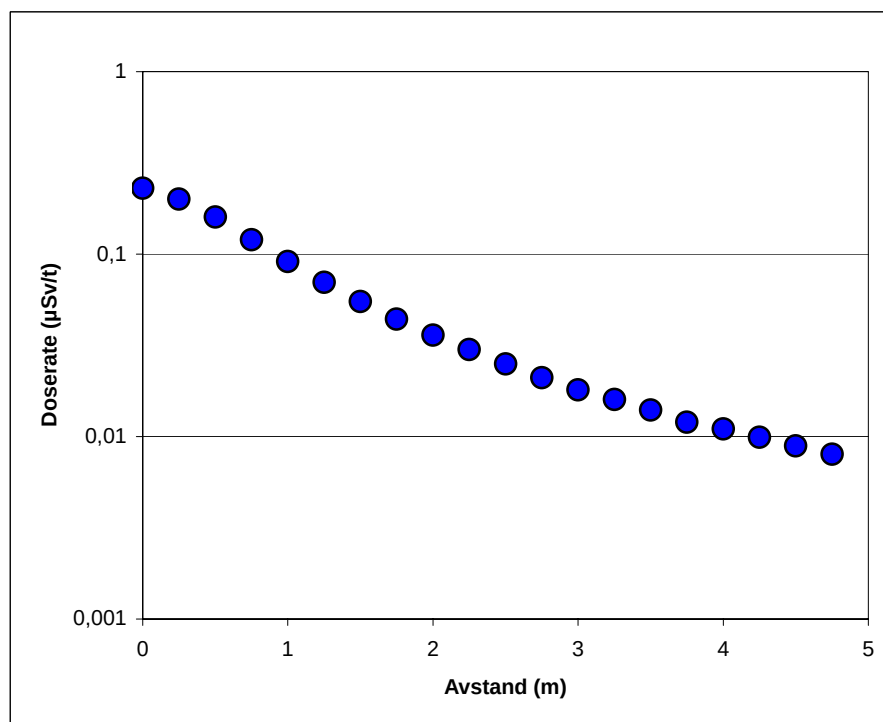


Fig. 4.3: Ekvivalent doserate fra en kokille

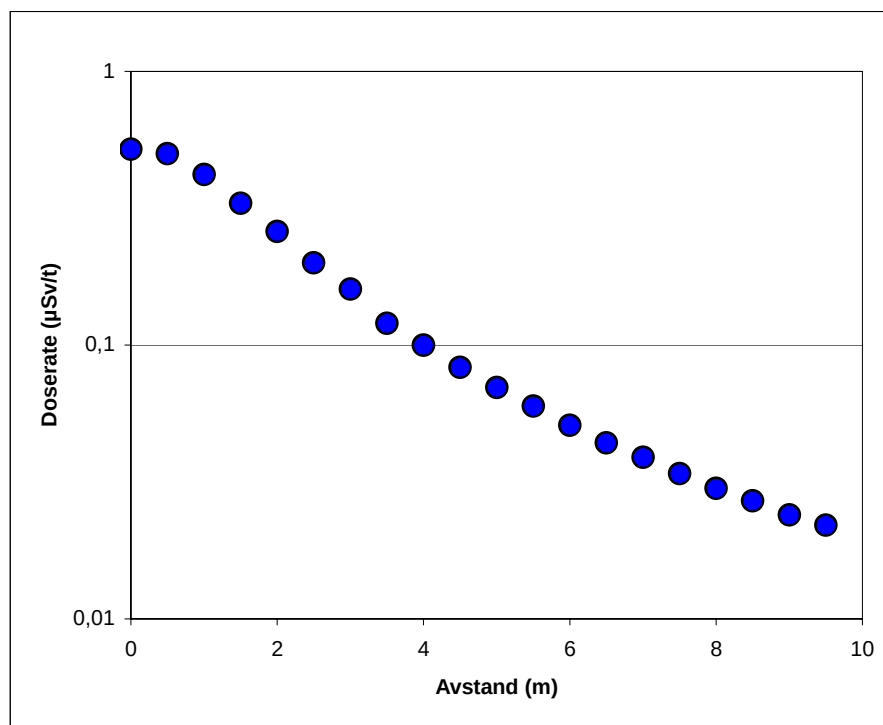


Fig. 4.4: Ekvivalent doserate fra delvis fylt deponitunnel

Beregningene viser at ekstern stråling fra ferdigstøpt kokille og i selve deponihallen vil være svært lav. Dette skyldes i hovedsak at materialet har meget høy selvabsorpsjon av γ -stråling på grunn av det høye bariuminnholdet. Dette fører videre til at strålenivået i hallen vil være tilnærmet uforandret når det etter hvert settes inn flere kokiller.

Ut fra kunnskap om ekstern doserate i de ulike deler av anlegget kan årsdosen til personell estimeres. Det bemerkes dog at det knytter seg usikkerhet til varigheten av de ulike operasjoner. Estimateret anses å være konservativt.

Tabell 4.4: Beregning av årsdose fra ekstern stråling til personell ved ulike prosesser i tiltaket

Anlegg	Operasjon	Tid [t]	Doserate [µSv/t]	Årsdose [µSv]
Midlertidig lager	transport til/fra	40	0,2	8
Midlertidig lager	inspeksjon	8	5	40
Behandlingsanlegg	uttak av LRA-materiale	100	0,75	75
Behandlingsanlegg	rensing	500	0,2	100
Behandlingsanlegg	fylling av avfallspakke	200	1	200
Deponi	transport	100	0,1	10
Deponi	stabling	150	0,1	15
Deponi	inspeksjon	16	0,5	8
Deponi	støping	80	0,5	40
TOTALT				496

Ut fra beregningene som foreligger konkluderes det med effektiv dose til personell som arbeider ved tiltaket fra ekstern stråling ikke vil overstige 0,5 mSv per år.

Det synes følgelig ikke rimelig å iverksette dosereduserende tiltak ut over at oppholdstiden i umiddelbar nærhet til LRA gjøres så kort som mulig.

4.1.6 Overvåkingsprogram – arbeidsmiljø

Det vil bli iverksatt tiltak for å overvåke arbeidsmiljøet i anlegget med hensyn på ioniserende stråling. Overvåkingsprogrammet vil bestå av følgende komponenter:

1. Øyeblikksovervåkning av partikkelbundet aktivitet og radon i luft
2. Gjennomsnittsmåling av radon i luft
3. Øyeblikksovervåkning av ekstern stråling
4. Persondosimetri for ansatte ved tiltaket

I tabell 4.5 er det angitt i hvilke deler av anlegget de ulike overvåkingsprogram vil bli implementert. Persondosimetri er aktuelt for den del av personalet som forventes å utsettes for mest ekstern stråling. Persondosimeter er knyttet til person og skal derfor brukes i alle anlegg innenfor tiltaket.

Tabell 4.5: Oversikt over i hvilke deler av anlegget overvåkingsprogram vil bli implementert.

Anlegg	Partikkelbundet luftaktivitet	Gjennomsnittsmåling av radon	Ekstern stråling	Persondosimetri ¹⁾
Midlertidig lager				X
Behandlingsanlegg	X	X	X	X
Deponi	X	X		X

¹⁾ Kun for utvalgt personell

4.1.6.1 Overvåking av luftbåren partikkelbundet aktivitet

Det er utviklet et system for kontinuerlig overvåking av luftaktivitet i tiltaket [NSFS96]. Systemet vil fange opp partikkelbåret aktivitet, aerosoler, og presentere luftaktiviteten i form av øyeblikksverdier.

Systemet består av frittstående transportable eller fastmonterte enheter. Enheten er basert på at en pumpe suger et kalibrert luftvolum gjennom et partikkelfilter som kontinuerlig måles med et Geiger-Müller rør. Instrumentet er følsomt for γ -, β - og til en viss grad α -stråling fra deponerte aerosoler. Signalene fra enheten overføres via kabel til en lokal PC plassert i behandlingsanlegget. Et spesielt utviklet program står for kontinuerlig utlesning av samtlige installerte enheter, presentasjon av måledata samt generering av alarm dersom nivået overstiger en på forhånd satt grenseverdi.

Alarmgrensene settes uavhengig for hver enhet slik at det utløses alarm på et så tidlig tidspunkt som mulig hvis det skulle oppstå en økning i luftaktivitet, men samtidig slik at falske alarmer ikke oppstår for hyppig. Dersom alarm utløses skal anlegget umiddelbart evakueres og ikke tas i bruk igjen før årsaken til alarmtilstanden er avklart. Detaljert håndtering av avviks- og alarmsituasjoner vil være beskrevet i anleggets driftsprosedyre.

Måledata og alarmer skal gjøres tilgjengelig også utenfor anlegget da dette ikke vil være bemannet til enhver tid. Dette vil skje ved trådløs overføring til Wergeland-Halsviks anlegg på Sløvåg. Måledata kan også, dersom det er ønskelig, gjøres tilgjengelig for Norse Decom AS på Kjeller via internett forbindelse.

4.1.6.2 Overvåking av radonkonsentrasjon i luft

Det samme systemet som brukes til overvåking av partikkelbundet luftaktivitet vil også være sensitivt for radon ved at radondøtrene samles opp på filteret. Systemet vil dermed gi kvalitativ informasjon om endringer i radonkonsentrasjonen i anlegget. Dersom radonnivået i anlegget skulle øke vil det kunne føre til at luftaktivitetsalarm utløses.

For å kunne få et kvantitativt mål på radonkonsentrasjonen vil det bli utplassert sporfilm av lukket type (CR-39) i deponi og behandlingsanlegg. Bruk av lukket sporfilm vil gi en gjennomsnittlig verdi for radonkonsentrasjon i måleperioden som typisk vil være 3 måneder. Dette vil tjene som dokumentasjon av radonnivået i relasjon til det regelverket som gjelder for denne type arbeidsplasser (se kap 4.1.1).

4.1.6.3 Overvåking av ekstern stråledose i deponianlegget

Ekstern stråling fra LRA-materialet vil som beregningen i kap 4.1.5 viser, under enhver omstendighet ikke kunne føre til høye doserater. Det anses likevel å være hensiktsmessig å overvåke doseraten i behandlingsanlegget hvor oppholdstiden er lengst og hvor personell vil oppholde seg relativt nær LRA-materialet.

Overvåkingen skjer på kontinuerlig basis ved at målestasjonene for luftaktivitet, beskrevet i kap. 4.1.6.1, utstyres med en doseratemonitor av Geiger-Müller type. Signalene fra denne overføres på samme måte til PC i behandlingsanlegget. Alarmer som utløses på grunn av forhøyet ekstern stråling vil kun utløses lokalt ved enheten. Detaljert beskrive av tiltak i forbindelse med alarm utløst av eksternt strålenivå vil bli gitt i anleggets driftsprosedyre.

4.1.6.4 Persondosimetri

Estimatet av effektiv dose utført i kap.4.1.5, som er å anse som konservative, viser at denne ikke vil overstige 0,5 mSv per år. I henhold til arbeidsmiljølovens forskrift nr.1157 [FOR1157] og råd gitt av Statens strålevern [StrålevernHefte8] vil virksomheten følgelig ikke kreve persondosimetri.

Det vurderes imidlertid som hensiktsmessig å likevel utstyre en del av personalet med persondosimeter. Det gjøres først og fremst for å kunne fastslå hva de faktiske stråledosene viser seg å bli etter at anlegget er satt i drift.

Erfaringsmessig vil arbeid med radioaktivt materiale kunne føre til en viss usikkerhet blant ansatte. Et virkemiddel for å redusere denne engstelsen er å kunne dokumentere at stråledosene faktisk ligger innfor det som kan forventes og godt under dosegrensen for publikum, 1 mSv per kalenderår.

Det kan være aktuelt å avgrense bruk av persondosimeter til personell som oppholder seg ved tiltaket en betydelig del av sin totale arbeidstid. Vurderingen om hvor mange og hvem som skal få utdelt persondosimeter vil bli gjort fortløpende på grunnlag av driftserfaring.

De personer som har fått utdelt persondosimeter skal bruke dette ved opphold i midlertidig lager, behandlingsanlegg, deponi og under transport av avfallsbeholdere. Dosimetrene vil bli avlest på månedlig basis og resultat rapportert til Statens strålevern.

4.2 Tiltak for vern mot eksponering for ikke-radioaktive kjemikalier/forurensninger

Arbeid som innebærer risiko for eksponering for ikke-radioaktive kjemikalier/forurensninger vil være knyttet til prosessen for fjerning av olje og eventuelt andre ikke-radioaktive komponenter og prosessen for fjerning av radioaktive stoffer og tungmetaller fra prosess- og drens vannet.

Proessen for fjerning av olje (Kap. 3.4.2.3: Teknikk 1) vil medføre bruk av kommersielle oljeoppløpere som for eksempel TurboClean, CC-5105 eller CC-115 fra MI Production Chemicals, eventuelt sammen med diesel.

En eventuell prosess hvor sulfatdelen av LRA oppløses (Kap. 3.4.2.3: teknikk 2), vil involvere bruk av "Scaleoppløser" som for eksempel BaSOL 2000 fra MI Production

Chemicals sammen med mineralske syrer (for eksempel svovelsyre) og baser (for eksempel natronlut).

Proessen for fjerning av radioaktive stoffer og tungmetaller vil medføre bruk av salter (for eksempel bariumnitrat eller -klorid) sammen med svovelsyre og eventuelt natronlut eller natriumkarbonat som pH-regulator.

Det vil bli utarbeidet prosedyrer for alt arbeid som innebærer bruk eller kontakt med kjemikalier samt for oppbevaring og avhending av samme. Prosedyrene vil inkludere alle nødvendige vernetiltak.

Involvert personell vil ha nødvendig opplæring.

Det vil bli ført register over kjemikalieforbruket.

Brukte kjemikalier og kjemikalierester vil bli avfallsbehandlet på forsvarlig måte:

- Oljeholdige og –løselige kjemikalier avhendes sammen med oljeholdig fraksjon til behandlingsanlegget for slop og borekaks.
- Utfelte bariumsalter deponeres som LRA.
- Syre og baser nøytraliseres.

Vernetiltak innført i forbindelse med strålevern vil også beskytte mot kjemikalier.

5 Overvåkingsprogram for ytre miljø

Kontroll av utslipp til ytre miljø vil sikres gjennom et overvåkingsprogram som omfatter drenasjesystem, nærmiljø og resipient.

Programmet består av en forundersøkelse og periodisk prøvetaking av relevante prøvetyper. Programmet vil i den grad det er mulig samordnes med overvåkingsprogrammet for det eksisterende deponiet for askeavfall.

5.1 Prøvetyper, prøvesteder og relevante parametre

For best mulig å kunne identifisere episoder med utslipp og eventuell forurensing av nærområde og/eller resipient, er det viktig både å velge prøvetyper som kan gi informasjon om de aktuelle nivå og prøvetyper hvor eventuell lekkasje fra deponiet eller behandlingsanlegget først vil være synlige. Det er også viktig å kunne identifisere og tallfeste eventuelle andre kilder til radioaktivitet eller andre forurensninger i drenasjesystemet rundt LRA-deponianlegget.

Følgende prøvetyper og -steder vil bli inkludert i overvåkingsprogrammet:

1. Drensvann. (fra drenskummer før og etter tilslutning til dreneringssystemet fra det eksisterende deponiet)
2. Sjøvann (fra resipienten, Fensfjorden umiddelbart utenfor utslippsledningen).
3. Sediment (fra resipienten, Fensfjorden umiddelbart utenfor utslippsledningen).
4. Jord. (Nærområdet til anlegget består av knauser og små myrdrag. Det vil bli tatt prøver av myrjord i åpent lende).
5. Vegetasjon. (To typer typisk vegetasjon i området umiddelbart ovenfor deponiet, for eksempel vier og myrull).
6. Berggrunn. (Prøver av berggrunnen på stedet vil bli målt for innhold av radioaktive stoffer, data inngår i bakgrunnsnivå).
7. Askeavfall. (Prøver av deponert materiale fra askeavfallsdeponiet vil bli målt med hensyn til innhold av radioaktive stoffer. Fra før finnes et stort datamateriale over tungmetaller i materialet fra den regulære overvåkingen av borekoaksdeponiet).

5.2 Forundersøkelse – etablering av bakgrunnsnivå

Forundersøkelsen vil danne grunnlag for å etablere bakgrunnsnivå for de relevante radionuklidene i drensvannet og for området som grenser til deponiet inkludert resipienten, Fensfjorden. Bestemmelser av andre parametre som TOC og tungmetaller vil også bli inkludert.

Forundersøkelsen vil også inkludere prøver av omliggende berggrunn og deponert askeavfall fra det eksisterende deponiet.

5.3 Plan for overvåkingsprogrammet

Drensvann fra deponidelen av tiltaket er planlagt sluppet ut i Fensfjorden gjennom den samme lukkede ledningen som brukes for utslipp av sigevann fra eksisterende deponi A for askeavfall. Drensvannet skal ledes via en prøvetakings- og målekum før det slippes inn på eksisterende utslippsledning. Innslipet skal være oppstrøms Deponi A, og oppstrøms eksisterende prøvetakings- og målekum for sigevann fra Deponi A.

Vannet i prøvetakings- og målekummen omfatter også oppsamlet utslippsvann, med unntak av vaskevann fra prosessen med fjerning av olje i LRA, fra behandlingsanlegget.

Forundersøkelsen vil bli gjennomført våren 2005 med prøvetaking og analyser. Rapporten inneholdende resultater og foreslåtte verdier for bakgrunnsnivå vil foreligge i god tid før start av deponianlegget.

Det regulære overvåkingsprogrammet vil bli satt i gang etter at deponianlegget er bygd og satt i drift. Overvåkingsprogrammet vil være delt i to deler:

1. Overvåking av utslipp: drenevann. Det planlegges en prøvetakingsfrekvens på 2-4 ganger per år. Vannprøvene skal analyseres for innhold av ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb , kobber (Cu), kadmium (Cd), krom (Cr), sink (Zn), nikkel (Ni), kvikksølv (Hg), bly (Pb), barium (Ba), antimon (Sb), arsen (As), selen (Se) og partikkelinnhold, samt registrering av aktuelle feltparametre som temperatur, total vannmengde pH-verdi og ledningsevne.
2. Overvåking av nærmiljøet. Det vil bli gjennomført prøvetaking hvert 5. år av jord og vegetasjon i nærområdet til deponianlegget og av sediment i Fensfjorden umiddelbart utenfor anlegget. Analyserte parametre er de samme som under pkt. 1.

Overvåkingsprogrammets del 1 er satt opp blant annet på grunnlag av hva som i dag overvåkes i utslippsvannet fra eksisterende deponi A. I tillegg til de uorganiske stoffene, er radioaktive stoffer tatt med for dette tiltaket. Overvåkingsprogrammet må ses i sammenheng med dagens utslippstillatelse fra eksisterende deponi., med sammensetningen av LRA og med resultatene fra måling av bakgrunnsnivået i området.

6 Drift av deponianlegget

6.1 Normal drift

I det følgende beskrives normal drift av anlegget. I startfasen vil det være kontinuerlig drift inntil alt LRA som i dag er mellomlagret er ferdig behandlet og deponert. Etter den tid vil det være drift i anlegget etter behov. Eksempelvis vil en mottatt årlig mengde på 20 tonn anslagsvis gi 2-4 måneders drift i anlegget.

Det vil bli utarbeidet detaljerte prosedyrer for alle arbeidsoperasjoner i forbindelse med transport, drift og deponering av LRA inkludert støtteoperasjonene som for eksempel rensing av avløpsvann og kontrollfunksjoner. Deponianlegget vil bli sertifisert etter ISO EN 9000 og ISO EN 14000.

6.1.1 Transport

Sjøveis transport fra oljebasene til kai ved Sløvåg skjer uten ompakking med avfallet oppbevart i plastfatene i de lukkede stålkonteinerne avfallet er lagret i på basene.

Ved mottak på kai i Sløvåg, transporteres materialet til deponianleggets midlertidige lager fremdeles oppbevart stålkonteinerne. Intern transport mellom det midlertidige lageret og behandlingsanlegget og i behandlingsanlegget skjer med plastønnene omlastet på sikrede paller.

6.1.2 Drift av behandlingsanlegget

Arbeidet i behandlingsanlegget kan deles opp i ulike deloperasjoner:

1. Åpning av transportbeholder (plastfat). Plastfat åpnes under godt ventilerte forhold for å minimere eksponeringen for radon.
2. Prøvetaking. Det tas prøve av hvert fat for bestemmelse/verifisering av aktivitets- og hydrokarboninnhold. Hvis innholdet av olje overstiger 5 vektprosent skal materialet renses før deponering.
3. Fjerning av olje (oljeinnhold over 5 vektprosent). Olje fjernes fra LRA ved bruk av oljeoppløsere og mekanisk røring (Teknikk 1) som beskrevet i Kap. 3.4.2.3. Eventuelt vil også Teknikk 2 beskrevet samme sted kunne bli benyttet.
4. Emballering i avfallskokille. Etter eventuell fjerning av olje vil materialet bli emballert for deponering i valgt kokilletype (Kap. 3.4.3). Den gjenstøpte kokillen henses til herding av betongen i minst en måned.
5. Avfallsbehandling. Alt spill og søl samles i fat for eventuell rensing etter 3) og emballering (4). Oljeholdig væske kontrolleres for innhold av radioaktivitet og transporteres til Wergeland-Halsviks anlegg for slop og borekaks.
6. Rensing av prosess- og dremsvann. Alt ikke-oljeholdig prosess- og dremsvann kontrolleres for innhold av radioaktive stoffer og tungmetaller. Om nødvendig fjernes disse til akseptabel nivå som beskrevet i Kap. 3.4.2.3.

Stråleverntiltak er beskrevet i Kap. 4.1, andre vernetiltak er beskrevet i Kap. 4.2.

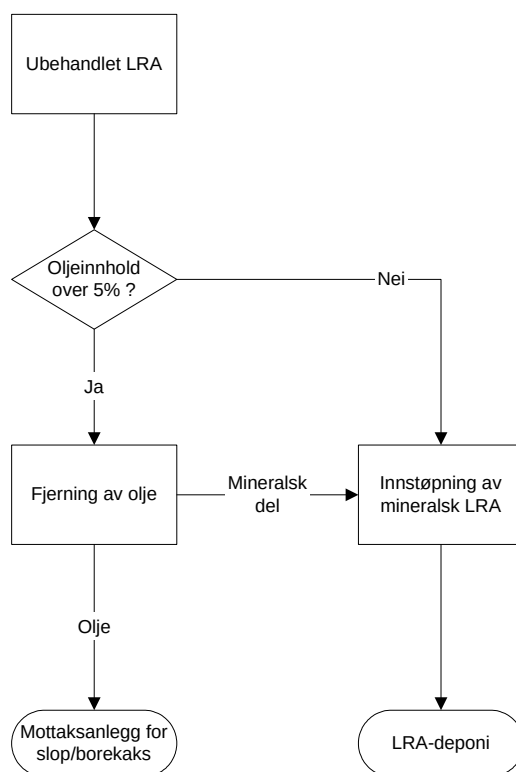
Mottatt avfall som etter kontroll (pkt. 2, ovenfor) skulle vise seg å falle utenfor definisjonen for LRA (Kap. 2.1), returneres til avsender for avsenders regning. Ikke noe LRA vil bli mottatt i anlegget uten skriftelig avtale om retur til avsender av avfall som ikke er LRA.

6.1.3 Drift av deponiet – ifylling

Ferdig herdede og ifylte kokiller transporteres til endelig plassering i deponitunnel med truck. Før plassering finner sted er deponi- og adkomsttunnel godt utluftet og kontrollert med hensyn til radonkonsentrasjon.

6.1.4 Massestrømmer

Massestrømmen for mottatt LRA er vist i figur 6.1.



Figur 6.1: Massestrøm for LRA i deponianlegget.

LRA med oljeinnhold over 5 vektprosent vil bli rensset for olje. Den ikke-radioaktive oljefraksjonen vil bli sluttbehandlet i slop/borekaksanlegget til Wergeland-Halsvik Avd Farlig Avfall.

Alle massestrømmer vil bli registrert sammen med målinger av oljeinnhold og innhold av radioaktive stoffer og tungmetaller. Disse er:

1. Mottak i anlegget. Registrering blir utført for hvert fat med måling av vekt, innhold av radioaktivitet (^{226}Ra og ^{228}Ra) og eventuelt tungmetaller hvis det blir krevd av myndighetene.
2. Oljeholdig del. Registrering blir utført for hver batch med måling av vekt (volum) og innhold av radioaktivitet før forsendelse til slop og borekaksanlegget.
3. Mineralsk del for deponering. Registrering blir utført for hvert fat eller batch med måling av vekt og innhold av radioaktivitet.

Registreringen blir utført slik at komplette budsjetter for masser og delmasser: radioaktivitets-, vann- og oljemengder kan fremstilles for kontroll.

Alle vannmengder inn og ut av anlegget vil også bli registrert med tilhørende målinger.

6.2 Uhellssituasjoner

6.2.1 Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under transport

Under sjøtransport av avfallsbeholdere (plastfat i konteinere) til anlegget vil det være en mulighet for at konteineren faller i sjøen. Sannsynligheten for at dette skal skje anses dog som svært liten. En slik hendelse vil ha liten eller ingen radiologiske konsekvenser for operatøren.

Det anses som svært lite sannsynlig at beholderne skal bli sterkt skadet i denne forbindelse. Konteiner med avfallsbeholdere vil høyst sannsynlig ligge intakte på sjøbunnen.

Aktuelle myndigheter (Statens strålevern, Sjøfartsdirektoratet, OD) skal umiddelbart varsles om denne type uhell. I samarbeid med myndighetene vil det så bli tatt en beslutning om det er hensiktsmessig å heve konteineren.

Dersom beholderen blir forlatt på havbunnen vil inneslutningen etter hvert tæres bort. LRA-materialet i seg selv, som i hovedsak består av sulfat, er lite løselig i vann.

Tatt i betraktning aktivitetsmengden i konteineren, typisk 100 MBq, vil de radiologiske konsekvensene være minimale selv om alt det radioaktive materialet skulle lekke ut.

Uhell under vegtransport kan typisk være utforkjøring, kollisjon og brann i kjøretøyet. Kollitypen som benyttes, IP-1 eller IP-2, er ikke dimensjonert for å tåle alvorlige uhell. Det kan derfor antas at et alvorlig uhell vil føre til brudd i inneslutningen med det til resultat at LRA-materiale spres på ulykkesstedet. Det henvises dog til det på verdensbasis har skjedd få uhell under vegtransport av radioaktivt materiale og at ingen av disse har medført alvorlige radiologiske konsekvenser. LRA representerer i seg selv ingen stor risiko i denne sammenheng.

Hvis et uhell oppstår under transport skal sjåføren straks varsle aktuelle myndigheter som Statens strålevern, politi og brannvesen. Ansvarlig for drift av tiltaket skal også varsles umiddelbart for å eventuelt kunne bistå nevnte etater med fagkunnskap om håndtering av materialet.

Konklusjonen er at eventuelle uhell under vegtransport kan føre til lokal kontaminering, men at denne relativt enkelt kan bringes under kontroll og fjernes.

6.2.2 Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under lossing

Dersom en konteiner mistes i sjøen, vil denne høyst sannsynlig bli liggende intakt på sjøbunnen. Aktuelle myndigheter (Statens strålevern, Sjøfartsdirektoratet, OD) skal umiddelbart varsles om denne type uhell. Det antas å være relativt enkelt å heve konteineren.

Etter heving vil også avfallsbeholderne i konteineren bli inspisert for ytre skader. Dersom slike skader kan påvises vil skadede beholdere umiddelbart bli sikret og fraktet til behandlingsanlegget for reemballering.

Hvis en konteiner mistes ned på selve kaia kan det forventes at støtet påvirker inneslutningsevnen til beholderne inne i konteineren. Et kolli av type IP-1 er dimensjonert for å tåle fall opp til 1,2 m høyde ned på fast underlag, men fall fra større høyder kan ikke utelukkes. Dersom en konteiner mistes skal det umiddelbart gjøres en situasjonsvurdering. Ved ubetydelige synlige skader sikres konteineren og transporteres umiddelbart til behandlingsanlegget for reemballering.

Dersom det har oppstått lekkasje fra beholderen skal området umiddelbart sperres av og anses som kontrollert område. Adgangen til området avgrenses til kun personell som har oppgaver i oppryddingsarbeidet. Hensikten med avsperring er å hindre videre spredning av LRA-løsmasser. Oppryddingsarbeidet vil i stor grad utføres manuelt.

Personell vil under arbeidet utstyres med personlig verneutstyr i form av:

- Pustevern med P3 filter
- Overtrekkdress av Tyvek type
- Gummihansker
- Gummistøvler

Materialet som tas opp lagres i en beholder som kan lukkes.

Etter endt opprydding skal personell og utstyr kontrolleres for kontaminering med en bærbar kontamineringsmonitor. Området hvor det har vært spill skal også kontrolleres før det kan friklassifiseres.

6.2.3 Tap/ødeleggelse av avfallsbeholder under transport mellom kai og deponianlegget

Transporter inne på selve bedriftsområdet vil skje med truck og lastebil (se Figur 1.2). Hastigheten det opereres med er lav og eventuelle uhell forventes dermed å medføre begrenset skade på avfallsbeholderen. Dersom beholderen mistes fra truck forventes inneslutningsevnen å være bevart. Dersom beholderen har fått synlige skader vil den bli sikret og transport direkte til behandlingsanlegget for reemballering.

6.2.4 Uhell i forbindelse med ompakking

Uhell i ompakningsprosessen vil kunne føre til kontaminering på gulv og overflater i lokalet. Tiltak og opprydding vil bli som beskrevet i kap 6.2.2.

6.2.5 Ødeleggelse av avfallspakke under ifylling av deponi

Ved stabling av kokiller i deponiet vil det være en viss sannsynlighet for at den faller ned. Fallhøyden anslås maksimalt til 3 meter. Et slik fall vil kunne føre til sprekkdannelse i betongkokillen. Dersom kokilletype 1 blir brukt i tiltaket vil innerbeholderne av plast med stor sannsynlighet ikke sprekke og kontaminering vil dermed ikke oppstå. For kokilletype 2 kan sprekken gå inn til LRA-materialet. Etter som dette er blandet med betong vil imidlertid bare en liten mengde kunne bli frigjort. Opprydningsarbeidet vil følge retningslinjene beskrevet i kap. 6.2.2.

Kokiller som har vært utsatt for fall, og hvor det som følge av dette har oppstått sprekker, skal ikke brukes til deponering. Kokillen vil i så fall fraktes tilbake til behandlingsanlegget for reemballering.

6.2.6 Blokknedfall i deponitunnel

Utsprengning av adkomst- og deponitunnel utføres med boring og sprengning i samsvar med vanlig norsk praksis for tunneldrift. Berget kartlegges i samsvar med Q – Metoden , [NGI01]. Permanent sikring av alle bergrom utføres i samsvar med Q – metodens anbefalte nivå for haller og vegtunneler (ESR=1,0 -1,3), som for normalt godt fjell betyr at stabilitet sikres med rensk og bolter. Bergsikring utføres i sin helhet før noe materiale transporteres inn i anlegget. Periodisk etterkontroll av berg i driftstiden utføres etter på forhånd bestemte tidsintervall, anslagsvis hvert 3. år fra egnet arbeidsplattform.

Under oppfylling sikres lagerdeponiet midlertidig mot drypp ved oppspenning av presenning i flammehemmende materiale. Tunnelduken vil i seg selv beskytte mot mindre nedfall. Betongblokkene med LRA-materialet stables opp til ca 1 meter under taken i tunnelen. Eventuelle steinblokker som mot formodning måtte komme ned får da så liten fallhøyde at skader på beholderne unngås. Dersom ikke eventuelle nedfall kan fjernes, støpes de inn

sammen med materialet i neste fase. Dette betyr at avfallspakkene også må tåle nedfall av steinblokker fra 1 meter høyde

Etter at et bergrom er oppfylt støpes det opp en tett veg foran rommet som deretter fylles fullstendig med hydratisert materiale (betong), med tetthet større enn berget. Et gjenfylt bergrom vil ikke påvirkes av endringer i bergets stabilitet over lang tid som følge av for eksempel korrosjon av bolter. Dette vil totalt forhindre nedfall av berg.

6.2.7 Brann

Brann i nærheten av avfallsbeholdere forventes ikke å ha store radiologiske konsekvenser. LRA er i seg selv ikke brennbar og selv sterk varmeutvikling rundt beholdere vil ikke kunne føre til spredning av betydelige mengder materiale.

Ved brann i det midlertidige lageret kan det forventes at enkelte beholdere ødelegges med lokal kontaminering som resultat. Brannfaren i lageret er dog lav og det vil være lite brennbar materiale til stede til å opprettholde brannen.

I behandlingsanlegget vil potensialet for at det skal oppstå brann og at denne skal kunne utvikle seg være større. Anlegget antas å ville inneholde standard bygningsmaterialer, inventar og maskinelt utstyr for rensing av LRA. Ved en brann i anlegget vil LRA-materialet som befinner seg der kunne bli spredt lokalt. På grunn av LRA-materialets fysiske beskaffenhet er det imidlertid lite trolig at spredning vil skje ut over et område på i størrelsesorden 100 m². Hendelsen vil derfor ikke få konsekvenser utenfor industriområdet.

Brann i deponitunnel vil kunne oppstå i driftsperioden for eksempel ved at en lastetruck tar fyr. Det vil være lite brennbar materiell ut over selve trucken i deponiet. Brannen antas ikke å kunne få et omfang som svekker deponerte kokiller.

Brann i etterdriftsfasen vil ikke kunne oppstå da tunnelene er fylt med betong i forbindelse med forsegling av deponiet.

6.2.8 Oversvømmelse

Siden deponianlegget, slik det er planlagt, i sin helhet blir plassert under grunnvannstanden vil anlegget bli neddykket. Utformingen av deponianlegget er med fall ut mot en felles pumpesynk. Her utformes anlegget med så store volum at man vil ha rimelig tid til å sette i verk avbøtende tiltak med pumping før eventuelt vann når opp til det lagrede materialet, om pumpen i pumpesynken skulle svikte. Under utsprengningen av bergrommet vil man dessuten få indikasjoner på fremtidige muligheter for vanninntrengning. Eventuelt kan berget injiseres før deponiet tas i bruk.

6.2.9 Avslutning av driftsfase – overgang til etterdriftsfase

Avslutningsfasen innledes med å stenge av det innfylte volum med en betongvegg og pumpe inne hydratiserende, tett masse slik at det på alle sider omslutter det lagrede materialet.

Klargjøring til etterdriftsfase skjer ved å fylle opp øverste del av bergrommet med tyntflytende injeksjonsmasse og sette hele volumet under trykk slik at vannførende kanaler tettes og eventuelt vann i vannførende kanaler i berget ledes utenom fjellrommet.

6.3 Beredskapsplaner

Beredskapsplaner for håndtering av en tapt, skadet eller ødelagt beholder og for varsling av relevante myndigheter skal utarbeides og innøves. Krav om beredskapsplaner og krav til å avholde beredskapsøvelser stilt i Stråleloven [LOV00] og Strålevern forskriften [FOR04] vil bli oppfylt.

I beredskapsplanen vil uhellsscenarioer som med en viss sannsynlighet kan oppstå i forbindelse med tiltaket bli behandlet.

Eksempler på uhellsscenarier er:

- Uhell under transport av LRA til anlegget
- Avfallsbeholder mistes ned på kai med resulterende kontaminering
- Avfallsbeholder mistes ned under transport fra midlertidig lager til behandlingsanlegg med lokal kontaminering
- Avfallsbeholder mistes ned under transport fra midlertidig lager til behandlingsanlegg med synlig skade på beholder, men uten kontaminering
- Spill av LRA i behandlingsanlegg
- Kokille mistes under stabling i deponi
- Brann i midlertidig lager
- Brann i behandlingsanlegg
- Brann i deponi

Det vil bli foretatt en løpende vurdering av aktuelle scenarier basert på driftserfaring.

Til hvert uhellsscenario vil det være knyttet prosedyrer for:

1. Varsling.
2. Tiltak i akutfase.
3. Planlegging av arbeid i senfase.

I prosedyrene for varsling vil det finnes informasjon om hvem som skal varsles lokalt på anlegget, redningsetater, myndigheter samt strålevernsekspertise fra IFE-Kjeller. Det vil foreligge detaljerte oversikter om hvordan varslingen skal utføres.

Beredskapsøvelser vil gjennomføres årlig. Hver øvelse vil bli knyttet opp mot et gitt scenario. Øvelsen vil få forskjellig omfang fra situasjoner som bare involverer personell på anlegget til mer omfattende øvelser som inkluderer vekselvirkning med redningsetater.

Beredskapsplaner for håndtering av en tapt, skadet eller ødelagt beholder og for varsling av relevante myndigheter skal utarbeides og innøves. Krav om beredskapsplaner og krav til å avholde beredskapsøvelser stilt i Stråleloven [LOV00] og Strålevernsforskriften [FOR04] vil bli oppfylt.

7 Hendelser som kan føre til utslipp av radioaktivitet – langtidsperspektiv

7.1 Tidsperspektiv

I dette kapittelet vil utviklingen av total aktivitetsmengde i deponiet over tid bli diskutert.

Beregningene tar utgangspunkt i et gitt starttidspunkt som er definert som når driftsperioden er omme og deponiet forsegles. Det antas da at deponiet er fylt opp til sin maksimale kapasitet på 2000 tonn LRA. Det vil da befinne seg 50 GBq ^{226}Ra i likevekt med kortlivede døtre til og med ^{214}Po i deponiet. For isotopen ^{210}Pb og dens døtre vil det ikke være likevekt i utgangspunktet. Isotopen ^{226}Ra har lang halveretid, 1600 år og vil dermed være førende når deponiet skal vurderes på lang sikt.

Deponiet vil i tillegg inneholde 10 GBq ^{228}Ra . Isotopen ^{228}Ra har imidlertid relativt kort halveringstid, 5,75 år, slik at denne og dens døtre ikke vil ha noen betydning i et langsiktig perspektiv.

I fig 7.1 presenteres aktivitetsutvikling i et relativt kort tidsperspektiv, inntil 100 år etter forsegling.

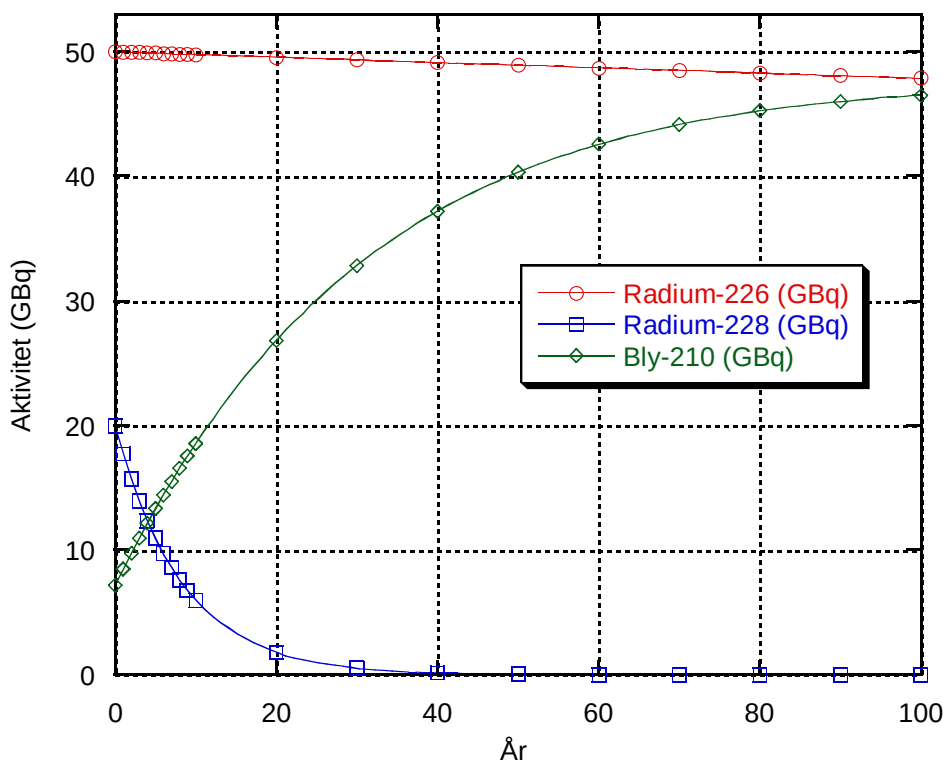


Fig 7.1: Aktivitetsutvikling i deponiet de første 100 år etter forsegling

Som det framgår av figuren vil reduksjonen i aktivitet av ^{226}Ra de første 100 årene være ubetydelig. Det åpnes likevekt mellom den langlivede datterisotopen ^{210}Pb og dens døtre ^{210}Bi og ^{210}Po i løpet av perioden. I et langsiktig perspektiv kan en dermed forutsette likevekt i hele kjeden.

For ^{228}Ra og dens datterisotoper ser en at aktiviteten avtar raskt og at det etter 100 år bare er neglisjerbare mengder, om lag 120 kBq, tilbake i deponiet.

I fig 7.2 vises aktivitetsutviklingen i en lengre tidsperspektiv, 10 000 år.

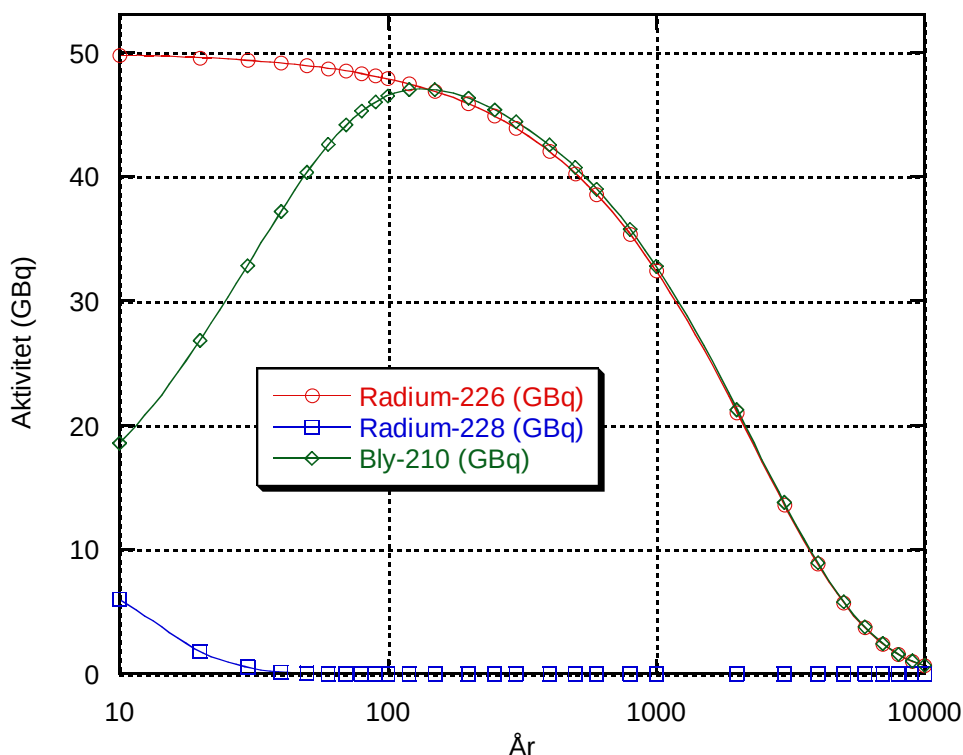


Fig 7.2: Aktivitet av ^{226}Ra , ^{228}Ra og ^{210}Pb i deponiet fra 10 år etter forsegling og 10 000 år fram i tid

I det langsiktig perspektiv vil bare isotopen ^{226}Ra være av interesse. Det vil nå være fullstendig likevekt i kjeden slik at ^{226}Ra og ^{210}Pb følger hverandre. Etter 10 000 år vil aktiviteten ha blitt redusert til 0,66 GBq for hver av de.

7.2 Oversvømmelse

Lagervolumet er fullstendig fylt med vanntett betong og skal i permanent tilstand være upåvirket av vann fra omliggende berg.

7.3 Jordskjelv

Regionen anlegget ligger i har moderat risiko for jordskjelv. Det vises til gjeldende norm for beregning av jordskjelvlaster.

Bergrom er i Norge anerkjent for å tåle svært store jordskjelvlaster før det oppstår fare for stabilitet. Gjenfylte bergrom tåler enda mye mer fordi det ikke vil være mulig at ras oppstår. Fare for spredning av avfall vil først oppstå ved store geologiske bevegelser i jordskorpen som følge av endringer i jordklodens platetektonikk, eller plutselig oppstått vulkanisme.

7.4 Ras

Bergrommet er fullstendig fylt igjen og ras vil ikke ha noen konsekvens.

7.5 Nedbrytning av barrierer

Betongmaterialet vil sannsynligvis være neddykket og det vil være beskyttet mot nedbrytning av berget ved utlaking, strømmende vann eller kjemisk nedbrytning. På grunn av bergoverdekningen vil det ikke opptre frost i anlegget ved det klima vi har nå.

7.6 Erosjon

Erosjon av berg i noen hastighet vil ikke inntreffe hvis det ikke kommer istid. Endringer i grunnvannspeil og erosjon på grunn av temperatur vil kreve betydelig endring til tropisk klima.

7.7 Menneskelig inntrengning

Det tas sikte på en tidlig omstøping av seksjoner av kokiller (Kap. 3.4.2.1). Frigjøring av materiale vil kreve boring og sprengning.

7.8 "Worst case"- scenario: fullstendig nedbrytning av alle barrierer

Det kan defineres et svært usannsynlig, men likevel tenkelig "worst-case"- scenario: fullstendig nedbrytning av alle barrierer unntatt det omgivende berget.

Deponiet er konstruert slik at vann vanskelig vil trenge inn og påvirke barrierene. Det er en forutsetning for dette scenariet at vann i tidens løp har trengt inn i deponiet og i tillegg har løst opp betongen i barrierene (innstøpning og kokiller) slik at selve LRA-materialet kommer i kontakt med vannet. Vannet vil da virke på LRA-materialet og over tid løse opp det som kan løses. Utslipp til resipient vil være avhengig først og fremst av to forhold: vanngjennomstrømningen i deponiet (bestemt av permeabiliteten i berggrunnen mellom deponiet og fjorden) og utlekkingen av stoffer fra LRA-materialet.

7.8.1 Vanngjennomstrømning

Det antas en vannstrøm fra anlegget gjennom fjellet og ut til sjø, hvis det i det hele tatt vil bli noe, på 0,001 l/s til 0,1 l/s. Dette gjelder for en antatt permeabilitet i berggrunnen på $k = 10^{-8}$ til $k = 10^{-6}$ og en årlig nedbør på 2 000 mm. Anslaget er meget konservativt. Ut fra dette kan det antydes en gjennomsnittlig vannmengde på 0,01 l/s. Dette gjelder også eventuell teoretisk mulig vannmengde som kan lekke inn i anlegget i driftstiden, og som da vil måtte pumpes fra lavbrekket og inn på den kontrollerte utslippsledningen. Sett i et annet perspektiv, og med utgangspunkt i en k -verdi på 10^{-8} eller 10^{-7} , vil grunnvannet i fjell strømme med en fart på ca. 1 eller 3 meter per år, dvs. at det kan ta fra 100 til 1000 år for grunnvann å strømme fra deponianlegget gjennom fjell til resipienten, en horisontalstrekning på ca. 160 meter. Det vil være en liten strømningsgradient mellom grunnvannsnivå i deponiområdet og havnivå, slik at det ikke er snakk om særlig strømming av vann med de antydde hastigheter.

7.8.2 Utlekkingstest

Det ble gjennomført utlekkingstester etter EU-standard EN 12457-3 L/S 2 og L/S 10 på to prøver av typisk LRA. Det valgte LRA-materialet er fra selskapene B og D (se Tabell 2.1, 2.2 og 2.3). Verdier for disse prøvene som er brukt til beregninger av utlekkingsparametre er gitt i tabell 7.1.

Utlekkingstest etter EN 12457-3 utføres ved å riste en siktet prøve av materialet med deionisert vann i to trinn først ved L/S 2 i 6 timer og så ved L/S 8 i 18 timer. Den sammenlagte utlekkingstiden blir da 24 timer og den akkumulerte L/S-kvoten blir 10. Analyser utføres på filtrerte prøver.

Tabell 7.1: Kjemisk innhold av LRA fra mellomlager, fra selskap B (type A) og D (type B) i KU. Alle tall er gitt i mg/kg tørrstoff bortsett fra for ^{226}Ra som er gitt i Bq/kg tørrstoff. Sulfatinnholdet og oljeinnholdet er beregnet fra Tabell 2.1. Bariuminnholdet er beregnet som 90 % av sulfatinnholdet.

Parameter	Type A (Selskap B)	Type B (Selskap D)
As	0,96	7,0
Ba	828 000	576 000
Cd	0,55	1083
Cr	1659	369
Cu	398	805
Hg	0,05	8,7
Ni	4,95	175
Pb	351	1105
Zn	475	89930
^{226}Ra	20 200	34 500
Olje	15 000	78 000
SO₄	920 000	640 000

Bestemmelse av ^{226}Ra i utlekkingsprøvene ble utført av Institutt for energiteknikk (Vedlegg 1) ved bruk av alfa spektrometri etter kjemisk separasjon av radium. Kjemisk utbytte ble bestemt ved bruk av ^{133}Ba som utbytetracer. Analysene er korrigert for bakgrunnsnivå av radium.

Tabell 7.2: Resultater fra utlakingstest av LRA fra selskap B (type A) og D (type B)(kap. 2). Væske-faststoff-forhold, L/S = 2 l/kg. EUs grenseverdier for inert avfall er tatt med for sammenligning. *-Data for ^{226}Ra er gitt i henholdsvis Bq/l og Bq/kg TørrStoff.

Parameter	Pr,1 Type A			Pr,2 Type B			Grenseverdi, inert avfall
	L/S = 2 l/kg TS			L/S = 2 l/kg TS			L/S = 2 l/kg TS
	µg/l	µg/kg TS	vekt-%	µg/l	µg/kg TS	vekt-%	µg/kg TS
As	< 1	< 2	¹⁾	< 5	< 10	¹⁾	100
Ba	1270	2 540	0,0003	67,6	135,2	0,00002	7000
Cd	0,0692	0,1384	0,03	<0,05	< 0,1	¹⁾	30
Cr	14	28	0,002	<0,5	< 1	¹⁾	200
Cu	132	264	0,07	8,65	17,3	0,002	900
Hg	< 0,02	< 0,04	¹⁾	<0,02	< 0,04	¹⁾	3
Mo	5,31	10,62	²⁾	14,2	28,4	²⁾	300
Ni	220	440	8,89	2,7	5,4	0,003	200
Pb	22,8	45,6	0,01	0,37	0,74	0,0001	200
Sb	0,2	0,4	²⁾	0,47	0,94	²⁾	20
Se	0,051	0,1022	²⁾	0,078	0,1562	²⁾	60
Zn	228	456	0,10	12,2	24,4	0,00003	2000
Cl ⁻	9 400	18 800	²⁾	125 000	250 000	²⁾	550 000
F ⁻	140	280	²⁾	< 100	< 200	¹⁾	4 000
SO ₄	131 000	262 000	0,03	1 440 000	2 880 000	0,45 %	560 000
DOC	16 000	32 000	0,21	6 800	13 600	0,02 %	240 000
Cr ⁶⁺	< 20	< 40	¹⁾²⁾	< 20	< 40	¹⁾²⁾	Ingen angitt verdi
^{226}Ra	0,108*	0,054*	0	0,050*	0,09*	0	Ingen angitt verdi

- 1) Innholdet i eluatet var under deteksjonsgrensen og del av utvasket materiale er derfor usikker og ikke oppgitt.
- 2) Totalinnholdet i materialet er ikke kjent og del av utvasket materiale kan derfor ikke beregnes.

Tabell 7.3: Resultaert fra utlakingstest av LRA fra selskap B (type A) og D (type B) i (Kap. 2).
Væske-faststoff-forhold, L/S = 10 l/kg. EUs grenseverdier for inert avfall er tatt med for sammenligning. *-Data for ²²⁶Ra er gitt i henholdsvis Bq/l og Bq/kg TørrStoff.

Parameter	Pr,1 Type A			Pr,2 Type B			Grenseverdi, inert avfall
	L/S = 10 l/kg TS			L/S = 10 l/kg TS			L/S = 10 l/kg TS
	µg/l	µg/kg TS	vekt-%	µg/l	µg/kg TS	vekt-%	µg/kg TS
As	< 1	< 10	¹⁾	< 5	< 50	¹⁾	500
Ba	818	8 180	0,00099	68,8	688	0,00012	20 000
Cd	< 0,05	< 0,5	¹⁾	< 0,05	< 0,5	¹⁾	40
Cr	3,01	30,1	0,002	< 0,5	< 5	¹⁾	500
Cu	21,9	219	0,06	< 1	< 10	¹⁾	2 000
Hg	< 0,02	< 0,2	¹⁾	< 0,02	< 0,2	¹⁾	10
Mo	4,25	42,5	²⁾	9,31	93,1	²⁾	500
Ni	60	600	12,12	1,07	10,7	0,006	400
Pb	8,95	89,5	0,03	< 0,2	< 2	¹⁾	500
Sb	0,115	1,15	²⁾	0,372	3,72	²⁾	60
Se	0,0432	0,432	²⁾	0,0324	0,324	²⁾	100
Zn	92	920	0,19	3,99	39,9	0,00004	4 000
Cl ⁻	< 1000	< 10000	²⁾	3500	35 000	²⁾	800 000
F ⁻	< 100	< 1000	²⁾	< 100	< 1000	²⁾	10 000
SO ₄	43000	430 000	0,05	967000	9 670 000	1,51	1 000 000
DOC	2500	25 000	0,17	1300	13 000	0,02	500 000
Cr ⁶⁺	< 20	< 200	¹⁾²⁾	< 20	< 200	¹⁾²⁾	Ingen angitt verdi
226 Ra	0,050*	0,5*	2,5 x 10 ⁻⁸ *	0,045*	0,45*	1,3 x 10 ⁻⁸ *	Ingen angitt verdi

1) Innholdet i eluatet var under deteksjonsgrensen og del av utvasket materiale er derfor usikker og ikke oppgitt.

2) Totalinnholdet i materialet er ikke kjent og del av utvasket materiale kan derfor ikke beregnes.

7.8.3 Konklusjon "worst-case"-scenario

Resultater for analyser av vann fra L/S 2 og L/S 10 er gitt i henholdsvis Tabell 7.2 og 7.3. Resultatene viser at utlekking bare i mindre grad finner sted og at utlekkingen ligger innenfor EUs grenseverdier for inert avfall for alle parametre unntatt nikkel (Type A) og sulfat (Type B).

Under forutsetning av at deponiet er fullt når barrierene bryter sammen, dvs. at det er lagret 2000 tonn LRA i deponitunnelen, og med grunnlag i antatt vannmengde på 0,01 l/s, viser resultatene fra utlekkingstesten at det vil ta minst 12 år å vaske ut en stoffmengde (vekt-%) tilsvarende et L/S-forhold på 2 og minst 63 år å vaske ut en stoffmengde tilsvarende L/S = 10.

Gitt anslag på strømningshastigheten til resipienten ovenfor, kan årlig vannmengde og utslipp av ²²⁶Ra til resipienten beregnes. Resultatene er vist i Tabell 7.4. For den antatt mest sannsynlige vannmengden kan det estimeres et utslipp på 16 000 Bq ²²⁶Ra i året eller 44 Bq per dag. Denne aktivitetsmengden vil i alle henseender være forsvinnende liten og vil ikke være målbar i resipienten.

Tabell 7.4: Strømningshastighet og årlig vann- og aktivitetsmengde (²²⁶Ra) til resipient i et Worst-case" scenario som forutsetter fullstendig på alle barrierer og vanngjennomstrømning i deponiet.

Strømningshastighet (l/s)	Årlig vannmengde til resipient (m ³)	Aktivitetsmengde (²²⁶ Ra) (Bq)
0,001	32	1 600
0,01	320	16 000
0,1	3 200	160 000

Det konkluderes med at den værst tenkelige hendelse, fullstendig brudd i alle barrierer, ikke vil føre til målbare utslipp av radioaktivitet.

I vedleggutkastets kapittel 2.1 er det bl.a. oppgitt grenseverdier for utlekking (se Merknad 1) som skal gjelde for avfall som kan mottas ved deponier for inert avfall. Disse er sammenholdt med resultatene fra utlekkingstesting utført på LRA i forbindelse med denne konsekvensutredningen. (De påviste verdiene (Tabell 7.2 og 7.3) ligger godt under grenseverdiene for inert avfall for de aller fleste parametre.)

Merknad 1

Ny forskrift om deponering av avfall (Deponiforskriften) trådte i kraft den 01.05.02. Den 01.07.04 ble denne erstattet av kapittel 9 i den såkalte Avfallsforskriften [FOR930]. Det planlagte deponiet for lavradioaktivt avfall (LRA) på Stangeneset skal bygges etter forskriftens krav. Forskriftens kapittel 9 omhandler deponering av avfall, og har følgende tre vedlegg:

Vedlegg I: Generelle krav for alle kategorier deponier

Vedlegg II: Prosedyrer for mottak av avfall

Vedlegg III. Kontroll- og overvåkingsprosedyrer i drifts- og etterdriftsfasen

I en etterfølgende søknad til SFT (se Kap. 9, Pkt. 3) vil det bli foretatt en vurdering og dokumentasjon av hvordan LRA-deponiet oppfyller kravene i avfallsforskriften på kort og lang sikt. Det vil bli utført en risikovurdering i henhold til EUs utkast til endring av vedlegg II [EU01] til forskriften, som så langt foreligger som en midlertidig norsk versjon inntil den blir implementert i norsk regelverk. Vedleggutkastets pkt. 2.5 omhandler kriterier for lagring under jorden. Her står det i andre avsnitt:

”Ved underjordiske lagringsanlegg for inert avfall kan det bare mottas avfall som oppfyller kriteriene i kapittel 2.1.”

8 Offentlige og private tiltak nødvendig for gjennomføring av tiltaket

Ingen tiltak utover det som er beskrevet i denne utredningen er nødvendig for gjennomføring av det søkte tiltaket.

9 Nødvendige tillatelser for tiltaket og forholdet til gjeldende regelverk

Følgende tillatelser fra offentlige myndigheter vurderes å måtte foreligge før tiltaket kan iverksettes:

1. Godkjent konsekvensutredning.
2. Deponeringstillatelse og utslippstillatelse for radioaktive stoffer, og konsesjon for drift av tiltaket etter Strålevernloven og Strålevernforskriften.
3. Deponeringstillatelse og utslippstillatelse for ikke-radioaktive stoffer etter Forurensningsloven.
4. Byggetillatelse etter plan- og bygningsloven.

Forholdet til transportregelverket er regulert gjennom bestemmelsene i IMDG-regelverket (sjøtransport) og ADR-regelverket (veitransport). Se kapittel 3.5.

Umiddelbart etter innsendelse av denne konsekvensutredningen vil arbeidet med søknadene 2), 3) og 4) igangsettes. En oversikt over tidsplan for prosessen fram til oppstart av deponianlegget er vist i Figur 9.1.

LRA-deponi, Sløvåg

Tidsplan for søknads- og byggeprosess

ID	Task Name	Start	Finish	Duration	2004				2005			
					Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q3	Q4
1	Konsekvensutredning (Strålevernet)	11.17.2004	3.21.2005	89d								
2	Utredning ikke-radioaktivt avfall (SFT)	12.17.2004	8.31.2005	184d								
3	Byggetillatelse (Gulen kommune)	1.14.2005	8.31.2005	164d								
4	Driftstillatelse (Strålevernet)	1.31.2005	8.31.2005	153d								
5	Bygging av anlegg	9.1.2005	11.1.2005	44d								
6	Driftstart Stangeneset LRA-deponi	11.7.2005	11.7.2005	0d								
7	Deponering mellomlagret LRA (200 tonn)	11.7.2005	6.2.2006	150d								

Figur 9.1:Tidsplan for søknadsprosess og bygging for deponianlegget.

10 Beskrivelse av antatte problemstillinger for miljø, naturressurser og samfunn

Deponianlegget vil ligge nær sjøen inne på Sløvåg industriområde på nordsiden av Fensfjorden i Gulen kommune. Eventuelle utslipp fra deponianlegget vil gå ut i Fensfjorden. Det er derfor naturlig også å inkludere de 3 nabokommuner som har grense til Fensfjorden i influensområdet for deponianlegget: Masfjorden, Austrheim og Lindås (Fig. 10.1). Mye av persontrafikken til og fra Masfjorden vil også passere Sløvåg industriområde på vei til og fra ferjeleiet på Sløvåg.



Figur 10.1: Kart over Fensfjorden med omliggende kommuner Gulen og Masfjorden på nordsiden og Austrheim og Lindås på sydsiden. Deponilokaliteten ligger på vestre neset rett under stedsanmerkningen "Sløvåg".

10.1 Kommentarer fra høringsrunden

Melding etter Plan- og bygningsloven har vært på høring. På bakgrunn av denne fastsatte Statens strålevern 15. april 2004 utredningsprogrammet for konsekvensutredningen blant annet basert på innkomne uttalelser. Uttalelsene fra høringsinstansene, inklusive de omkringliggende kommunene er gjengitt i det etterfølgende, sammen med tiltakshavernes kommentarer og henvisninger til kapitler i foreliggende konsekvensutredning.

Austrheim kommune

Austrheim kommune ber om at deponiets innvirkning på arealbruk både til havs og til lands utredes. Det pekes på at et deponi potesielt kan legge føringer for virksomhet i nærheten. Kommunene ber også om at eventuell innvirkning på markedsverdien av Sløvågen og ytre Fensfjorden i forbindelse med nye industrietableringer vurderes. Videre spør kommunen hvordan det vil sikres mot at annet enn den oppgitte avfallstypen vil lagres i deponiet.

Kommunen mener derfor at det må gå klart fram hvordan forutsetningene konsekvensutredningen legger til grunn ivaretas og sikres i fremtiden. Videre bør det synliggjøres hvordan man løser en situasjon hvor det dokumenteres at annet avfall er deponert i anlegget.

Tiltakshavernes kommentarer (Austrheim kommune)

Deponianlegget har ingen innvirkning på arealbruken hverken til havs eller til lands (Kap. 10.4) og påvirker heller ikke landbruksinteresser (Kap. 10.3.3).

Deponianlegget er en del av satsningen på oljerelatert virksomhet i området og antas å ha positiv innvirkning på markedsverdien for industriområdet på Sløvåg (Kap. 10.4.1).

Deponiet vil bare ta i mot LRA-type avfall (se definisjon Kap. 2.1). Avfallet vil bli kontrollert ved mottak og avfall som faller utenfor definisjonen returneres til avsender for avsenders regning (Kap. 6.1.2).

Deponering skjer i henhold til kontrakt med oljeindustrien. Som en del av kontrakten(e) vil anleggets drift revideres jevnlig (Kap. 6.1) i henhold tilkvalitetssystemet etter ISO EN-9000 og 14000- standardene. I tillegg kommer myndighetenes (Statens strålevern, SFT, Arbeidstilsynet) inspeksjoner. Overvåkingsprogrammet for ytre miljø er beskrevet i Kap. 5.

Avfallet kan ligge utenfor LRA-definisjonen på to måter: 1) avfallet har aktivitet under friklassingsgrensen, og 2) avfallet dokumenteres å inneholde stoffer som skulle gitt avfallet en strengere klassifisering (enn LRA). Situasjon 1) anses uproblematisk. Den negative konsekvensen er å ha kastet bort verdifull deponikapasitet på ikke-radioaktivt materiale. Den eneste muligheten for at situasjon 2) skal kunne oppstå er antagelig at annet radioaktivt materiale har blitt iblandet LRA ved et uhell. En slik hendelse er svært lite sannsynlig og skulle dessuten ha blitt oppdaget både av avsender og under mottakskontrollen ved anlegget hvor prøver av materialet analyseres ved gammaspektrometri. Situasjon 2) om den skulle oppstå, må avklares av norske myndigheter. Avfallet kan ikke uten videre sendes til det norske deponiet for lav- og middelaktivt avfall- Himdalen siden dette deponiet er stengt for LRA-komponenten av avfallet.

Masfjorden kommune

Det legges til grunn at påvirkning på liv og helse for innbyggerne vurderes og sikres gjennom statlige myndigheters vurderinger i forbindelse med konsekvensutredningen. Kommunen mener konsekvensutredningen må belyse hvilken totalvirkning et slikt deponi kan få for utviklingen og verdiene i Masfjorden kommune. Negative miljøkonsekvenser må belyses ut fra et overordnet samfunnsperspektiv. Konsekvensutredningen bør i henhold til kommunen omhandle hvorvidt deponiet vil skape frykt hos innbyggerne og etablerere, og virke negativt inn på den natur- og miljøprofilen Masfjorden ønsker å markedsføre. Videre ønskes det at konsekvensutredningen omhandler virkningene på omdømme, verdi og bruksmulighetene av Sløvågområdet som følge av deponietableringen, samt følger for fiske og oppdrett i sjøområdet og fjordsystemene i nærheten. Kommunen ønsker også at virkninger på turisme og friluftstilbud behandles. Til slutt påpekes det at konsekvensutredningen må belyse oppfølging av anlegget i fremtiden. Kommunen krever også garanti fra staten for at anlegget følges opp og kontrolleres. Masfjorden kommune nevner også at det vil kreves kompensasjon for eventuelle ringvirkninger av etableringen. Kravets størrelse vil avhenge av innholdet i konsekvensutredningen.

Tiltakshavernes kommentarer (Masfjorden kommune)

Deponianlegget vil ikke ha utslipp til luft (Kap. 10.2.5). Utslippene til vann, resipienten Fensfjorden, vil være små og uten miljøeffekter både i driftsfasen (Kap. 10.2.6) og i "worst case"-scenariet hvor alle barrierer er brutt og det er vannstrøm gjennom deponitunnelen (Kap. 7.8). Hovedstrømsretningen i fjorden utenfor deponiet er vestgående i retning ut

fjorden (Kap. 1.7) og vil således uansett ha liten innvirkning på miljøet innover i fjorden. Overvåkingsprogrammet for ytre miljø er beskrevet i Kap. 5.

Det vil bli gjennomført en rekke tiltak for å redusere eventuell frykt og engstelse, først og fremst basert på informasjon (Kap. 10.4.4).

Deponianlegget er en del av satsningen på oljerelatert virksomhet i området og antas å ha positiv innvirkning på markedsverdien for industriområdet på Sløvåg (Kap. 10.4.1). Anlegget er også med på å sikre arbeidsplassene hos Wergeland-Halsvik AS, den største arbeidsgiveren i området (Kap. 10.4).

For å redusere eventuelle negative virkninger for friluftsliv og turisme, er anlegget plassert slik at det er minst mulig synlig både fra sjø og vei. Det vil ikke være skilting til anlegget fra offentlig vei (Kap. 10.4.2). Transport av LRA til anlegget vil fortrinnsvis foregå med båt til dypvannskaia 150 meter fra anlegget (Kap. 6.1.1 og Figur 1.2).

Anleggets drift vil kontrolleres jevnlig (Kap. 6.1) i henhold til kvalitetssystemet etter ISO EN-9000 og 14000-standarene. I tillegg kommer myndighetenes (Statens strålevern, SFT, Arbeidstilsynet) inspeksjoner.

Gulen kommune

I forbindelse med folkemøtet i kommunene er det kommet frem spørsmål om hvordan deponiet vil fungere noen hundre år frem i tid. Hva skjer dersom betongen smuldrer opp, og medfører deponeringen avrenning? Det er bekymring for at et nytt anlegg i Sløvåg vil forverre miljøsituasjonen i området. Videre ble det på folkemøtet påpekt at det å leve i nærheten av et slikt deponi kan resultere i frykt blant befolkningen. Det ble også stilt spørsmål knyttet til hvem som får ansvaret for å følge opp deponiet i fremtiden. Kommunen gjengir også i sin høringsuttalelse to skisserte worst case scenarier. Gulen kommune har ikke innvendinger mot et slikt deponi, men anser at et slikt deponi vil skape negativ blest om og er opptatt av eventuelle ringvirkninger for eksempel turisme. Det er derfor lite ønskelig å ta imot avfall uten kompensasjon. Kommunen peker på at staten må ha et særlig ansvar for oppfølging av deponiet og at det må settes krav om garanti for slik oppfølging.

Tiltakshavernes kommentarer (Gulen kommune)

Deponiet er konstruert (Kap. 3.4) med sikte på å holde på avfallet i hele den aktuelle tidsperioden (Kap. 7.1). Hvis alle barrierer skulle bryte helt sammen ("worst-case"-scenariet), kan radioaktive stoffer og tungmetaller sive ut i resipienten i svært små mengder over et svært langt tidsrom (Kap. 7.8). Med den strømningshastigheten det er snakk om, er det lite sannsynlig at utlekkingen vil være målbar i resipienten. I driftsfasen vil utslipp fra deponi- og behandlingsanlegg være underlagt kontroll slik at utslipp over fastsatte normer ikke finner sted (Kap. 6.1). Utslipp til resipienten er beskrevet nærmere i Kap. 10.2.6.

Overvåkingsprogrammet for ytre miljø er beskrevet i Kap. 5.

I driftsfasen vil anlegget være underlagt tiltakshavernes internkontroll, samt kontroller, revisjoner og inspeksjoner fra kundene (oljeindustrien) og myndighetene (Statens strålevern, SFT og Arbeidstilsynet). I etterdriftsfasen vil deponiets integritet kunne visuelt kontrolleres, kombinert med eventuell prøvetaking i resipienten.

Under folkemøtet på Dalsøyra 22.10.03 ble to mulige "Worst-case"-scenarier knyttet til transport diskutert:

1. Tap av avfallsbeholder(e) under sjøtransport: båt lastet med LRA går ned eller havarerer.
2. Tønne med LRA velter eller faller av transportmiddel under inne på området og avfallet renner ut.

Begge scenarier er behandlet i Kap. 6.2.

Gulen kommune har bestemt at det knyttes en avgift (per tonn LRA) til deponering i anlegget. Avgiften er innbakt i kontrakten mellom tiltakshaverne og oljeindustrien.

Arbeids- og administrasjonsdepartementet

Departementet har forelagt saken for Direktoratet for arbeidstilsynet (DAT) og Oljedirektoratet og disse har ikke merknader til saken. DAT viser imidlertid til at forslaget til utredningsprogram ikke beskriver hvordan tiltakshaver vil etterleve tilsynets forskrift av 14. juni 1985 nr 1157 om ioniserende stråling og forskrift av 30. april 2001 om vern mot eksponering for kjemikalier på arbeidsplassen. DAT vil følge opp dette i høringen til konsekvensutredningen.

Tiltakshavernes kommentarer (Arbeids- og administrasjonsdepartementet)

Bruk av kjemikalier i behandlingsanlegget er beskrevet i Kap. 3.4.2.3 og Kap. 4.2. Det vil være innført en rekke vernetiltak i forbindelse med Strålevern. Disse er beskrevet i Kap. 4.1.

Bruk av verneutstyr i strålevernsammenheng er beskrevet i Kap. 4.1.4.2. Dette utstyret anses tilstrekkelig også i annen sammenheng.

Det vil bli utarbeidet prosedyrer for alt arbeid som innebærer bruk eller kontakt med kjemikalier samt for oppbevaring og avhending av samme. Prosedyrene vil inkludere alle nødvendige vernetiltak.

Involvert personell vil ha nødvendig opplæring.

Det vil bli ført register over kjemikalieforbruket.

Statens forurensningstilsyn

På bakgrunn av at LRA inneholder olje og tungmetaller må tiltaket reguleres etter forurensningsloven. Derfor påpekes det at det er viktig at forurensningsfaren knyttet til behandling og deponering av det farlige avfallet belyses i konsekvensutredningen. SFT anser at oversendte melding tilfredstiller krav som stilles i lover og forskrifter, men at forslaget til utredningsprogram er lite detaljert. Det påpekes at konsekvensutredningen må gjøre rede for nåsituasjonen og alle miljøkonsekvenser av utslipp til jord, luft og vann. Det må utføres en risikovurdering i tilknytning til forurensningsfaren ved det farlige avfallet med beskrivelse av direkte og indirekte konsekvenser for helse og miljø. Videre må de viktigste elementene i et fremtidig overvåkingsprogram utredes. Det samme gjelder beredskapsplaner og analyser vedrørende risiko og sikkerhet for helse og miljø. SFT påpeker også at det i forbindelse med en inspeksjon ved Wergeland-Halsvik AS sin virksomhet i Gulen 23-24.03.03 ble funnet i alt 14 avvik og 5 anmerkninger som knytter seg i hovedsak til virksomhetens kontroll med inngående massestrømmer samt utslippsforhold. SFT ser alvorlig på funnene som tilsier at bedriften ikke har tilstrekkelige rutiner for å oppfylle viktige sider ved utslippstillatelsen.

Tiltakshavernes kommentarer (Statens forurensningstilsyn)

LRAs innhold av olje og tungmetaller er beskrevet i Kap. 2.6. Under driften av behandlingsanlegget, vil olje og oljeholdig vann ikke slippes ut fra deponianlegget, men bli overført til Wergeland-Halsvik AS sitt anlegg for behandling av slop og borekaks. Drensvann og ikke-oljeholdig prosessvann vil bli kontrollert for innhold av tungmetaller og eventuelt renses før utslipp til resipient (Kap. 3.4.2.3 og 6.1.2).

Nåsituasjonen er beskrevet i Kap. 1 og konsekvensene for utslipp til jord, luft og vann er beskrevet i henholdsvis Kap. 10.2.4, 10.2.5 og 10.2.6.

Overvåkingsprogrammet for ytre miljø er beskrevet i Kap. 5. Mulige helsemessige virkninger er beskrevet i Kap. 10.4.4.

Etter SFTs kontroll har Wergeland-Halsvik AS gjennomført en rekke tiltak for å rette opp de kritikkverdige forhold som ble avdekket under inspeksjonen. Alle avvik er nå lukket og det er innført rutiner som sikrer full kontroll med alle massestrømmer i henhold til SFTs utslippstillatelse (Kap. 10.4.1).

Sogn og Fjordane fylkeskommune

Fylkesutvalget understreker at konsekvenser vedrørende miljø, samfunn, helse og naturressurser er avgjørende. Aktuelle problemstillinger menes dekket i framlagt utredningsprogram.

Tiltakshavernes kommentarer (Sogn og Fjordane fylkeskommune)

Denne konsekvensvurderingen viser at de negative konsekvensene av deponianlegget for miljø, samfunn og naturressurser er små, men at anlegget kan bidra positivt til næringsutviklingen i Sløvåg-området. (Kap. 10).

Bergens Sjøfartsmuseum

Da tiltaket ikke medfører inngrep i sjøbunn, har Bergens Sjøfartsmuseum ingen innvendinger.

Sogn og Fjordane Fiskarlag

Saken har vært til uttalelse hos Byrkenes og Øyane Fiskarlag. Fiskarlaget har ingen merknader dersom SFT sine retningslinjer for håndtering av boreslam og avrenning følges.

Tiltakshavernes kommentarer (Sogn og Fjordane Fiskarlag)

Utslippene fra anlegget er små i driftsperioden (Kap.10.2.6). I etterdriftsperioden, etter at alt LRA er støpt inn og anlegget er lukket, vil det ikke være avrenning fra deponiet. I det beregnede "worst-case"-scenariet hvor alle barrierer er fullstendig nedbrutt (en svært lite sannsynlig hendelse) vil avrenningen ikke føre til målbart forhøyede konsentrasjoner av radioaktive stoffer og tungmetaller i Fensfjorden (Kap. 7.8).

Det anses lite sannsynlig at deponianlegget vil ha noen konsekvenser for fiske og havbruksnæringen i området (kap. 10.3.4).

Landbruksdepartementet

Landbruksdepartementet har i samråd med Statens næringsmiddeltilsyn og Statens landbrukstilsyn ingen innvendinger mot det framlagte forslaget under forutsetning av at materialet ikke under noen omstendighet kan komme i kontakt med dyr eller vekster beregnet for næringsmiddelproduksjon til humant konsum eller at virksomheten ellers kan ha negative konsekvenser for norsk landbruk.

Tiltakshavernes kommentarer (Landbruksdepartementet)

Deponianlegget er ikke i konflikt eller berøring med landbruksinteresser (Kap. 10.3.3). Hjort eller andre store dyr det jaktes på vil ikke kunne komme innenfor gjerdet som omgir deponianlegget (Kap. 10.2.2), og vil derfor heller ikke kunne ta opp i seg noe av de miljøfarlige forbindelsene som behandles i deponianlegget. Deponianlegget vil ikke ha utslipp til resipient som kan signifikant påvirke normalnivåene i fisk (Kap. 10.2.6).

I forbindelse med driften av anlegget vil det gjennomføres et overvåkingsprogram som inkluderer måling av avrenning, terrestrisk miljø og resipienten (Kap. 5).

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane

Fylkesmannen forstår det slik at deponiet vil dekke et viktig behov og anser lokaliseringen som gunstig. Det anses at det er behov for prøvetakingsprogram for å overvåke situasjonen og kunne avdekke eventuelle lekkasjer fra deponiet. Fylkesmannen påpeker at landbruk ikke er nevnt i utredningsprogrammet og ber om at dette blir tatt inn og omtalt på linje med andre interesser. Videre antar Fylkesmannen at problemstillinger knyttet til negative virkninger for Gulen blant annet som havbrukskommune og eventuell kompensasjon for dette, blir omtalt i samfunnsdelen av konsekvensutredningen.

Tiltakshavernes kommentarer (Fylkesmannen i Sogn og Fjordane)

I forbindelse med driften av anlegget vil det gjennomføres et overvåkingsprogram som inkluderer måling av avrenning, terrestrisk miljø og resipienten (Kap. 5).

Deponianlegget er ikke i konflikt eller berøring med landbruksinteresser (Kap. 10.3.3).

Deponianleggets vil ha små utslipp til sjø og det er lite sannsynlig at deponianlegget vil ha noen konsekvenser for fiske- og havbruksnæringen i området (Kap. 10.3.4). (se forøvrig kommentarene til Sogn og Fjordane fiskarlag).

Statens vegvesen

Området hvor deponiet planlegges etablert har tilkomst over etablert og godkjent avkjøring fra riksveien, Rv 57. Vegvesenet kan ikke se at tiltaket vil få konsekvenser for vegvesenets interesser i området. I de tilfeller hvor transport over offentlig vei er aktuelt, forutsettes det at Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern sitt regelverk "ADR-vegtransport av farleg gods" etterleves.

Tiltakshavernes kommentarer (Statens vegvesen)

Transport av LRA til deponianlegget vil hovedsakelig foregå sjøveien (Kap. 3.5). Når materiale transporteres på vei, følges ADR-regelverket (Kap. 3.5.4).

Fiskeridirektoratet

Fiskeridirektoratet region Sogn og Fjordane har ingen merknader til forslaget til utredningsprogram. Det bes om at tilsig til sjø blir beregnet.

Tiltakshavernes kommentarer (Fiskeridirektoratet)

Utslipp til sjø er små. En beregning over årlig utslipp av ²²⁶Ra til resipienten er vist i Kap. 10.2.6. Videre er det gjort overslagsmessige beregninger av vannmengder som anlegget kan produsere. På grunnlag av disse vannmengdene og resultater fra utførte utlekkingstester på LRA-avfallet, er det beregnet årlige utslippsmengder for ²²⁶Ra også i et "worst-case"-scenario, der alle barrierer blir fullstendig nedbrutt (Kap. 7.8).

10.2 Virkninger for miljø

10.2.1 Landskap

Tiltaket vil bli plassert ved og under et eksisterende overflatedeponi på et område regulert til industriformål. Området rundt tiltaket er preget av mye bart fjell (knauser), myrer og innimellom vegetasjon på tynt torvdekke.

Overflatedelen av tiltaket vil være synlig fra landsiden i driftsfasen.

Anlegget vil ikke influere landskapet i nevneverdig grad.

10.2.2 Naturmiljø

Det er ikke kjent at området har dyreliv som står på Direktoratet for naturforvaltnings sin røde liste over truede og sårbare dyrearter.

Det er mye hjort i området. Området rundt deponianlegget vil være inngjerdet og dermed utilgjengelig for hjort og eventuelt andre store dyr.

Analyser av vegetasjonsprøver er inkludert i overvåkingsprogrammet for ytre miljø.

10.2.3 Kulturmiljø

Det er ikke registrert fornminner eller andre kulturminner i området i umiddelbar nærhet til tiltaket.

10.2.4 Utslipp til jord

Deponianlegget vil ikke ha utslipp til terrestrisk miljø. Det er en teoretisk mulighet for at spredning av støv inneholdende LRA kan spres til nærområdene rundt behandlingsanlegget. Det anses som lite sannsynlig at en slik spredning kan føre til målbart forhøyede konsentrasjoner i jordsmonnet (myrjord).

Overvåkingsprogrammet for ytre miljø inkluderer prøver av jord og planter (Kap. 5).

10.2.5 Utslipp til luft

Det vil ikke anvendes teknologi som gir utslipp til luft (forbrenningsanlegg o.l.). Behandling og pakking av LRA kan føre til økte mengder frigjort radon. Frigjøring av radon er et tema først og fremst i arbeidsmiljøssammenheng. Dette er behandlet i Kap. 4. For deponitunnelen vil utslipp av radon være knyttet til frigjøring av radon fra fjellet i tunnelveggene og vil derfor ha naturlige nivå.

I byggeperioden blir det et moderat utslipp av sprenggasser og støv fra anleggsdriften. Dette er mikroskopisk i forhold til støvmengdene fra igangværende aktiviteter i området.

Under deponering vil det bare være ventilasjonsluft og eksos fra transportutstyr som slippes ut. I etterdriftsfasen av deponiet skjer det ikke utslipp til luft, i det anlegget er forseglet.

10.2.6 Utslipp til vann

I driftsperioden vil eventuelt vann i deponitunnelen og adkomsttunnelen drenere ved selvføll til en pumpeump innerst i adkomsttunnelen. På grunn av innadrettede gradienter mot bergromsdeponiet vil muligheten for diffus lekkasje av eventuelt forurenset vann ikke være til stede. Fra pumpeumpen vil vann bli pumpet til sedimenteringsbasseng i behandlingsenheten før videre utslipp i Fensfjorden via eksisterende utslippsledning for sigevann fra askeavfallsdeponiet. Drensvannet vil være kontrollert og renset til myndighetspålagt renhet med hensyn til olje, tungmetaller og radioaktive stoffer før utslipp.

Tabell 10.1: Foreslåtte verdier for bakgrunnskonsentrasjon i Nordsjøen for tre radionuklider fra ²³⁸U-serien.

Nuklide	Bakgrunnskonsentrasjon
Radium-226	5 mBq/l
Bly-210	0,8 mBq/l
Polonium-210	0,8 mBq/l

Sjøvann har en naturlig bakgrunnskonsentrasjon av de samme radioaktive forbindelsene som skal deponeres. I en rapport laget på oppdrag av Norges forskningsråd i 2003, ble det gjort en gjennomgang over eksisterende kunnskap om naturlige radionuklider i Nordsjøområdet [NDE1703]. Rapporten konkluderte blant annet med foreslåtte verdier for bakgrunnskonsentrasjonen av naturlig forekommende radionuklider i Nordsjøområdet.

Undersøkelse av bakgrunnsnivået i Fensfjorden vil bli gjennomført i forbindelse med forundersøkelsen for kartlegging av nivå i ytre miljø (Kap. 5). Verdien gitt i Tabell 10.1 gjelder åpent hav. Vanligvis er konsentrasjonen av disse radioaktive stoffene høyere i kystområder (og i fjorder) enn i åpent hav. Det faktiske bakgrunnsnivå i Fensfjorden nær lokaliteten vil bli dokumentert i forundersøkelsen.

Det vil ikke være utslipp av vann til Fensfjorden som ikke er kontrollert og godkjent med hensyn til konsentrasjonsmengder av radioaktive stoffer eller tungmetaller (Kap. 5). Oljeholdig vann fra anlegget vil transporteres til Sløvåg industriservice sitt anlegg for behandling etter fjerning av radioaktive stoffer.

Utslipp av vann fra deponianlegget vil ha en aktivitetskonsentrasjon på maksimalt 100 mBq/l ²²⁶Ra eller den maksimalgrensen som settes av norske myndigheter. Dette betyr at utslipp vil ha en aktivitetskonsentrasjon maksimalt 20 ganger over bakgrunnsverdien for havvann. Utslippsledningen for dreisvann fra deponianlegget slipper ut vannet på 20 meters dyp. Dette betyr at eventuelt forhøyede nivå av radioaktive stoffer og tungmetaller raskt vil fortynnes til bakgrunnsnivå. Maksimal utslippsmengde fra deponianlegget er estimert til 20 m³ i året. Dette gir et maksimalt årlig utslipp på 2 000 Bq ²²⁶Ra. Utslipp av tungmetaller i dreisvann fra deponianlegget vil være ubetydelige: konsentrasjonene i det rensede utslippsvannet vil være i samme størrelsesorden som bakgrunnskonsentrasjonene i sjøvannet.

Når driften av LRA-deponiet avsluttes vil deponitunnelen bli fylt med betong. Dette vil hindre inntrenging av vann, og faren for sigevannsproduksjon er minimal. Deponitunnelen vil i sin helhet bli liggende under grunnvannstanden.

Mengdene av radioaktive stoffer og tungmetaller som slippes ut fra deponianlegget vil være så små at de ikke vil være påvisbare over bakgrunnskonsentrasjonene.

Det er under utarbeidelse en miljørisikovurdering i henhold til Avfallsforskriften [FOR930] som grunnlag for søknad om utslippstillatelse. Vurderingen er i form av en rapport som er et vedlegg til foreliggende konsekvensutredning, og som utarbeides spesielt for konsekvensutredningen.

10.2.7 Støy og rystelser

Bygging av deponidelen av tiltaket vil medføre noe støy og rystelser under boring/sprengning av adkomst- og deponitunnel. Dette vil ikke medføre støynivå eller rystelser som er høyere enn det dagens steinbrudd skaper. Det er lite bebyggelse i området, og denne tidsbegrensede støyen antas derfor ikke å skape ulemper for menneskelig aktivitet.

Det vil ikke være nevneverdige støy og rystelser knyttet til driften av tiltaket. Støy fra driften av et deponi skal holdes innenfor gjeldende vedtak og retningslinjer og følge eventuelle bestemmelser fastsatt av lokale myndigheter.

Det ligger ikke konstruksjoner nær anlegget som kan skades ved rystelser fra sprengning nær anlegget. Bergrom i drift tåler betydelige rystelser. Sprengning som svekker berg bør ikke ha større vertikal svingehastighet enn 150 mm/s. Sprengning nær deponietlageret må tilpasse seg denne grensen i samsvar med NS3481, og dokumentere at dette overholdes. I lagringsfasen vil fjellrommet være fullstendig oppfylt og sprengning må ikke utføres så nære at sprekker fra sprengningen kan trenge inn i anlegget. Dette vil i praksis være i størrelsesorden ca. 10 meter. Av praktiske grunner vil vi anta at man setter en grense på ca 50 meter.

Den minste avstanden til eksisterende steinbrudd i området er omkring 300 meter, ifølge rapport av 27.02.04 fra Dyno Consult AS (Vedlegg 4). Her er det videre antatt/beregnet, bl.a. på grunnlag av utførte sprengninger i steinbruddene og vibrasjonsmålinger i tiltaksområdet, at maksimalt vibrasjonsnivå (vertikal svingehastighet) for deponitunnelen vil være på 6,5 mm/s. Dette vil ligge godt under den antydde grensen på 150 mm/s (vertikal svingehastighet) for den planlagte deponitunnelen.

10.2.8 Lokalklima

Tiltaket vil ikke påvirke de klimatiske forholdene i området. Videre vurderinger anses derfor som unødvendige.

10.3 Virkninger for naturressurser

10.3.1 Grunnvann

Grunnvann er ikke vurdert å være en utnyttbar naturressurs i området, og nærmere vurderinger av hvilke virkninger tiltaket vil ha på en eventuell utnytting av grunnvannet er derfor ikke vurdert.

10.3.2 Berggrunn

Deponilokaliteten omfattes ikke av planene for utnytting av berggrunnen i området til steinbruddsvirksomhet.

10.3.3 Landbruk

Deponianlegget ligger inne på Sløvåg industriområde og vil ikke være i berøring med landbruksområder.

10.3.4 Fiskeri og havbruk

Fiske og oppdrett er betydelige næringer i området. Det er ingen fiskeoppdrettsanlegg i umiddelbar nærhet til Sløvåg eller deponilokaliteten. Det er imidlertid godkjente oppdrettslokalteter lenger inne i Fensfjorden i Masfjorden kommune (Vedlegg 3) og i ytre og nordre del av Gulen kommune. I Austrheim kommune er det også anlegg i ytre del av Fensfjorden. Med de små mengder av radioaktive stoffer og tungmetaller som maksimalt slippes ut fra anlegget anses det lite sannsynlig, om ikke utelukket, at disse fysisk sett kan gi noen som helst påvirkning på fiske- eller oppdrettsvirksomheten i Fensfjorden.

10.4 Samfunnsmessige virkninger

Gulen kommune og de andre kommunene rundt Fensfjorden ligger nært opp til den oljerelaterte industrien på Mongstad. Det har likevel ikke vært vesentlig etablering av oljerelatert næringsvirksomhet på nordsiden av Fensfjorden i de 30 årene som har gått siden Statoil etablerte raffineriet der. Unntaket er hjørnesteinsbedriften Wergeland-Halsvik AS som nå står som en av søkerne og eier av driftsselskap for LRA-deponiet. Bedriften sysselsetter ca. 150 medarbeidere bosatt i Gulen og Masfjorden kommune og er den største private arbeidsgiver i begge kommuner. Både Gulen og Masfjorden kommuner har sammen med staten (SIVA) og Sogn og Fjordane og Hordaland fylkeskommuner investert i industriareal og annen infrastruktur i Sløvåg. LRA-deponiet vil bli en viktig del av den industrielle infrastrukturen som kan være med på å rekruttere videre sysselsetting innen oljerelatert virksomhet i området.

10.4.1 Næringsliv

Wergeland Halsvik AS (WH) har i nesten 15 år tatt imot og behandlet oljeholdig boreavfall ifra felt i Nordsjøen. Et LRA deponi i Sløvåg, vil på mange måter kunne bidra til en videreføring av aktiviteten som nå oljeindustrien er inne i, med mange modne felt og dekommisjonering. WH sammen med oljeselskapene mener at en lokalisering på vestlandet er viktig, med hensyn på å gi et tilbud om behandling og deponering av LRA i nærheten av der avfallet oppstår. Denne aktiviteten vil i årene fremover gi mulighet for viktige arbeidsplasser i tilknyttet virksomhet til regionen, som også er i tråd med Sogn og Fjordane Fylkeskommune og Gulen kommune sin plan for næringsutvikling for området. Driften av deponianlegget i seg

selv vil innebære 1-2 arbeidsplasser på stedet. Å benytte lokaliteten til eksisterende deponi for boreavfall, gir god utnyttelse av området og sikrer et miljømessig godt alternativ.

Under en inspeksjon av SFT hos Wergeland-Halsvik AS i mars 2003 ble det avdekket en rekke avvik spesielt i forbindelse med kontroll av inn- og utgående massestrømmer. Alle avvik fra denne inspeksjonen er nå lukket og det er innført rutiner som sikrer full kontroll med alle massestrømmer i henhold til STF's utslippstillatelse. Statoil gjennomførte sommeren 2004 revisjon hos Wergeland-Halsvik AS uten å avdekke nevneverdige avvik.

Deponianlegget ligger i sin helhet inne på lokaliteten til Stangeneset fyllplass og medfører ingen annen begrensning på arealbruk til lands og heller ikke på sjø eller kaibruk i området.

Deponianlegget antas å kunne ha positiv innvirkning på markedsverdien for industriområdet som helhet. Dette som et resultat av satsningen på oljerelatert virksomhet som deponiet er en del av. Denne satsningen er spesielt rettet mot virksomheten rundt avvikling av oljeinstallasjoner i Nordsjøen som vil øke sterkt i årene som kommer.

10.4.2 Transportomfang

Transport av LRA til anlegget vil hovedsakelig skje med båt til kaianlegget på Sløvåg. Fra kaien vil materialet bli fraktet til anlegget med bil på egen vei som ikke er åpen for offentlig ferdsel.

Det mellomlagrede LRA vil ved oppstart av anlegget bli fraktet fra basene (Tananger, CCB-Ågotnes og Saga Fjordbase-Florø) med båt mest mulig i en operasjon. Deretter vil antall transporter avhenge av mengden LRA som produseres. Eksempelvis vil det gjeldende estimatet på 10-20 tonn LRA årlig tilsvare 1-2 transporter fra hver base hvert år: dvs. 3-6 transporter årlig.

Unntaksvis kan det tenkes at LRA, for eksempel fra enkeltstående feltavslutnings-prosjekt eller små kvanta (kilo-mengder), vil bli fraktet landveien. Transportomfanget av LRA landveien fra dekommisjonerings vil ikke overstige 1-2 transporter i året. Transportomfanget for små mengder LRA vil neppe overstige 100 kg i året.

Transport av LRA er, som radioaktivt materiale, underlagt særskilte regler: se Kap. 3.5.

Den alt overveiende mengden av LRA vil transporteres sjøveien.

10.4.3 Friluftsliv

Selve deponiområdet er inne på et industriområde som ikke er åpent for alminnelig ferdsel.

Deponianlegget vil i driftsperioden være synlig fra omliggende utkikkspunkter: Vardefjellet, Nippefjellet og Ramnfjellet. Anlegget vil være lite synlig fra sjøsiden på grunn av skjerming fra askeavfallsdeponiet og omliggende knauser.

I Gulen kommune er de nærmeste hyttegrendene i Brandanger, Furenes, Byrknesøy, og Mjømna. Det er noe få hytter i Halsvik, ca. 1,5 km fra deponianlegget, bak en åsrygg. I Masfjorden Kommune er det hyttegrend i Ytre Haugsdalen og campingplass på Nautesund ca. 8 km fra deponianlegget.

Vissheten om eksistensen av LRA-deponiet i nærområdet må anses som negativt for den generelle friluftaktiviteten i området: hyttebruk og rekreasjon. Dette gjelder uavhengig av de faktiske forhold knyttet til utslipp fra deponianlegget og de tekniske løsninger, og må antas å involvere alle kommunene med grense til Fensfjorden.

Den eventuelle negative effekten anlegget vil ha for omdømme er knyttet til tiltroen de berørte har til anlegget selv og de som driver det. Dette er behandlet i Kap. 10.4.4. Det antas at ved forsvarlig og sikker drift av anlegget vil de omdømmemessige skadevirkningene være små.

Deponianlegget vil ikke være synlig merket på utsiden. Det vil heller ikke være skilting til deponiet på offentlig vei. Hoveddelen av transporten til deponiet vil skje per båt. Det vil derfor heller ikke være nevneverdige antall transporter med LRA langs landeveien.

10.4.4 Helsemessige virkninger

Deponianlegget vil ikke gi nevneverdige doser til befolkningen hverken i driftsfasen eller i langtidsperspektivet, etterdriftsfasen. Stråleverntiltakene som gjennomføres under drift gjør at maksimal dose til personell som arbeider i anlegget ikke vil overstige 0,5 mSv/år (Kap. 4.1.5).

De helsemessige virkningene av anlegget er derfor knyttet opp mot frykt og engstelse for radioaktiv stråling og det ubehag det medfører å vite at det finnes et deponi for radioaktivt materiale i nærmiljøet. Særlig siden Tsjernobyl-ulykken har det i Norge vært stort fokus på radioaktiv forurensning og mulige skadevirkninger fra denne.

Etablering av anlegg og deponi for mottak av radioaktivt materiale har ofte medført engstelse og negative holdere i lokalsamfunnet. Engstelsen vil i stor grad være avhengig av graden av tiltro hver enkelt har til selve deponiet (teknisk konstruksjon og drift), til de som eier og driver anlegget, og til at de gjennomførte kontroll- og inspeksjonstiltak vil avdekke kritikkverdige forhold hvis de finnes.

Tiltakshaverne vil iverksette tiltak for å redusere slik engstelse og for at lokalbefolkningen skal få et bedre grunnlag til saklig å vurdere konsekvenser av tiltaket. Dette vil delvis gjøres ved å sørge for at lokalsamfunnet blir løpende orientert om såvel byggeprosessen som drift av anlegget når denne starter opp. Informasjonen vil bli kanalisert ut via:

- et eget nettsted for tiltaket.
- informasjon i lokalpresse.
- direkte informasjon til husstander.
- folkemøter.
- åpen dag.

Et nettsted, www.lradeponi.no, er allerede opprettet. Nettstedet vil bli brukt til å presentere kontinuerlig oppdatert informasjon om tiltaket. I planleggings- og byggeperioden vil framdrift beskrives. Etter at anlegget er kommet i drift vil det legges ut informasjon om materialstrømmen i anlegget, verdier for strålenivå samt resultat fra utslippsmålinger. Det vil bli lagt opp til at publikum skal kunne stille spørsmål som legges ut sammen med tiltakshaverenes svar. Med tanke på at en meget stor del av norske husstander har internett-tilgang vil denne informasjonskanalen være svært viktig.

Tiltakshaverne vil legge opp til et nært samarbeid med lokalpressen for at publikum skal få best mulig innsyn i deponianleggets drift.

Det vil vurderes om informasjonsbrosjyrer skal utarbeides for utsendelse til husstander i Gulen kommune samt utvalgte husstander i Nordhordaland.

I forbindelse med byggestart og åpning av anlegget vil det være naturlig å arrangere folkemøter hvor lokalbefolkningens synspunkter og spørsmål kan komme fram.

Det vil bli arrangert åpen dag etter at anlegget er satt i drift og med passende intervall. Dette vil gi publikum anledning til ved selvsyn å stifte bekjentskap med anlegget samt å få en direkte dialog med tiltakshaverne.

Generelt vil tiltakshaverne legge vekt på stor åpenhet rundt anlegget.

Viktig for anleggets renommé blant lokalbefolkningen er det også hvordan personell som arbeider i anlegget selv oppfatter drift og sikkerhet. Det vil bli gjennomført et opplæringsprogram for personell med siktemål å gi de ansatte tilstrekkelig kunnskap om stråling og radioaktivitet til at de på selvstendig grunnlag kan vurdere strålevernmessige tiltak. Dette vil følges opp med jevnlig informasjon omkring stråledoser, eventuell radonkonsentrasjon i luft, utslippsmålinger samt beredskap. Beredskapsøvelser anses også å være et virkemiddel for å etablere tillit til anleggets sikkerhet.

Tiltakshaverne vil presisere at deponiet bare skal ta i mot og lagre LRA som definert i Kap. 2.1. Dette er også et krav fra Statens strålevern.

Deponiet vil være underlagt et kontrollprogram for indre og ytre miljø som beskrevet i denne utredningen, eventuelt med ytterligere pålegg fra myndighetene. Det forutsettes at myndighetene følger opp med regelmessige inspeksjoner/revisjoner.

Norse Decoms morselskap, IFE, er ansvarlig for driften av det norske deponiet for lav- og middelsaktivt radioaktivt avfall og er den institusjon i Norge som har erfaring med drift av deponier for radioaktivt avfall. IFE/Norse Decom har i 1997-2002 vært deltager i IAEA-prosjektet "Long term behaviour of low and intermediate level waste packages under repository conditions" som spesielt har tatt for seg deponering av lav- og middelsaktivt avfall i et langtidsperspektiv.

Det forutsettes at det blir gitt en statlig garanti som dekker utgiftene til overvåking og eventuelle tiltak i et langtidsperspektiv.

11 Oppsummering

Konsekvensutredningen gjelder et anlegg for behandling og underjordisk deponering av lavradioaktivt avfall fra olje- og gassindustrien (LRA). Anlegget er dimensjonert for deponering av minst 2000 tonn LRA.

Ubehandlet LRA vil bli mottatt, fortrinnsvis sjøveien, fra oljeforsyningsbasene hvor avfallet oppstår, renses for olje og deretter pakket i betongkokiller og deponert.

Deponitunnelen vil ligge i tett fjell under havnivå.

11.1 Miljø

Deponianlegget er lokalisert til et område allerede regulert til deponiformål: Stangeneset fyllplass inne på Sløvåg industriområde og det er derfor ikke friluftsinnteresser knyttet til området som sådan. Anlegget vil ikke influere landskapet i nevneverdig grad. Det er ikke kjent at området har dyreliv som står på DN's liste over truende og sårbare dyrearter. Det er ingen fornminner på stedet. Anlegget vil ikke ha utslipp til luft. Det utarbeides en risikovurdering i henhold til Avfallsforskriften som grunnlag for søknad om utslippstillatelse for små mengder radioaktivitet og tungmetaller fra behandlingsanlegget.

I driftsfasen av deponiet vil alt drensvann i deponi- og adkomsttunnelen bli samlet opp og ledet kontrollert til dyputslipp i Fensfjorden. Om nødvendig vil vannet bli renses før utslipp slik at miljøet i resipienten ikke skal påvirkes negativt. Grunnvannet i området vil ha innadrettede gradienter mot bergromsdeponiet slik at muligheten for diffus lekkasje av eventuelt forurenset vann ikke vil være til stede.

I etterdriftsfasen vil bergromsdeponiet være fylt med hydratiserende, tett masse (betong) som omslutter det lagrede materialet på alle sider. Eventuelt vann i vannførende kanaler i berget rundt vil dermed ledes utenom bergromsdeponiet uten å kunne påvirkes av det lagrede avfallet. Etterdriftsfasen av deponiet vil derfor ikke innebære noen fare for spredning av forurensning med grunnvannet.

11.2 Naturressurser

Grunnvann er ikke vurdert å være en utnyttbar naturressurs i området, og nærmere vurderinger av hvilke virkninger tiltaket vil ha på en eventuell utnytting av grunnvannet er derfor ikke vurdert.

Deponilokaliteten omfattes ikke av planene for utnytting av berggrunnen i området til steinbruddsvirksomhet.

11.3 Samfunn

Deponianlegget antas å kunne ha positiv innvirkning på markedsverdien for industriområdet som helhet, som et resultat av satsningen på oljerelatert virksomhet som deponiet er en del av. Denne satsningen er spesielt rettet mot virksomheten rundt avvikling av oljeinstallasjoner i Nordsjøen som vil øke sterkt i årene som kommer.

Anlegget vil ikke være i konflikt med landbruksinteresser.

Vissheten om eksistensen av LRA-deponiet i nærområdet kan innebære negative følelser i forbindelse med den generelle friluftaktiviteten i området: hyttebruk og rekreasjon. Dette gjelder uavhengig av de faktiske forhold knyttet til utslipp fra deponianlegget og de tekniske løsninger og må antas å involvere alle kommunene med grense til Fensfjorden. Den eventuelle negative effekten anlegget vil ha for omdømme er knyttet til tiltroen de berørte har til anlegget selv og de som driver det. Det antas at ved forsvarlig og sikker drift av anlegget vil de omdømmemessige negative følelser være små.

Deponianlegget vil ikke være synlig merket på utsiden. Det vil heller ikke være skilting til deponiet på offentlig vei. Hoveddelen av transporten til deponiet vil skje per båt. Det vil derfor heller ikke være nevneverdige antall transporter med LRA langs landeveien.

Deponianlegget vil ikke gi nevneverdige doser til befolkningen hverken i driftsfasen eller i langtidsperspektivet: etterdriftsfasen. Stråleverntiltakene som gjennomføres under drift gjør at maksimal dose til personell som arbeider i anlegget ikke vil overstige 0,5 mSv/år.

De helsemessige virkningene av anlegget er derfor knyttet opp mot frykt og engstelse for radioaktiv stråling og det ubehag det medfører å vite at det finnes et deponi for radioaktivt materiale i nærmiljøet. Etablering av anlegg og deponi for mottak av radioaktivt materiale har ofte medført engstelse og negative følelser i lokalsamfunnet. Engstelsen vil i stor grad være avhengig av graden av tiltro hver enkelt har til selve deponiet (teknisk konstruksjon og drift), til de som eier og driver anlegget og til at de fastsatte kontroll- og inspeksjonstiltak vil avdekke kritikkverdige forhold hvis de finnes.

Tiltakshaverne vil iverksette tiltak for redusere engstelse og for at lokalbefolkningen skal få et bedre grunnlag til saklig å vurdere konsekvenser av tiltaket. Dette vil delvis gjøres ved å sørge for at lokalsamfunnet blir løpende orientert om såvel byggeprosessen som drift av anlegget når denne starter opp.

Tiltakshaverne vil presisere at deponiet bare vil ta i mot og lagre den type materiale som er beskrevet i denne konsekvensvurderingen: lavradioaktivt avfall fra olje- og gassindustrien (LRA). Dette er også et krav fra Statens strålevern.

Deponiet vil være underlagt et kontrollprogram for indre og ytre miljø, eventuelt med ytterligere pålegg fra myndighetene. Det forutsettes at myndighetene følger opp med regelmessige inspeksjoner.

Det forutsettes at det blir gitt en statlig garanti som dekker utgiftene til overvåking og eventuelle tiltak i et langtidsperspektiv.

11.4 Samlet vurdering

Det er ikke identifisert noen konsekvenser eller sum av konsekvenser som taler mot at anlegget for deponering av LRA ved Stangneset fyllplass, Sløvåg i Gulen kommune realiseres. Det anses derimot slik at realiseringen av deponianlegget vil kunne gi positive ringvirkninger for industrien i området.

Med de valgte tekniske løsninger vil det være ubetydelige miljøkonsekvenser både med hensyn til arbeidsmiljø, utslipp til resipienten: Fensfjorden og miljøet forøvrig.

Den største negative konsekvensen av deponianlegget anses å være de mulige innvirkningene på omdømme og mulig frykt og engstelse i lokalsamfunnet. Det vil bli iverksatt tiltak for å forhindre og dempe disse virkningene.

12 Tiltakshaver anbefaling

Deponianlegget er planlagt og konstruert som et helhetlig anlegg som på en sikker måte tar i mot, behandler og deponerer LRA fra olje- og gassindustrien slik det produseres. Det vil derfor ikke være nødvendig med noen andre anlegg for behandling av avfallet enn dette søkte deponianlegget. Avfallshåndteringen er dermed redusert til et minimum.

I konstruksjonen av anlegget er det lagt vekt på løsninger som både sikrer minimal dosebelastning for personell og hindrer utslipp av miljøfarlige komponenter både på kort og lang sikt. Konstruksjonen er utført med basis i gjeldende kunnskap og teknologi på dette feltet internasjonalt.

Lokaliseringen av anlegget er ideelt i de henseender at transportveiene er minimalisert, berggrunnen er svært egnet og at det er synergieffekter med stedlig virksomhet når det gjelder avfallshåndtering, driftspersonell og videre utvikling av området.

Tiltakshaver er av den oppfatning at anlegget tilfredstiller olje- og gassindustriens behov og har de spesifikasjoner/egenskaper et slikt anlegg skal ha for sikker behandling og deponering av LRA.

13 Referanser

13.1 Litteratur brukt som støtte under design av deponi, kokiller og barrierer

IAEA, 2004. Long term behaviour of low and intermediate level waste packages under repository conditions. Results of a co-ordinated research project 1997-2002. IAEA-TECDOC-1397. International Atomic Energy Agency, Wien, 227 s.

IAEA: 1989. Natural analogues in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radioactive wastes. Technical Report Series No. 304, International Atomic Energy Agency, Wien, 57 s.

IAEA, 1985. Operational Experience in Shallow Ground Disposal of Radioactive Wastes. Technical Report Series No. 304, International Atomic Energy Agency, Wien, 87 s.

IAEA, 1984. Design, Construction, Operation, Shutdown and Surveillance of Repositories for Solid Radioactive Wastes in Shallow Ground. Safety Series No. 63. International Atomic Energy Agency, Wien, 60 s.

IAEA, 1983. Criteria for Underground Disposal of Solid Radioactive Wastes. Safety series No. 60. International Atomic Energy Agency, Wien, 46 s.

IAEA, 1983. Disposal of Low- and Intermediate-Level Solid Radioactive Wastes in Rock Cavities. Safety series No. 59. International Atomic Energy Agency, Wien, 49 s.

IAEA, 1983. Concepts and Examples of Safety Analyses for Radioactive Waste Repositories in Continental Geological Formations. Safety series No. 59. International Atomic Energy Agency, Wien, 171 s.

13.2 Referanser direkte referert i teksten

[StrålevernHefte5]	Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø StrålevernHefte 5, Statens strålevern, 1995
[StrålevernHefte23]	Radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom – en veiledning StrålevernHefte 23, Statens strålevern, 2000
[ND11]	Kartlegging av mellomlagret LRA – Statoil ASA. ND/F-11/03. 16 s.
[ND12]	Kartlegging av mellomlagret LRA – Total E&P Norge AS. ND/F-12/03. 7 s.
[ND14]	Kartlegging av mellomlagret LRA – Norsk Hydro ASA. ND/F-14/03. 5 s.
[ND16]	Kartlegging av mellomlagret LRA – BP Norge AS. ND/F-16/03. 8 s.
[NGI01]	NGI (1997): Ingeniørgeologi. Praktisk bruk av Q-metoden. Rapport 92046-2.
[FOR1127]	Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften) Forskrift av 06.12.1996 nr 1127, Arbeidstilsynet

[FOR547]	Helse og sikkerhet i forbindelse med bergarbeid Forskrift av 21.11.1997 nr 1268, Arbeidstilsynet
[Keller01]	G. Keller, B. Hoffman and T. Feigenspan. Radon permeability and radon exhalation of building materials. The Science of the Total Environment 272(2001)
[StrålevernRapport7]	D. Kristensen. Radioaktive avleiringer i oljeproduksjonen – en strålehygienisk vurdering StrålevernRapport 1994:7, Statens strålevern, 1994
[IMDG00]	International Maritime Dangerous Goods Code. International Maritime Organization, 2000
[ADR03]	ADR/RID, veg-/ jernbanetransport av farlig gods 2003. Direktoratet for brann- og elsikkerhet, 2003
[ICRP68]	Dose coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 68, 1994
[ICRP71]	Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71, 1995
[Hamilton04]	I.S. Hamilton et al.. Radiological assessment of petroleum pipe scale from pipe-rattling operations. Health Physics Vol.87, No.4, 2004
[Raabe96]	O.G. Raabe. Studies of the solubility of naturally-occurring radionuclides in petroleum pipe scale. In: Proceedings of the 29th Midyear Meeting of the Health Physics Society, 1996
[MicroShield]	Grove Engineering. MicroShield version 5, User's Manual, USA, 1998.
[StrålevernHefte8]	Persondosimetri for yrkeseksponerte – ioniserende stråling fra eksterne strålekilder. StrålevernHefte 8, Statens strålevern, 1995
[FOR1157]	Forskrift for arbeid med ioniserende stråling. FOR 1985-06-14 nr 1157, Arbeidstilsynet
[NFSF96]	T. Ramsøy, S. Backe, B. Juvik, I. Norstad. RaMona: Radiation monitoring and alarm system for the IFE-Kjeller site. In proceedings of 7.th Nordic radioecology seminar, 1996, Reykjavik, Island
[NDE1703]	Naturlige radionuklider i det marine miljø-en oversikt over eksisterende kunnskap med vekt på Norsdjøområdet. Norse Decom, 2003, 55 s.
[LOV00]	Lov om strålevern og bruk av stråling. 12.05.2000 nr. 36 , Sosial- og helsedepartementet
[FOR04]	Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften). FOR-2003-11-21-1362, Helsedepartementet
[Stumm&Morgan]	Aquatic Chemistry. 1981. John Wiley & Sons. 780 s.
[Brookins]	Eh-pH Diagrams for Geochemistry. 1988. Springer Verlag. 176 s.
[FOR930]	Miljøverndepartementet: FOR 2004-06-01 nr 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)

- [EU01] Kommisjonen for de europeiske fellesskap: Endring av deponiforskriftens vedlegg II. Utkast til kommisjonsvedtak om fastsettelse av kriterier og prosedyrer for mottak av avfall på deponier i henhold til artikkel 16 og vedlegg II i rådsdirektiv 1999/31/EF om deponering av avfall (udatert)

13.3 Dokumenter utarbeidet spesielt for foreliggende konsekvensutredning

MULTICONSULT-rapport nr. 610468.1 Bergromsdeponi Stangeneset. Avfallsforskriften. Utlakingstester. Miljørisikovurdering

MULTICONSULT-rapport nr. 610468.2 Bergromsdeponi Stangeneset. Ingeniørgeologiske forhold. Bergromsutforming. Utsprengning

Vedlegg 1

Oktober 2003

Analytica
Aurorum 10
977 75 Luleå
Tel: 0920- 28 99 00
Fax: 0920- 28 99 40
E-post: lulea@analytica.se

Analytica
Box 511, 183 25 Täby
Tel: 08- 52 77 52 00
Fax: 08- 768 34 23
E-post: taby@analytica.se

Analytica
Stora Varvsgatan 11 N:3
211 19 Malmö
Tel: 040- 665 68 50
Fax: 040- 12 23 10

www.analytica.se

Kemiska analyser från
Analytica:
grundämnen
isotoper
fysikalisk-kemiska
arbetsmiljö
organiska ämnen

Lakförsök enligt EU-direktivet

Laktester används i allt större utsträckning för bedömning av fasta material. Med anledning av ökad efterfrågan på laktester och analys av lakvatten har Analytica tagit fram nya analyspaket som baseras på EU:s direktiv 2003/33/EG.

Totalhalter i fasta prover

Vid bestämning av totalhalter används både smälta och syrauppslutning. För att kunna lösa upp den mineralbundna fraktionen av grundämnena (As, Cd, Co, Cu, Hg, Sb, Ni, Pb, S och Zn) används en uppslutning med HNO₃/HCl /HF. Övriga element bestäms efter smälta. Analytica har tagit fram två nya metallpaket, ett mer omfattande (**LMG2**) och ett mindre (**LMG5**) som endast motsvarar metalluppsättningen i EU-direktivet.

LMG2 Analys efter syrauppslutning/smälta

LOI	Summa oxider		
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃
K ₂ O	MgO	MnO ₂	Na ₂ O
P ₂ O ₅	TiO ₂		
As (3)	Ba (2)	Be (0.5)	Cd (0.1)
Co (0.08)	Cr (10)	Cu (1)	Hg (0.01)
Mo (5)	Nb (5)	Ni (0.5)	Pb (1)
S (80)	Sb (0.5)	Sc (1)	Sn (20)
Sr (2)	V (2)	W (50)	Y (2)
Zn (4)	Zr (2)		

Siffra inom parentes anger rapporteringsgräns i mg/kg TS. Provmängd: min 5 g TS. Uppsutning ingår i priset.

1620 kr/prov

Laktester

Skakförsök enligt EN 12457-3, L/S 2 och L/S 10: Ett prov siktas på 4 mm och skakas med avjoniserat vatten i två steg, först vid L/S 2 i 6 timmar och därefter vid L/S 8 i 18 timmar. Den sammanlagda laktiden är 24 timmar och den ackumulerade L/S-kvoten blir 10. Efter filtrering analyseras

LMG5 Analys efter syrauppslutning/smälta

As (3)	Ba (2)*	Cd (0.1)	Cr (10)*
Cu (1)	Hg (0.01)	Mo (5)*	Ni (0.5)
Pb (1)	Sb (0.5)	Zn (4)	

Siffra inom parentes anger rapporteringsgräns i mg/kg TS. Önskas annan haltangivelse skall detta anges vid beställningen. Provmängd: min 5 g TS. Uppsutning ingår i priset.

* Analyseras efter smälta.

1290 kr/prov

Tillägg

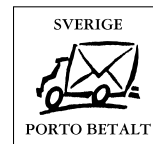
Extra element (utom Selen)	120 kr/prov
Selen	240 kr/prov
TOC	420 kr/prov
pH ¹⁾	190 kr/prov
ANC (Alkalinitet) ¹	260 kr/prov
BTEX + PCB7 + mineralolja	
>C10-C40 + PAH ²	2850 kr/prov

¹ Ingår endast i kriterierna för farligt avfall som kan tas emot vid deponier för icke-farligt avfall samt även för deponier för farligt avfall.

² Ingår endast i kriterierna för inert avfall som kan tas emot vid deponier för inert avfall.

**Begränsad
Eftersändning**

Vid definitiv eftersändning återsänds försändelsen med den nya adressen på baksidan (ej adressidan).

B**Frågor?**

Om metaller och isotoper:
Analytica, Luleå
0920- 28 99 00

Om organiska ämnen:
Analytica, Täby
08- 52 77 52 00

**Om asbest, partiklar,
mineral:**
Analytica, Täby
08- 52 77 52 00

Analytica, Malmö
040- 665 68 50

**Snabbanalyser kan erhållas.
Kontakta laboratoriet för
information!**

lakvattnen var för sig. Skaktest kan användas som kvalitetskontroll och är ett förenklat lakttest.

Kolonntest enligt pr EN 14405:

Ett lufttorkat prov siktas (ev. krossas) till rätt partikelstorlek, <4 mm eller <10 mm beroende på kolonn-diametern. Provet packas i kolonnen och lakas under det att L/S-kvoten kontinuerligt ökas genom att avjoniserat vatten sakta pumpas in från botten av kolonnen. Maximalt sju lakvatten tas ut från kolonnen vid olika L/S- kvoter: 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5 och 10. Lakvattnen analyseras var för sig. Kolonntest tillhör den grundläggande karaktäriseringen av avfall.

**LV3a Analys utan upp-
slutning (ackrediterat
för lakvatten)**

Al (1)	As (1) ¹	Ba (0.2)
Ca (200)	Cd (0.05) ²	Co (0.05)
Cr (0.5)	Cu (1)	Fe (4)
Hg (0.02)	K (500)	Mg (90)
Mn (0.2)	Mo (1)	Na (120)
Ni (0.5)	Pb (0.2)	S (160)
Sb (0.1)	Se (0.008) ³	Zn (1)
klorid	fluorid	sulfat
DOC		

Siffror inom parentes anger rapporteringsgräns i µg/l. Provmängd: min 60 ml.

¹ För prover med höga halter klorid höjs rapporteringsgränsen.

² För prover med höga halter molybden höjs rapporteringsgränsen.

³ För Se görs uppslutning med HCl i autoklav.

1950 kr/prov

I ovanstående lakttester ingår pH och konduktivitet samt halter omräknade till fast material.

För priser, provmängder och analys-tider, kontakta laboratoriet.

Analys av lakvatten

Analytica har även tagit fram två nya analyspaket för lakvatten, ett mer omfattande (**LV3a**) och ett mindre (**LV4a**) som endast motsvarar analysomfattningen i EU-direktivet.

**LV4a Analys utan upp-
slutning (ackrediterat
för lakvatten)**

As (1) ¹	Ba (0.2)	Cd (0.05) ²	Cr (0.5)
Cu (1)	Hg (0.02)	Mo (1)	Ni (0.5)
Pb (0.2)	Sb (0.1)	Se (0.008) ³	Zn (1)
klorid	fluorid	sulfat	DOC

Siffror inom parentes anger rapporteringsgräns i µg/l. Provmängd: min 60 ml.

¹ För prover med höga halter klorid höjs rapporteringsgränsen.

² För prover med höga halter molybden höjs rapporteringsgränsen.

³ För Se görs uppslutning med HCl i autoklav.

1620 kr/prov**Tillägg**

Extra element	120 kr/prov
Fenolindex*	500 kr/prov
TS för lösta ämnen	120 kr/prov

* Ingår endast i kriterierna för inert avfall som kan tas emot vid deponier för inert avfall.

Registrert: 2004-10-28
Analysert : 2004-11-12
Utført : 2004-11-15

Multiconsult AS, avd. Noteby
Rannveig Nordhagen
Avd. Bergen
Postboks 6205
5893 Bergen

LV4A-LUL.R1

Prosjektnr :
Prosjektnavn : LV4a + Cr

Faks : +47 55926851

Utvaskingsforsøk etter EN 12457-3 - To trinn forsøk L/S=2 og L/S=10.

Dersom prøven har mer enn 5% innhold av partikler >4mm vil prøven måtte knuses ned. Prøven ristes med ionebyttet vann i to trinn, først ved L/S 2 i 6 timer og deretter ved L/S 10 i 18 timer. Den sammenlagte utvaskningstiden er 24 timer og den akkumulerte L/S-kvoten blir 10. L/S betyr mengde vann i forhold til faststoff.

Etter filtrering analyseres eluatene for:

- pH og ledningsevne*
- klorid, fluorid, sulfat og DOC*
- løste metaller*

Sluttbestemmelse av metallkonsentrasjoner er utført med:

- Plasma-emissionsspektrometri, ICP-AES*
- Plasma-massespektrometri (Quadrupol), ICP-QMS*
- Plasma-massepektrometri (Sektor), ICP-SMS*
- Atomfluorescens, AFS*

Analysen er utført etter EPA-metoder 200.7 og 200.8 (modifisert).

Analysen er akkreditert for fersk-, grunn- og sigevann (miljøvann) av Swedac (reg. nr 1087).

I rapporten benyttes følgende forkortelser, bokstavkoder i parentes betyr at analysen ikke er akkreditert:

M (Q) før en analysverdi betyr at sluttbestemmelse er utført med ICP-QMS

H (S) før en analysverdi betyr at sluttbestemmelse er utført med ICP-SMS

E (A) før en analysverdi betyr at sluttbestemmelse er utført med ICP-AES

F (G) før en analysverdi betyr at sluttbestemmelse er utført med Atomfluorescens

± angir verdier som representerer den instrumentelle spredningen ved gjentatte målinger (n=4 for ICP-AES, n=3 for ICP-SMS og -QMS), uttrykt som standardavvik.

I de andre analysene er følgende metoder benyttet:

- Cl og SO₄: Ionekromatograf, ISO 10304 (modifisert)*
- pH med glasselektrode med innebygget temperaturkompensasjon etter NS 4720, feb. 1979*
- konduktivitet etter NS-ISO-7888/EN 27888*
- DOC ved forbrenning ved 750 grd C og måling av CO₂ med NDIR detektor etter NS-ISO 8245*

Standardverdier for måleusikkerhet basert på referanseprøver kan finnes i Analytica's prisliste.

Utførende laboratorier og akkreditering:

- 1) Analyse av metaller i eluat og utvaskingstest er utført akkreditert (Swedac reg. nr 1087). Akkreditert kvant.grense for As vil variere noe avhengig av klorid og kobberinnholdet. Dersom As rapporteres ikke akkreditert vil dette angis i rapporten. Analysene er utført hos Analytica Luleå.*
- 2) Analyser av DOC, sulfat og klorid i vann er utført ved Ecochem som er akkreditert for alle tre analyser (CAI no 002/2004).*

2 (2)

Analytica		0009804		0009804		0009805		0009805	
Prvnavn1		Pr.1 LS 2		Pr.1 LS 10		Pr.2 LS 2		Pr.2 LS 10	
Prvnavn2		Type A		Type A		Type B		Type B	
As	µg/l	H	<1	H	<1	H	<5	H	<1
Ba	µg/l	E	1270 ± 152	E	818 ± 98	E	67.6 ± 8.7	E	68.8 ± 8.6
Cd	µg/l	H	0.0692 ± 0.0353	H	<0.05	H	<0.05	H	<0.05
Cr	µg/l	H	14.0 ± 2.5	H	3.01 ± 0.56	H	<0.5	H	<0.5
Cu	µg/l	E	132 ± 17	H	21.9 ± 4.0	H	8.65 ± 1.72	H	<1
Hg	µg/l	F	<0.02	F	<0.02	F	<0.02	F	<0.02
Mo	µg/l	H	5.31 ± 1.01	H	4.25 ± 0.84	H	14.2 ± 2.6	H	9.31 ± 1.70
Ni	µg/l	E	220 ± 35	H	60.0 ± 10.4	H	2.70 ± 0.57	H	1.07 ± 0.37
Pb	µg/l	H	22.8 ± 3.7	H	8.95 ± 1.48	H	0.370 ± 0.100	H	<0.2
Sb	µg/l	H	0.200 ± 0.056	H	0.115 ± 0.037	H	0.470 ± 0.123	H	0.372 ± 0.096
Se	µg/l	G	0.0511	G	0.0432	G	0.0781	G	0.0324
Zn	µg/l	E	228 ± 32	H	92.0 ± 17.3	H	12.2 ± 4.2	H	3.99 ± 1.62
		I	-----	I	-----	I	-----	I	-----
Cl-	mg/l	I	9.4	I	<1.0	I	125	I	3.5
F-	mg/l	I	0.14	I	<0.10	I	<0.10	I	<0.10
SO4	mg/l	I	131	I	43.0	I	1440	I	967
DOC	mg/l	I	16	I	2.5	I	6.8	I	1.3
		I	-----	I	-----	I	-----	I	-----
Cr6+	mg/l	I	<0.02	I	<0.02	I	<0.02	I	<0.02

Norse Decom
Instituttveien 18
Postboks 112
2027 Kjeller

Instituttveien 18
Postboks 40, NO-2027 Kjeller
Tlf: +47 63 80 60 00
Faks: +47 63 8x xx xx
Org. nr.: NO 959 432 538
Web: www.ife.no

Att.: Per Varskog

Vår ref.: Rajdeep Sidhu
Dir. tlf: +47 63 80 6053
E-mail: rajdeep.sidhu@ife.no

Deres ref.: PV

Dato: 2004-11-17

Analyse av ^{226}Ra i vannprøver

Oppdragsnr. 2004-360

De mottatte prøvene har blitt analysert mhp ^{226}Ra vha alfaspektrometri etter radiokjemisk separasjon av radium.

Prøvebeskrivelse

Prøvenr.	Prøveidentifikasjon	Kundens merking	Volum
1	0166649 041108 kl 1600	Prøve 1 type A	147 ml
2	0166650 041109 kl 1055	Prøve 1 type A	149 ml
3	0166651 041108 kl 1625	Prøve 2 type B	149 ml
4	0166652 041109 kl 1105	Prøve 2 type B	149 ml

Metodebeskrivelse

Prøvene måles og overføres til begerglass ved hjelp av litt HCl. Prøvene tilsettes så ^{133}Ba tracer og løsningene oppvarmes i 1 time. Løsningen avkjøles og radium medfelles så med bly sulfat ved tilsetning av sulfat og bly-bærer. $\text{Pb}(\text{Ra})\text{SO}_4$ samles, vaskes med sulfatløsning og løses med DTPA. Løsningen tilsettes litt barium og $\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$ felles ved tilsetning av sulfatløsning (bly holdes her tilbake i løsningen). $\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$ samles på membranfilter og alfaaktiviteten av ^{226}Ra bestemmes ved bruk av alfa spektrometri. Det kjemiske utbyttet for analysen finnes ved å foreta en gammaanalyse av ^{133}Ba i de respektive kildene. En blankprøve bestående av ionebyttet vann (150 ml) er analysert samtidig og ^{226}Ra innholdet i denne (24 ± 7 mBq/l) er trukket fra analyseresultatene.

En detaljert beskrivelse av analysemetoden kan finnes i Environmental Survey and Site Assessment Program (ESSAP) utviklet av Oak Ridge Institute for Science and Education (<http://www.ornl.gov/essap/labman/ap7.pdf>).

Analyseresultater

Prøvenr.	Prøveidentifikasjon	Kundens merking	²²⁶ Ra (mBq/l)
1	0166649 041108 kl 1600	Prøve 1 type A	108 ± 29
2	0166650 041109 kl 1055	Prøve 1 type A	50 ± 18
3	0166651 041108 kl 1625	Prøve 2 type B	50 ± 15
4	0166652 041109 kl 1105	Prøve 2 type B	45 ± 17

Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

Med hilsen

Rajdeep Sidhu
Forsker, Miljøovervåking
Avd. Miljø- og strålevern