

Dokumenteier	<i>Astrid Liland</i>	<i>26.04.2024</i>
Godkjent av	<i>Astrid Liland</i>	<i>05.05.2025</i>
Revidert av	<i>Sindre Hassfjell og Solveig Stordal</i>	<i>02.05.2025</i>
Versjon nr. 2	<i>Thor Medicals Risikovurdering for håndtering av radioaktivt avfall Versjon 2</i>	



Unntatt offentlighet jf. offentleglova §24 tredje ledd og §26 fjerde ledd

Risikovurdering for håndtering av radioaktivt avfall

De eneste radioaktive stoffene som er til stede i produksjonen i pilotanlegget, er de radionuklidene som finnes i henfallskjeden fra naturlig thorium (Th-232) til stabilt bly (Pb-208). Både utgangsstoffet Th-232, mellomproduktet Ra-228 og kundeproduktet Th-228 er svært verdifulle for oss. Alle prosesser er derfor lagt opp slik at så mye som mulig av stoffene blir renframstilt eller resirkulert tilbake i prosessen. Ethvert tap av radionuklider underveis er uønsket. Produksjonsprosessen er designet slik at systemene er lukket og hovedandelen av kjemikalier og radioaktive stoffer resirkuleres. Dermed dannes det minimalt med utslipp og avfall.

Avfallet som produseres er seks-delt:

1. Driftsavfall fra lab i form av svakt kontaminert tørkepapir, hansker, pipettespisser o.l. Evt. adsorbenter og tørkepapir fra søl.
2. Noe avfall fra småskala FoU-arbeid i C-lab, hovedsakelig brukt kolonnematerial med små mengder radioaktive stoffer.
3. Brukte filtre og fellematerialer fra ventilasjonssystemet, estimert årlig bytte.
4. Brukt kolonnemateriale fra første kolonne i produksjonsprosessen. Vi antar at det vil være nødvendig å skifte kolonnemateriale en gang per 5. - 10. år.
5. Diverse restfraksjoner fra produksjonen som er blitt solidifisert til fast avfall.
6. Evt. retur av kilder fra kunder der det som ikke kan resirkuleres tilbake i produksjonen må avhendes som avfall.

Risikovurdering

1. Driftsavfall

Ved normal produksjon vil slikt avfall produseres på jevnlig basis. Kontamineringen vil være lav på slikt utstyr. Det kastes i egne søppelbøtter for lavradioaktivt avfall. Ettersom dette er fast avfall med lav kontaminering, utgjør det ikke en risiko for de ansatte når de følger prosedyrer og benytter verneutstyr. Vegghengte detektorer og personlige dosimetre overvåker eksponeringen. Avfallet kontrollmåles med detektorer før avhending til godkjent mottak.

Ettersom ethvert tap av radionuklider er negativt for vår produksjon, skal det være detaljerte prosedyrer og opplæring for å unngå søl, både i lokalet og i avtrekksskap. Vi må likevel ta høyde for at søl kan skje (jf. risikovurderingen)

og egne prosedyrer for håndtering av søl vil være tilgjengelige i lokalene. Ved opprydning/dekontaminering etter søl, vil det kunne bli papir, adsorbenter og verneutstyr som er mer kontaminert enn vanlig driftsavfall. Både overflater og ansatte må kontrollmåles etter opprydning/dekontaminering for å sikre forsvarlig strålevern. Risikoen ved søl i avtrekksskap og søl i lokalet er scoret til 3 (sannsynlighet 3, konsekvens 1), jf. risikovurderingen for uhell. Risikoen ved håndtering av avfallet som oppstår, vil være lavere da selve avfallet vil være i fast form og situasjonen under kontroll når opprydning/dekontaminering er gjennomført. Risikoen er derfor neglisjerbar når de ansatte følger prosedyrer og bruker verneutstyr og dosimetre. Avfallet kontrollmåles med detektorer før avhending til godkjent mottak.

2. Avfall fra småskala FoU-arbeid

Som ledd i optimalisering av produksjonsprosessen, vil vi ha FoU-arbeid i avtrekksskap på C-lab og B-lab. Også her vil det elueres løsninger gjennom kromatografiske kolonner, men kun i små kolonner. Kolonnematerialet må skiftes ut ved behov, maks. årlig. Mengden vil være lav, både i vekt (gram) og i aktivitet (kBq). Materialet skal kontrollmåles for å bestemme aktiviteten før avhending til godkjent mottak.

Dersom vi blir sittende igjen med aktive løsninger fra FoU-arbeid som vi ikke lenger kan bruke, skal disse elueres gjennom kolonner med egnet materiale slik at radionuklidene fester seg i kolonnematerialet og ikke går ut i løsningen. Her kan aktivitetskonsentrasjonen bli noe høyere enn over, og også dette kolonnematerialet må kontrollmåles for å bestemme aktiviteten før avhending til godkjent mottak.

Avfallet utgjør ikke en risiko for de ansatte når de følger prosedyrer og benytter verneutstyr. Personlige dosimetre overvåker eksponeringen. Risiko ved søl er beskrevet under 1.

3. Brukte filtre og fellematerialer

For å hindre utslipp av Rn-220, settes det opp filtre og radonfeller i serie i ventilasjonsanlegget som fanger opp radon. Filtre og fellematerialer må byttes jevnlig, hyppighet vil avgjøres av målinger når anlegget er i produksjon. Foreløpig estimert til en gang per år maks.

Rn-220 har en halveringstid på 56 s, slik at radonisotopen er borte etter <10 min. På filtre og fellematerialer vil vi da kun ha radondøtre. Av disse, er det Pb-212 som har lengst levetid på 10,6 t. Ved skifte av filtre og fellematerialer, må disse settes til henfall i minst ti halveringstider, i praksis minimum 5 dager, og så kontrollmåles. Dersom målinger og beregninger viser at materialet inneholder <1 Bq/g av Pb-212, defineres det ikke som radioaktivt avfall og kan avhendes som ikke-radioaktivt avfall. Ved behov, kan materialet oppbevares lengre for henfall slik at man kommer under unntaksgrensen.

Ansatte som skifter filtre og fellematerialer skal benytte verneutstyr og dosimeter og følge gjeldende prosedyre. Avfallet består av fast stoff som legges i forseglet beholder for mellomlagring i 5 dager. Risikopotensialet er

derfor lavt. Jf. risikovurderingen av uhell, vil sannsynligheten være maks. 2 (1 gang per 5 år) ettersom skifte er estimert til maks. årlig. Ved operatørfeil (f.eks. ikke brukt maske og hansker) kan den ansatte få en høyere eksponering enn normalt (som kan gi >6 mSv/år, men <20 mSv/år), men det blir ikke personskader, skader på eller kontaminering av utstyr eller utslipp over unntaksgrense. Konsekvensscoren blir derfor 1 (mindre alvorlig) og total risikoscore 2 som er akseptabelt.

4. Brukt kolonnemateriale fra første kolonne i produksjonsprosessen

Det er estimert at kolonnematerialet må skiftes hver 5. til hvert 10. år. Dette er fast, fuktig masse som veier ca. 1 kg og total aktivitet som sitter igjen på kolonnematerialet er estimert til maks. 1 MBq av Th-232 med desintegrasjonsprodukter.

Kolonnen tømmes i hht laste/tømme-prosedyre for kolonnen. Deretter skylles kolonnen med svak syre/vann for å fjerne rester som samles i egen beholder. Vannet elueres gjennom en mindre kolonne i avdelingen for avfallshåndtering for å fiksere de radionuklidene det inneholder, se for øvrig punkt 2. Vannet som elueres ut av kolonne skal kontrollmåles og kun ren løsning slåes ut i avløpsvask. Ved behov gjentas prosessen.

Sannsynligheten for uhell under bytte av kolonnemateriale er vurdert til 2 (Sjelden - 1 gang per 5 år) ettersom bytte foregår maks. hvert 5. år. Det kan oppstå søl i lokalet under byttet og bli behov for dekontaminering og produksjonsstans < 1 dag. Materialet inneholder lite radioaktivitet og bidrag til ekstern eksponering under opprydning er derfor lav. Ettersom materialet er fast og fuktig, vil det heller ikke bli radioaktivitet i luft som bidrar til intern eksponering, med unntak av neglisjerbare mengder Rn-220. Konsekvensene for doser, utstyr, kontaminasjon og utslipp scorer derfor 1 (Mindre alvorlig). Total risikoscore blir derfor 2.

Avfallet oppbevares i ventilert kjemikalieskap slik at radon som slipper ut går gjennom ventilasjonssystemet med filtre og radonfeller. Avfallet kontrollmåles før det avhendes til godkjent mottak.

De radionuklidene som sitter igjen på kolonnematerialet, er svært hardt fiksert da det ikke ble eluert ut med hverken syreløsning eller andre eluenter i prosessen. Ved disponering av materialet på godkjent mottak, er derfor sannsynlighet for avrenning fra avfallet neglisjerbar.

5. Diverse restfraksjoner fra produksjonen som er blitt solidifisert

Det vil bli produsert en del forskjellige vandige fraksjoner av lav-radioaktivt avfall i pilotanlegget. De vil enten dampes inn til fast avfall eller settes på et fast materiale ved eluering gjennom en kolonneadsorbent. Dette vil avhendes årlig som fast radioaktivt avfall.

Risiko fra søl vurderes til 2 utfra sannsynlighetsscore 2 (sjelden) og konsekvensscore 1 (mindre alvorlig).

6. Evt. retur av kilder fra kunder

I pilotanlegget vil vi kun produsere vareprøver. Dette vil være mindre mengder, rundt 1-20 MBq/forsendelse av Th-228, Ra-224 og Pb-212. Vi anslår en forsendelse per måned. Det er usikkert om kundene vil benytte seg av en returordning for så små prøver. Det som evt. blir returnert, vil i første omgang oppbevares i samme skap som radioaktivt avfall for deretter å vurdere hva som kan resirkuleres tilbake i produksjonen og ikke. Det som ikke kan resirkuleres, må kontrollmåles og avhendes som fast stoff til godkjent mottak.

Ved mottak av returnerte kilder og resirkulering tilbake i prosessen, kan uhell oppstå slik som søl i lokale eller avtrekksskap. Den risikoen er allerede beskrevet og scoret i risikovurderingen for uhell.

Vi vil benytte tiden i pilotanlegget til å utvikle gode returordninger og resirkuleringsprosesser for strålekildene vi vil produsere i fullskala fabrikk.

Dokumentlogg

Versjon nummer	Godkjent av	Dato	Kommentarer
1	Alf Bjørseth	30.04.2024	Dette er første utgave av Thor Medicals Risikovurdering for radioaktivt avfall
2	Astrid Liland	05.05.2025	Endringer tatt inn ettersom separasjonsprosessen har blitt noe endret siden opprinnelig plan.