

| | | |
|----------------------|---|-------------------|
| Dokumenteier | <i>Astrid Liland</i> | <i>26.04.2024</i> |
| Godkjent av | <i>Astrid Liland</i> | <i>16.02.2026</i> |
| Revidert av | <i>Sindre Hassfjell og Astrid Liland</i> | <i>16.02.2026</i> |
| Versjon nr. 3 | <i>Thor Medicals Risikovurdering for håndtering av radioaktivt avfall Versjon 3</i> | |



Risikovurdering for håndtering av radioaktivt avfall

De eneste radioaktive stoffene som er til stede i produksjonen i fabrikken AlphaOne med tilhørende laboratorier er de radionuklidene som finnes i henfallsskjeden 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 i AlphaOne er designet slik at systemene er lukket og hovedandelen av kjemikalier og radioaktive stoffer resirkuleres. Ventilasjonssystemene har innebygget HEPA- og kullfiltre som absorberer Rn-220 fra produksjonen. Dermed dannes det minimalt med utslipp og avfall.

Avfallet som produseres er seks-delt:

1. Driftsavfall fra produksjon og lab'er i form av svakt kontaminert tørkepapir, hansker, pipettespisser o.l. Evt. adsorbenter og tørkepapir fra søl.
2. Avfall fra småskala FoU-arbeid i B-lab, hovedsakelig brukt kolonnematerial med små mengder radioaktive stoffer.
3. Brukte HEPA- og kullfiltre fra ventilasjonssystemene, estimert årlig bytte.
4. Brukt kolonnemateriale fra separasjonskolonner i produksjonsprosessen. Vi antar at det vil utgjøre ca 1-2 kg årlig.
5. Diverse restfraksjoner fra produksjonen som er blitt solidifisert til fast avfall.
6. Flytende avfall
7. Evt. retur av kilder fra kunder der det som ikke kan resirkuleres tilbake i produksjonen må avhendes som avfall.

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 lavt radioaktivitetsnivå, 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 enn ved håndteringen av selve sølet 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 FoU-arbeid

Som ledd i optimalisering av produksjonsprosessen, vil vi ha FoU-arbeid i avtrekksskap på B-lab. Også her vil det elueres løsninger gjennom kromatografiske kolonner, men kun i små kolonner. Kolonnematerialet må skiftes ut ved behov. 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 enten elueres gjennom kolonner med egnet materiale slik at radionuklidene fester seg i kolonnematerialet og ikke går ut i løsningen, eller dampes inn til tørrhet og deponeres som fast avfall. 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 fra ventilasjonssystemene

For å hindre utslipp av Rn-220, settes det opp filtre i serie i ventilasjonsanleggene som fanger opp radon, se vedlagte Beskrivelse av beregning av utslippets størrelse. Filtre må byttes jevnlig, estimert til en gang per år.

Rn-220 har en halveringstid på 56 s, slik at radonisotopen er borte etter <10 min. På filtrene vil vi da kun ha radondøtre. Av disse er det Pb-212 som har lengst levetid på 10,6 t. Ved skifte av filtre 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 lengre 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 skal benytte verneutstyr og dosimeter og følge gjeldende prosedyre. Avfallet legges i forseglet beholder for mellomagring i 5 dager. Risikopotensialet er derfor lavt. Jf. risikovurderingen av uhell, vil sannsynligheten være maks. 2 (1 gang per 5 år). 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 3 som er akseptabelt.

4. Brukt kolonnemateriale fra første separasjonskolonne i produksjonsprosessen

Det er estimert at kolonnematerialet må skiftes årlig. Dette er fast, fuktig masse som veier ca. 1-2 kg og total aktivitet som sitter igjen på kolonnematerialet er estimert til ca 10 MBq av Th-232 og/eller Ra-228 og Th-228 med videre desintegrasjonsprodukter.

Sannsynligheten for uhell under bytte av kolonnemateriale er vurdert til 2 (Sjelden - 1 gang per 5 år) ettersom bytte foregår maksimalt årlig ved full produksjon. Det kan oppstå søl i lokalet under byttet og bli behov for dekontaminering og produksjonsstans < 1 dag. Materialet inneholder lite radioaktivitet og bidraget 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 avfallslager slik at radon som slipper ut gjennom ventilasjonssystemet går gjennom HEPA- og kullfiltre. 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 fabrikk. 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 når deponiet i Gulen gjenåpner. Risiko fra søl vurderes til 2 utfra sannsynlighetsscore 2 (sjelden) og konsekvensscore 1 (mindre alvorlig).

6. Flytende avfall

Lavaktivt flytende avfall vil slippes ut til sjø etter kontrollmåling og iht til gjeldende utslippstillatelse. Se mer detaljer i følgende vedlegg til søknaden om utslippstillatelse februar 2025:

Beskrivelse av radioaktive utslipp til sjø

Beskrivelse av beregning av utslippets størrelse

7. Evt. retur av kilder fra kunder

Vi vil tilby en returordning til våre kunder for ubrukt Th-228. Det som evt. blir returnert, vil resirkuleres tilbake i produksjonen om mulig, avhengig av aktivitet og renhet. Det som ikke kan resirkuleres, må kontrollmåles og avhendes som fast stoff til godkjent mottak.

Ra-224 og Pb-212 har så kort halveringstid at retur ikke er aktuelt.

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

