

**Tillsynsrapport**

Datum: 2019-02-19
Er referens: 1489807
Diariernr: SSM2013-2073
Dokumentnr: SSM2013-2073-39

Svensk Kärnbränslehantering AB SFR

Ansvarig handläggare: Anders Wiebert
Arbetsgrupp: Elisabet Höge, Anders Wiebert
Samråd: Charlotta Fred, Ansi Gerhardsson, Patrik Lundell, Ove Nilsson, Jenny Petersson och Anders Viklund
Godkänt av: Johan Anderberg

Granskningsrapport av SKB:s redovisning av åtgärder rörande feldeponerat avfall i SFR

Sammanfattning

År 2012 informerades Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) om att Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) misstänkte att avfallsfat enligt typbeskrivning S.14 [1], och som har deponerats i förvarsdelen 1BLA i SFR, inte uppfyllde typbeskrivningens krav på avfallens egenskaper. Detta ledde fram till ett föreläggande [2] om att SKB skulle utreda frågor om innehållet av radioaktiva ämnen i deponerat avfall, långsiktiga strålskyddskonsekvenser för människor och miljön om inget återtag sker och värdera detta i förhållande till risker avseende strålskydd och arbetsmiljö som är förenat med ett återtag.

SSM har granskat SKB:s svar på föreläggande SSM2013-2073-18 och bedömer att redovisningen svarar mot de utredningsbehov som angivits i föreläggandets sju punkter. SSM har i denna granskning även gjort en sammantagen bedömning av den information som framkommit i ärendet. SSM delar SKB:s bedömning att avfallet kan behöva återtas. Den redovisade förekomsten av de långlivade alfastrålarna Ra-226 och Pu-239/240 i S.14-avfallet i SFR har stor påverkan på strålsäkerheten efter förslutning, där i synnerhet de uppskattade stråldoserna till följd av oavsiktligt intrång ger risk för allvarliga konsekvenser för människors hälsa. SKB behöver planera arbetsmomenten i samband med ett återtag så att de kan genomföras utan att det uppstår oacceptabla risker för arbetstagare.

SSM har i samband med granskningen identifierat ett kvarstående behov av utredningar och förberedelser inför ett återtag. Utöver att presentera ett definitivt ställningstagande gällande sin syn på behovet av återtag, behöver SKB konkretisera planerna för återtaget och hur detta ska genomföras på ett godtagbart sätt utifrån strålskyddet och arbetsmiljön. I detta arbete behöver SKB, så långt som tillgänglig information i dagsläget medger, fördjupa analysen av containrarnas status och värdera de belastningar som kan uppkomma vid hanteringen samt hur detta löpande kan värderas i samband med lyft och förflyttning



av containrar. SKB behöver även utvärdera vilka åtgärder som kan vidtas i samband med hanteringen i syfte att minska riskerna för personalen.

SSM bedömer att riskerna relaterat till omflyttningen av containrar i 1BLA kommer att finnas oavsett om avfallet återtas i närtid, eller först efter att den planerade utbyggnaden av SFR genomförts. Det som i första hand bedöms skilja mellan dessa båda alternativ är hanteringen och mellanlagringen av det avfall som ska återföras till 1BLA. SSM bedömer att detta inte utgör tungt vägande skäl för att skjuta på ett återtag in i framtiden, i synnerhet inte om detta kan leda till ytterligare degradering av containrar. Enligt SSM:s bedömning finns det därför starkt vägande skäl att i närtid ta fram en betydligt mer utvecklad plan för genomförandet av återtaget.

Bakgrund

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) ansökte den 21 oktober 1994 om att få slutförvara avfall tillverkat i enlighet med typbeskrivning S.14 [3] i Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR). Avfallsfaten avsågs bli deponerade i containrar i förvardsdelen Bergrum för lågaktivt avfall (1BLA). De dåvarande myndigheterna Statens strålskyddsinstitut (SSI) [4] och Statens kärnkraftinspektion (SKI) [5] godkände i december 1994 deponering i enlighet med ansökan. Godkännandet avsåg avfallsfat tillverkade från 1980 och framåt.

Dessa avfallsfat utgör en delmängd av de ca 10 000 avfallsfat som har producerats vid anläggningarna i Studsvik, eller som har tillverkats på annan ort innan de transporterats till Studsvik för vidare hantering. Frågan om slutförvaring av avfallsfat som inte omfattas av typbeskrivning S.14 har prövats vid tre senare tillfällen, totalt omfattande ca 4 500 avfallsfat. Vid dessa tillfällen bedömde dock SSI att det förelåg sådana brister i underlaget att ansökan avlogs, eller till att denna återtog av sökanden [6], [7] och [8].

Den 12 november 2012 informerades SSM om att SKB misstänkte att avfallsfat enligt typbeskrivning S.14 [1], och som har deponerats i förvardsdelen 1BLA i SFR, inte uppfyllde typbeskrivningens krav på avfallets egenskaper. I 1BLA finns 75 containrar med 2 844 avfallsfat av typen S.14. Dessa avfallsfat är tillverkade av Studsvik Nuclear AB (SNAB) och AB SVAFO (Svafo) under perioden 1980 till 2001. Avfallet har sitt ursprung dels från de verksamheter som har bedrivits vid Studsvik, dels vid andra verksamheter tillståndspliktiga såväl enligt strålskyddslagen (1988:220) som lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet. Av typbeskrivningen, och underlag till denna, framgår vilka egenskaper som avfallet ska ha och hur detta har kontrollerats. Bland annat anges att avfallet kontrolleras med avseende på vätskeformigt material och att avfallet inte ska innehålla annat än försumbara mängder fissilt material. Tillåten mängd långlivade radionuklider regleras även genom utfärdade strålskyddsvillkor [9].

I februari 2013 inkom SKB med en rapportering i enlighet med 4 § Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (SSMFS 2008:21) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall [10]. Därefter har ett antal möten hållits inom ramen för detta ärende och SSM har även begärt skriftliga svar på ett antal frågeställningar från de berörda tillståndshavarna [11]. Det senaste föreläggandet i ärendet riktade sig till SKB [2] och omfattade redovisning av svar på följande punkter:

1. en uppskattning, utifrån en analys av befintlig kunskap, av innehållet av radioaktiva ämnen och andra miljöstörande ämnen i deponerat avfall,
2. en redovisning, baserat på uppskattningen enligt 1, av avfallets långsiktiga strålskyddskonsekvenser för människor och miljön om inget återtagande sker,
3. en utvärdering av de kostnader och risker som ett återtag kan medföra,



4. en utvärdering av om det finns risk för att avfallskollin och containrar kan degraderas på ett sådant sätt att ett återtagande av dessa försvåras,
5. en redovisning av vilka kompensatoriska åtgärder som, för det fallet att det föreligger risk för degradering av avfallskollin och containrar, som SKB kommer att vidta för att motverka detta,
6. en redovisning av vilka åtgärder som SKB kommer att vidta för att kontrollera utgående dränage från den aktuella förvarsdelen,
7. ett, med utgångspunkt från punkt 1 – 6, samlat ställningstagande rörande återtagande av avfallet samt vilka kompensatoriska åtgärder som SKB avser vidta.

Syftet med granskningen

SSM har genomfört denna granskning med två syften. Det ena är att bedöma om SKB med inlämnad dokumentation har besvarat de sju punkter som angivits i föreläggande SSM2013-2073-18. Det andra syftet har varit att utifrån informationen i ärendet göra en samlad bedömning av vilka åtgärder som behöver vidtas i den fortsatta hanteringen av det uppdagade förhållandet med feldeponerat avfall i SFR.

Granskningens genomförande

SSM har genomfört granskningen baserat på SKB svar på föreläggande, vilket omfattar ett samlat ställningstagande [12] och sex stycken underlagsrapporter:

- [12] Samlat ställningstagande rörande återtag av avfallstyp S.14 samt kompensatoriska åtgärder, SKB dokID 1489807, 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [13] Uppskattning av innehållet av radioaktiva ämnen och andra miljöstörande ämnen i deponerade S.14 fat i 1BLA SFR, SKB dokID 1475590, 3.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [14] Strålskyddskonsekvenser för S.14, SKB dokID 1487626, 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [15] Utvärdering av kostnader och risker som ett återtag av avfallstyp S.14 kan medföra, SKB dokID 1477125, 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [16] Hållfasthet och korrosion av avfallskollin i 1BLA, SKB dokID 1492827, 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [17] Kompensatoriska åtgärder vid degradering av containrar i 1BLA, SKB dokID 1478781, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [18] Utredning rörande dränagefrågan i S.14, SKB dokID 1496956, 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [19] FSG-liknande granskning av SKB:s svar på SSM:s föreläggande ang. feldeponerat Avfall S.14, SKB dokID 1515450, 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB

Inom ramen för granskningen har SSM också tagit del av följande underlagsrapporter till redovisningen:

- [20] Sammanställning #1 av S.14-poster i SFR, Rapport SVAFO 15-41
- [21] Sammanställning #2 av S.14-poster i SFR, Rapport SVAFO 15-42
- [22] Kartläggning av innehåll i deponerade avfallskollin av typ S.14 (1991 – 2001), Studsvik rapport N-15/134
- [23] Kartläggning av arbetssätt vid tillverkning av deponerade avfallskollin av typ S.14 tillhörande Studsvik Nuclear AB, Studsvik rapport N-15/133

Till grund för SSM:s granskning ligger även den information som framkom vid en verksamhetsbevakning i samband med ett uppföljande möte den 20 november 2018 [24] samt SKB:s presentationsunderlag från mötet [25].

Granskningsavsnitten under rubriken *Analys* nedan följer strukturen för de numererade punkterna i föreläggandet. För varje punkt diskuterar och återger SSM delar av SKB:s redovisade underlag tillsammans med annan relevant information i ärendet vilket därefter följs av SSM:s bedömning mot den aktuella föreläggandepunkten. I granskningsrapportens avslutande avsnitt *Samlade bedömning* framgår SSM:s sammanvägda bedömning av ärendet som helhet och de fortsatta behov av utredningar och åtgärder som SSM identifierat i samband med denna granskning.

Avgränsning

Denna granskning är avgränsad till att omfatta det S.14-avfall som har deponerats i IBLA i SFR. I den mån det S.14-avfall som finns kvar på Studsviks-siten diskuteras i rapporten så görs det med syfte att utreda förhållandena för det avfall som har deponerats i SFR. Gransknings syftar heller inte till att belysa de utredningar som behöver föregå en fortsatt hantering för att omkonditionera och slutförvara det avfall som inte uppfyller typbeskrivningarna. Gransknings har inte heller omfattat åtgärder kopplade till kärnämneskontrollen av det deponerade avfallet.

Analys

Punkt 1: Uppskattning av radioaktiva ämnen i deponerat avfall

SKB:s sammanställning [13] baseras på det underlag som SNAB och AB Svafö tagit fram. Underlaget har tagits fram i samråd med SKB och består av omfattande dokumentations-utredningar kring deponerat avfall. Avfall producerat från den 1 juli 1991 ägs företrädesvis av SNAB. Avfallskollin tillverkade från 1980 till den 1 juli 1991 ägs av AB Svafö. Viss produktion av AB Svafö:s avfall har även förekommit efter 1991. Vad gäller AB Svafö:s avfall producerades det avfall som uppkom före den 1 juli 1991 av föregångaren till SNAB. Ansvar för detta avfall överfördes från Studsvik Nuclear AB till AB Svafö genom beslut av regeringen 1993 [26] och [27].

De utredningar som SNAB och AB Svafö har genomfört har identifierat och uppskattat en ytterligare mängd av flera radionuklider, däribland C-14, Ra-226, U-235, U-238, Pu-239 och Pu-240. Avfall med innehåll av C-14 och Ra-226 har framförallt ursprung från s.k. IKA-verksamhet (IKA – icke kärntekniskt avfall) och har omhändertagits på uppdrag av externa avfallsleverantörer. Avfallens innehåll av C-14 härstammar huvudsakligen från forskning och läkemedelsindustrin, mörkersikten innehållande Ra-226 från försvaret, uran från bränslefabriken i Västerås (dåvarande ASEA-ATOM) medan plutonium härleds till Studsviks egna anläggningar och FOA i största utsträckning.

SNAB har inom ramen för sin del av sammanställningen genomfört flera utredningar. I rapporten [23] beskrivs arbetssätt, rutiner och andra dokument som kan kopplas till tillverkning av S.14-avfall. Redovisningen omfattar perioden från 1970-talet fram till och med 1990-talet. I rapporten [22] redovisas innehållet i deponerade avfallskollin av typ S.14 tillverkade under perioden 1991 – 2001.

I genomgången av tillgängliga dokument [23] beskriver SNAB hur instruktioner och rutiner har utvecklats från 1970-talet och framåt. Rapporten omfattar således även produktionen av det avfall som ägs av AB Svafö. Rapporten diskuterar både hanteringen av vätskeformigt avfall och hanteringen av alfastrålande material, med fokus på förekomsten av klyvbart material och transuraner. I rapporten beskrivs att idrifttagandet av SFR 1988 ledde till utvecklandet av sorteringskriterier m.m. för avfallet, men det ifrågasätts om de utredningar och rekommendationer som togs fram under 1980-talet når ut



till driftpersonalen i anläggningarna där avfallet produceras och packas innan det skickas till hanteringsanläggningen (HA) vid Studsvik för slutlig hantering. I rapporten beskrivs vidare att arbetet intensifierades i samband med framtagande av typbeskrivning S.14 under 1990-talet. Rapporten hänvisar till ett underlag till typbeskrivningen [28] från 1992 där det beskrivs att det kan förekomma Ra-226-preparat i avfallet, vilket kommenteras av myndigheterna i samband med granskningen av en första utgåva av typbeskrivningen. I rapporten framgår att myndigheterna i en skrivelse från 1993 ifrågasätter att avfall innehållande Ra-226 överhuvudtaget ska levereras till SFR [29]. Enligt avfallsregistret från 1995 och de instruktioner från 1998 som togs fram har det gällt nolltolerans för bl.a. Ra-226, Pu-239 och Am-241. Till rapporten bilägger SNAB bl.a. en sammanställning av de 1173 avfallskollin som deponerats i SFR och en bilaga om antalet skrotande strålkällor inom SNAB mellan år 1991 och 2001.

SNAB:s genomgång [22] för perioden 1991 till 2001 har inte identifierat förekomst av transuraner (som plutonium) utöver de spårmängder som kan kopplas till förekomsten av Cs-137 i avfallet. I kartläggningen beskrivs hanteringen av strålkällor vid Studsvik. Starka och/eller långlivade strålkällor ska ha omhändertagits vid Isotopservice eller vid Hanteringsanläggning för fast och flytande medelaktivt avfall (HM). Lågaktiva strålkällor från sjukhus, institutioner och försvar har skickats till HA, både från de externa leverantörerna, eller från Isotopverksamheten. Hanteringen illustreras också i ett flödes-schema. Förekomst av Ra-226 och Am-241 utesluts med hänvisning till de gamma-spektrometriska analyser som gjorts av avfallet vid produktionen. Utredningen identifierar 18 kollin i vilka fissilt material finns eller kan finnas. Samtliga dessa kollin härstammar från bränslefabriken i Västerås och anges innehålla uran.

Den genomgång som AB Svafo har genomfört har skett i två steg. I ett första steg valdes 7 fat ut för närmare undersökningar [20]. Urvalet var baserat på uppgifter i avfallsdatabasen Svala. För dessa avfallsfat granskades all upprättad information. Genomgången av den upprättade dokumentationen visade att avfallet innehöll fissilt material (uran och mindre mängder plutonium). Dessutom visade dokumentationen att avfallet innehåller ett större antal mörkerriktmedel från försvaret. Mörkerriktmedlen bedöms innehålla alfastrålaren Ra-226. AB Svafo bedömer att informationen sannolikt inte har beaktats inför avfallets leverans till slutförvaret. Föranlett av resultaten genomfördes en genomgång av övriga avfallsfat som har deponerats i SFR [21]. Arbetet fokuserades på förekomsten av fissilt material från Studsvik och FOA, urankontaminerat avfall från bränslefabriken i Västerås och mörkerriktmedel från försvaret.

AB Svafo:s utredning gällande förekomst av U-235 och U-238 överensstämmer väl med tidigare genomförda mätningar. Undersökningarna har också identifierat att visst avfall kan vara kontaminerat av plutonium. Den sammanlagda mängden bedöms vara mindre än 7 gram. Uppskattningen är baserad på en tolkning av uppgifter på följesedlar.

Den mängd Ra-226 som har identifierats i AB Svafo:s avfall består av ett stort antal mörkerriktmedel. Av underlagsrapporter och information från AB Svafo framkommer det kan vara frågan om ca 400 000 strålkällor fördelade på 72 avfallsfat. Uppskattningen av antalet strålkällor är för ca 200 000 mörkerriktmedel baserad på information från de följesedlar där antalet strålkällor anges. För resten av avfallsfaten, där uppgifter om antalet strålkällor saknas på följesedlarna, har antalet strålkällor uppskattats baserat på angivna uppgifter om avfallsvolymer och tillämpning av det samband mellan antal och volym som kan härledas från följesedlarna med mer utförlig information. Osäkerheterna gällande antalet strålkällor för dessa avfallsfat är större.

Gällande de enskilda strålkällornas aktivitetsinnehåll hänvisar AB Svafo till den utredning som dåvarande SSI och SKI lät genomföra i mitten av 1990-talet [30]. I denna redovisning



anges att aktivitetsinnehållet i lysfärg och mörkerriktmedel i förvaret uppgår till 0,01 - 1 μCi per strålkälla. AB Svafö utgår från att varje riktmedel har ett aktivitetsinnehåll på 1 μCi (motsvarande 37 kBq). Detta innebär att aktivitetsinnehållet av Ra-226 i mörkersiktterna i det deponerade avfallet sammantaget uppskattas till 14,9 GBq [13]. Denna mängd radium som mörkersiktterna innehåller utgör 2 % av det radium som enligt utredningen [30] har hanterats i Sverige fram till 1996.

Redovisningen som lämnades in i oktober 2015 har i januari 2019 kompletterats med en uppdaterad uppskattning av aktivitetsinnehållet [31]. Denna utgår från de gamma-spektrometriska analyser av ej deponerade avfallsfat som genomfördes inom ramen för röntgenprojektet [32]. Mätningarna inom ramen för röntgenprojektet har jämförts med de uppgifter som tidigare funnits registrerade gällande Ra-226, och döttrarna Bi-214 och Pb-214, för 20 stycken avfallsfat. Enligt SKB är överensstämmelsen god när de nya mätresultaten från röntgenprojektet jämförs med de originaldata där Ra-226 har detekterats. Baserat på resultaten, och med hänvisning till den rapport som togs fram av dåvarande SSI/SKI [30], uppskattar SKB att avfallet i SFR innehåller ca 1,5 GBq Ra-226, i stället för den tidigare uppskattningen på ca 15 GBq. Uppskattningen är baserad på medelvärdet av uppmätta aktivitetsinnehållet i de undersökta faten och resonemang om antalet deponerade fat innehållande mörkerriktmedel.

Utöver de 72 avfallsfat som härstammar från AB Svafö som innehåller långlivade alfastrålare, har SSM uppmärksammat att även två avfallsposter från SNAB enligt dokumentationen också skulle kunna innehålla mörkerriktmedel (avfallsposterna SV92-1135 samt SV95-1075) [33]. Utifrån kompletterande uppgifter bedöms det som osannolikt att detta avfall skulle innehålla Ra-226 [34]. Denna bedömning görs mot bakgrund från att förekomsten av Ra-226 har ingått i utvärderingen av de mätningar som gjordes från 1989 och framåt. Givet dessa rutiner bedömer SKB det som troligt att avfallets innehåll av Ra-226 ingick i bedömningen om avfallet var lämpligt för SFR eller om det skulle dirigeras i SFL [31].

SSM:s bedömning avseende punkt 1

SSM har tagit del av den sammanställning som SKB har gjort och de utredningar som AB Svafö och SNAB har tagit fram. SSM:s övergripande bedömning är att det är ett mycket omsorgsfullt och gediget arbete som har genomförts.

SSM konstaterar att SKB:s svar är av en annan karaktär än vad som SSM förväntade, och också avsåg med föreläggandet. SSM:s föreläggande var utformat med utgångspunkt från att röntgenprojektet hade identifierat brister i dokumentationen av de undersökta, icke deponerade, avfallsfaten. Bristerna bestod bland annat i att fler fat än vad som var registrerat innehöll fissilt material och att avfallet innehöll stora mängder blybehållare vars eventuella innehåll av radioaktiva ämnen inte kan bestämmas genom mätningar. SSM efterfrågade därför en analys och värdering av vilka slutsatser som utifrån dessa brister kan dras med avseende på de deponerade, ej undersökta faten. SSM:s föreläggande var formulerat med utgångspunkt från att den tillgängliga dokumentationen för det deponerade avfallet hade beaktats i samband med att avfallet skickades till slutförvaring. SSM kan konstatera att så inte förefaller vara fallet, i synnerhet för avfallsfat producerade under den första halvan av 1980-talet. Av detta följer att de utredningar som har presenterats ger ett mer definitivt svar i fråga om det deponerade avfallets innehåll av radioaktiva ämnen. Detta innebär att SSM:s (och SKB:s) bedömningar om behov av åtgärder i högre grad kan baseras på dokumenterad kunskap, i stället för mer spekulativa resonemang. Så länge entydiga bedömningar om behovet av återtag av det deponerade avfallet kan göras, är det efterfrågade resonemanget med utgångspunkt från resultaten från röntgenprojektet inte nödvändigt för den fortsatta hanteringen av ärendet. Mot denna bakgrund bedömer SSM att SKB har uppfyllt syftet med föreläggandets punkt 1.



I granskningen har SSM fokuserat på de utredningar som har gjorts gällande förekomsten av långlivade alfastrålare i avfallet.

Vad det gäller förekomsten av uranhaltigt material så bedömer SSM att de uppskattningar som görs av avfallets innehåll är rimliga. SSM konstaterar vidare att det finns en risk för att det kan förekomma plutonium i ett antal avfallsfat. SSM har inga invändningar mot den tolkning som AB Svafo gör av uppgifterna på följesedlarna, men konstaterar, liksom AB Svafo, att osäkerheterna är relativt stora. Även om uppskattningen troligen överskattar mängden plutonium i avfallet något, kan det enligt SSM:s bedömning inte uteslutas att den faktiska mängden också kan vara något högre. Vad det gäller det deponerade avfallets innehåll av kärnämne och åtgärder kopplade till kärnämneskontrollen så behöver detta hanteras i särskild ordning men SSM bedömer att SKB bör ha med även denna aspekt i de fortsatta utredningarna.

SSM delar SNAB:s bedömning att medvetenheten i samband med avfallshanteringen successivt har ökat under tidsperioden, i synnerhet gällande förekomst av långlivade alfastrålande nuklider i avfallet. Analyser med avseende på förekomst av Ra-226 förefaller ha genomförts från slutet av 1980-talet. SSM bedömer att det utifrån redovisat underlag finns en väl grundad anledning att anta att lågaktiva strålkällor innehållande Ra-226 kan förekomma i det deponerade avfallet. Detta gäller i första hand för det avfall som producerats under den första halvan av 1980-talet när analyser med avseende på Ra-226 troligen inte ska ha genomförts [35].

Det som enligt SSM:s bedömning ger stöd för denna slutsats är att de tillämpade rutinerna och instruktioner i första hand förefaller att fokuserat på att undvika starka strålkällor i det avfall som omhändertas vid HA. Rutinerna bedöms ha möjliggjort, eller åtminstone inte uteslutit, produktion av avfallsfat innehållande lågaktiva radiumpreparat. Att avfallsfat har producerats vid HA innehållande radium under hela tidsperioden har också bekräftats genom mätningar [35]. Den potentiella förekomsten av Ra-226 bekräftas också av det underlag till typbeskrivningen som presenterades i början av 1990-talet [28]. Till saken hör också att frågor rörande aktivitetsinnehållet i avfall i hög grad har fokuserat på förekomsten av transuraner i avfallet, där inte Ra-226 ingår. Bakgrunden till detta fokus är den plutoniumverksamhet som har bedrivits vid anläggningarna i Studsvik men också vid FOA och att det funnits en farhåga att Pu-239, som endast är svagt gammastrålande, skulle förekomma i betydande mängder i avfallet.

Genom de kompletteringar som inkommit som en följd av granskningen bedömer SSM att metoderna för utvärdering av de gammaspektrometriska analyserna har utvecklats sedan början av 1980-talet. SSM bedömer att, även om gammaspektrometriska mätningar av avfallet gjorts under hela tidsperioden, så har troligen en utvärdering av eventuell förekomst av Ra-226 inte ingått i utvärderingen av pulshöjdsfördelningen ("spektrumet") för det avfall som producerades under det tidiga 1980-talet. Förekomsten av Ra-226 har enligt redovisningarna ingått och detekterats i utvärderingarna av analysresultaten under den senare av 1980-talet och 1990-talet. Detta ökar tilltron till de analyser som ska vara gjorda i samband med produktionstillfället med start från den senare delen av 1980-talet. Enligt SSM:s bedömning är det därför troligt att de två avfallsfat som tillhör SNAB, som enligt dokumentationen ska innehålla mörkerriktmedel, trots allt inte innehåller sådana strålkällor. Således bör samtliga avfallsfat som kan förväntas innehålla Ra-226 tillhöra AB Svafo. AB Svafo når slutsatsen att det finns avvikelser mellan de uppgifter som AB Svafo tillställde SKB i samband med att avfallet skickats till SFR för slutförvaring. SSM delar denna bedömning.

SSM bedömer, liksom AB Svafo och SKB, att det finns vissa kvarvarande osäkerheter kopplat till de uppskattningar som har gjorts. En sådan osäkerhet bedöms vara antalet deponerade Ra-226-strålkällor samt de enskilda strålkällornas aktivitetsinnehåll. SSM har inga invändningar mot det sätt som AB Svafo i [21] uppskattar antalet strålkällor. SSM delar bedömningen att det finns en osäkerhet kopplad till hur uppgifterna på följesedlarna ska tolkas gällande antalet strålkällor, men bedömer att de antaganden som görs är rimliga.

En annan osäkerhet gäller de enskilda strålkällornas aktivitetsinnehåll. SSM bedömer att gjorda antaganden är rimliga. SSM bedömer att AB Svafo:s uppskattning [21] av de enskilda strålkällornas aktivitetsinnehåll håller 1 μCi (motsvarande 37 kBq) är rimligt med utgångspunkt från de uppgifter som fanns tillgängliga år 2015. Uppgifterna baseras på information en sammanställning som dåvarande myndigheter lät producera 1996 [30]. Som en del i granskningen har SSM uppmärksammat att det bör finnas information tillgängligt som kan ge underlag för en kompletterande uppskattning [34]. Utifrån AB Svafo:s kompletterande redovisning [36] konstaterar SSM att det finns sju avfallsfat vilka har aktivitetsbestämts genom gammadetektoriska mätningar och där det i dokumentationen också anges uppgifter om antalet strålkällor. Utifrån dessa uppgifter kan aktivitetsinnehållet per mörkersikte uppskattas till ca 5 kBq, med ett högsta värde på ca 10 kBq. SSM bedömer att de uppgifter som ligger till grund för det uppskattade aktivitetsinnehållet inte är orimligt höga, men sannolikt överskattar det sammanlagda aktivitetsinnehållet av Ra-226 något.

För att förbättra kunskapsläget ytterligare har SSM genomfört radiometrisk analys av ett antal mörkerriktmedel som Armémuseet har tillhandahållit [37]. SSM har låtit analysera ett urval mörkerriktmedel av olika vapenslag:

- kulsprutegevär m/1921-37 (2 prover),
- kulsprutepistol m/1945 (3 prover),
- automatkarbin 7,62 mm (AK 4) (1 prov),
- gevär m/1896, 1938, 1941 (2 prover),
- gevär m/1942 (1 prov).

Samtliga mörkerriktmedel bestod av ett sikte och en kornplåt. Dessa har analyserats tillsammans. För att undvika en eventuell urgasning av dotterprodukten Rd-222, har analyserna genomförts på en gammaövergång som direkt följer av sönderfallet av Ra-226. Med undantag för AK 4, så visar preliminära resultat endast på mindre variationer såväl mellan vapenslag som inom samma vapengrupp. Resultaten indikerar att det sammanlagda aktivitetsinnehållet i en uppsättning (sikte plus korn) är ca 9 kBq Ra-226. För AK 4 detekterades ingen radiumaktivitet vid SSM:s analys. Sannolikt har tritium används i dessa sikten, vilket kan bedömas som rimligt med tanke på att denna vapentyp är den modernaste av de undersökta. Enligt uppgifter från AB Svafo utgör mörkerriktmedel från AK 4 mellan 0 och 10 % av innehållet i kvarvarande fat [38]. Sammantaget innebär detta att frågan om aktivitetsinnehållet i riktmedel tillhörande AK 4 bör ha begränsad betydelse för aktivitetsuppskattningen.

Med utgångspunkt från dessa resultat och den uppskattning av antalet riktmedel som AB Svafo har gjort (ca 400 000 riktmedel) kan aktivitetsinnehållet uppskattas till ca 4 GBq Ra-226. I denna uppskattning har SSM inte beaktat att mörkerriktmedel tillhörande AK 4 troligen inte innehåller Ra-226.



Mörkerriktmedel till kulsprutegevär m/1921-37 (överst till vänster), kulsprutepistol m/1945 (överst till höger), automatkarbin 7,62 mm (nederst till vänster) samt gevär m/1986, 1938, 1941 (nederst till höger). På bilderna syns siktet med två lyspunkter och kornet med en lyspunkt.

Punkt 2: Strålskyddskonsekvenser om avfallet inte återtas

SKB:s redovisning [35] avseende de radiologiska konsekvenserna av att inte återta det deponerade S.14-avfallet utvärderas genom tillämpning av den metodik som den senaste strålsäkerhetsredovisningen (SR-PSU) [39] är baserat på. Denna strålsäkerhetsanalys ligger bl.a. till grund för SKB:s tillståndsansökan om att bygga ut SFR. I utvärderingen jämför SKB de resulterande stråldoserna med utgångspunkt från det inventarium som ansökan är baserad på¹, men med det inventarium som härleds från AB Svafva:s och SNAB:s utredningar.

I utvärderingen [35] genomför SKB uppdaterade beräkningar för huvudscenariot och vissa av de scenarier som SKB klassificerar som mindre sannolika. Eftersom vissa mindre sannolika scenarier är formulerade för att belysa osäkerheter i de tekniska betong- och bentonitbarriärerna, så omfattar dessa scenarier inte förvardsdelen BLA (bergrum för lågaktivt avfall) där S.14-avfallet är deponerat. Denna förvardsdel saknar tekniska barriärer. Avfallet i S.14-faten är visserligen kringgjutet med betong, men SKB har i radionuklidtransportberäkningarna valt att inte tillgodoräkna sig detta.

Resultaten presenteras dels för SFR som helhet, dels enskilt för 1BLA. För förvaret som helhet ökar den årliga stråldosen i huvudscenariots variant med global uppvärmning från ca 8 μSv till ca 60 μSv med det uppdaterade inventariet. Den maximala årliga dosen i samma scenario från 1BLA blir 53 μSv med det uppdaterade S.14 inventariet, vilket kan jämföras med ca 1 μSv för beräkningsfallet i säkerhetsanalysen SR-PSU. Den beräknade

¹ Även i detta inventarium ingår S.14-avfall, men med ett aktivitetsinnehåll i enlighet med uppskattningarna i SKB R-13-37.



ökningen utgörs till stor del av det uppdaterade inventariet av Ra-226 i IBLA. Även dotterprodukten Pb-210 och U-238 är bidragande till ökningen. För huvudscenariot i SR-PSU domineras dosen från IBLA inledningsvis av Mo-93 för att sedan domineras av U-238. Det utökade inventariet av C-14 ger inget nämnvärt bidrag till stråldosen.

För de scenarier som SKB klassificerar som mindre sannolika ingår dels en brunn nedströms SFR, dels en intrångsbrunn i IBLA. Av tabell 5 i framgår att den årliga stråldosen för en brunn nedströms SFR ökar från ca 8 μ Sv till 2 mSv. Även i detta fall domineras den beräknade stråldosen av Ra-226, men även Pu-240 och Po-210 ger ett signifikant bidrag.

Stråldosen från en intrångsbrunn i IBLA ökar från 4,5 mSv till 1,2 Sv. Stråldosen domineras av Po-210 och Pb-210 (vilka är döttrar till Ra-226) samt Pu-240.

SKB för även ett resonemang utifrån uppskattade sannolikheter för de olika scenarierna, inklusive de som klassas som mindre sannolika, och drar slutsatsen att det uppdaterade inventariet leder till att SFR överskrider riskkriteriet. I slutsatserna anger SKB att beräkningarna innehåller en del försiktiga antaganden som t.ex. att SKB inte tillgodoräknar S.14-avfallsbehållarnas kvarhållande förmåga. SKB avser att se över detta antagande i det fall att inget återtåg görs.

SKB presenterar även uppdaterade beräkningar av dosrater till andra organismer än människor. Enligt beräkningarna förändrar inte S.14-avfall slutsatserna från SR-PSU då den beräknade dosraten ligger mer än två storleksordningar under screeningsdosraten på 10 μ Gy/h.

SSM:s bedömning avseende punkt 2

SSM har i samband med yttrande till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (MMD) avseende SKB:s ansökan om utökad verksamhet vid SFR granskat SR-PSU [40]. Med hänvisning till detta yttrande begränsar SSM föreliggande granskningen i första hand till en värdering och diskussion av resultaten.

SSM konstaterar att SKB har gjort separata redovisningar av de beräknade stråldoserna från tre exponeringssituationer; dels exponering inom ramen för de båda varianterna av huvudscenariot, dels exponering till följd av dricksvattenkonsumtion från en brunn nedströms förvaret, respektive från en intrångsbrunn i den bergsal där avfallet deponerats (IBLA). SSM bedömer att SKB genom detta sätt att presentera de beräknade stråldoserna uppnår en hög grad av tydlighet. SSM bedömer därför att SKB har uppfyllt föreläggandets punkt 2.

SSM kan konstatera att SKB:s beräkningar gör gällande att det av SSM föreskrivna riskkriteriet enligt 5 § SSMFS 2008:37 [41] kan komma att överskridas med en faktor fem. Även de beräknade stråldoserna till följd av dricksvattenkonsumtion från en brunn nedströms förvaret är högre än de krav som följer av regleringen. Detta är i sig problematiskt, men skulle kunna godtas då den uppkomna situationen i första hand inte bör betraktas som en planerad exponeringssituation i enlighet med den internationella strålskyddskommissionens rekommendationer [42]. Situationen har snarare uppkommit som en följd av oförutsedda händelser, och är utifrån regleringssynpunkt mer att jämföra med en bestrålning efter en radiologisk nödsituation. Oavsett detta, bör åtgärder vidtas för att så långt som rimligen möjligt hantera den uppkomna situationen.

SKB:s kategorisering av intrångsscenario som ett ”mindre sannolikt scenario” är inte korrekt med utgångspunkt från regleringen av frågeställningen. I regleringen av olika kategorier av exponeringssituationer skiljs på konsekvenser till följd av det ostörda



förvarets funktion, som regleras mot riskbegränsningen enligt 5 § SSMFS 2008:37, från konsekvenser till följd av oavsiktligt intrång i förvaret, där de senare klassificeras till kategorin ”restscenarior”.

Intrångsfrågan regleras i stället genom bestämmelserna i 4, 8 och 9 §§ SSMFS 2008:37. De strålskyddskrav som ställts avseende oavsiktligt intrång syftar i stället på att åtgärder dels ska vidtas för att så långt som rimligt möjligt begränsa sannolikheten för intrång, dels ska vidtas för att begränsa konsekvenserna av ett intrång.

Regleringen av frågor kopplade till oavsiktligt intrång utgår från det faktum att själva strategin att slutförvara avfall i ett geologiskt slutförvar, i sig innebär att avfall samlas ihop och koncentreras. En konsekvens av denna strategi är att oavsiktliga handlingar, som kan leda till risk för skadeverkningar, i strikt mening aldrig kan uteslutas. Den särskilda regleringen av frågor rörande oavsiktligt intrång innebär att det inte finns någon föreskriven gräns för vilka stråldoser som kan godtas och vilka som inte kan godtas. Med utgångspunkt från de framtagna strålskyddsprinciperna bedömer SSM dock att åtgärder bör vidtas för att så långt som rimligen möjligt förhindra uppkomsten av deterministiska strålskador, vilket innebär att stråldoser större än 100 mSv ska undvikas om så är möjligt. I värderingen av vilka stråldoser som kan accepteras ingår även en kvalitativ bedömning av sannolikheten för den händelse som leder till exponeringen.

Vad det gäller de beräknade konsekvenserna från oavsiktligt intrång i förvaret pekar SKB:s beräkningar på höga stråldoser. SSM bedömer att även om de redovisade stråldoserna innehåller ett visst mått av konservatism, är det sannolikt att risken för doser över 100 mSv från oavsiktligt intrång, inte skulle kunna uteslutas även efter en revidering av beräkningarna. SSM grundar denna bedömning bl.a. på kvarvarande osäkerheter kopplade till avfallets aktivitetsinnehåll. Exempelvis är SKB:s konsekvensanalys begränsad till det dokumenterade aktivitetsinnehållet och som framgår ovan så finns det även osäkerheter kopplade till förekomsten av icke-dokumenterad förekomst av radioaktiva ämnen i det deponerade avfallet. SSM bedömer vidare att förutsättningarna för beräkningsfallet i konsekvensanalysen inte bygger på extrema antaganden, utan utgår från att en dricks-vattenbrunn etableras till ett djup i berggrunden och med en årlig vattenkonsumtion som inte på något sätt kan anses som anmärkningsvärd [43].

Punkt 3: Risk- och kostnadsutvärdering av ett återtag

SKB har redovisat en utvärdering av risker och kostnader förenade med ett återtag av de 75 containrar som innehåller de 2 844 S.14-faten, inklusive den omflyttning av de övriga 225 containrarna med annat avfall i IBLA som är nödvändig för att få åtkomst till avfallet [44]. Riskanalysen omfattar aspekter av strålskydd, arbetsmiljö, brand, fysiskt skydd och yttre miljö. SKB har bedömt risker och kostnader för stegen:

1. hantering lokalt i SFR,
2. transport till Studsvik,
3. hantering och mellanlagring i Studsvik,
4. hantering i anläggning för omkonditionering och karakterisering, samt
5. transport åter till SFR samt deponering

SKB benämner att den gjorda utvärderingen av risker är baserad på en grovanalys, vars syfte är att översiktligt analysera och ge information för att uppskatta och bedöma risker kring vad ett återtag av avfall från IBLA skulle medföra. SKB menar att det i samband med en mer detaljerad planering för genomförandet av återtaget så kommer det att finnas möjlighet att se över, och om möjligt, utveckla riskanalysen. I avsaknad av en sådan planering så är det i nuläget inte möjligt att fördjupa riskanalysen för genomförandet av återtaget [24].



Enligt redovisningen kommer uttagna containrar i dåligt skick att ersättas med nya containrar innan fortsatt hantering. Detta planeras att ske i underjordsdelen i anslutning till 1BLA.

En förutsättning för ett återtag är att anläggningar finns tillgängliga för att mellanlagra och hantera avfallet. SKB bedömer att det mellanlager (SALUT) som AB Svafo för närvarande projekterar, och som förväntas vara driftklart första kvartalet 2021 också rymmer återtaget S.14-avfall [24]. Övrigt avfall, som behöver hanteras för att möjliggöra återtaget, kommer efter en tids mellanlagring att återdeponeras i 1BLA. Sker återtaget efter utbyggnationen av SFR kommer återtaget att underlättas genom omflyttningar mellan befintligt 1BLA och kommande BLA-salar. SKB diskuterar även temporär mellanlagring av avfall i ett lager ovan jord i samarbete med Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) eller vid AB Svafo. [12] Av redovisningen framgår inte om detta avser mellanlagring av avfall som ska återföras till 1BLA, eller om detta avser temporär mellanlagring av S.14-avfallet inför transport till AB Svafo för fortsatt hantering, eller om det avser båda typerna av avfall.

Enligt SKB:s analys och redovisning så bedöms risknivån vara låg för flertalet av de analyserade hanteringsstegen med avseende på strålskydd, arbetsmiljö, brand, fysiskt skydd och yttre miljö. För det fall att de containrarna som återtas är i dåligt skick så ökar dock riskerna och värderas av SKB som medelhöga med avseende på strålskydd och brand. För arbetsmiljön bedöms riskerna vara höga vid hantering av containrar med försämrade mekanisk hållfasthet. Vid utförande av ett återtag med containrar i dåligt skick krävs en omsorgsfull planering avseende bl.a. risken för tappade kollin.

Även kostnadsanalysen är baserad på kvantitativa uppskattningar för de olika hanteringsstegen. Den sammanlagda kostnaden för alla hanteringssteg bedöms till ca 62 MSEK exklusive påslag för projektrisker och indexuppräknings. SKB uppskattar att kostnaden för uttag av containrar inklusive ompackning vid dålig kondition, skrotning av uttjänta emballage och friklassning eller avfallshantering uppgår till totalt 69 kSEK/container. SKB har i risk- och kostnadsanalysen medräknat kostnader för utbyte av uttjänta containrar som enbart omfattar de 75 S.14-containrarna, och inte inkluderat kostnader för utbyte av uttjänta containrar med andra avfallstyper i 1BLA [44].

SSM:s bedömning avseende punkt 3

SSM bedömer att den risk- och kostnadsanalys som SKB har presenterat är väl genomförd och på ett systematiskt sätt har utvärderat och identifierat de kritiska momenten i samband med ett återtag av avfallet. SSM delar SKB:s bedömning att de huvudsakliga riskerna är förknippade med hantering av containrar som har degraderat till följd av korrosion. SSM konstaterar att SKB inte har redovisat någon faktor som innebär att ett återtag inte kan genomföras, och att SKB:s tidigare beslut att återta avfallet fortfarande utgör SKB:s handlingslinje. SSM har inte heller några större invändningar mot SKB:s kostnadsanalys, men konstaterar att det kan bli frågan om att ett större antal containrar kan behöva ompaketeras än vad som ingår i uppskattningen. SSM bedömer att SKB har uppfyllt denna del av föreläggandet.

Till verksamhetsbevakningen efterfrågade SSM en redovisning av hur förutsättningarna för ett återtag påverkades av andra verksamheter, exempelvis planerad utbyggnad av SFR, den planerade hanteringsanläggningen (SAGA) vid AB Svafo och det planerade mellanlagret (SALUT) också det vid AB Svafo [45]. Även om denna specifika frågeställning inte utgjorde en del av föreläggande, så kan SSM konstatera att SKB tangerar denna frågeställning även inom ramen för inlämnad redovisning. Frågeställningen är av betydelse då det kan finnas begränsningar för när ett återtag kan genomföras.



Varken den redovisning av förutsättningarna för ett återtag som SKB lämnade vid mötet den 20 november 2018, eller i svaret till föreläggandet, är helt tydlig vad gäller lösningar för logistik och mellanlagring varför SSM bedömer att detta behöver utvecklas i det fortsatta arbetet. Enligt SSM:s bedömning gäller detta främst hanteringen av de drygt 200 containrar som inte ska återtas, utan endast behöver flyttas på för att medge åtkomst till containrar innehållande S.14-avfallet. SSM har förståelse för att hanteringen underlättas med tillgång till ytterligare BLA-salar, men enligt SSM:s bedömning bör det dock inte föreligga några principiella hinder mot att detta avfall under en kortare period i stället mellanlagras ovan jord, efter eventuell ompaketering, innan det återförs för deponering i 1BLA. De containrar med S.14-avfall som ska återtas kommer att skickas till AB Svafo oavsett tillgång till ytterligare BLA-salar.

SSM bedömer vidare att de av SKB identifierade största riskerna inte i sig påverkas av möjligheterna att utnyttja ytterligare BLA-salar, detta eftersom de arbetsmoment som förknippas med de största riskerna är kopplade till hanteringen av de degraderade containrarna i eller i anslutning till den befintliga förvarsdelen 1BLA. Hanteringen av dessa containrar bör ske på liknande sätt oavsett om ett återtag sker med eller utan tillgång ytterligare BLA-salar. Från ett riskperspektiv bör det således inte finnas avgörande skäl att skjuta ett återtag på framtiden. Enligt SSM finns det dock skäl för att inte i onödan senarelägga det.

Om SKB beviljas tillstånd att bygga ut slutförvaret, kommer ett intensivt arbete att pågå under större delen av 2020-talet, med start några år in på 2020-talet [46]. Vid denna tidpunkt planeras mellanlagret SALUT finnas tillgängligt för att fortsatt mellanlagring hos AB Svafo. Utifrån de uppgifter som SKB lämnat kan SSM uppskatta att uttaget och ompackning av containrarna är de tidskritiska momenten och att arbetet uppskattas att ta ca tre år i anspråk. Det finns således skäl att vidareutveckla planeringen så att ett återtag ska kunna genomföras i närtid. Om ett återtag i närtid inte är möjligt, kan återtaget behöva senareläggas till 2030-talet när utbyggnaden av SFR enligt SKB:s planer förväntas vara uppförd. I detta fall kan kompensatoriska åtgärder bli nödvändiga för att så långt som rimligen möjligt begränsa ytterligare degradering av containrarna av betydelse för att inte ytterligare öka riskerna för personalen i samband med hanteringen, se vidare punkt 4 och 5 nedan.

Sammanfattningsvis konstaterar SSM att planerna behöver utvecklas för att utgöra ett underlag för en mer detaljerad planering och riskbedömning. Som också SKB konstaterar är en mer fördjupad planering ett nödvändigt första steg för genomförandet av återtaget.

Punkt 4: Utvärdering av risk för att degradering av avfallskollin och containrar kan ske på ett sådant sätt att ett återtagande av dessa försvåras

SKB har beskrivit [16] miljöförhållandena i förvaret, redovisar tillgänglig information om de begagnade containrarnas status och beskriver den metodik som använts för att uppskatta omfattningen av korrosionsskadorna på containrarna i 1BLA. SKB:s ambition har varit att dels utreda hur korrosionsangripna containrarnas lastbärande hörnbalkar är i nuläget, dels att försöka fastställa korrosionshastigheten.

Enligt SKB:s utredning [47] måste två tredjedelar av den ursprungliga plåttjockleken återstå i containrarnas lastbärande hörnbalkar för att det inte ska finnas risk för att balkarna ger vika till följd av att materialet plastiserar eller utsätts för elastisk instabilitet. Detta oavsett om korrosionen är jämnt utbredd eller lokaliserad till en mindre del av balkens yta [47]. SKB har genomfört plåttjockleksmätningar på några av de åtkomliga hörnbalkarna. Det finns dock svårigheter med att komma åt att genomföra tjockleksmätningar för de hörnbalkar som inte är lokaliserade i ytterkant av de staplade container-raderna. Likaså är det vanskligt att komma åt att mäta containrarnas sidobalkar då dessa är

täckta av sidoplåtar. SKB har vid möte den 20 november 2018 informerat om att de plåttjockleksmätningar som har genomfört sker med mätmetoden penetrantprovning och att denna metod har relativt stora osäkerheter i mätnoggrannheten [24]. Resultaten från de plåttjockleksmätningar som SKB genomfört år 2012 och år 2014 visar att det uppmätts variationer i tjockleken på containrarnas lastbärande hörnbalkar. Detta förklaras med att konstruktionen av de lastbärande hörnbalkarna skiljer sig åt för olika containermodeller men det kan även ha sin orsak i att olika containrar har korroderat olika mycket. De mätningar som har genomförts år 2012 och år 2014² möjliggjorde dock inte ett fastställande av korrosionshastigheten, dels för att det inte var säkerställt att plåttjockleken har mätts i exakt samma punkter vid de två tillfällena [47], dels för att felmarginalen i mätningarna är större än förändringen under så kort tid [48]. Det går inte att uttala sig om korrosionshastigheten från mätvärdena från 2012 och 2014 [49].

SKB menar att det skulle vara svårt att genomföra mätningar för att fastställa korrosionshastigheten [16]. Det skulle kräva ett noggrant fastställt mätprogram med väl definierade mätpunkter som följs upp under flera år. Mätpunkterna blev bättre utmärkta vid mätningarna år 2014 och 2016. Nästa mättillfälle är planerat till år 2026 och SKB menar att det då kommer vara möjligt att mäta om förändringar i korrosionshastigheten är mycket högre än tidigare [49].

Med anledning av de begränsningar som finns för att genomföra mätningar och visuella kontroller av containrarna diskuterar SKB ur ett större perspektiv det skick som containrarna kan förväntas vara i. Enligt SKB är det en mindre andel av de deponerade containrarna (de yttersta) som är i bättre skick [24]. De containrar som inte är i nyskick har tidigare använts för transport i såväl sjö- och landtransport och utsatts för korrosiv miljö från och till i över 30 år innan de använts för deponering i SFR. SKB framför en hypotes om att de korrosionsangrepp som kan ses på containrarna kan ha funnits redan vid tidpunkten för deponering i IBLA och inte behöver ha uppstått under den tid de stått i bergsalen [47]. När typbeskrivningar för de avfallstyper som lagras i förvarsdelen togs fram var ingångsvärdena att förvarsdelen skulle förslutas år 2010, varför kraven i typbeskrivningen är skrivna som att containrarna måste motstå korrosion tillräckligt effektivt för att kunna stå staplade i bergsalen i 30 år [16]. SKB menar att tillverkare av fraktcontainrar inte heller ger några garantier för att korrosionsbeständigheten tillåter upp till 100 års stapling utan att den lastbärande förmågan bli nersatt. Med tanke på det skick som containrarna är i och den miljö som råder i förvaret går det inte att garantera den strukturella integriteten ens efter år 2018 [16].

SKB har informerat om att den bedömning som har gjorts av status och hållfasthet för containrarna är under förutsättning att de står orörda i förvaret. En hantering i samband med ett återtag behöver föregås av en bedömning av de laster som containrarna utsätts för vid lyft med gaffeltruck [24]. SKB menar att inför ett återtag behöver kompletterande utredningar och utvecklade arbetssätt tas fram och beredas för att skapa förutsättningar för att kunna arbeta säkert och undvika skador på personal och omgivande miljö [12].

SSM:s bedömning avseende punkt 4

SSM bedömer att SKB har redovisat fakta och resonemang om risken för att avfallskollin och containrar ska ha degraderat i den miljö som råder i förvaret samt det skick de begagnade containrarna har varit i när de deponerades i SFR. SKB har dock inte på ett lika tydligt sätt besvarat frågan om huruvida degraderingsprocesserna kommer att fortgå på ett sådant sätt att ett återtagande försvåras om det förskjuts i tid, exempelvis till dess att SFR är utbyggt kring år 2030. SSM konstaterar att SKB hittills inte har haft förutsättningar, i form av ett fastställt mätprogram med väl definierade mätpunkter som följs upp under

² Mätningar har även genomförts 2016 [24] efter att redovisningen lämnades in.



flera år, för att mäta korrosionshastigheter som kan ligga till grund för att värdera och bedöma containrarnas strukturella integritet på längre sikt. SSM instämmer inte i den hypotes SKB [43] fört fram om de korrosionsangrepp som kan ses enbart skulle härstamma från den tid då containrarna användes i sjöfarten och att korrosionsangreppen inte skulle ha förvärrats, eller kommer att förvärras, av lagringen i SFR. De fakta som SKB fört fram [17] om att miljön i SFR, 10 grader och en relativ luftfuktighet mellan 60-70 % under vinterhalvåret och mellan 90-100 % under sommaren, innebär gynnsamma förhållanden för korrosion.

SSM konstaterar att SKB:s hållfasthetsberäkningar har varit begränsade till att bedöma de statiska lasterna för de staplade containrarna i förvaret och att SKB inte har värderat hur containrarnas strukturella integritet kommer att klara de laster som är förenade med lyft med gaffeltruck. SSM bedömer att containrarnas varierande konstruktion och graden av korrosion tillsammans med åtkomlighetsproblem i praktiken gör det svårt att på förhand bedöma hur containrarna kommer att klara av hanteringen i samband med ett återtag. SKB behöver värdera detta i den fortsatta planeringen och utvecklingen av arbets sätt inför ett återtag.

SSM bedömer att det finns kvarstående osäkerheter om i vilken utsträckning som en förlängd lagringstid i IBLA kan förväntas försämra hållfastheten för containrarna så att ett återtagande av dessa försvåras, se även SSM:s bedömning av punkt 5 nedan. Enligt SSM:s bedömning står det dock klart att ytterligare degradering av containrarna i möjligaste mån ska undvikas inför ett återtag för att inte öka riskerna för arbetstagare i samband med hantering.

Ytterligare en faktor som SKB bör väga in i planeringen för ett återtag är hur det ändrade beslutet om att SFR ska förslutas först år 2075, och inte 2010 som anläggningen ursprungligen är konstruerad för, föranleder behov av att ersätta de begagnade containrar som använts för deponering i IBLA med nya. SSM noterar att SKB inte har inkluderat ompaketeringskostnader för annat avfall än S.14 i den kostnadsuppskattning som redovisats [44]. SSM anser att SKB behöver omvärdera hur kravet på containrarnas lastbärande funktion i enlighet med typbeskrivningen ska kunna uppfyllas under den fortsatta driften av anläggningen även för övrigt avfall.

Punkt 5: Kompensatoriska åtgärder för att motverka degradering av avfallskollin och containrar

SKB har beskrivit hur miljön i förvaret påverkar degradering av avfallskollin och containrar och värderar alternativa kompensatoriska åtgärder för att förbättra miljön i IBLA. Korrosionsskador på containrar, plåttak och bottenplatta kan uppstå till följd av direkt dropp av salt grundvatten som orsakar lokala korrosionspunkter eller på grund av vattenansamlingar. Luftfuktigheten i bergssalarna i SFR varierar under året och ligger på mellan 60-70 % under vinterhalvåret och under sommaren mellan 90-100 % [17]. Den tidvis höga luftfuktigheten kan även påskynda allmänkorrosion. SKB bedömer att det droppande saltvattnet som skapar vattenansamlingar och punktvis korrosion har större betydelse för degradering av containrar, plåttak och bottenplattan än vad den höga luftfuktigheten i anläggningen medför [24].

SKB har redovisat rekommendationer till kompensatoriska åtgärder för att minska risken för degradering av containrar [17], så som:

- reparation av plåttak,
- installation av tunnelduk eller tunnelmembran
- införande av luftavfuktare och
- utveckling av kontrollprogrammet.



Vid mötet den 20 november 2018 tillkom uppdaterad information om status för de föreslagna åtgärderna. SKB har reparerat hål och korrosionsangrepp i plåttaket i 1BLA [24]. I redovisningen [17] konstaterar dock SKB att det även kan finnas behov av att se över fästpunkterna i berget. Taket bedöms vara så pass utsatt för inläckande korrosivt grundvatten att det återkommande kommer att behöva byts ut med ett intervall om 15-20 år. SKB ser att det finns praktiska utmaningar med åtkomlighet med fordon och risker för arbetstagare att beträda containrarnas tak i samband med ett utbyte av plåttaket.

SKB diskuterar därför mer långsiktiga lösningar så som att installera tunnelduk, presenning/duk eller tunnelmembran. Alternativet med tunnelmembran förutsätter att hela förvardsdelen töms på containrar och att bergytorna högtryckstvättas. Erfarenheter från installationen av tunnelduk i förvardsdelarna Silo och 1BMA är att miljön har blivit mycket bättre då allt grundvatten leds ner i grusbädden på sidorna. Status för dessa åtgärder i november 2018 [24] är att SKB har reparerat håligheter och korrosionsskador på plåttak i 1BLA samt att vissa containrar har försetts med extra skyddsplåt som droppskydd. SKB har även installerat en tunnelduk i den yttre nischen [25] och har i investeringsplanen för anläggningen beslutat om att installera tunnelduk i hela 1BLA år 2022.

SKB har värderat för- och nackdelar med att införa luftavfuktning. En sänkning av den relativa luftfuktigheten till cirka 50 % skulle medföra att korrosionsprocessen i princip upphör. En sänkning av luftfuktigheten kommer dock sannolikt inte åtgärda korrosionsproblemen för de containrar som har direktkontakt med betongplattan där luftfuktigheten fortsatt torde vara relativt hög. SKB har ur ett tekniskt perspektiv värderat de alternativa åtgärderna *reglerad (avstängd) ventilation, kondenseringsavfuktare* respektive *sorptionsavfuktare* [17]. En arbetsmiljörelaterad aspekt är att en avstängning av ventilationen sommartid medför att radonhalten kommer att öka och att ett tillträde till förvardsdelen därför behöver föregås av att ventilationssystemet har varit igång ett antal timmar för att ventilera ut radonet.

SKB har i den redovisning som inlämnades 2015 inte på ett tydligt sätt beskrivit vilka av de föreslagna åtgärderna som bolaget beslutat att införa för att begränsa ytterligare degradering [12]. Vid mötet den 20 november 2018 framförde SKB kompletterande information och angav att bolaget har tagit ställning till att inte införa avfuktning av ventilationsluften i det befintliga förvaret. SKB motiverar detta mot bakgrund av att åtgärder för att sänka luftfuktigheten skulle kunna medföra risk för sprickbildning i de betongkonstruktioner som finns i befintligt berggrum för medelaktivt avfall (1BMA) samt den planerade förvardsdelen 2BMA. [24]

SKB har redovisat [17] att kontrollprogrammet ska omfatta plåttjockleksmätningar på åtkomliga ställen med ett intervall på vartannat år. Vid mötet den 20 november 2018 informerade SKB om att de valt att förlänga intervallet för tjockleksmätningarna till var tionde år. Motivet till detta var att allmänkorrosion är en relativt långsamma process och att det i ett kortare tidsperspektiv är svårt att kunna påvisa förändringar i korrosionsangrepp [45]. I SKB:s redovisning [17] framkommer även argumentation om att åtgärder för att införa luftavfuktning inte behöver genomföras förrän dess att det entydigt visas att containrar degraderas som kan påverka genomförbarheten av den hantering som är förenat med ett återtag. Kostnaderna för åtgärderna *reparera/byta tak, installera tunnelduk* respektive *installera avfuktare* var och en ligger i storleksordningen på mellan 10-15 MSEK.

SSM:s bedömning avseende punkt 5

SSM bedömer att SKB på ett godtagbart sätt har redovisat olika alternativ för åtgärder som kan vidtas i syfte att motverka ytterligare degradering av containrar, plåttak och bottenplatta i 1BLA men det är inte lika tydligt beskrivet vilka åtgärder som var beslutade.

Med beaktande av den tid som SKB erhöll för besvarandet av föreläggandet så bedömer SSM att SKB i inlämnad redovisning har värderat frågan om kompensatoriska åtgärder i rimlig omfattning. SSM har vid ett uppföljande möte i november 2018 erhållit kompletterande information om att SKB beslutat om att installera tunnelduk i hela 1BLA år 2022 samt att bolaget beslutat att inte införa avfuktning av luften i det befintliga förvaret.

SSM bedömer att SKB:s redovisade metodik för att mäta degradering av avfallet inte har den systematik som behövs för att kunna avgöra i vilken hastighet de befintliga korrosionsskadorna kommer att förvärras. SSM vill påpeka att en ofullständig mätmetodik och osäkerheter om korrosionshastighet inte är en godtagbar argumentation för att motivera att det inte behöver vidtas åtgärder för att sänka luftfuktigheten. De motiv som framkom vid verksamhetsbevakningen om att en sänkning av luftfuktigheten i hela SFR skulle kunna leda till ökad sprickbildning i betongkonstruktionerna i BMA är något som bör värderas ytterligare, särskilt om ett återtag förskjuts många år in i framtiden. SKB har dock inte i redovisat underlag adresserat frågan om vilken luftfuktighet som är optimal med beaktande av både risk för sprickor i betong och risk för korrosion av containrar, plåttak, bottenplatta samt övriga metallkomponenter i anläggningen. SSM saknar en värdering av vilken fukthalt som ger de mest gynnsamma miljöförhållandena utifrån en avvägning mellan båda dessa två aspekter. SSM anser dessutom att SKB tydligare kan beskriva vilka tekniska möjligheter som finns för att sänka luftfuktigheten lokalt i förvardsdelen 1BLA.

SSM ser att tidpunkten för återtaget är av betydelse för att värdera behovet av att genomföra kompensatoriska åtgärder. Planeras återtaget att genomföras under den tidigare delen av 2020-talet så bedömer SSM att de åtgärder avseende reparation av plåttak och installation av tunnelduk som SKB har genomfört och beslutat att genomföra är rimliga. Det kan dessutom finnas samordningsvinster med att exempelvis installera tunnelduk eller tunnelmembran och att se över plåttakets infästningar i samband med att förvaret töms på avfall. Om återtaget däremot skulle senareläggas och genomföras efter en utbyggnad av SFR så försvåras värderingen av vilka kompensatoriska åtgärder som behöver vidtas för att inte ytterligare degradering ska försvåra den hantering av containrarna som är förenat med ett återtag. Med tanke på förvarets utökade drifttid fram till en förslutning år 2075 så bedömer SSM att kostnaderna för att vidta kompensatoriska åtgärder för att förbättra miljön är motiverade.

Punkt 6: Kontroll av eventuellt utläckage under drift

Enligt SKB:s utredningsrapport [18] har SFR tagit fram ett utökat program för provtagningar och kontroller i syfte att öka möjligheten för att identifiera ett eventuellt läckage från avfallet i 1BLA. Det utökade kartläggningsprogrammet omfattar kontroll av ytkontamination genom strykprovstagning på betongplattan längs med sidorna på förvaret som genomförs med ett intervall på tre månader. Sedan tidigare genomförs även en nuklidspecifik mätning en gång per år i syfte att kartlägga och verifiera förekommande nuklider i SFR, prover tas då på betongplatta samt eventuell förekomst av vatten i pumpgrop i 1BLA [18]. SKB har informerat om att dränagebrunnen hittills har varit så pass torr att det inte har varit möjligt att ta prover på dränagevatten [24]. SKB redovisar argument för att det inte behöver vidtas ytterligare åtgärder avseende ombyggnation av dränagesystemet för att separera bergdränaget från de olika förvaren utan att det utökade programmet är tillräckligt för att ha kontroll över eventuell kontaminations-spridning från 1BLA. Data trendas över tid för att ha en långsiktig uppföljning av miljön.

SSM:s bedömning avseende punkt 6

SSM bedömer att SKB med inlämnat svar på redovisning på ett tillfredställande sätt svarar på punkt 6 i föreläggandet. SSM instämmer i SKB:s värdering att med de återkommande

kontaminationskontrollerna som nu har införts så finns det möjlighet att tidigt upptäcka ett eventuellt läckage från avfallet i 1BLA.

Punkt 7: SKB:s samlade ställningstagande

I enlighet med SSM:s föreläggande inlämnade SKB även samlat ställningstagande rörande återtagande av avfallet samt vilka kompensatoriska åtgärder som SKB avser att vidta [12]. I dokumentet sammanfattar SKB de olika underlagsrapporterna och redovisar sitt ställningstagande.

SKB har beslutat att återtag är nuvarande handlingslinje. SKB anger vidare att innan ett slutligt beslut fattas angående återtag så behöver en övergripande totalbedömning göras avseende beräknad framtida risk i jämförelse med risker avseende strålskydd och arbetsmiljö i samband med ett återtag. Även nyttan med ett återtag jämfört med kostnadsaspekten för återtaget måste vägas in kopplat till ALARA och BAT. SKB anger vidare att framtida arbete med säkerhetsanalysen med avseende på långsiktiga strålskydds-konsekvenser kan förväntas att utvecklas och ge skäl för en eventuell omprövning av ställningstagandet gällande återtag.

SKB bedömer att avfallet fortsatt kan mellanlagras på plats i 1BLA och att kan klara en mellanlagring utan avsevärt försvårande av framtida återtag relativt dagens situation. Som skäl för fortsatt mellanlagring av avfallet anförde SKB i redovisat underlag hösten 2015 att SKB har infört ett kontrollprogram gällande utläckage av aktivitet från förvardsdelen, att plåttaket i 1BLA ska repareras och underhållas för att undvika vattendropp på avfallet, att avfallet inte kan mellanlagras på annan plats samt att den planerade hanteringsanläggningen vid AB Svafo bedöms ligga mer än fem år framåt i tiden [12].

SSM:s bedömning avseende punkt 7

SSM bedömer att SKB har framfört resonemang som bygger på de fakta som framkommit i redovisningen som svarar mot punkt 1-6 i föreläggandet och presenterat ett samlat ställningstagande om återtagande av avfallet så långt som kan anses vara rimligt vid tidpunkten för redovisningens inlämnande.

SSM bedömer att de underhållsåtgärder som har eller avses vidtas till viss del kan begränsa den fortsatta korrosionen. SSM kan inte se att SKB i redovisat underlag har framfört fakta som på ett tydligt sätt ger stöd för att ett återtag inte kommer att försvåras till följd av ytterligare degradering under en längre period med mellanlagring i 1BLA. Mot bakgrund av detta bedömer SSM att åtgärderna inte är tillräckliga för att fortsatt korrosion och mekanisk degradering av avfallet ska kunna uteslutas. SSM konstaterar vidare att SKB öppnar upp för att se över ställningstagandet om återtag, bl.a. baserat på en fördjupad riskanalys, liksom en uppdatering av analysen av de långsiktiga strålskyddskonsekvenserna för det fall att avfallet inte återtas. SSM anser att det är angeläget att SKB inte i onödan skjuter frågan om ett definitivt ställningstagande rörande återtag på framtiden. Enligt SSM:s bedömning kan det inte anses klarlagt att en fortsatt mellanlagring av avfallet i 1BLA under en längre tidsperiod kan ske utan att försvåra återtaget.

Samlad bedömning

SSM bedömer att SKB har svarat på punkterna 1-7 i föreläggande SSM2013-2073-18 och att redovisningen generellt sett håller god kvalitet vad gäller struktur och innehåll. De återstående utredningsbehov och följdfrågor som har identifierats i samband med denna granskning är något som SKB behöver omhänderta i den fortsatta värderingen och hanteringen av det feldeponerade avfallet i 1BLA.



Den redovisade förekomsten av de långlivade alfastrålarna Ra-226 och Pu-239/240 i S.14-avfallet i SFR har enligt SSM:s bedömning stor påverkan på strålsäkerheten efter förslutning, där i synnerhet de uppskattade stråldoserna till följd av oavsiktligt intrång ger risk för allvarliga konsekvenser för människors hälsa. SSM har låtit utreda frågan om riskerna av en hög kronisk exponering [50]. SSM delar därför SKB:s bedömning att avfallet kan behöva återtas. Inför ett återtag behöver det dock säkerställas att genomförandet kan ske utan oacceptabla risker för arbetstagare.

SSM konstaterar liksom SKB att det kvarstår oklarheter om containrarnas faktiska skick. SSM noterar vidare att SKB begränsat de genomförda hållfasthetsanalyserna till att bedöma den statistiska lastsituationen, och att utredningarna således inte utvärderat belastningar i samband med hanteringen av containrarna vid återtaget. SSM konstaterar samtidigt att det i SKB:s underlag inte finns information som motsäger att återtaget kan genomföras på ett acceptabelt sätt.

I avsaknad av en mer fullständig kunskap om containrarnas skick och hanterbarhet bedömer SSM att ytterligare degradering av avfallet så långt som rimligen möjligt ska begränsas innan ett återtag. Enligt SSM:s bedömning kan detta ske på två sätt, antingen genom att avfallet återtas i närtid, eller att kompensatoriska åtgärder vidtas som motverkar ytterligare degradering, om ett återtag skjuts på framtiden. SSM bedömer att de kompensatoriska åtgärder som SKB hittills har presenterat för myndigheten och vidtagit vid anläggningen inte är tillräckliga för att säkerställa att ytterligare degradering i ett längre tidsperspektiv undviks. Detta särskilt med beaktande av att containrarnas status och hållfasthet inte fullt ut har kunnat klargöras.

SSM bedömer att de viktigaste riskerna med avseende på strålskydd och arbetsmiljö relaterar till omflyttningen av containrar i 1BLA och att dessa risker kommer att finnas kvar oavsett om avfallet återtas i närtid eller först efter att den planerade utbyggnaden uppförs. Det som främst skiljer mellan dessa båda alternativ är hanteringen och mellanlagringen av det avfall som efter omflyttningen ska återföras till 1BLA. SSM bedömer att detta inte utgör tungt vägande skäl för att skjuta på ett återtag in i framtiden, i synnerhet inte om detta kan leda till ytterligare degradering av containrar som medför ökade risker i samband med hanteringen av avfallet. Enligt SSM:s bedömning finns det därför starkt vägande skäl för SKB att i närtid presentera ett definitivt ställningstagande rörande återtaget samt ta fram en betydligt mer utvecklad plan för genomförandet av återtaget.

I den fortsatta planeringen behöver SKB, så långt som tillgänglig information i dagsläget medger, fördjupa analysen av containrarnas status och särskilt värdera de belastningar som kan uppkomma vid hanteringen. Med beaktande av förväntade variationer i containrarnas konstruktion och graden av korrosionsangrepp så behöver SKB i framtagandet av en plan för genomförandet av återtaget även utveckla arbetsmetoder för att löpande värdera risker i samband med lyft och förflyttning av varje enskild container. SKB behöver även utvärdera vilka åtgärder, såväl arbetssätt som skyddsutrustning, som behöver införas för att minska riskerna för arbetstagare i samband med hanteringen. En ytterligare fråga som behöver utredas vidare är upprättandet av mellanlagringskapacitet för de containrar som inte innehåller S.14-avfall men som behöver flyttas för att möjliggöra åtkomst till de containrar som innehåller S.14-avfall. För den fortsatta mellanlagringen av S.14-avfallet bedömer SSM, liksom SKB, att AB Svafos mellanlager bör kunna nyttjas.



Referenser

- [1] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Tjänsteanteckning angående vätskeformigt avfall i BLA SFR*, SSM2013-2073-1, 2012-11-15.
- [2] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Föreläggande om åtgärder för feldokumenterat avfall i SFR*, SSM2013-2073-18, 2015-03-05.
- [3] *Typbeskrivning för avfallskollin från Studsvik, Plåtfat med betongkringgjutna sopor och skrot för slutförvaring i SFR's bergsal för lågaktivt avfall (typ 14)*, 1994-10-06.
- [4] *Medgivande till slutförvar av viss avfallstyp i SFR-1*, SSIdnr833277294, 1994-12-19.
- [5] Statens Kärnkraftsinspektion, *Medgivande till slutförvaring av viss avfallstyp i SFR-1*, SKIdnr149146994, 1994-12-20.
- [6] *Tillstånd till deponering vid markförvaret vid Studsvik (etapp 3)*, SSIdnr6220209399, 1999-10-28.
- [7] *Medgivande till slutförvaring av avfallstyp S.13:9*, SSIdnr622276697, 1998-01-22.
- [8] *SFR1 - Beskrivning av avfallskolli från Studsvik - S.14:9*, 1997-01-21.
- [9] Statens Strålskyddsinstitut, *Uppdaterade driftsvillkor för SFR 1*, SSIdnr6222374403, 2003-12-08.
- [10] Svensk Kärnbränslehantering AB, *SFR-RO-2012-013, slutlig. Misstänkta avvikelser i avfallstyp S14*, SSM2012-72-6, 2013-02-27.
- [11] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Begäran om redovisning av svar på frågeställningar samt dagordning till mötet den 9 oktober 2013 mellan SSM och SKB AB, AB SVAFO samt Studsvik Nuclear AB*, SSM2013-2073-7, 2013-09-11.
- [12] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Samlat ställningstagande rörande återtag av avfallstyp S.14 samt kompensatoriska åtgärder*, SSM2013-2073-32, 2015-10-22.
- [13] Svensk Kärnbränslehantering, *Uppskattning av innehållet av radioaktiva ämnen och andra miljöstörande ämnen i deponerade S.14 fat i 1BLA*, SSM2013-2073-31, 2015-03-19.
- [14] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Strålskyddskonsekvenser för S.14*, SSM2013-2073-31, 2015-06-26.
- [15] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Utvärdering av kostnader och risker som ett återtag av avfallstyp S.14 kan medföra*, SSM2013-2073-31, 2015-03-31.
- [16] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Hållfasthet och korrosion av avfallskollin i 1BLA*, SSM2013-2073-31, 2015-08-20.
- [17] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Kompensatoriska åtgärder vid degradering av containrar i BLA, DokumentID 1478781 v 2.0*, SSM2013-2073-31, 2015-03-19.
- [18] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Utredning rörande dränagefrågan i S.14*, SSM2013-2073-31, 2015-09-17.
- [19] Svensk Kärnbränslehantering AB, *FSG-liknande granskning av SKB:s svar på SSM:s föreläggande ang. feldeponerat avfall S.14*, SSM2013-2073-31, 2015-10-20.
- [20] AB SVAFO, *Sammanställning #1 av S.14-poster i SFR*, SSM2013-2073-35, 2015-05-12.
- [21] AB SVAFO, *Sammanställning #2 av S.14-poster i SFR*, SSM2013-2073-35, 2015-08-25.
- [22] Studsvik Nuclear AB, *Kartläggning av innehåll i deponerade avfallskollin av typ S.14 (1991 - 2001)*, SSM2013-2073-33, 2015-05-25.
- [23] Studsvik Nuclear AB, *Kartläggning av arbetssätt vid tillverkning av deponerade avfallskollin av typ S.14 tillhörande Studsvik Nuclear AB*, SSM2013-2073-33, 2015-05-19.



- [24] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Verksamhetsbevakning om S.14 avfall i bergrum för låg- och medelaktivt avfall i SFR*, SSM2013-2073-38, 2019-01-31.
- [25] Svensk Kärnbränslehantering AB, *SKBs presentation från mötet om S.14 den 20 november 2018*, SSM2013-2073-41, 2018-11-20.
- [26] Miljö- och naturresursdepartementet, *Ansökan om återkallelse och ändring av tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet*, Regeringsbeslut 19, M92/4361/6, 1993-10-07.
- [27] Miljö- och naturresursdepartementet, *Ansökan om tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet att inneha och driva vissa kärntekniska anläggningar i Studsvik samt att i samband därmed förvärva, inneha, överlåta, hantera, bearbeta, transportera eller på annat sätt ta befattning...*, Regeringsbeslut 18, M92/4360/6, 1993-10-07.
- [28] Studsvik Nuclear AB, *Transuraninnehåll i avfallstyp S.14*, Rapport NW-92/45, 1992-09-08.
- [29] Statens strålskyddsinstitut, *Angående typbeskrivning S.14 och avfallshanteringen i Studsvik*, SSI dnr ad 1703/90, 1993-01-19.
- [30] Statens strålskyddsinstitut och Statens kärnkraftinspektion, *Hantering av radioaktivt avfall i Sverige före år 1980 samt radium och radiumavfall fram till år 1996*, SSI-rapport 96-18 och SKI Rapport 96:78, September 1996.
- [31] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Kompletterande information till samlat ställningstagande för avfallstyp S.14, SKB dokID 1713345, 1.0*, SSM2013-2073-48, 2019-01-17.
- [32] AB Svafo, *Röntgenprojektet - första upplagan*, Ekenborg, F., S-11-55:1, 2011.
- [33] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Kompletterande information gällande SSM2013-2073 - S.14-Avfall*, SSM2013-2073-42, 2018-12-04.
- [34] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Tjänsteanteckning - Samtal med Fredrik Ekenborg AB Svafo*, SSM2013-2073-45, 2019-01-17.
- [35] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Tjänsteanteckning. Samtal med Fredrik Ekenborg den 18 januari 2019*, SSM2013-2073-47, 2019-01-18.
- [36] AB Svafo, "Sammanställning och underlag för de 20 fat med mörkerriktmedel i Studsvik," SSM2013-2073-50, 2019-01-24.
- [37] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Mätrapport: Ra-226 i mörkersikten*, SSM2019-832-5, 2019-02-15.
- [38] AB Svafo, *Mejl: Mörkerriktmedel*, SSM2013-2073-55, 2019-02-05.
- [39] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Safety analysis for SFR Long-term safety main report for the safety assessment SR-PSU, TR-10-01*, 2014.
- [40] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Yttrande över ansökan enligt miljöbalken avseende utökad verksamhet vid SFR*, SSM2017-5969-2, 2019-01-17.
- [41] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:37) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall*.
- [42] International Commission on Radiological Protection, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP Publication 103.
- [43] Svensk Kärnbränslehantering AB, *S14 beräkning av doser, mejl med rubrik "S14"*, SSM2013-2073-54, 2019-02-01.
- [44] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Utvärdering av kostnader och risker som ett återtag av avfallstyp S.14 kan medföra, DokumentID 1477125, version 2.0*, SSM2013-2073-32, 2015-09-22.
- [45] Strålsäkerhetsmyndigheten, *Föransökan om verksamhetsbevakning avseende*



feldeponerat avfall, SSM2013-2073-36, 2018-10-19.

- [46] Svensk Kärnbränslehantering AB, *FUD-program 2016 – Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall*, 2016.
- [47] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Hållfasthetsberäkningar för stapling av kollin i IBLA, DokumentID 1477335 ver 1.0*, 2015.
- [48] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Mejl: SKB:s kommentarer på fakta i observationstexter S-14-granskningen*, SSM2013-2073-56, 2019-02-08.
- [49] Svensk Kärnbränslehantering AB, *Förtydligande om mätning av korrosionshastighet. Mejl: Observationstexter S-14 granskning 1 feb 2019*, SSM2013-2073-58, 2019-02-08.
- [50] Andrzej Wojcik, *Estimated health effect following ingestion of Ra-226, Pu-240 and daughters through ground water around the spent fuel repository in Forsmark*, SSM2013-2073-57, 2019-02-07.