

Projektidentifikation - Project identification	Uppdrags nr – Job No	Datum - Date	Rapport nr - Report No.
704536		2012-06-21	S-11-55:1

Titel och författare - Title and author

Röntgenprojektet – första upplagan

Fredrik Ekenborg

Distribution

Sven Ordéus	Fredrik Ekenborg
Lennart Gustafson	SKB
Claes Johansson	Arkiv
Christoffer Ellmark	

Granskad av – Reviewed by	Datum - Date	Godkänd av - Approved by	Datum - Date	Antal ex - No. of copies
Claes Johansson	2012-08-24			
Christoffer Ellmark	2012-08-24	Lennart Gustafson	2012-08-31	10
Revision	Datum	Förändring	Handläggare	

Huvudinnehåll

I Studsvik förvaras ungefär 7 550 fat med betongkringgjutet avfall tillhörande AB SVAFO. Avfallet utgörs av sopor och skrot som härstammar från verksamheter som hanterat radioaktivt material. En stor del av avfallet har sitt ursprung i de verksamheter som bedrivits på Studsviksområdet sedan 1960. Visst avfall härstammar från AB Atomenergis tidigare verksamhet i Stockholm. Övrigt avfall har kommit till Studsvik från bland annat högskolor, universitet, medicinsk forskning, sjukhus, försvarsmakten och industrin för behandling och mellanförvaring.

Inom projektet har 7 303 fat undersökts. En majoritet (>6000) av avfallsposterna är tillverkade mellan åren 1969 och 1979. Avfallsposter tillverkade fram till och med 2001 har ingått i projektet.

Varje enskilt fat har studerats med ett flertal analytiska metoder såsom radiografering, gammaspetspektroskopi, dosratsmätning, vägning samt visuell kontroll av fatens identifikationsnummer.

Projektet har bland annat gjort det möjligt att uppdatera befintlig avfallsdatabas. Denna och andra arbetsinsatser är förenade med ett behov av relativt stora resursbehov. Varefter dessa återstående uppgifter hanteras kommer data i rapporten uppdateras varefter den ges ut i form av en ny upplaga.

Innehåll

i	Bilagor	
ii	Förkortningar och förklaringar	
1	Inledning	1
2	Bakgrund	2
3	Avfallet	4
4.	Utrustning	9
4.1	Radiograferingsutrustning	9
4.2	Utrustning för gammamätning	10
5.	Förberedelser inför och åtgärder under projektet	12
5.1	Identitetsmärkning	12
5.2	Hyllsystem	13
5.3	Gammamätning	15
5.4	Punktutsug	15
5.5	Data	15
5.6	Antal fat som hanterades	17
5.7	Prioritering av fat	18
6.	Resultat	19
6.1	Vätska	20
6.2	Kvicksilver	24
6.3	Fissilt material - safeguard	24
6.4	Strålskärmande behållare	26
6.5	Nuklidsammansättning	26
6.6	Ej hanterade fat	27
6.7	Icke kringgjutet avfall	27
6.8	Icke innesluten vätska	28
7.	Diskussion	29
7.1	Återstående teoretiska åtgärder	29
7.2	Risker – behov av proaktiva och andra åtgärder	30
7.3	Slutförvaring	32
7.4	SSM:s krav på dokumentation	33
8.	Referenser	34

i **Bilagor**

1. Förteckning över samtliga fat som har hanterats inom projektet
2. Förteckning över fat med vätskeformigt avfall
3. Förteckning över fat med kvicksilver
4. A) Förteckning över fat med uppmätt innehåll av fissilt eller potentiellt fissilt material
B) Förteckning över fat i safeguarddatabasen vars innehåll av fissilt material inte varit möjligt att verifiera
C) Förteckning över fat som genom en visuell bedömning kan innehålla fissilt material
5. Förteckning över fat med strålskärmande behållare
6. Förteckning över fat med kringgjutet avfall som inte hanterades inom projektet
7. Förteckning över AUF-märkta fat som innehåller icke ingjutet avfall
8. Förteckning över fat som innehåller icke innesluten vätska

ii Förkortningar och förklaringar

4+1 %-regeln

Utifrån en uppmätt aktivitet av Cs-137 beräknas innehållet av Pu-239/240 (1 %) och Am-241 (4 %) fram med denna faktor. Förhållandet mellan cesium och dessa transuraner grundar sig på förhållanden som fastställts vid kärnkraftverken. Att utnyttja denna regel för beräkning av mängden transuraner är ifrågasatt, för avfall från Studsvik, och anammas därför inte längre av SVAFO. Innehållet av transuraner i det betongkringgjutna avfall som hittills överförts till SFR är beräknat med hjälp av 4+1 %-regeln.

ACL

Aktiva centrallaboratoriet i Studsvik, en anläggning där bland annat plutoniumforskning utförts. Byggnaderna revs år 2006.

AM

Bergförlagt mellanlager för låg och medelaktivt avfall i Studsvik, togs i drift år 1986.

Aska

I rapporten nämns avfallstypen betongkringgjutna askor. Det som avses här är restprodukten efter hantering av brännbart material. Materialet består av aska, slagg, metallband, glas med mera från tömning av ugnen efter förbränning. I detta material kan det eventuellt även ingå stoft från rökgasreningsanläggningen.

AU

Kallförråd för lågaktivt avfall i Studsvik, byggt år 1978. Fram till slutet av 90-talet förvarades här cirka 7 500 fat med betongkringgjutet avfall. I slutet av 90-talet genomfördes en skrivbordssortering av samtliga avfallsposter. Avfallsposterna delades in i grupper med avseende på innehåll och ursprung. Avfallsposter som innehöll kortlivade nuklider (2 300 stycken) flyttades över till AUT. Avfallsposter med långlivade nuklider (5 000 stycken) kvarstod i AU och omemballerades (placerades i ett räddningsfat/ytterfat) för att minska riskerna i samband med återstående mellanförvaring. Vissa avfallsposter (udda avfall) hanterades genom sönderdelning.

AUT

Tältbyggnad, uppförd år 2000, används för uppställning av lågaktivt avfall. Till denna anläggning fördes år 2000 cirka 2 200 av de 7 500 avfallsposter med äldre betongkringgjutet avfall som tidigare förvarades i AU. De fat som flyttades ut från AU bedömdes vid tillfället vara möjliga att placera i SVAFO:s markförvar eller slutförvaras i SFR. Dessa poster (800 med aska och 1 400 med sopor och skrot) stod kvar i anläggningen fram till röntgenprojektet startade. Avfallsposter med aska står fortfarande kvar i anläggningen.

AUF-(märkta)-fat

Avfallsposter i AU som försågs med nytt ytteremballage i slutet av 90-talet. Förvaras sedan 1978 i AU. Avfallsposterna hade inget identitetsnummer som kunde kopplas till dokumentation om dess innehåll med mera. Dessa fat innehåller även avfallsposter tillverkade i Studsvik som är korrekt uppmärkta med präglade aluminiumbrickor, men där kollivikter med mera inte stämmer överens med tillgänglig dokumentation. I SVALA finns ett antal avfallsposter som inte går att koppla till fysiska avfallskollin. Efter rönt-

genprojektet kommer det vara möjligt att koppla ihop vissa av dessa "avfallslösa" poster i SVALA med vissa av de kollin som står i AUF-märkta ytterfat.

BLA

SKB:s bergrum för lågaktivt kortlivat avfall i SFR i Forsmark.

BMA

SKB:s bergrum för medelaktivt kortlivat avfall i SFR i Forsmark.

SH-(märkta)-fat

Avfall som härstammar från annan plats än Studsvik. Förvaras sedan 1978 i AU. Avfallet var vid ankomsten till Studsvik redan kringgjutet och klart för havsdumpning. Avfallet är i stor utsträckning uppmärkt med unika identitetsnummer präglade på en tunn aluminiumbricka. I samband med att dessa avfallsposter försågs med ett extra ytterfat i slutet av 90-talet fick de ny identitetsnumrering, SH-001 och så vidare. SH-fat benämns även *Stockholmsfat*.

SFL

SKB:s planerade slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt drift- och rivningsavfall. Slutförvaret är planerat att tas i drift runt år 2050.

SFR

Slutförvar för kortlivat låg- och medelaktivt driftavfall i Forsmark.

SNAB

Studsvik Nuclear AB.

Sopor och skrot

I rapporten nämns avfallstypen betongkringgjutna sopor och skrot. Det som avses här är främst fast avfall som på grund av materialtyp eller nuklidinnehåll inte lämpar sig för förbränning. Detta material göts i obehandlad form in i fat.

SVAFO

AB SVAFO: Företag med ansvar för omhändertagandet av historiskt radioaktivt avfall samt avveckling av vissa anläggningar med koppling till utvecklingen av det svenska kärnkraftsprogrammet. Företaget bildades 1992 av Sydkraft, Vattenfall, Forsmarks kraftgrupp och OKG. Företaget ägs gemensamt av de svenska kärnkraftsbolagen och ingår i Vattenfalls organisation.

SVALA

SVAFO:s avfallsdatabas.

TRU

Transuraner, det vill säga nuklider med högre atomnummer än uran. Dessa nuklider är ofta alfastrålande och långlivade. Flertalet av dessa alfastrålande nuklider avger lågenergetisk gammastrålning, varför det kan vara utmanande, eller omöjligt, att detektera dessa nuklider i avfall som omges av betong.

Udda fat

Fat som av olika anledningar (hög dosrat, avvikande storlek, vätskeinhåll med mera) hanterades (bilades upp) under en period från slutet av 90-talet fram till 2007. I samband med hanteringen av ett fat som misstänktes innehålla vätska inträffade en kontaminationsincident som medförde att detta sätt att öppna/hantera kringgjutet avfall upphörde. Detta beslut innebar startskottet för röntgenprojektet.

Ytterfat

I denna rapport används ytterfat som benämning för dels de 200-litersfat i vilket avfall ursprungligen placerades och kringgöts, dels som benämning på de räddningsfat om 280 liter i vilka de 5 000 äldre avfallskollina om 200 liter i AU placerades i slutet av 90-talet. I samband med röntgenprojektet införskaffades ytterligare 2 300 ytterfat om 280 liter in. I dessa placerades fat från AUT, AM och containrar inför radiografering och gammamätning i röntgenprojektet. Samtliga 7 303 avfallsposter som hanterades inom röntgenprojektet är idag försedda med dessa extra ytterfat. I denna rapport är det ofta det extra ytterfatet om 280 liter som avses.

1 Inledning

Under åren 2009 till 2011 genomfördes ett projekt med riktade insatser som berör en stor del av SVAFO:s historiska radioaktiva avfall.

Radiografering, gammaspektroskopiska mätningar och dosratsmätning samt kontroll av avfallsposternas vikt och identitetsbeteckning utfördes på 7 303 avfallskollin. Knappt 200 kollin visade sig innehålla avfall som inte var kringgjutet av betong. Dessa avfallsposter kommer skiljas ut från övriga då avfallet utan större ingrepp är möjligt att analysera mer ingående för bestämning av bland annat innehållet av svärmätbara nuklider.

De avfallsposter som ingått i projektet är tillverkade från 1960-talet fram till 2001. De flesta avfallsposter (87 %) är tillverkade under perioden 1969-1979.

I 2 068 avfallsposter återfanns fri vätska med en uppskattad total volym om 4 727 liter. Kvicksilver samt vätskor som troligtvis innehåller upplösta tungmetaller har identifierats. Samtliga vätskor är att betrakta som högriskavfall fram till dess vätskornas kemiska och nuklidmässiga sammansättning är fastställd. Utöver vätskor har bland annat fissilt material identifierats i form av bränslekutsar, pulver och eventuellt även i metallisk form. Ett stort antal strålskyddande behållare med okänt innehåll har identifierats i 785 avfallskollin.

Genom gammamätning har 1 159 fat påvisats innehålla uran-, americium- och/eller plutoniumisotoper. I vissa fall kan ett innehåll av plutonium indikeras genom att americium-241 detekteras. Idag är endast 342 av de hanterade avfallsposterna upptagna i registret över safeguardklassat material i Studsvik. För två tredjedelar av avfallsposterna i safeguardregistret har ett innehåll av fissilt material kunnat verifieras. Befintligt safeguardregister är i behov av komplettering med ett stort antal nya avfallsposter. I rapporten beskrivs detta, och andra, behov av åtgärder för att ytterligare förbättra kunskapen om avfallet och höja kvalitén på tillhörande avfallsdata.

Parallellt med röntgenprojektet uppfördes ett höglagersystem i AU för förbättrad säkerhet under återstående mellanförvaringsperiod i Studsvik.

Förslag på ytterligare riskminimerande åtgärder under kommande mellanförvaringsperiod beskrivs i denna rapport. Bland dessa ses ett behov av att åtgärda ett hundratal fat med större mängder icke innesluten vätska.

2 Bakgrund

I Studsvik har sedan 1960-talet sådant radioaktivt avfall som inte passat för förbränning ofta kringgjutits med betong i 200 liters fat. Genom kringgjutning av avfall skapas ett kolli med god hållfasthet samtidigt som dosraten på utsidan av avfallskollit hålls låg. Ursprungligen göts avfallet in för havsdumpning där betongskalet utgjorde ballast. Havsdumpning av avfall från Studsviksområdet har utförts vid ett tillfälle, år 1969, då knappt 3 000 fat transporterades till Oxelösunds hamn och lastades på båten MV Topaz mellan den 23 och 26 juni.

Betongkringgjutning som behandlingsmetod kom att utnyttjas även i fortsättningen i Studsvik trots ett först temporärt och sedan permanent förbud mot havsdumpning. Detta sätt att hantera radioaktivt avfall brukades fram till år 2005. Med anledning av detta finns idag ett stort antal avfallsposter som inte uppfyller gällande myndighetskrav om bland annat återtagbarhet och bristfällig dokumentation kring avfallets innehåll. Om ett avfall är återtagbart underlättas arbetet med att exempelvis packa om, genomföra kompletterande kemiska och radiologiska analyser med mera i syfte att kvalificera materialet för slutförvaring.

Innehållet i de avfallskollin som producerades i Studsvik har sitt ursprung i många olika verksamheter – alla med den gemensamma nämnaren att avfallet som uppstod var radioaktivt. En stor andel av avfallet härstammar från forskningsverksamheten i Studsvik. Övrigt avfall kommer från bland annat industrin, universitet och högskolor, försvarsmakten, sjukhus och medicinsk forskning. Visst äldre avfall (äldre än 1970) göts in på annan plats, och mellanförvarades i AB Atomenergis lager, innan avfallsposterna slutligen överfördes till Studsvik. Dessa fat går idag under benämningen *Stockholmsfat*. Antalet fat uppgår till knappt 700. Anledningen till varför dessa fat inte ingick i havsdumpningskampanjen 1969, tillsammans med avfall från Studsviksområdet, eller i samband med tidigare havsdumpningskampanjer vid Landsortsdjupet (som utgick från Värmdö) var den att aktivitetsinnehållet vid tidpunkten var för hög, eller att faten redan då ansågs vara i ett alltför dåligt skick.

Omfattningen av, och kvalitén på, den information som finns tillgänglig om avfallsposterna och dess innehåll beror ofta på när i tiden tillverkningen skedde samt om kollit tillverkades i Studsvik eller på annan ort. De äldsta avfallsposternas innehåll är ofta knapphändigt, om alls, deklarerat på följesedlar och gjutkort. Vissa dokument har dessutom försvunnit under åren, vilket ytterligare försvårar möjligheten att utan ytterligare åtgärder beskriva avfallsposternas innehåll. Vid leveranser av större partier med radioaktivt material fördelades avfallet på flera emballage innan det kringgöts. Då det ofta saknas anteckningar om hur materialet fördelades mellan faten så innebär detta att osäkerheten kring vad som finns i faten ytterligare ökar. Allmänt gäller att avfallet är knapphändigt beskrivet avseende material- och nuklidinnehåll.

2012-06-21

Omfattande insatser med digitalisering av information från följesedlar och gjutkort har genomförts. Detta arbete har gjort den information som trots allt finns mer lättillgänglig. Idag återfinns denna information i SVALA samt i pdf-dokument.

I slutet av 1990-talet påbörjades hanteringen av sådana avfallsposter som hade avvikande storlek, hög dosrat med mera. I förlängningen av denna hantering kom även fat som misstänktes innehålla vätskor att hanteras. Sökningar i databasen med den nyligen digitaliserade informationen från gjutkort och följesedlar resulterade i att cirka 100 fat misstänktes innehålla fria vätskor – något som inte var tillåtet att slutförvara i SFR (för det framtida SFL antogs samma krav bli gällande). Under ett par år öppnades 81 fat med förmodat innehåll av vätskeformigt avfall. Hanteringen avbröts 2007 efter en incident som innebar att behandlingslokalen kontaminerades kraftigt av alfastrålande nuklider. I de fat som hade öppnats återfanns 300 liter vätskeformigt avfall – vätskor som idag återstår att karaktärisera och slutligt omhänderta. Det fat som orsakade aktivitetsspridningen tillhörde den grupp av fat vars gjutkort och samtliga följesedlar fanns tillgängliga. Enligt denna dokumentation skulle innehållet vara fritt från både alfastrålande nuklider och fissilt material. Lokalen kontaminerades av främst plutonium och americium. Förutom vätskor återfanns drygt 3 gram Pu-239. Incidenten kom att ändra SVAFO:s syn på äldre dokumentation på sådant sätt att äldre dokumentation inte längre bedöms vara helt tillförlitlig.

Utifrån de erfarenheter som erhöles genom arbetet med öppning och hantering av vätskeinnehållande avfallsfat uppstod ett behov av att finna någon metod för ytterligare karaktärisering av innehållet i fat som inte öppnats. Frågan om till vilket slutförvar denna avfallstyp kan föras i framtiden har under senare år alltmer kommit att fokusera på SFL. Med detta följer ett behov av en längre tids mellanförvaring i Studsvik. På grund av de osäkerheter som kopplar till befintlig dokumentation medför detta ökad risk under återstående mellanförvaring.

I samband med en internationell avfallskonferens 2006 uppmärksammades ett företag, VJ Technologies (VJT), som bland annat är specialiserade inom icke-förstörande provning av radioaktiva avfallskollin, bland annat material från statlig forskningsverksamhet i USA. Så snart hanteringen av vätskeinnehållande fat stoppades knöts kontakt med VJT. Under 2008 utvecklades och validerades en karaktäriseringsmetod för SVAFO:s avfallsposter i USA. Fem fat med kringgjutet inaktivt avfall ingick i försöken. Ett för VJT okänt antal vätskeinnehållande behållare hade placerats i avfallsmatriserna. Vid undersökningen identifierade VJT varje enskild vätskeinnehållande behållare samtliga fat.

Hösten 2009 fraktades all utrustning från Connecticut i USA till Studsvik. Den 17 november 2009 påbörjades acceptanskontroll av utrustning och dokumentation samt hanteringsproceduren genom att låta undersöka 120 slumpvis utvalda avfallsposter. Reguljär drift inleddes den 30 november 2009 och avslutades den 12 augusti 2011. Under de 377 dagar då utrustningen var i normal drift hanterades 7 303 avfallsposter, samt ett preparerat testfat för utvärdering leverantörens noggrannhet och precision.

3 Avfallet

De avfallsposter som har hanterats består av är betongkringgjutna sopor och skrot. Olika metoder för kringgjutning av avfallet har utnyttjats i Studsvik. Avfallsposter tillverkade innan 1976, utgörs av 200 litersfat i vilka en nätkorg göts fast i botten. I nätkorgen placerades avfall som sedan kringgjöts.

Avfallsposter tillverkade från och med 1976, består av 200 litersfat i vilka 100 litersfat göts fast i botten. Det inre fatet fylldes med avfall och förslöts med lock. Utrymmet mellan faten fylldes med betong.

En mindre vanligt förekommande tillverkningsmetod innebar homogenisering av avfallet. Här blandas avfall och betong samman till en med homogen matris. Vid homogenisering finns viss risk att avfallet inte blir lika väl inneslutet som vid normal kringgjutning – enskilda objekt kan hamna direkt mot ytterfatets vägg. Homogenisering utnyttjas idag endast för solidifiering av slam och jonbytarmassor. Ytterligare en metod som användes innebar att en svagt konisk gjutform placerades i ett 200 litersfat, varefter betong tillfördes i utrymmet mellan fat och gjutform. Gjutformen efterlämnade ett hålrum i fatet som kunde fyllas med avfall.

Efter kringgjutning omges avfallet av cirka sju centimeter betong. Betongskalet ger avfallskollit dess strukturella hållfasthet och ger samtidigt viss strålskärmning mot omgivningen.

I vissa fat med nätkorg kringgjöts mindre mängder avfall in vid upprepade tillfällen, till dess korgen var full. Detta hanteringsförfarande genererade avfallsposter med flera avfallsmatriser innanför betongskalet.

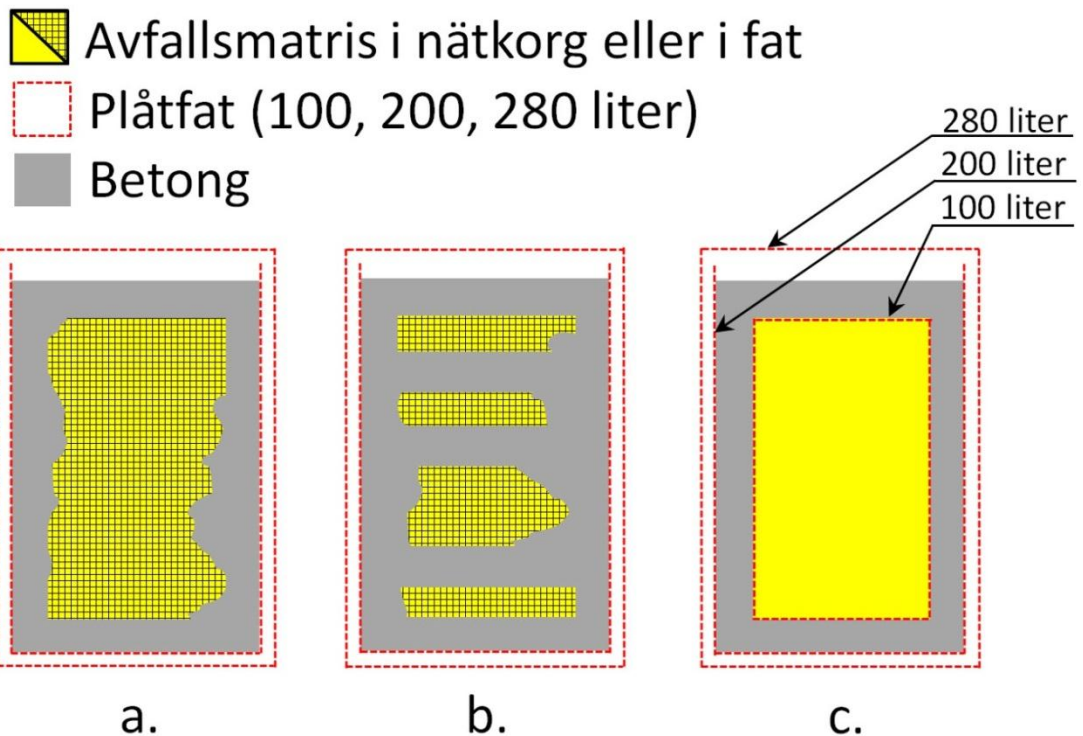


Bild 1 Enkel beskrivning av de vanligaste tillverkningsmetoderna för ingjutet avfall i Studsvik

- a) Avfall packat i en nätkorg
- b) samma som [a] fast med avfall i flera lager
- c) avfall placerat i ett fat.

Utrymmet mellan nätkorg, eller innerfat, och ytterfatet fylls på med betong.

En stor andel av avfallsposterna var sedan tidigare försedda med ett extra ytterfat om 280 liter för att skapa ytterligare en barriär mellan avfall och omgivning. Drygt 2 000 fat försågs med ett motsvarande ytterfat i samband med röntgenprojektet.

År 1978 uppfördes förvaringsanläggningen AU i Studsvik. Anläggningen var avsedd för mellanförvaring av äldre kollin med betongkringgjutet avfall. Tidigare förvarades dessa kollin utomhus utan någon form av väderskydd. De poster som förvarats utomhus är mer eller mindre rostangripna. Att gjutformarna är rostiga bedöms dock inte försämra avfallsposternas hållfasthet och integritet nämnvärt då det är betongen runt avfallet som bidrar till kollits bärighet. Rostangreppen försämrar dock möjligheten att hantera faten vid förflyttning och stapling. Vid stapling av flera fat på varandra finns risk för att fatens övre metallkant, som inte stöds av betong, deformeras. Detta är en av anledningarna till att avfallskollina idag omges av ett extra ytterfat.

Från 1978 fram till slutet av 90-talet förvarades ungefär 7 500 avfallsposter med äldre kringgjutet avfall i AU. Under denna period förvarades faten liggande på varandra. Samtliga fat i AU var tillverkade innan 1980 och gammamättes därför inte vid tillverkning.

2012-06-21

År 1998 genomfördes en "skrivbordsinventering" [1] av samtliga kollin i AU. Granskning av följesedlar och gjutkort medförde att avfallsposterna kunde delas in i ett flertal grupper med avseende på bland annat ursprung, kemiskt och radiologiskt innehåll. Samtliga fat i AU sorterades sedan fysiskt i enlighet med resultaten av genomförd sammanställning.

Avfallsposter som bedömdes innehålla signifikanta mängder långlivat avfall försågs med extra ytteremballage och blev kvar i AU för fortsatt mellanförvaring, se Bild 2. Att avfallet ansågs kräva slutförvaring i SFL baserades på data om ursprung och nuklidmässigt innehåll från bland annat följesedlar och gjutkort. Genom den information som fanns tillgänglig var det inte alltid möjligt att fastställa avfallsposternas innehåll – dessa avfallsposter hamnade konservativt i gruppen med SFL-fat. SFL som slutdestination innebar vid tidpunkten för omemballering minst 45 år av mellanförvaring i Studsvik.



Bild 2 Bild från AU inför röntgenprojektet. I anläggningen förvarades knappt 5 000 fat med betongkringgjutna sopor och skrot. Samtliga fat var sedan tidigare försedda med extra ytteremballage.

Vissa kollin hade avvikande storlek eller högre dosrat. Dessa "udda fat" hanterades genom att faten öppnades och avfallet överfördes till andra emballage. I förteckningen över udda avfallsposter ingick även sådana fat som misstänktes innehålla flytande avfall, läs mer om detta nedan.

Avfallsposter med kortlivat avfall, vilka bedömdes vara möjliga att överföra till SFR eller placeras i SVAFO:s markdeponi, flyttades från AU till AUT – en väderskyddad byggnad bredvid AU. Med SFR som planerad slutdestination skulle det vara möjliga att bli av med avfallet inom en nära framtid. Avfallskollina försågs därför inte med extra skyddande ytteremballage, se Bild 3.

2012-06-21



Bild 3 Anläggningen AUT strax innan röntgenprojektet påbörjades. I anläggningen förvarades 2 200 avfallsposter med betongkringgjutet avfall mellan år 2000 och 2010. Till höger om mittgången ses de 800 fat som innehåller betongkringgjutna askor och till vänster ses de 1 400 fat med betongkringgjutna sopor och skrot som hanterades i röntgenprojektet. Samtliga fat i AUT var inför projektet i avsaknad av extra ytteremballage.

Innan avfallsposterna kan godkännas för slutförvaring i SVAFO:s markförvar eller i SFR krävs att nuklidinnehållet fastställs. Kompletterande nuklidspecifik gammamätning utfördes på faten i AUT. Vid denna tidpunkt utnyttjades 4+1 %-regeln för beräkning av mängden långlivade nuklider (transuraner, TRU) i avfallet, där mängden americium och plutonium beräknades genom korrelation mot kollits aktivitetsinnehåll av Cs-137. Ingen av avfallsposterna i AUT fick acceptans för slutförvaring i markförvaret eller i SFR på grund av att 4+1 %-regeln för avfall från Studsvik ifrågasattes. Idag är 4+1 %-regeln inte aktuell för bestämning av vissa svårsmätbara nuklider.

Inför röntgenprojektet förvarades strax under 5 000 fat med betongkringgjutet avfall i AU. 1 400 fat av liknande typ förvarades i AUT. Resterande avfallsposter av denna typ förvarades i AM och i containrar. I AUT, AM och containrar förvarades även fat med betongkringgjutna askor – en avfallstyp som inte beaktades inom ramen för röntgenprojektet.

I samband med tidigare omemballering och sortering av fat i AU uppmättes förhöjda radonhalter i anläggningen. Anläggningen utrustades därför med möjlighet till forcerad ventilation. Utöver radon identifierades ett område av golvet som var kraftigt kontaminerat med alfastrålande nuklider. Sanering vidtog och fem centimeter av det översta betongskiktet, över 25 m² av golvet i AU, togs bort.

2012-06-21

I den inledande planeringen av röntgenprojektet förutsattes att radonhalten i AU var lika hög som i slutet av 90-talet, och att anläggningen därför inte var lämplig att bedriva daglig verksamhet i. Radonhalten kontrollerades inför projektet. I AU uppmättes en aktivitet mellan 100 Bq/m³ och icke mätbara nivåer då ventilationssystemet var avstängt respektive driftsatt. I AUT, där avfallsposter förvarades utan extra ytteremballage, uppmättes 3 000 Bq/m³ i ovädrat tillstånd och 100 Bq/m³ efter vädring i en timme. Radonmätningen kom att bli avgörande för röntgenutrustningens slutliga placering. Initialt var det tänkt att placera utrustningen i containrar i anslutning till AT varifrån överföring av fat skulle ske på rullbanor.

I AM och i containrar förvarades betongingjutna sopor och skrot med tillverkningsdatum från och med 1980. För avfall tillverkat från och med 1980 utfördes nuklidspecifika gammamätningar i samband med tillverkning i Studsvik. Antalet fat som tillhör SVAFO från denna period (1980-1991) är begränsat då flertalet avfallsposter varit möjliga att överföra till SFR. Från och med 1991-07-01 är antalet fat som tillhör SVAFO ytterligare lägre på grund av ägarmässig uppdelning mellan Studsvik Nuclear AB (SNAB) och SVAFO skett. Avfallsposter av typen betongkringgjutna sopor och skrot som är tillverkade efter 1980, och som varit möjliga att skicka till SFR, har omfattas av typbeskrivning S.14¹ [2] och där innehållet av långlivade nuklider är beräknat enligt 4+1 %-regeln. SVAFO har hittills levererat 1 671 avfallsposter av denna typ till SFR:s bergrum för lågaktivt avfall (BLA). Den senaste deponeringen av S.14-avfall i SFR genomfördes under 2001. Avfallsposter med mer än 1 MBq Cs-137 var tänkta att slutförvaras i SFR:s bergrum för medelaktivt avfall (BMA). Någon typbeskrivning för dessa avfallsposter upprättades aldrig, varför avfallet fortfarande återfinns i Studsvik.

Skillnaden mellan de avfallsposter med betongingjutna sopor och skrot som mellanförvaras i Studsvik och de som återfinns i BLA är:

- Avfallet i Studsvik är tillverkat från 1960-talet och framåt
- Avfallet i BLA är tillverkat mellan 1980 och 2001
- Avfallet i BLA har en Cs-137-aktivitet som vid tillverkning understeg 1 MBq/kolli

Den senast tillverkade avfallsposten av typ S:14 är SV05-1090 som tillhör SNAB. Tillverkningsdatum för denna avfallspost 2005-05-20.

¹ Idag hanteras ingjutna sopor och skrot inom ramen för typbeskrivning S.12.

4. Utrustning

4.1 Radiograferingsutrustning

För insamling, tolkning och presentation av radiograferingsdata finns ett antal metoder att tillgå.

Flera olika radiograferingsmetoder för genomlysning av SVAFO:s avfallsposter beaktades inför projektet, och dess användbarhet för karaktärisering av SVAFO:s betongkringgjutna avfalls utvärderades. Nedan beskrivs ett antal metoder som kan utnyttjas för genomlysning av avfall.

Med datortomografiska metoder kan ett objekt skannas av och presenteras i 3-dimensioner. Det är möjligt att undersöka objektets inre delar genom att låta dela upp det i skivor. En avgörande nackdel med datortomografi är att de data som genereras motsvarar en stillbild av objektet och är således en metod som inte är lämplig för att exempelvis detektera vätskor i en avfallsmatris.

En relativt enkel och billig radiograferingsmetod är linjeskanning. Denna metod utnyttjas ofta på flygplatser och andra inrättningar för genomlysning av objekt med lägre densitet. Nackdelen med linjeskanning är, liksom för datortomografi, att resultatet presenteras som en 2-dimensionell stillbild som inte lämpar sig för detektion eller kvantifiering av vätskeformigt avfall.

För SVAFO:s vidkommande rekommenderades en röntgenmetod med fluoroskop som detektor. Genom denna metod kan en operatör se levande bilder av det objekt som genomlyses. Ämnen i flytande form är lätta att upptäcka då de sätts i rörelse vid förflyttning. Ytterligare en fördel med denna metod är att objektet som undersöks kan orienteras i ett flertal riktningar (upp/ned, vänster/höger samt rotation). Möjligheten att orientera objektet i olika riktningar ger operatören god överblick av innehållet i en avfallspost. Avfallsposter som har lokala områden med högre densitet, i en orienteringsriktning, kan roteras för om möjligt finna andra vinklar som medger genomlysning. De rörliga bilder operatören arbetar med i realtid kan dessutom spelas in som film, vilken medger att ytterligare utvärdering kan utföras i ett senare skede. Nackdelen med denna metod är att den är arbetsintensiv – få moment är möjliga att automatisera. Beroende av avfallsmatrisens sammansättning och densitet åtgår 10-30 minuter för karaktärisering av en avfallspost.

De flesta avfallsposter består av en avfallsmatris som omsluts av minst 7 cm betong och flera lager stålplåt. För att tillgodose att tillräcklig genomlysningsförmåga utrustades anläggningen med ett kraftfullt röntgenrör som medger kontinuerlig drift vid en accelerationsspänning om 450 kV och en strömstyrka upp till 10 mA. Att kompensera för lokala densitetsvariationer i avfallsposterna kan både accelerationsspänning och strömstyrka varieras så att en kontrastrik och tolkningsbar bild erhålls.

Inför varje undersökning placerades en linjal, med 2,5 centimeter höga siffror i bly, längs ytteremballagets sida. Siffrorna är separerade med 10 centimeter i höjded. Linjalen utnyttjas av operatören dels för att orientera sig i avfallsposten, dels som hjälp för att bedöma storlek och uppskatta vätskevolym av olika objekt i avfallsmatrisen.

Röntgenundersökning sker i ett strålskärmat valv konstruerat för att begränsa dosraten till maximalt 2 $\mu\text{Sv/h}$ på 10 cm avstånd från valvets utsida (högsta uppmätta ytdosrat 1,1 $\mu\text{Sv/h}$).

Varje film från hanteringen i valvet: på avfallsposternas identifikationsnummer och själva röntgenundersökningen med operatörens kommentarer sparades ned genom två DVD-spelare på två skivor. Varje film finns i två upplagor, som förvaras i skilda anläggningar, för att minska risken att data förstörs vid brand. För att ytterligare förbättra den långsiktiga säkerheten kommer samtliga filmer även att läsas över till en dataservert.

4.2 Utrustning för gammamätning

För bestämning av avfallets innehåll av gammastrålande nuklider användes en kvävekyld BeGe-detektor monterad på en rullvagn. Vid den normala mätpositionen, som innebär mätning från ett avstånd om 1 m, användes en 90° kollimator för att skärma av detektorns synfält utanför avfallskollit. Mätning av högdosfat (>100 $\mu\text{Sv/h}$) utfördes med ett avstånd på 2,25 m mellan avfall och detektor. Vid detta avstånd användes en kollimator med 30° synfält framför detektorn. För automatisk analys av erhållna gammasppektra utvecklades en generell mätgeometri. Geometrin baseras på ett genomsnittligt kולי, se Bild 4.

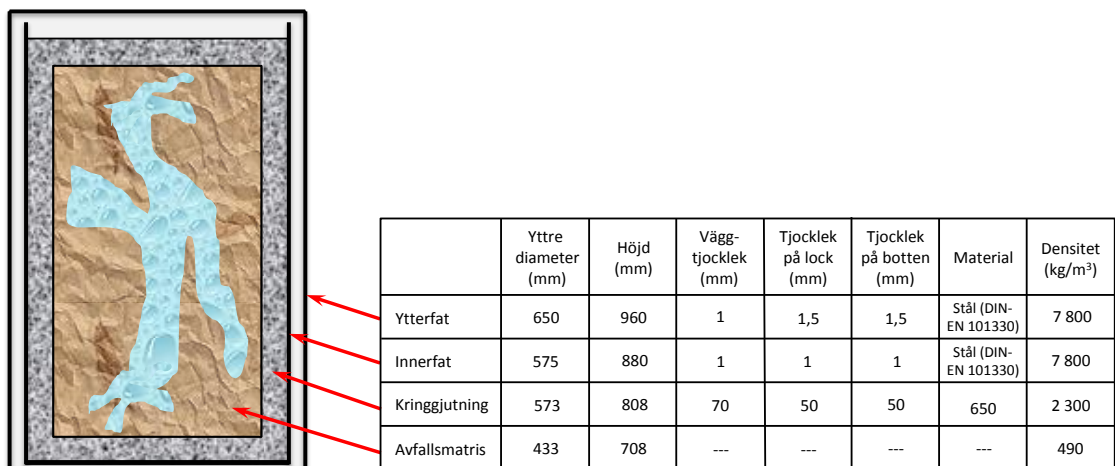


Bild 4 Ingående parametrar i den generella mätgeometri som användes för automatisk analys av erhållna gammasppektra.

Då endast en unik mätgeometri hittills använts vid analysen av avfallsposternas aktivitetsinnehåll kan det verkliga aktivitetsinnehållet underskattas i där gammastålningen skärmas mer än det som antagits för ett genomsnittligt avfallskולי,

2012-06-21

och tvärt om för avfallsposter med lägre grad av skärmning. Man bör även beakta att ett stort antal strålskyddande behållare identifierades i samband med undersökningarna. Aktivitetsdata för kollin som innehåller strålskärmande behållare är i bästa fall förenade med mycket stor osäkerhet. För sådana kollin finns en uppenbar risk att aktivitetsinnehållet, beroende av dess nuklidinnehåll, underskattas kraftigt eller missas helt.

Samtliga spektrum från gammamätningarna arkiveras, vilket gör det möjligt att i framtiden omutvärdera data med mätgeometrier som i större utsträckning tar hänsyn till avfallsposternas varierande vikt, lokala densitetsvariationer i avfallsmatrisen med mera.

Mättiden för en gammamätning var 15 minuter. Vid mätning var avfallskollit placerat på ett bord med roterande skiva. Mätbordets ben var försedda med trycksensorer för möjligheten att väga avfallskollit. I samband med gammamätning mättes även avfallsposternas dosrat på en meters avstånd.

5. Förberedelser inför och åtgärder under projektet

5.1 Identitetsmärkning

Inför projektet var i stort sett samtliga fat på något sätt uppmärkta med unika identitetsnummer. Ett fåtal fat fanns i dubbel upplaga. Vissa fatidentiteter i SVALA har sedan tidigare inte varit möjliga att lokalisera som avfallskollin i Studsvik. Åtgärder med syfte att i framtiden kunna reda ut frågan om dubletter och saknade kollin vidtogs inom ramen för röntgenprojektet.

De 5 000 faten i AU, som hade placerats i nya ytterfat i slutet av 90-talet, hade identitetsbeteckningar målade på ytterfatet. På ytterfatet återfanns även information om vilken avfallskategori faten hade tilldelats i samband med tidigare genomförd skrivbordsinventering och omemballering. För dessa avfallsposter har tre olika nummerserier använts för identifiering. Fat som tillverkades i Studsvik fram till år 1980 har ett treställigt löpnummer följt av årtal, exempel 100-69 (samtliga fat i AUT ingår i denna nummerserie). En aluminiumbricka med avfallspostens identitet göts fast i betongen vid tillverkning.

Fat som inte tillverkades i Studsvik, så kallade "Stockholmsfat", fick ny identitet i samband med hanteringen av äldre betongkringgjutna avfallsposter i slutet av 90-talet. Ett stort antal av faten tillhörande denna kategori har dock ett ursprungligt identitetsnummer präglat på en tunn aluminiumbricka som är fastgjord i betongen med ståltråd. Den nya identitetsbeteckningen för Stockholmsfaten innebar ett treställigt löpnummer med prefix SH-, exempel SH-001. Information om SH-fatens ursprungsmärkning samt korsreferenslistor mellan de olika nummerserierna återfinns i [3].

I samband med hanteringen av avfallsposter i slutet av 90-talet gavs kollin som helt saknade identitetsmärkning, eller på annat sätt inte var möjliga att koppla till specifika gjutkort (på grund av felaktig vikt med mera) ett fyrställigt löpnummer med prefix AUF, exempel AUF0001.

Identitetsbeteckningarna för avfallsposterna i AM och i containrar, det vill säga fat tillverkade från och med 1980 består av ett årtal som följs av ett treställigt löpnummer, exempel 83-001. Samtliga kollin tillverkade från och med 1980 har dessutom ett prefix som beror av tillverkningsår och kund. De prefix som använts för avfall från Studsvik är S, SV och SS. För avfall från de svenska kärnkraftverken har prefixen SO (OKG), SF (Forsmark), SR och RH (Ringhals) samt BB (Barsebäck) använts. Som kuriosa kan nämnas att fem avfallsposter med förbränningsrester (aska) med finskt ursprung har tillverkats i Studsvik. Dessa är uppmärkta F81-1 till -5 och återfinns idag i SFR.

En handfull fat med avfall från kärnkraftverken hanterades inom röntgenprojektet. För enstaka fat tillverkade på 80-talet, som enligt gjutkortet helt eller delvis innehåller avfall från kraftverken, har Studsviksprefix använts. Detta förhållande uppmärksammades

2012-06-21

inom projektet "Red ut SFR" och föranleder därför behov av ytterligare utredningar innan eventuella överenskommelser om avfallsposternas rättmätiga ägare kan ingås.

Identitetsbeteckningarna – på det ursprungliga avfallskollit samt på ytterfatet – för de 5 000 sedan tidigare omemballerade avfallsposterna i AU kontrollerades under projektet. Avfallsposter med någon form av avvikande identitetsbeteckning fotograferades. Slutlig sammanställning och upprättning av identifierade avvikelser återstår att genomföra. För ytterligare information se avsnitt "Återstående teoretiska åtgärder".

Samtliga ytterfat försågs med åldersbeständig identitetsmärkning inför radiografering och gammamätning. Huruvida samtliga nya etiketter fick korrekta identitetsbeteckningar återstår att verifiera, för ytterligare information se avsnitt "Återstående teoretiska åtgärder".

5.2 Hyllsystem

Enligt den ursprungliga logistikplanen skulle avfallsposterna efter genomförd hantering ställas tillbaka på samma sätt som de var staplade i AU inför projektet, vilket innebar långa sektioner med två fat i bredd och fyra på höjden, se bild 2. Samtliga drygt 7 000 fat som var tänkta att ingå i projektet skulle med den tidigare staplingsmetoden kunna inrymmas i AU med god marginal. Efter en incident i början av projektet där ett fat föll ned från tredje nivån i en nyupprättad fatstapel blev det aktuellt att finna en annan metod för mellanlagring av faten. Den slutliga lösningen blev ett höglager i fyra nivåer med flyttbara hyllsektioner för att om möjligt ge plats åt samtliga fat som skulle ingå i röntgenprojektet.

Innan hyllsystemet installerades krävdes att bottenplattan först förstärktes och sedan gjordes helt plan. Förstärkningar av bottenplattan utfördes genom att golvet sågades upp i sektioner där rälsen för hyllsektionerna skulle placeras. En viss mängd grus togs bort från sektionerna för att ge de förstärkningsbalkarna rätt dimension. Burformad armering placerades i sektionerna. Sektionerna fylldes sedan med betong, se Bild 5.



Bild 5 Till vänster ses hur AU:s bottenplatta sågades upp och förstärktes med burar av armeringsjärn. Till höger ses samma bottenplatta efter övergjutning.

2012-06-21

Rälsen gjordes fast i den förstärkta bottenplattan. Golvet i AU planades ut med flytspackel upp till rälsens överkant. Under röntgenprojektets sista halvår installerades den första halvan av hyllsystemet i AU, se bild 6. Installation av återstående hyllsektioner genomfördes under våren 2012.



Bild 6 *Det nya mobila höglagret i AU.*

Stora ytor behövde frigöras i AU inför installationen av hyllsystemet. Samtidigt var det inte var tillåtet att stapla de hanterade faten i fyra nivåer. Med dessa förutsättningar uppstod en logistiskt mycket ansträngd situation med behov av många fat-förflyttningar mellan olika anläggningar och containrar. Under den mest intensiva perioden utnyttjades ett 40-tal containrar, samtliga tillgängliga ytor i AU, hela AT och tillgängliga ytor i AM för temporär lagring av hanterade fat. Avfallsposternas innehåll av vätskor och/eller fissilt material beaktades vid beslut om var den temporära förvaringen kunde ske. Kollin med fissilt material (enligt befintligt safeguardregistret och/eller uppmätt) fick inte lämna AU, fat med vätskor fick lov att förvaras i AT, AM och AU. Endast sådana fat som bevisats vara fria från både vätskor och fissilt material fick lov att placeras i containrar utomhus. På grund av behovet av ständiga omflyttningar av kollin genomfördes totalt mellan 70 000 och 100 000 transportrörelser med enskilda fat. Utöver förflyttningar av enskilda utfördes ett stort antal förflyttningar av tomma och lastade containrar.

5.3 Gammamätning

För att nå en dödtid lägre än 10 % utfördes gammamätning med två olika avstånd mellan detektor och avfallskolli. För att minimera antalet förflyttningar av detektorn (vilket innebar stilleståndsperioder) hanterades samtliga högdosfat (>100 µSv/h) i projektets slutfas.

Ungefär 200 kollin med högre dosrat flyttades successivt över till uranförrådet (UF) under projektets gång. Utflyttning av högdosfat från AU sänkte den allmänna bakgrundsstrålningen i anläggningen, vilket i viss mån gynnade gammamätningarna och minskade stråldos till personal. Den sjunkande bakgrundsivån i AU medförde dock ett behov av mer frekvent bakgrundsmätning. Även under vinterperioderna uppstod ett behov av mer frekvent kalibrering, detta på grund av att de snövallar som byggdes upp mellan AU och AUT visade sig skärma strålningen från avfallet som förvarades i AUT.

5.4 Punktutsug

Under planeringen av momentet med öppning av ytterfat, för att kontroll av identitetsbeteckning, uppmärksammades risken för spridning av ohälsosamma gaser och radon i AU. För att minska riskerna förenade med detta moment installerades ett punktutsug ovanför den plats där avfallsposterna skulle öppnas. Vid avlockning fördes ett munstycke in i glipan mellan lock och fat innan locket öppnades ytterligare. Efter genomförd identitetskontroll verifierades att ytterfaten, och golvet runt faten, inte var kontaminerade. Punktutsugets filter kontrollerades regelbundet vid SNAB:s anläggning för friklassningsmätning.

5.5 Data

Mängden data som genererades i projektet är mycket omfattande. I samband med radiografering skapades en Excel-fil för varje enskilt fat som hanterades. De data som registreras i denna fil är:

- Tidpunkt för utförd hantering
- Fat-id
- Vätskeinhåll [ja/nej]
- Uppskattad vätskemängd (ml)
- Genomlysbarhet
- Antal strålskyddande behållare
- Misstanke om fissilt material [ja/nej]
- Beskrivning av innehållet i avfallsposten
- Beskrivning av eventuella problem vid hanteringen

Informationen om varje enskilt fat överfördes dessutom till ett Excel-ark (Huvuddokumentet) i vilket analys och utvärdering av data sker. Bild 7 visar ett utdrag från Huvuddokumentet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Date	Time	Drum ID	EC1	EC2	Pu (Bq)	Anl.	Liquid content	Est. liquid content (ml)	See through ability (%)	Number of shielded containers	Suspicion of fissile material content	Other observations	Problem encountered
2	2009-11-17	10:24:22	445-78				AU	Yes	16000	80	0	No	Around 1200 small containers with liqu	0
3	2009-11-17	11:05:29	720-79				AU	Yes	1000	80	0	No	Many small containers with liquid cont	0
4	2009-11-17	11:25:14	539-73				AU	No	0	60	0	No	Dense area at the top of the drum. Mate	0
5	2009-11-17	11:50:21	725-70				AU	No	0	40	0	No	Large dense layers in the drum	0
6	2009-11-17	16:00:55	566-79				AU	Yes	300	60	0	Yes	Many small dense objects with no unificed near the end	0
7	2009-11-17	16:47:34	566-79				AU	Yes	1500	100	0	No	Possible shielded container - very small	0
2019	2010-05-05	14:25:09	████████				AU	No	0	100	0	No	Nothing significant found.	0
2020	2010-05-05	14:39:15	449-71				AU	No	0	100	0	No	Nothing significant found.	0
2021	2010-05-05	14:53:29	████████				AU	No	0	60	0	No	Bottom half of drum was Too dense to s	0
2022	2010-05-05	15:17:36	████████				AU	No	0	100	0	Yes	Very dense residue in small containers	0
2023	2010-05-05	15:58:30	████████			4,11E+10	AU	No	0	80	2	Yes	Some material in a container that was v	0
2024	2010-05-05	16:11:42	24-74				AU	No	0	80	1	No	Nothing else significant found.	0
2025	2010-05-05	16:27:06	539-71				AU	No	0	80	1	No	Dense in areas.	0
2026	2010-05-05	16:41:55	████████				AU	No	0	40	0	No	Most of drum was Too dense to see thro	0
2027	2010-05-05	16:57:48	257-76				AU	Yes	70	80	0	No	One small container holding liquid. On	0
2028	2010-05-06	09:34:32	409-69				AU	No	0	80	0	No	Nothing significant found.	0
2029	2010-05-06	09:52:09	████████				AU	No	0	20	0	No	Too dense to see through in most regio	0
2030	2010-05-06	10:07:37	████████				AU	No	0	40	0	No	Too dense to see through majority of m	0
2031	2010-05-06	10:22:50	302-76				AU	Yes	1500	100	0	No	Full of small containers, some with sma	0

Bild 7 Huvuddokumentet med data som registreras vid radiografering av avfallsposterna.

På grund av huvuddokumentets storlek (7 305 rader och 20 kolumner) bifogas det inte till denna rapport. Huvuddokumentet finns tillgängligt i digital form på SVAFO:s servrar hos KSU².

De anteckningar som utgör grunden för informationen i Huvuddokumentet återfinns även i loggböcker som efter projektet överförts till SVAFO:s arkiv. Det finns två uppsättningar med loggböcker: en från radiograferingsstationen och en från gammamätstationsstationen. Dessa loggböcker omfattar totalt fem volymer.

Utöver textbaserad data från undersökningarna finns även filmer på samtliga undersökta fat. Filmerna omfattar totalt 884 DVD-skivor. Samtliga skivor finns i dubbel upplaga. Filmerna kommer att överföras till en dataserver för att ytterligare minska risken för framtida förlust av data.

I inledningen av varje enskild radiograferingsundersökning filmades ytterfatets identitetsbeteckning i 10 sekunder. Därefter filmas hela röntgenundersökningen av avfallsposten. Operatörens kommentarer finns med på skivans ljudspår.

I filmerna visas datum och tid för hanteringen samt avfallspostens identifikationsnummer. På grund av misstag i samband vid bland annat uppmärkning av fat gäller att ett fåtal identifikationsnummer är felaktiga i filmerna – fel som inte är möjliga att korrigera i efterhand. Samtliga felaktigheter är uppmärksammade och beskrivna i huvuddokumentet samt i loggböckerna.

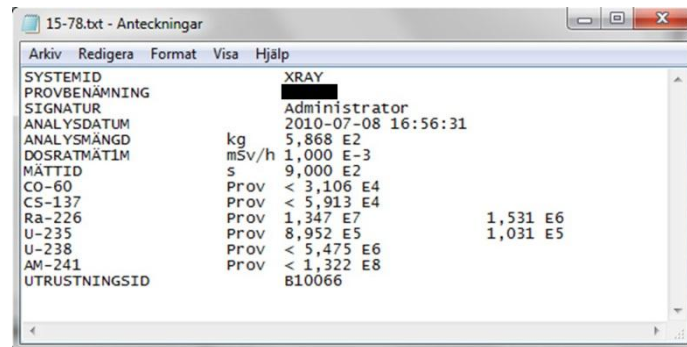
Utöver data från röntgenundersökningarna finns motsvarande dokumentation från gammamätstationen i form av anteckningar i loggböcker samt digitala dokument. Vid gammamätning skapades följande filer för varje enskilt fat:

- En analysrapport från APEX-systemet [filformat: .pdf]

² Sökväg: V:\Teknik\PROJEKT\Röntgenprojektet + Nytt Hyllsystem AU\Röntgenprojektet\5. Delprojekt - Utvärdering och Analys\3. DRIFT\3. DATA - RTR\Huvuddokument, filnamn: "SVAFOs slutliga dokument 2011-11-27"

- En spektrumfil med gammadata [filformat: .cnf]
- En resultatfil med aktivitetsdata, vikt, dosrat och mätdatum [filformat: .txt]

Resultatfilen är utformad så att den utan ytterligare handpåläggning är möjlig läsa in i SVAFO:s avfallsdatabas SVALA, se Bild 8.



Field	Value	Unit	Value	Unit
SYSTEMID			XRAY	
PROBENÄMNING			[REDACTED]	
SIGNATUR			Administrator	
ANALYSDATUM			2010-07-08 16:56:31	
ANALYSMÄNGD		kg	5,868	E2
DOSRATMÄTIM		mSv/h	1,000	E-3
MÄTTID		s	9,000	E2
CO-60		Prov	< 3,106	E4
CS-137		Prov	< 5,913	E4
Ra-226		Prov	1,347	E7
U-235		Prov	8,952	E5
U-238		Prov	< 5,475	E6
AM-241		Prov	< 1,322	E8
UTRUSTNINGSID			B10066	

Bild 8 Exempel på en resultatfil, med data från gammamätstationen, som är anpassad för automatisk inläsning i SVALA.

Innan resultatfilerna, för de 2 300 fat som sedan tidigare är gammamätta, förs in i SVALA (fat från AUT samt fat tillverkade från 1980) återstår granskning och jämförelser mot befintliga data i SVALA. Mer information om återstående moment återfinns i avsnittet "Återstående teoretiska åtgärder".

På grund av misstag i samband vid bland annat uppmärkning av fat gäller att ett fåtal identifikationsnummer i analysrapporterna är felaktiga – fel som inte är möjliga att korrigera i efterhand. Samtliga filnamn för de filer som skapats inom projektet (4 x 7 303 stycken) är dock uppdaterade och korrekta. Samtliga felaktigheter uppmärksammas i huvuddokumentet samt i loggböckerna.

5.6 Antal fat som hanterades

I röntgenprojektet var det tänkt att samtliga SVAFO:s fat med betongkringgjutna sopor och skrot skulle hanteras. Inför projektet, samt under en stor del av utförandefasen, var det exakta antalet avfallsposter oklart. Projektet planerade för hantering av $7\,000 \pm 10\%$ fat. Mot slutet av projektet beslutades om ett sista datum (15 augusti 2011) då undersökningarna skulle vara avslutade samt ett maximalt antal (7 320) fat som kunde hanteras. Tidsgränsen infördes så att demontering, avrustning och utskeppning av all utrustning skulle kunna ske inom det fönster om två år som hade avsatts för projektet. Tvåårsgränsen kopplade mot import- och exporttekniska regler. Den övre begränsningen i antalet fat som kunde hanteras speglar av antalet extra ytterfat som köptes in för omemballering av fat som krävde saknade detta. Att införskaffa ytterligare fat i slutet av projektet var inte möjligt på grund av lång leveranstid.

5.7 Prioritering av fat

Antalet fat med betongkringgjutna sopor och skrot uppgår till cirka 7 550. Den tidigare större, idag mindre, osäkerheten i fråga om det totala antalet avfallsposter beror till stor del på att informationen om bland annat ägarskap i SVALA mellan SNAB och SVAFO inte helt överensstämmer med verkligheten. Ett projekt (anm. "Red ut SFR") med syfte att rätta till dessa felaktigheter har pågått i Studsvik sedan 2008. Idag är utredningen klar men resultatet återstår att konvertera in i databasen. Utredningen kring ägarskap visade sig vara mycket värdefull för arbetet med att ta fram underlag för samt prioritera vilka fat som skulle hanteras i slutet av röntgenprojektet.

Då det totala antalet kollin översteg det antal som var möjligt att hantera uppstod ett behov av att genomföra en prioritering av vilka fat som skulle hanteras. Samtliga³ fat tillverkade innan 1980 hade hanterats innan frågan om prioritering blev nödvändig.

Följande prioriteringsordning ställdes upp:

1. Fat med sopor och skrot eller fat med okänt eller ospecificerat innehåll
2. Fat med skrot
3. Fat med monolitingjutet skrot
4. Fat med skum (från ACL) [4], jord, grus, betong, ugnsrivningar eller liknande avfall med lägre sannolikhet för att innehållet är vätskeformigt.

Den prioriteringslista som sammanställdes var inte möjlig att följa fullt ut på grund av svårigheter att få fram vissa containrar och enskilda fat inom uppsatta tidsramar, samt andra rent logistiska anledningar.

³ Vid projektavslut trodde man att samtliga fat tillverkats innan 1980 hade hanterats. Det visade sig att 16 fat, som skulle ingått i projektet, inte hanterades. Ytterligare information återfinns i avsnittet "Ej hanterade fat". Ytterligare fyra fat från denna tidsperiod var för stora för ytterfaten och hanterades inte.

6. Resultat

I detta avsnitt redovisas data för samtliga 7 303 fat i tabeller och diagram. Läsaren skall beakta att 192 fat (AUF-märkta fat) med icke kringgjutet avfall påträffades vid undersökningarna. Dessa fat borde inte ha ingått i projekt om SVAFO känt till avfallsposternas karaktär på förhand. För ytterligare information om dessa avfallsposter hänvisas till avsnittet "Icke kringgjutet avfall". Då dessa fat trots allt ingår i resultatsammanställningen nedan bidrar detta till en utspädande effekt för andelen fat som innehåller fria vätskor, strålskyddande preparatburkar med mera. Orsaken till denna utspädning är att de 192 avfallsposterna inte innehöll något av särskilt intresse för projektet. Avfallet i faten bestod av jord, asfalt och betong.

Antalet avfallsposter som ingått i projektet varierar kraftigt med avseende på tillverkningsår. I Bild 9 redovisas avfallsposternas tillverkningsår.

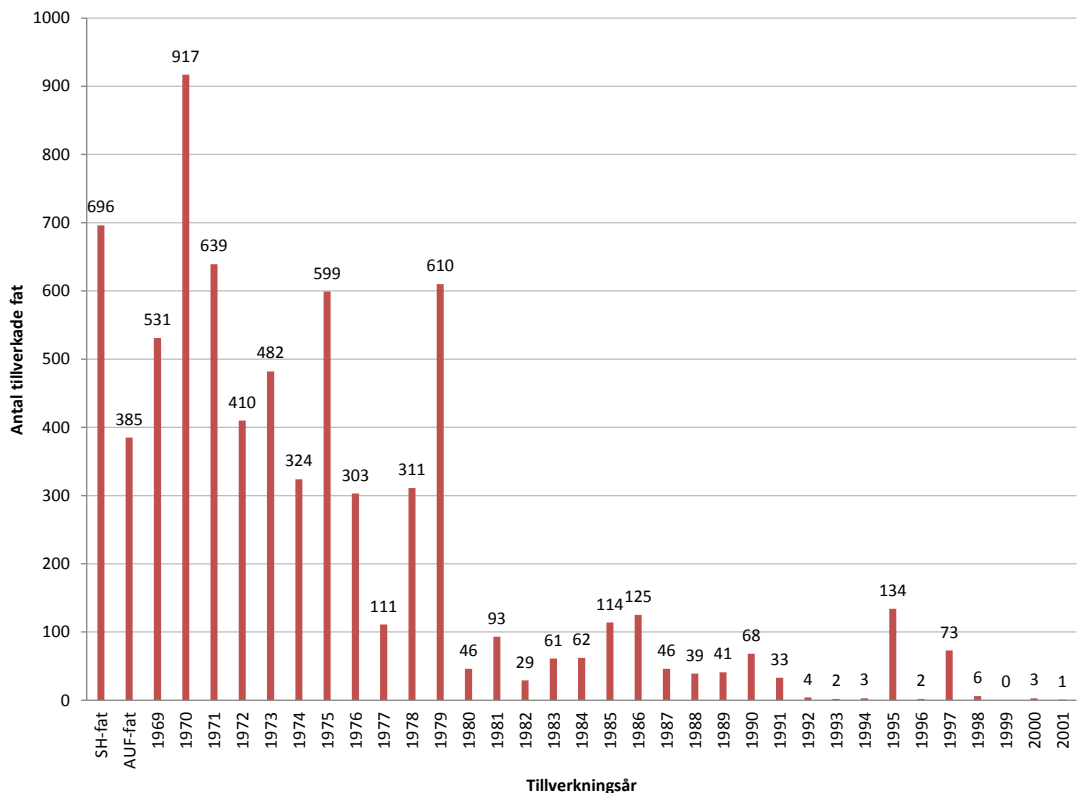


Bild 9 Redovisning av samtliga hanterade avfallsposters tillverkningsår. För avfallsposter med identitetsbeteckningar som börjar med SH- och AUF redovisas inte tillverkningsåret.

Avfallsposter med SH- och AUF-prefix är tillverkade innan 1980. Samtliga SH-fat är tillverkade innan 1969. Ytterligare insatser krävs innan det är möjligt att koppla dessa fat till ett specifikt tillverkningsår, för ytterligare information se avsnitt "Återstående teoretiska åtgärder".

Den 19 juni 1969 tillverkades en avfallspost med identitetsnummer 214-69. Denna avfallspost bedöms vara den senast tillverkade som följde med vid havsdumpningskampanjen i Atlanten 1969. Den 8 juli 1969 tillverkades avfallsposten 215-69, som är det

lågsta numret i serien med fat märkta NNN-ÅÅ som hanterades i röntgenprojektet. Det finns dock poster i serien AUFNNNN som är tillverkade tidigare än 1969 och som inte ingick i havsdumpningskampanjen.

Att avfallsposter tillverkade från och med 1980 avförts till SFR ses tydligt i redovisningen över antalet hanterade fat. Antalet fat som hanterades sjunker från i 476 (snitt per år 1969-1979) till 63 (snitt per år 1980-1991). Efter 1991-06-30 sjunker antalet hanterade fat ytterligare på grund av att SNAB får ansvar för eget avfall som produceras vid anläggningarna i Studsvik. SVAFO:s andel av det totala antalet betongkringgjutna avfallsposter tillverkade efter detta brytdatum är starkt begränsat. Under 90-talet ses dock två tydliga toppar över antalet tillverkade avfallsposter. Dessa toppar sammanfaller med genomförda avvecklingsinsatser vid ACL, Aktiva skjulen 1-4 och Skrotgården.

Samtliga hanterade avfallsposter specificeras i Bilaga 1.

6.1 Vätska

En sammanställning över antalet vätskeinnehållande fat med avseende på tillverkningsår, och hur stor andel dessa fat utgör av det totala antalet som tillverkades samma år ses i Bild 10.

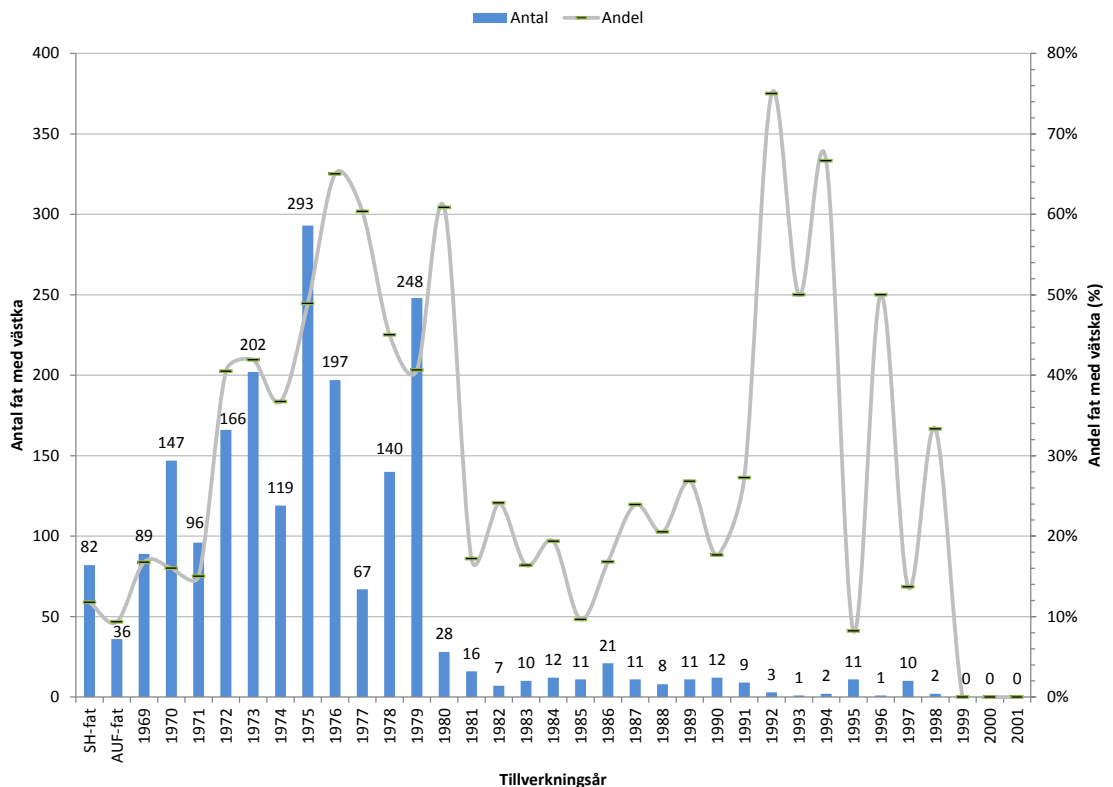


Bild 10 Antal fat som innehåller fri vätska (blå stapel) uppdelat på tillverkningsår, samt hur stor andel av det totala antalet avfallsposter dessa utgör (grå linje).

Det totala antalet avfallsposter som innehåller fria vätskor är 2 068. Den totala vätskevolymen i dessa uppskattas till 4 727 liter. Från de äldsta SH-faten till fat

tillverkade 1980 ses att andelen vätskeinnehållande fat ökar. Under 1976⁴ ses att två utav tre fat innehåller vätskeformigt avfall. Gällande AUF-märkta fat upptäcktes att 192 kollin inte tillhör avfallskategorin betongkringgjutet avfall. Om dessa avfallsposter exkluderas i sammanställningen uppgår andelen vätskeinnehållande AUF-fat till knappt 20 %.

Efter 1980 minskar andelen avfallsposter som innehåller fria vätskor markant. Trots att antalet fat som hanterats från dessa år minskar, tillika det statistiska underlaget, ses att andelen fat med vätskor är relativt konstant runt 20 %. Efter 1991-06-30 är antalet hanterade fat alltför få för att resultaten skall vara möjliga att använda i syfte att påvisa samband eller trender i fördelningen över andelen fat med fria vätskor.

Det är anmärkningsvärt att andelen avfallsposter med rivningsavfall (betong, stål, grus och asfalt) tillverkade under 1995 och 1997 innehåller vätskor. Än mer intressant är att mängden vätska i vissa av dessa avfallsposter är betydande, se Bild 11. Ett flertal av dessa avfallsposter hade låg prioritet i fråga om de skulle kanteras i projektet eller ej – sannolikheten för att finna vätskor i dessa fat bedömdes vara mycket låg. I flera fat är den vätska som påträffades dessutom inte innesluten i någon form av behållare. För mer information om vätskor som inte är inneslutna i behållare se avsnitt "Icke innesluten vätska".

⁴ Bortsett från senare år för vilka endast ett fåtal fat hanterats.

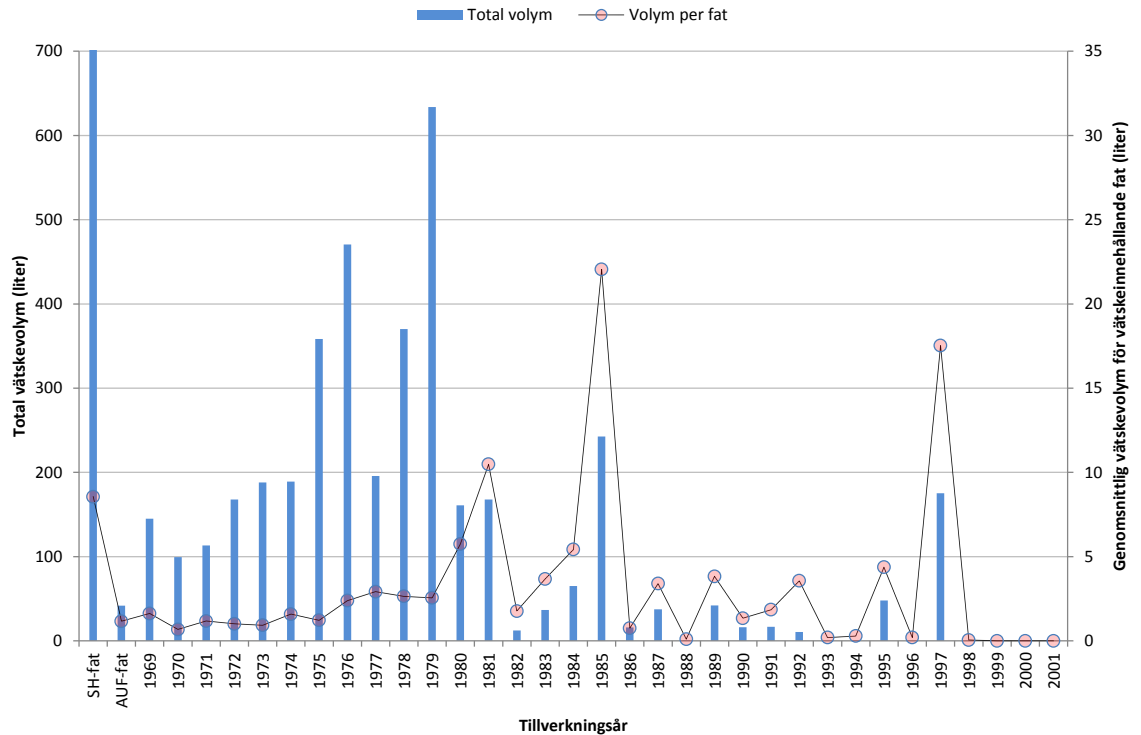


Bild 11 Total vätskemängd uppdelat på tillverkningsår (blå staplar), samt genomsnittlig vätskemängd i de fat som innehåller vätska (röda cirklar).

Gruppen om 696 SH-fat innehåller sammantaget den största mängden vätska. Dessa vätskor och övrigt avfall var redan kringgjutet innan avfallsposterna levererades till Studsvik. För avfall tillverkat i Studsvik ses en tydlig trend i att den totala vätskevolymen och volymen i enskilda fat ökar under perioden 1969-1979. Under 1980-talet varierar den genomsnittliga mängden vätska i avfallsposterna stort; från någon enstaka liter till drygt 22 liter. Ett högt medelvärde beror ofta på att enskilda fat med väldigt stor vätskemängd identifierats.

Från redovisade resultat om vätskemängd i avfallet är det inte möjligt att dra några slutsatser huruvida de avfallsposter som skickats till SFR innehåller liknande, större eller mindre mängd vätskeformigt avfall. Genom granskning av gjutkort ses dock att det avfall som inte avförts till SFR (tillverkat från 1980) i större utsträckning än fat tillverkade innan 1980 innehåller potentiellt "torrare" avfall i form av ugnsrivningar, betong och grus. Om avfallsposter med vätskeformigt avfall i större utsträckning än annat avfall innehöll det administrativa gränsvärdet för Cs-137 om 1 MBq/kolli (typavfall S.14) kan det vara så att andelen avfallsposter i SFR som innehåller vätska är större jämfört med de fat från samma period som ingått i detta projekt. Detta skulle kunna förklara nedgången i andelen vätskeinhållande fat efter 1980 enligt Bild 10. En annan förklaring till

nedgången i andelen vätskeinnehållande fat tillverkade från 1980 skulle kunna vara ändrade rutiner för hur vätskeformigt avfall hanterades i Studsvik.

En stor andel av den totala volymen vätskeformigt avfall återfinns i ett relativt begränsat antal avfallsposter, se Bild 12 och Bild 13.

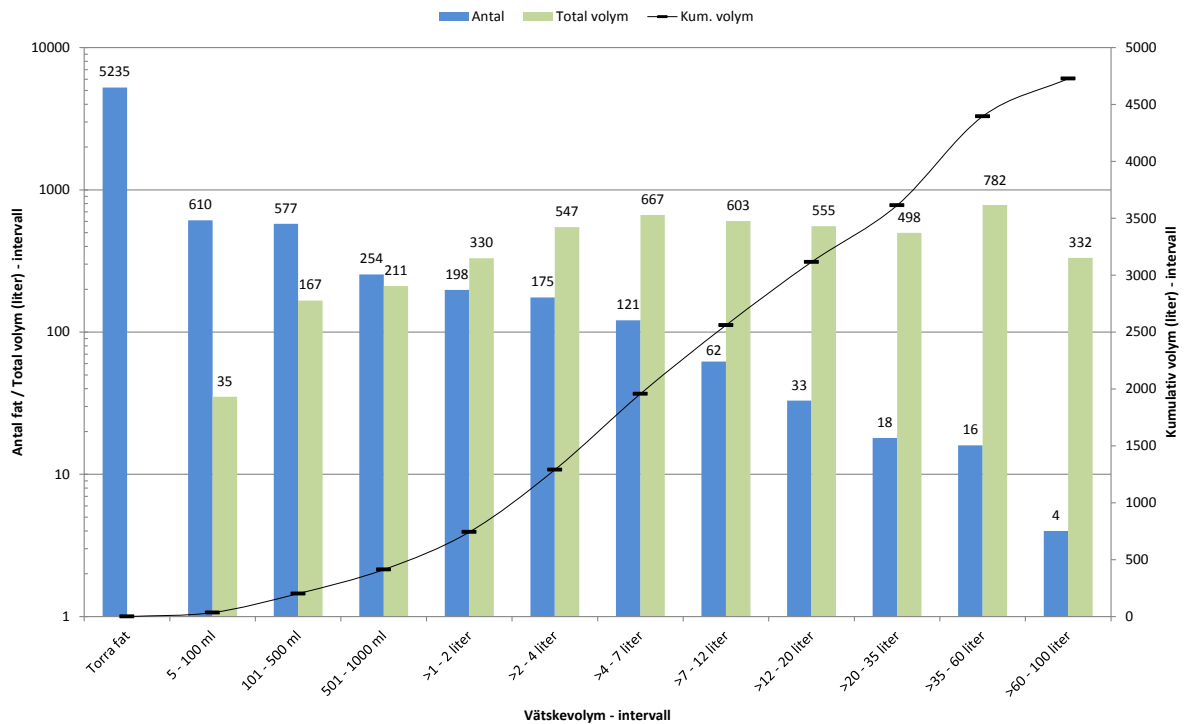


Bild 12 Uppdelning av fat i vätskemängdsintervall.

Antalet fat med vätskeformigt avfall är relativt stort. Mängden fri vätska i enskilda fat varierar dock kraftigt. Den minsta mängd som identifierats är 5 ml, och den största uppskattas till 100 liter vilket innebär att hela det kringgjutna innerfatet är vätskefyllt. Volymuppskattningarna för fat med de största vätskemängderna är dock förknippade med viss osäkerhet. Det har i vissa fall inte varit möjligt att verifiera höjden av vätskepelaren i fatet på grund av otillräcklig genomlysningförmåga. I dessa fall antas konservativt att vätskepelaren slutar i botten av innerfatet. Om avfallsmatrisen, under vätskeytan, till viss del består av fast avfall överskattas mängden vätska i dessa fat.

De 133 avfallsposter som vardera innehåller mer än 7 liter vätska, se Bild 12, svarar för mer än hälften av den totala vätskemängd som identifierats i de 2 068 faten.

I Bild 13 redovisas hur vätskevolymen fördelar sig i enskilda fat. Sammanställningen ger följande samband för de fat med störst vätskemängd och hur stor andel av den totala vätskemängden dessa innehåller sammantaget:

- 7 fat innehåller 10 % av den totala vätskevolymen
- 16 fat innehåller 20 % av den totala vätskevolymen

- 30 fat innehåller 30 % av den totala vätskevolymen
- 52 fat innehåller 40 % av den totala vätskevolymen
- 88 fat innehåller 50 % av den totala vätskevolymen
- 142 fat innehåller 60 % av den totala vätskevolymen
- 226 fat innehåller 70 % av den totala vätskevolymen
- 350 fat innehåller 80 % av den totala vätskevolymen
- 577 fat innehåller 90 % av den totala vätskevolymen
- 2 068 fat innehåller 100 % av den totala vätskevolymen

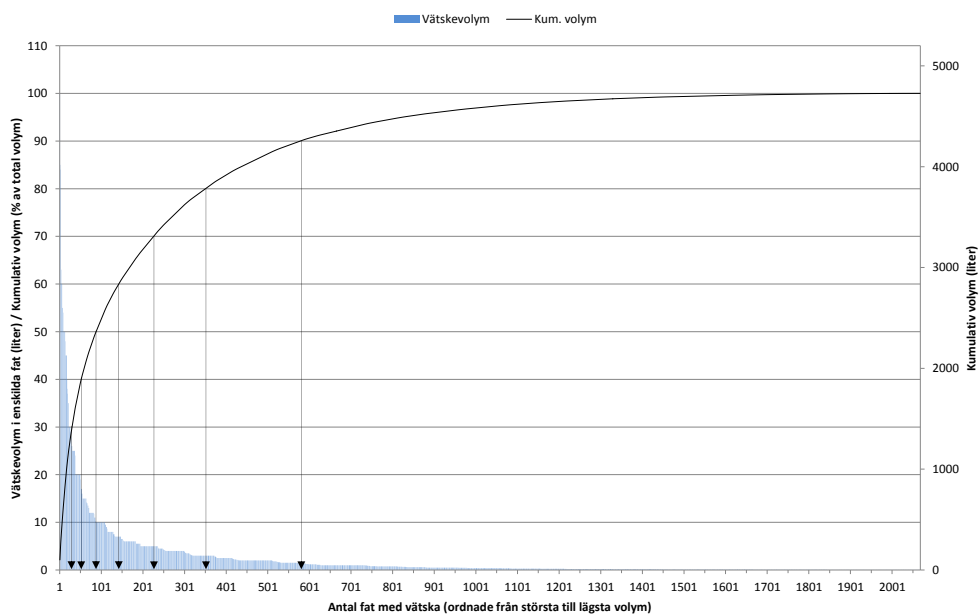


Bild 13 Fördelning av vätskemängden i enskilda fat samt hur många fat som ingår i de olika decentilerna av den totala vätskemängd.

Samtliga fat med vätskeformigt avfall, och vätskornas volym, specificeras i Bilaga 2.

6.2 Kvicksilver

I sammanställningen över fat med vätskeformigt avfall ingår även sådana fat som innehåller kvicksilver. I 65 avfallsposter identifierades kvicksilver i varierande mängd (mellan 5 och 500 ml). Den totala mängden kvicksilver uppskattas till mer än 5 liter. En lista över samtliga fat med kvicksilver återfinns i Bilaga 3.

6.3 Fissilt material - safeguard

Tidigare hanterades avfall från forskningsverksamheten vid ACL genom kringgjutning i fat. På grund av den verksamhet som bedrevs vid ACL finns det därför fissilt material i vissa fat med avfall från denna anläggning. Den största mängden material innehållande fissila eller fertila utgörs av naturligt eller låganriktat uran, och en mindre mängd av plutonium och höganriktat uran.

2012-06-21

Vid tillverkning av avfallskollin specificerades inte alltid mängden ingående fissilt material i enskilda fat. I AU fanns det inför projektet trots detta 342 poster bokförda i safeguardregistret. Dessa poster med innehåll har upprättats retroaktivt i safeguarddatabasen till följd av administrativa utredningar där information från gjutkort, följesedlar och annan dokumentation granskats och sammanställts.

Utifrån den dokumentationen som ingick i dessa sammanställningar är det inte alltid möjligt att avgöra i vilket specifikt fat det safeguardpliktiga materialet placerades, eller om materialet delades upp på flera fat. Genom detta projekt kommer det vara möjligt att uppdatera befintlig information i safeguarddatabasen.

Genom gammamätningar har 1 159 avfallsposter påvisats innehålla, eller misstänks innehålla, fissilt material. Av de idag 342 safeguardregistrerade avfallsposterna i AU har 227 verifierats innehålla fissilt material. För övriga poster som är upptagna i safeguardregistret (115) har inget safeguardpliktigt material varit möjligt att detektera med de förutsättningar som existerade i AU under projektet. Det kan mycket väl vara så att dessa poster innehåller mindre kvantiteter fissilt material eller att materialet är placerat i strålskärmede behållare.

Granskning av gammaspektra från mätningarna pågår fortfarande. Antalet avfallsposter i vilka fissilt material detekterats kommer att öka ytterligare, se mer om detta i avsnitt "Återstående teoretiska åtgärder".

Samtliga 1 159 avfallsposter som genom gammamätning bevisats innehålla, eller misstänks innehålla, fissilt material redovisas i Bilaga 4 A.

Sådana avfallsposter i safeguardregistret för vilka det inte varit möjligt att identifiera ett innehåll av fissilt material redovisas i Bilaga 4B.

Utöver gammamätning för att fastställa förekomsten av fissilt material hade personalen som studerade innehållet i avfallsposterna instruerats i att identifiera och rapportera eventuell förekomst av material som kunde misstänkas bestå av safeguardpliktigt material. Fissilt material har ofta mycket hög densitet vilket minskar röntgenstrålningens genomlysningsförmåga. Fissilt material framträder därför ofta tydligt som svarta kontrastrika detaljer i avfallsmatrisen vid röntgenundersökning. Antalet fat som misstänks innehålla fissilt material baserat på visuell identifiering uppgår till 658 stycken. För 291 av dessa avfallsposter har ett innehåll av fissilt material även indikerats genom gammamätning. För återstående avfallsposter gäller att 31 stycken sedan tidigare är registrerade i safeguarddatabasen. Huruvida de återstående 336 avfallsposterna innehåller material som är fissilt skulle eventuellt vara möjligt att verifiera genom ytterligare gammamätningar i en omgivning med lägre bakgrundsstrålning.

De avfallsposter som innehåller material som genom visuell bedömning misstänks vara fissilt redovisas i Bilaga 4 C.

2012-06-21

6.4 Strålskärmande behållare

För starkt radioaktiva preparat utnyttjas ofta tjockväggiga blybehållare för strålskärming.

I 785 avfallsposter har strålskärmande behållare identifierats. I dessa avfallsposter finns sammanlagt 3 041 enskilda behållare. Samtliga avfallsposter som innehåller strålskärmande behållare redovisas i Bilaga 5. Innehållet i dessa behållare är inte möjligt att bestämma utifrån de mätningar och undersökningar som skett i röntgenprojektet.

6.5 Nuklidsammansättning

Då avfallet härstammar från många olika verksamheter varierar avfallsposternas nuklid-specifika sammansättning. För SVAFO:s avfall finns inga generella nuklidvektorer att tillgå för beräkning av mängden svärmätbara nuklider. I avsaknad av nuklidvektorer är varje enskilt fat och dess nuklidsammansättning att betrakta som unik.

Resultatfiler för 3 627 avfallsposter är inlästa i SVALA. För resterande poster återstår kvalitetsgranskning och i vissa fall kontroll mot befintliga data i SVALA innan inläsning kan ske. I de resultatfiler som hittills lästs in har aktivitetsvärden uppmätts för 2 070 fat, eller 57 %. Aktiviteten i resterande 1 557 fat faller under detektionsgränsen för kombinationen: mätutrustning, mättid och omgivningsförhållanden i AU. I Tabell 1 redovisas de ungefärliga detektionsgränser som mätts upp för hanteringen i AU.

Tabell 1: MDA-värden⁵ för ett urval av nuklider

Nuklid	Minsta detekterbara aktivitet, MDA (Bq)
Co-60	2-4x10 ⁴
Cs-137	5-7x10 ⁴
U-235	2-3x10 ⁵
U-238	2-3x10 ⁶
AM-241	1-1,5x10 ⁸

⁵ Vid flertalet mätningar hamnade MDA-värdena inom dessa intervall. I fat som innehåller en större aktivitet av en nuklid med högenergetisk gammastrålning ökar MDA-värdet för nuklider med lågenergetisk gammastrålning.

I Tabell 2 redovisas de dominerande nukliderna i de 2 070 avfallsposter som hittills lästs in i SVALA som har aktivitetsnivåer som varit möjliga att detektera.

Tabell 2: Dominerande nuklider i avfallet

Nuklid	Total aktivitet (Bq)
Am-241	8,96E+12
Pu-239	6,84E+11
Cs-137	6,67E+09
U-238	4,27E+09
Ra-226	2,86E+09
U-235	4,91E+08
Co-60	4,43E+08
Pb-214	2,14E+08
Bi-214	1,61E+08

6.6 Ej hanterade fat

Inför projektet var det tänkt att samtliga SVAFO:s avfallsposter av typen betongkringgjutna sopor och skrot skulle hanteras. Bedömningar över antalet avfallsposter av denna typ har tidigare varit förenade med viss osäkerhet; delvis på grund av oklart ägarförhållande mellan SVAFO och SNAB. På grund av tidsmässiga och logistiska begränsningar hanterades inte 248 avfallsposter, se avsnitt "Prioritering av fat" för ytterligare information.

Samtliga fat med betongkringgjutet avfall som inte hanterades i projektet redovisas i Bilaga 6.

6.7 Icke kringgjutet avfall

Genom projektet har 192 avfallsposter identifierats innehålla icke kringgjutet avfall. Avfallsposter av denna typ skiljer sig från sådana med betongkringgjutna sopor och skrot på så sätt att kompletterande provtagning för aktivitetsbestämning är möjligt att utföra utan att kollit sönderdelas. Undersökningarna visar att avfallet med största sannolikhet utgörs av material från avveckling av någon kärnteknisk anläggning i Studsvik omkring 1980. Avfallet kan ha koppling till avvecklingen av alfa-laboratoriet i Studsvik och eventuellt även den sanering som vidtog efter en incident vid siloanläggningen år 1975, då marken ovanför silorna kontaminerades kraftigt av upplöst använt kärnbränsle.

Avfallet i dessa avfallsposter består av armerad betong, lättbetong, grus jord och asfalt. Inte i någon post återfanns vätskeformigt avfall.

Samtliga fat som innehåller avfall som inte är betongkringgjutet redovisas i Bilaga 7.

6.8 Icke inneslutna vätska

I de flesta avfallsposter som innehåller vätskeformigt avfall är vätskorna inneslutna i någon form av behållare. Ett mindre antal fat ses innehålla vätska som inte är inneslutna av någon behållare. Vätskan rör sig helt fritt i den betongkringgjutna avfallsmatrisen, eller i det betongkringgjutna innerfatet.

Antalet avfallsposter som innehåller icke inneslutna vätska uppgår till 123 stycken. Trots att antalet avfallsposter är begränsat uppskattas vätskevolymen i dessa till sammanlagt 2 242 liter (47 % av den totala mängd vätska som identifierats i projektet). I många av dessa avfallsposter finns även vätskor som är inneslutna av någon form av behållare.

Samtliga avfallsposter som innehåller icke inneslutna vätskor redovisas i Bilaga 8.

7. Diskussion

Röntgenprojektet har genererat stora mängder data. Vissa av de resultat och data som redovisas i denna rapport är preliminära, bland annat avses resultaten från gammamätning som ännu inte är uppdaterade i enlighet med pågående spektragranskning. Andra data återstår att bearbeta och granska innan uppdatering av bland annat SVALA, denna rapport och underliggande dokumentation kan ske. Varefter dessa arbeten genomförs kommer denna rapport att uppdateras och ges ut i nya upplagor. Nedan beskrivs samtliga återstående arbeten, som uteslutande är av teoretisk art, mer utförligt.

7.1 Återstående teoretiska åtgärder

Varefter nedanstående åtgärds punkter beaktats kommer denna rapport uppdateras och ges ut i en ny versionsupplaga. Samtliga ändringar mellan versionerna kommer beskrivas utförligt i kommande upplagors revisionshistorik.

Uppdatering av registret över fissilt material - Safeguarddatabasen

Efter granskning av samtliga gammaspektrumfiler kommer de avfallsposter som visat sig innehålla uran, plutonium och torium att sammanställas. Huruvida avfallsposter som endast innehåller americium-241 skall föras in i safeguarddatabasen återstår att ta ställning till. I denna rapport redovisas dessa avfallsposter som om de innehåller fissilt material. Det är möjligt att så blir fallet även för safeguarddatabasen. Eventuellt kan kompletterande gammamätningar behöva genomföras för att styrka avfallsposternas innehåll av fissilt material.

Kontroll och uppdatering av nya identitetsbeteckningar

I samband med projektet har ytterfaten försetts med 7 303 nya etiketter. Då identitetsbeteckningarna på etiketterna skrivits in för hand finns en uppenbar risk för att felinmatning skett. De identitetsnummer som redovisas i denna rapport kommer jämföras med SVALA för att rätta till eventuellt begångna fel. För fem avfallsposter i bilagorna till denna rapport ses idag diskrepanser mot SVALA (identiteter med suffix: /ID).

För sex avfallsposter (tre dubblettpar) återstår att kontrollera om den först hanterade avfallsposter erhöll korrekt identitetsbeteckning. Dessa fat transporterades efter hanteringen i AU iväg till AM, AT eller till containrar och har därför inte varit möjliga att kontrollera. I samband med att samtliga fat återförs till AU blir det möjligt att kontrollera dessa potentiella dubletter.

Avfallsposter som inte hade samma identitetsbeteckning på ytterfat och innerfat fotograferades i samband med hanteringen. Fullständig granskning och sammanställning av dessa bildfiler återstår att genomföra. I SVALA återfinns avfallsposter som inte varit möjliga att matcha med ett fysiskt avfallskolli. I viss utsträckning kommer innerfaten i

2012-06-21

främst AUF-märkta avfallsfat att vara möjliga att koppla till de avfallslösa posterna i SVALA.

Likt ovanstående stycke gäller att kontrollera verkliga dubletter mot avfallslösa poster i SVALA. I samband med tillverkning har fel begåtts i samband med prägling av identitetsbrickor – i vissa fall har en felaktig siffra stämplat över, vilket gör det svårt att avgöra vilken siffra som är den korrekta. I andra fall kan siffrorna 6 och 9 ha stämplat in upp- och-ned. Detta kan i vissa fall vara orsak till vissa av de dubletter som finns.

Uppdatering av SVALA-databasen med nya data om avfallet

För hälften av avfallsposterna återstår att genomföra granskning av gammaspektrumfiler och eventuell uppdatering av resultatfiler innan dessa kan läsas in i SVALA. För sådana avfallsposter som inför projektet var gammamätta och har nuklidspecifika aktivitetsdata knutna till sig gäller att dessa data måste jämföras med nya dito. Huruvida röntgenprojektets gammamätningar är mer tillförlitliga än de som tidigare utförts på avfallet kommer att kontrolleras. Vid en översiktlig genomgång av ett antal avfallsposters gammadata ses, helt korrekt, att kortlivade nuklider som uppmättes i samband med tillverkning inte finns kvar idag. Huruvida nuklibiblioteket vid tidigare utförda mätningarna var lika omfattande som det som användes i röntgenprojektet kommer kontrolleras. För ett antal äldre fat vars aktivitetsinnehåll har kontrollerats ses att mätvärden för bland annat uran saknas. Att ersätta äldre aktivitetsvärden med mer korrekta dito är önskvärt – det omvända bör undvikas.

Uppdatering av SVALA:s grafiska gränssnitt för AU

Sedan tidigare finns möjligheten att se avfallsposterna i AU i ett grafiskt gränssnitt i SVALA. Från början utvecklades denna funktion i kvalitetssäkrande syfte - felplacerade avfallsposter var betydligt lättare att upptäcka grafiskt än som koordinatsiffror i tabellform. Då samtliga avfallsposter återförts till AU och deras placering i lagersystemet koordinatsatts skall dessa data läsas in i SVALA. Parallellt med detta arbete uppdateras det grafiska gränssnittet för anläggningen AU i SVALA.

Avfallsposter med prefix SH- och AUF tillverkade innan 1980

Bortsett från sådana AUF-märkta fat som innehåller ett fat vars identitetsbeteckning är möjlig att koppla till en avfallslös post i SVALA är det av intresse att reda ut bland annat frågan om tillverkningsår för dessa fat.

7.2 Risker – behov av proaktiva och andra åtgärder

Vätskemängden i undersökta fat varierar kraftigt. Det har även uppmärksamats skillnader i hur dessa vätskor är inneslutna. Flertalet av de vätskeinnehållande avfallsposterna innehåller vätskor som innesluts i olika former av behållare. Ett begränsat antal fat innehåller vätska som inte innesluts av någon behållare – vätskan bedöms vara helt fri innanför betongskalet eller i innerfatet. I vissa fall kan regnvatten förklara förekomst av större vätskevolymmer som inte innesluts. Avfallsposter tillverkade fram till 1978

2012-06-21

förvarades nämligen oskyddade utomhus. Vätska kan ha tagit sig in genom sprickor i betongskalet. Just detta fenomen noterades för de simulerade avfallsposter som SVAFO tillverkade i USA i samband med validering av röntgenmetodikerna i USA. Efter ett års förvaring utomhus identifierades fria vätskor i avfallsmatrisen som inte funnits där tidigare. Oavsett om det rör sig om regnvatten eller om vätskorna har annat ursprung, är samtliga vätskor att beakta som radioaktivt högriskavfall i samband med eventuell framtida hantering.

Då en stor andel av den totala vätskemängden som identifierats återfinns i dessa 123 avfallsposter med icke inneslutna vätskor bedöms att någon form av åtgärd bör genomföras för att minimera den risk som eventuella framtida läckage medför. Avfallsposterna bör åtgärdas inom 5-10 år. Att utarbeta en metod för hur vätskor och övrigt avfall i dessa avfallsposter kan tas omhand på ett säkert sätt är därför en högst relevant fråga och bör ges företräde i SVAFO:s planering av framtida avfallsprojekt. Inom ramen för planeringen av dessa insatser måste frågan om vad den framtida hanteringen kräver i form av lokaler och annan utrustning beaktas.

Under projektet hanterades 5 000 fat som i drygt ett decennium varit försedda med ett extra ytterfat. Ytterligare 2 300 fat försågs med liknande ytterfat under projektet. I samband med att de 5 000 ytterfaten öppnades noterades i vissa fall fuktutfällning på insidan av ytterfatet. Fukten kan härstamma från fria vätskor i avfallsmatrisen som mättat betongen, eller från fuktig luft som stängts in i ytterfatet i samband med omemballering i slutet av 1990-talet. Då faten utsätts för varierande temperatur under året förångas och kondenserar vatten och andra vätskor i avfallsposterna. Om något av de 2 300 fat som nu försetts med extra ytteremballage avger fukt kommer detta ge upphov till fuktutfällning i ytterfaten. Kombinationen vatten och metall leder efterhand till mer omfattande korrosionsskador och problem i samband med återstående mellanförvaring. Att det i vissa fat förekommer en mer eller mindre fuktig miljö bör beaktas i de återkommande visuella inspektionerna av ytteremballagen i AU. Det ska därför tas fram en åtgärdsplan med instruktioner om hur avfallsposter som uppvisar tecken på korrosionsskador åtgärdas efterhand som detta uppmärksammas. Inom ramen för framtagning av instruktioner beaktas frågan om vilket behov av lokaler och annan utrustning denna hantering kräver.

I samband med hantering av fat som sedan tidigare var försedda med extra ytteremballage noterades att en handfull ytterfat var satta under tryck. Varför tryckökning skett i vissa fat bör utredas. Då tryckökning noterats i vissa fat är det rimligt att anta att dessa gasbildande processer kommer att fortsätta i åtminstone dessa fat framöver. Med ytterligare 2 300 avfallsposter som nu försetts med gastäta ytterfat blir denna fråga viktig att beakta i samband med rutinmässiga inspektioner av emballagen AU. Det ska förutom en utredning kring möjliga orsaker till tryckupbyggnaden även tas fram en åtgärdsplan med en instruktion för hur avfallsposter som uppvisar tecken på högt tryck åtgärdas. I dag finns ingen lämplig lokal i Studsvik med utrustning där trycknedtagning,

2012-06-21

provtagning och åtgärder för att helt eliminera risken för ytterligare tryckupbyggnad kan utföras. I USA förses liknande avfallsposter med filter som tillåter faten att "andas".

7.3 Slutförvaring

Om liknande krav som för SFR kommer att ställas på det avfall som ska slutförvaras i SFL är det tveksamt om något av de i projektet hanterade avfallsposterna kommer att vara möjliga att slutförvara i befintligt skick och med befintlig dokumentation om innehåll och nuklidspecifik aktivitet. Mängden gammastrålande nuklider är möjligt att sammanställa för allt avfall. Krav på dokumentation om avfallets innehåll av långlivade, och samtidigt ofta svårsmätbara, nuklider kan vara betydligt svårare att tillmötesgå. För sådana ämnen som ingår i safeguarddatabasen är det möjligt att med relativt god precision uppskatta det totala nuklidinventariet. Att bedöma hur mycket av dessa ämnen som återfinns i enskilda fat är svårare – vilket detta projekt visat genom den stora diskrepans som identifierats mellan befintlig informationen i safeguarddatabasen och utfallet från de gammaspektroskopiska mätningarna.

Att angripa frågan om krav på dokumentation avseende mängden långlivade nuklider skulle vara möjligt om samtliga drygt 7 500 avfallsposter med kringgjutna sopor och skrot antas utgöra en enda unik avfallspost – en avfallspost som det nu utförts 7 303 specifika undersökningar på avseende innehåll av vätskor och gammastålande nuklider. Genom detta angreppssätt skulle det totala inventariet av långlivat uran och transuraner bli en hanterbar fråga. Detsamma gäller för inventariet av gammastrålande nuklider. Eventuella mätosäkerheter eller brist på dokumentation om innehållet i enskilda poster får anses vara av mindre betydelse i jämförelse med det totala aktivitetsinnehållet. I detta fall återstår frågan om avfallets innehåll av långlivade nuklider – andra än de som det finns relativt god dokumentation kring – vilka blir gränssättande för SFL:s säkerhetsanalys. För SFR har nukliden C-14 rönt mycket uppståndelse under det senaste decenniet. Frågan är om denna och eventuellt andra nuklider får liknande tyngd i fråga om avfall som skall slutförvaras i SFL.

Hanterade avfallsposters innehåll av C-14 är i dagsläget omöjligt att uppskatta. Det är möjligt att genomföra en riktad granskning av följesedlar tillhörande avfall som härstammar från medicinsk forskning och som mottagits i Studsvik. Från dessa data skulle en grov uppskattning av innehållet i de kringgjutna avfallsposterna vara möjlig att sammanställa. Men, om detta tillvägagångssätt för att uppskatta specifika nuklider i avfallsposterna inte accepteras för slutförvaring i SFL återstår endast möjligheten att öppna samtliga avfalls-poster och därefter sortera avfallet i olika fraktioner som sedan hanteras med lämpliga avfallshanteringsmetoder såsom smältning, förbränning, pyrolysning, förglasning med flera. Under våren 2012 har C-14-frågan studerats för avfall som förvaras i SFR. Slutsatsen från detta arbete är att tillgänglig information på följesedlar och gjutkort inte kan användas för att uppskattningar av den aktivitetsmängd som eventuellt återfinns i de betongkringgjutna avfallsposterna.

2012-06-21

Avfallsposter med kvicksilver kommer att kunna redovisas inför slutförvaring i SFL. Huruvida vätskor som sådana kommer accepteras i SFL återstår för SKB att ta ställning till.

Direkta och indirekta krav på åtgärder kopplade till det avfall som hanterats i röntgenprojektet kan således komma från SKB innan avfallet kan föras till slutförvar. Denna fråga bör beaktas av SVAFO tillsammans med SKB i en kontinuerlig process framöver. Eventuella behov av åtgärder kan i mer eller mindre stor omfattning påverka SVAFO:s verksamhet, kostnadsberäkning och behov av bemanning. Om krav på att åtgärder av specifika avfallskollin, med ett visst innehåll, framställs kommer hanteringen med stor sannolikhet beröra ett större antal fat med likartat innehåll. Eventuella behov av åtgärder kan medföra behov av nya anläggningar för avfallshantering i Studsvik. Då ett sådant scenario bedöms vara förenat med omfattande planering och ekonomiska resurser bör denna fråga ges hög prioritet inom SKB, SVAFO och dess ägarorganisationer.

7.4 SSM:s krav på dokumentation

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om hantering av radioaktivt avfall och kärnavfall vid kärntekniska anläggningar (SSMFS 2008:22) syftar till att radioaktivt avfall och kärnavfall ska hanteras på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt och ge förutsättningar för att begränsa avfallsmängder och skadlig verkan av strålning från avfallet nu och i framtiden.

De krav i föreskriften som röntgenprojektet syftat till att nå bättre efterlevnad av är 6, 7 och 8 §§ som behandlar krav på information i avfallsregister, uppmärkning och nuklidmätning. Trots att röntgenprojektet genomförts är det fortfarande inte möjligt för SVAFO att leva upp till samtliga krav i föreskriften. SVAFO:s intention med genomförda och planerade insatser är att ständigt förbättra kunskapen och dokumentationen om det historiska avfallet.

8. Referenser

1. J. Chyssler. Förstudie avseende betongingjutna avfallsfat tillverkade före 1991-06-30. Studsvik Rapport N-06/145, 2006-08-29.
2. I. Aggeryd, L. Andersson (reviderad av J. Chyssler). Typbeskrivning för avfallskollin från Studsvik. Plåtfat med betongkringgjutna sopor och skrot för slutförvaring i SFR-1s bergsal för lågaktivt avfall (typ 14). Studsvik Rapport RW93/26 Rev. 1, 2008-08-28.
3. J. Chyssler. Avfallsbeskrivning avseende betongingjutet/kringgjutet sopor och skrotavfall från Studsvik för deponering i SFL. Studsvik Rapport N-06/200 Rev. 1, 2007-04-16 Rev.
4. J. Chyssler. Udda avfall. Omkonditionering av plåtlådor med Pu-avfall. Studsvik Arbetsrapport RW-01/43, 2001-05-21.