



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Curt Bergman

2009:23

Kartläggning av fast avfall
innehållande radioaktiva ämnen
från icke kärntekniska verksamheter
sammanställning av tidigare rapporter

Titel: Kartläggning av fast avfall innehållande radioaktiva ämnen från icke kärntekniska verksamheter: sammanställning av tidigare rapporter
Rapportnummer: 2009:23
Författare: Curt Bergman
Datum: Februari 2009

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

Syfte

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har fått i uppdrag av regeringen att ta fram en nationell plan för allt radioaktivt avfall, som ska redovisas för regeringen senast 30 juni 2009.

Den föreliggande rapporten har beställts av SSM i syfte att användas som bakgrundsmaterial till uppdraget och ger en samlad bild av de tidigare kartläggningar och sammanställningar som dåvarande Statens strålskyddsinstitut gjort av radioaktivt avfall från icke kärntekniska verksamheter.

Innehåll

1. Inledning	2
Bakgrund	2
Genomförande	2
2. Klassificering, karaktärisering och terminologi	3
Klassificering	3
Karaktärisering	4
Terminologi	6
3. Uppkomst	7
Tillståndspliktig verksamhet	7
Historiskt radioaktivt avfall	7
Öppna strålkällor	9
Slutna strålkällor	10
Herrelösa strålkällor	11
Icke tillståndspliktig verksamhet	12
NORM	13
Tjernobyrelaterat	16
Konsumentartiklar	17
4. Hantering	20
Tillståndspliktig verksamhet	20
Historiskt radioaktivt avfall	20
Öppna strålkällor	20
Slutna strålkällor	21
Herrelösa strålkällor	22
Icke tillståndspliktig verksamhet	22
NORM	22
Tjernobyfavfall	24
Konsumentartiklar	24
5. Lagring	27
Tillståndspliktig verksamhet	27
Historiskt radioaktivt avfall	27
Öppna strålkällor	27
Slutna strålkällor	27
Herrelösa strålkällor	28
Icke tillståndspliktig verksamhet	28
NORM	28
Konsumentartiklar	28
6. Transport	30
Regelverket	30
Svårigheter i samband med avfalls- transporter	31
7. Slutligt omhändertagande	34
Utsläpp	34
Deponering	35
8. Sammanfattning	38
Referenslista	43

1. Inledning

Bakgrund

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har av regeringen fått i uppdrag att ta fram en nationell plan för allt radioaktivt avfall i Sverige. Planen bör innehålla en strategi med mål för omhändertagande av allt radioaktivt avfall. Vidare skall den beskriva hur avfallet uppkommer, hanteras och slutförvaras. Före detta SSI (Statens strålskyddsinstitut) har de senaste åren i olika sammanhang producerat sammanställningar över avfallsströmmar från icke-kärntekniska verksamheter och SSM bedömer att det inte finns något behov av att ytterligare kartlägga detta avfall. För att få en samlad bild av resultatet av dessa som bakgrundsmaterial till SSM's uppdrag har SSM beställt denna sammanfattning av gjorda studier.

Genomförande

Uppdraget innebär en sammanfattning av ett flertal rapporter varav de viktigaste är referens 1-6 i referenslistan.

I uppdraget ingår även att via kontakter, främst med tjänstemän vid SSM, söka verifiera att uppgifterna fortfarande är korrekta. Däremot ingår inte omfattande sökning efter ny och kompletterande information.

Uppdraget omfattar radioaktivt avfall som uppstår vid icke kärnkraftanknuten verksamhet vilket i detta sammanhang innebär verksamhet med strålning som inte regleras av kärntekniklagen. Något förenklat innebär detta att avfall från de svenska kärnkraftverken, Kärnbränslefabriken i Västerås, Studsvik Nuclear AB (Studsvik) och dess föregångare samt Ranstad inte ingår.

2. Klassificering, karaktärisering och terminologi

Klassificering

Utifrån syfte kan radioaktivt avfall klassificeras på många olika sätt. I detta avsnitt redogörs för ett antal olika klassificeringar som kan vara av intresse för en svensk slutförvaringsstrategi.

Ett viktigt syfte med klassificering är att underlätta det slutliga omhändertagandet av avfallet vilket är det sista steget i hanteringskedjan. För detta ändamål har International Atomic Energy Agency, IAEA, utvecklat ett nytt system [7] som klassificerar avfallet i: a) Friklassat avfall (exempt waste), b) Mycket kortlivat avfall, c) Mycket lågaktivt avfall, d) Lågaktivt avfall, e) Medelaktivt avfall och f) Högaktivt avfall vilket illustreras i fig. 1-1. Till var och en av dessa avfallsklasser finns kopplat ett slutförvaringskoncept som är illustrerat i fig. 1-2.

Det nya IAEA klassificeringssystemet skiljer sig från det tidigare främst genom tillkomsten av ”mycket kortlivat avfall” som kan omhändertas genom avklingningslagring till dess avfallet kan friklassas, ”mycket lågaktivt avfall” och uppdelning av låg- och medelaktivt avfall i två avfallsklasser; en för ”lågaktivt avfall” och en för ”medelaktivt avfall”. Vidare görs en direkt koppling till slutsteget i hanteringskedjan.

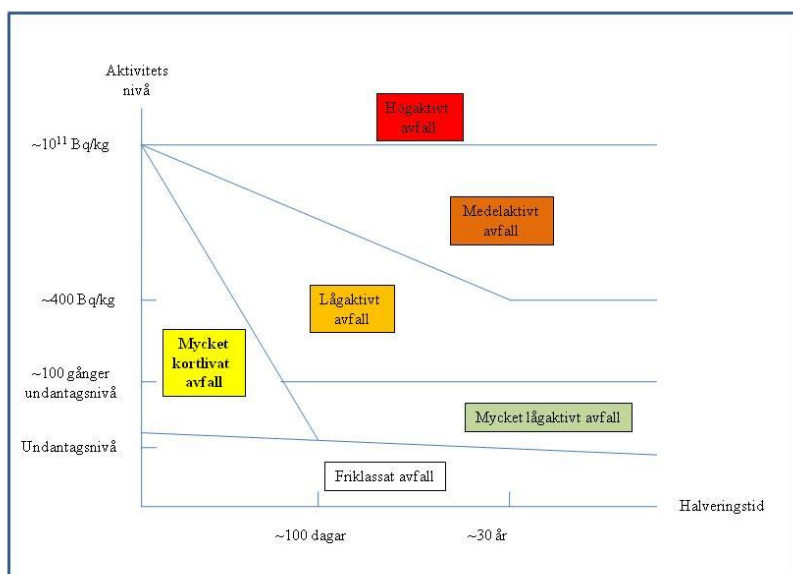


Fig. 1-1. Nytt IAEA klassificeringssystem

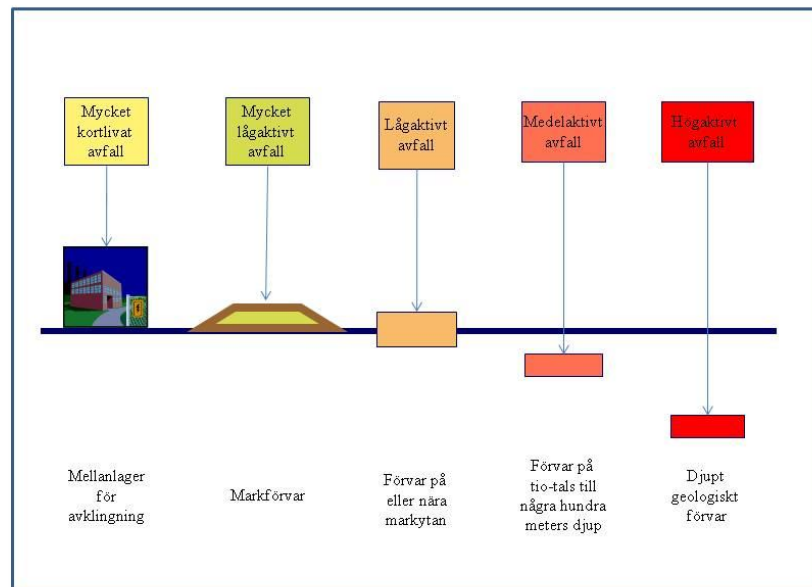


Fig. 1-2. Samband mellan klassificering och deponering

Exempel på klassificering av radioaktivt avfall ur administrativ synpunkt är följande:

Radioaktivt avfall och kärnavfall. Klassificeringen är motiverad av de olika kraven som svensk lagstiftning har för dessa olika avfallsklasserna. Begreppet kärnavfall är definierat i kärntekniklagens inledande bestämmelser medan strålskyddslagen inte ger annan definition av radioaktivt avfall än att det är radioaktiva restprodukter som uppkommer i verksamhet med strålning. Klassificeringen är varken entydig eller heltäckande. Visst avfall kan vara klassificerat både som radioaktivt avfall och som kärnavfall genom att kärnavfallet utgör en delmängd av det radioaktiva avfallet, men det förekommer även avfall som har sådana halter och/eller mängder av radioaktiva ämnen att de av strålskyddsskäl bör regleras trots att verksamheten som genererar avfallet inte omfattas av vare sig kärntekniklagens eller av strålskyddslagens tillståndsplikt.

Produktavfall, Verksamhetsavfall och Övrigt avfall. Dessa tre avfallskategorier är föreslagna i utredningen ”Radioaktivt avfall i säkra händer” [4] för att underlätta en lagreglering av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter. De tre kategorierna täcker på ett entydigt sätt allt radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter även om de inte ger någon definition av ”radioaktivt avfall”.

Karaktärisering

Karaktärisering av radioaktivt avfall, både primäravfall i den form det uppstår vid en källa och avfallskollin färdiga för lagring och deponering, innebär bestämning av alla de egenskaper som avfallet har som är av betydelse för

dess hantering, transport, lagring och deponering. Karaktäriseringen ligger till grund för sortering av primäravfallet i sådana avfallsströmmar att det kan processas på ett optimalt sätt och för avfallskollin är det viktigt att kunna påvisa att avfallskollina möter de kriterierna som är uppsatta för transport, lagring och deponering.

Några begrepp som ofta används för att karaktärisera radioaktivt avfall är:

Aktivitetssinnehåll i form av aktivitetskoncentration [Bq/kg eller Bq/m³] och total aktivitet [Bq]. Det påverkar främst nödvändiga strålskyddsinsatser för behandling och barriärkrav för deponering.

Fast, flytande och vått avfall. Behandling av primäravfallet innebär bl.a. att flytande och vått radioaktivt avfall konverteras till fast avfall innan det deponeras. Det påverkar främst behandlingstekniker för primäravfallet.

Öppen och sluten strålkälla En sluten strålkälla är en strålkälla som är så beskaffad att spridning av radioaktiva ämnen hindras under normal användning och vars kapsel i förekommande fall innesluter det radioaktiva ämnet och utgör en integrerad del av strålkällan. Övriga strålkällor där det radioaktiva materialet används i gasform, upplöst i vätska eller som pulver betecknas ”öppen strålkälla”. Vid hantering av öppen strålkälla föreligger uppenbar risk för spridning av radioaktiva ämnen. Det påverkar främst nödvändiga strålskyddsinsatser för behandling men även kraven vid deponering.

Speciell beskaffenhet. Begreppet ”speciell beskaffenhet” för en sluten strålkälla innebär något förenklat att inneslutningen av källan är gjord efter föreskrivna regler, att tätheten är testad och att det finns ett giltigt ”godkännande av radioaktivt ämne av speciell beskaffenhet”. Ett dokument att strålkällan möter kraven på sluten strålkälla av speciell beskaffenhet har stor betydelse för transport av en sluten strålkälla.

Grupp 1- 3 och grupp 1-5 för strålkällor. I SOU 2003:122 [4] har strålkällor kategoriserats i tre grupper utifrån olika krav på fysisk säkerhet. Grupp 1 strålkällor kräver hög fysisk säkerhetsnivå medan Grupp 3 strålkällor inte kräver särskilda säkerhetsåtgärder utöver normala strålskyddsåtgärder. Liknande kategorisering i tre grupper (I, II och III) återfinns i Strålskyddsinstitutets författning SSI FS 2006:1 [8] som är baserad på IAEAs Code of Conduct [9] med en utökning av kategori II enligt HASS-direktivet [10]. I IAEA's Safety Guide om kategorisering av strålkällor [11] utifrån potentiell risk finns 5 grupper där grupp 1 innebär den högsta risken. De två högsta riskgrupperna är även med i IAEA's Code of Conduct on Safety and Security of Radiation Sources [9]. Här finns en diskrepans mellan de olika kategoriseringarna.

Undantagsnivå. Högsta halter och mängder av radionuklider som enligt strålskyddsförordningen är undantagna bl.a. tillståndsplikt. Värdena anges i bilaga till förordningen [12].

Friklassningsnivå. Aktivitetssinnehåll under vilket Strålsäkerhetsmyndigheten kan friklassa avfall som uppstår vid tillståndspliktig verksamhet från

fortsatt reglering från strålskyddssynpunkt. Friklassning kan antingen vara *ovillkorad*, dvs. det finns inga villkor för fortsatt hantering och deponering av avfallet från strålskyddssynpunkt eller *villkorad* vilket innebär att friklassningen är kopplad till vissa begränsningar i fortsatt hantering, t.ex. friklassat under förutsättning att avfallet deponeras på en viss deponeringsplats. Det bör påpekas att avfall som friklassas ur strålskyddssynpunkt fortfarande kan regleras enligt annan lagstiftning.

Terminologi

Exakta betydelsen av ord och uttryck kan variera med var och hur det används och innebörden kan även uppfattas olika av olika individer. I dokument där exakta betydelsen är viktig ges ofta en formell definition av begreppet, en definition som då gäller i det aktuella dokumentet, men inte nödvändigtvis i andra sammanhang. Två uttryck som används i denna rapport och vars innebörd kan variera i olika sammanhang är i) radioaktivt avfall, ii) NORM (Naturally Occuring Radioactive Material).

Radioaktivt avfall är definierat i strålskyddslagen som de radioaktiva restprodukter som uppstår vid verksamhet med strålning. I allmänhetens ögon är emellertid begreppet betydligt vidare och omfattar allt avfall som innehåller radioaktiva ämnen utan att närmare definiera vilka och i vilka halter de förekommer. I de rapporter som utgör underlaget för denna rapport används radioaktivt avfall främst för att beteckna avfall som utgör en risk ur strålskyddssynpunkt men även sådant som inte utgör någon risk ur strålskyddssynpunkt t ex ovillkorligt friklassat avfall ingår ibland. I denna rapport avses med radioaktivt avfall sådant som ur strålskyddssynpunkt behöver regleras eller där reglering av detta skäl behöver övervägas.

Enligt definitionen innehåller *NORM* avfall sådana radionuklider som naturligt finns i naturen. Atmosfäriska kärnvapenprover liksom kärnkrafthaveriet i Tjernobyl har emellertid gett en omfattande spridning av nya radionuklider i naturen, varav främst ^{137}Cs återstår i dag. Detta innebär att *NORM* avfall som härrör från material på markytan "naturligt" även kan innehålla ^{137}Cs förutom de i naturen ursprungligen närvarande nukliderna. Eftersom ^{137}Cs på sikt kommer att försvinna har jag valt att i denna rapport särbehandla radioaktivt avfall som uppstått som följd av Tjernobylolyckan.

Vidare avses med "uran", "torium" och "radium" i rapporten dessa ämnen tillsammans med sönderfallsprodukter utan att närmare definiera vilken grad av jämvikt som uppnåtts.

3. Uppkomst

Tillståndspliktig verksamhet

För all verksamhet med strålning som inkluderar användning av radioaktiva strålkällor som inte omfattas av undantagsbestämmelser enligt strålskyddsförordningen gäller krav på tillstånd enligt strålskyddslagen. Även hantering av det radioaktiva avfall som uppstår vid sådan verksamhet är tillståndspliktig. Strålskyddsförordningen ger emellertid under vissa betingelser möjlighet att friklassa avfall vilket innebär att strålskyddsaspekter inte längre är styrande för avfallens fortsatta hantering inklusive deponering. Förutom inom kärnteknisk verksamhet, som inte omfattas av denna rapport, sker tillståndspliktig verksamhet inom sjukvård, forskning och i olika industritillämpningar.

De första användningarna av radioaktiva strålkällor skedde för mer än ett sekel sedan inom sjukvården och då rörde det sig enbart om i naturen förekommande radionuklider, främst radium och dess dotterprodukter. Under främst 1920- och 30-talet utvecklade kommersiella företag en mängd nya tillämpningar av ”radiumstrålar” vilka vid den tiden var fullt legitima även om de i dag anses som oacceptabelt. Således fanns radium-emanatorer för inhalation av radongas och generering av radonhaltigt vatten samt tillverkades radiumindränkta dukar för hudapplikation för behandling av olika sjukdomstillstånd. Dessa utrustningar försvann ur marknaden under 1940-talet bl.a. som en följd av den första strålskyddslagen som tillkom 1941. Det kan emellertid inte uteslutas att enstaka utrustningar med sina radiumstrålkällor fortfarande finns kvar hos privatpersoner.

I och med tillkomsten av partikelacceleratorer och kärnreaktorer blev ett stort antal nya radionuklider möjliga att producera och under 1960- och 70-talet ökade kontinuerligt användningen av radioaktiva ämnen inom i stort sett alla användningsområden. Denna ökning avtog emellertid på 1980- och 90-talet som följd av att alternativa metoder kommit fram, vilka inte innebar användning av radioaktiva ämnen. Inom strålningsterapi har t.ex. ^{60}Co och ^{137}Cs strålkällorna nu bytts ut mot acceleratorer liksom även delvis inom radiografering.

Historiskt radioaktivt avfall

Till historiskt radioaktivt avfall räknas i denna rapport avfall som uppkommit från verksamhet som inte längre förekommer, skulle ha varit tillståndspliktig om den förekom, och där det kan finnas risk för att sådant avfall fortfarande inte är tillfredsställande omhändertaget. Här gäller det främst radioaktivt avfall innehållande radium.

Den stora användningen av radium har funnits inom sjukvården, där radium främst använts för strålbehandling, men stora källor har även använts för kalibreringsändamål. Det höga priset på radium, i mitten av 1930-talet kostade det mellan 20 000 och 30 000 \$/gram [13], gjorde dels att inköpen till sjukvården till stor del var centraliserade dels att kontrollen av radium var strikt av ekonomiska skäl vilket i sin tur innebär att det finns relativt god kontroll på dessa strålkällor även innan myndighetskraven blev strikta.

För strålbehandling var radium inkapslat i guld- eller platinabehållare som regelbundet kontrollerades med avseende på läckage. Vid konstaterat läckage ompackades normalt innehållet och i samband med sådana ompackningar kunde spill uppstå som gav upphov till radioaktivt avfall. Uppskattningsvis 200 mg radium (motsvarar 7,4 GBq ^{226}Ra) har på sådant sätt blivit avfall. För övrigt uppstod avfall endast i samband med att användningen av radiumstrålkällorna upphörde.

I dag används inte radium längre som strålkälla inom sjukvården. Enligt den inventering som gjordes 1996 fanns totalt 19 076 mg (706 GBq) radium inom sjukvårdssektorn [1] och eftersom inget radium har deponerats sedan dess, inget nytt har tillkommit och halveringstiden är lång, är det samma mängd som fortfarande finns som radioaktivt avfall.

Radium har även använts som strålkällor vid forskningsinstitutioner och industrin, som generatorer vid radontillverkning och som neutronkällor vid forskningsinstitutioner där radium förekommer blandat med beryllium (alfastrålningen från radium växelverkar med beryllium och ger upphov till neutroner). Enligt uppgift i referens [1] har sammanlagt 2 727 mg (101 GBq) radium i form av radium och radium-beryllium strålkällor använts utanför sjukvårdsområdet.

Radium har även använts i brandvarnare och i lysfärg. Den uppskattade mängden radium i dessa produkter uppskattas till mindre än 1 000 mg (37 GBq). Tabell 3-1 nedan visar uppskattad mängd av olika artiklar innehållande radium år 1956. Eftersom detta var nära höjdpunkten på användningen av radium och dessa produkter nu tagits ur drift kan mängderna med god approximation anses motsvara den totala mängden uppkommet avfall från sådana produkter.

Tabell 3-1. Uppskattad mängd radium i konsumentartikelliknande föremål

Produkt	Form	Aktivitet		Antal
		[μg]	[kBq]	
Brandlarm	Strålkälla	1-20	37-740	10^3 - 10^4
Mörkerriktmedel mm	Lysfärg	1	37	10^4 - 10^5
Kompasser m.m.	Lysfärg	0,1	3,7	10^5 - 10^6
Ur och klockor	Lysfärg	0,01	0,37	10^6 - 10^7

I stort sett alla radiumstrålkällor är i dag tagna ur användning, endast ett fåtal finns kvar som kalibreringsstrålkällor och vid Chalmers övervägs att använda några av de gamla radiumstrålkällorna inom sin forskning.

Den totala mängden radiumavfall från tillståndspliktig verksamhet i Sverige uppskattas således till 22,8 gram (840 GBq). Ytterligare information om gammalt radium finns i ref [1].

Öppna strålkällor

Öppna strålkällor används främst inom nukleärmedicin men förekommer även inom forskning och vid spårämnesundersökningar i processindustri och i fältförsök. För ändamålen används främst kortlivade radionuklider men mindre mängder långlivade radionuklider som ^3H och ^{14}C förekommer frekvent liksom i undantagsfall även större mängder ^3H och alfastrålande ämnen. Alla öppna strålkällor importeras förutom de mycket kortlivade radionuklider som produceras i accelerators vid några större sjukhus och där används för PET (positron emission tomography). Dessa radionuklider är emellertid så kortlivade (halveringstid som understiger två timmar) att de inte torde vara av intresse från avfallssynpunkt.

Även om alla öppna strålkällor som införs förr eller senare blir avfall i någon form är det inte helt relevant att enbart ange aktiviteten av införda strålkällor som mått på aktiviteten i det avfall som uppstår eftersom ett flertal av strålkällorna har mycket kort halveringstid och därför hinner avklinga innan de blir avfall. En viss uppfattning av aktiviteten i avfallet kan emellertid fås från den mängd radionuklider som årligen importeras som öppna strålkällor grupperat efter halveringstid enligt tabell 3-2 nedan där data för 1991 är hämtade från [3] och för 2005 från [14]. Som framgår av tabellen är det stora aktiviteter som hanteras främst av kortlivade radionuklider där det skett en ökning av vissa och minskning av andra. Vidare är det ett stort antal enskilda poster vilket framgår av att det årligen sker mer än 10 000 transporter av öppna strålkällor [14], huvudsakligen till sjukhus.

Den största aktiviteten härrör från användning av $^{99\text{m}}\text{Tc}$ som har en halveringstid av endast 6 timmar. Den införs därför i form av en teknetium-generator innehållande ^{99}Mo ($T_{1/2} = 2,8$ dygn) från vilken $^{99\text{m}}\text{Tc}$ elueras när den skall användas. Eftersom det uppstår avfall både från användningen av $^{99\text{m}}\text{Tc}$ och från ^{99}Mo strålkällan när den inte längre är användbar är båda upptagna var för sig i tabell 3-2 med samma aktivitetsinnehåll.

Tabell 3-2. Årlig införsel av öppna strålkällor

Halveringstid	Nuklid	Infört 1991 [TBq]	Infört 2005 [TBq]
< 1 dygn	Tc-99m	27	35,5
	Övriga	3	0,5
	Totalt	30	36
1 dygn - 1 månad	Mo-99	27	35,5
	I-131	3	3,2
	Xe-133 (gas)	5	0,3
	Övriga	2	0,8
	Totalt	37	39,8
1 månad - 1 år	I-125	1	0,56
	Övriga	< 1	0,12
	Totalt	<2	0,7
> 1 år	H-3	2	0,22
	C-14	?	0,064
	Övriga	< 1	0,03
	Totalt	<3	0,7

Strålkällor med halveringstid understigande en månad behöver normalt inte ge upphov till långsiktiga avfallsproblem ur radiologisk synpunkt eftersom de relativt snabbt klingar av till friklassningsnivåer.

Den form i vilken avfallet bildas är rester av lösningar och kontaminerade föremål som används i samband med hanteringen och den efterföljande uppstädningen i form av papper, plast, tyg m.m. samt utsöndring från patienter. Det finns inga uppgifter över den mängd mycket lågaktivt avfall som hanteras via den kommunala avfallshanteringen, men den mängd som behöver särskild behandling i Studsvik uppgick i början av 2000-talet årligen till 4 - 9 ton med en tydlig minskande trend [3] och har de senaste åren understigit 2 ton per år [14].

Även om scintillationslösningar från vätskescintillationsräknare normalt har halten av radionuklider som ligger väl under friklassningsgränserna och därmed inte utgör något radiologiskt problem är lösningsmedlet toxiskt ur kemisk synpunkt och därmed i behov av särskilt omhändertagande.

Även om det sker en allmän strävan att ersätta metoder/tekniker som använder radioaktiva ämnen med icke-radioaktiva alternativ kommer även fortsättningsvis användning av öppna strålkällor att vara en betydande källa till radioaktivt avfall på ungefär samma nivå som idag.

Slutna strålkällor

Slutna radioaktiva strålkällor används i många olika tillämpningar inom sjukvård, forskning och industri. De radionuklider som används har normalt relativt lång halveringstid och kan därför inte avklinga till friklassningsnivåer inom rimlig tid, men det finns undantag. En sluten strålkälla används typiskt under en tid motsvarande en till två halveringstider för strålkällor med $T_{1/2} < 6$ år. För strålkällor med längre halveringstid begränsas användningstiden inte av halveringstiden utan av andra faktorer; t.ex. kan modernare och bättre utrustning finnas eller en säker användning av strålkällan inte längre garanteras.

Tillståndshavare skall rapportera till SSM när verksamhet med en strålkälla upphör eller när innehavaren har överlåtit eller kasserat en strålkälla. Tabell 3-3 nedan visar en sammanställning av sådana avregistrerade strålkällor år 2006 och 2007 [14]. Totala antalet strålkällor har varit oförändrat under de senaste 5 åren (5361 strålkällor 2003 [3] jämfört med 5255 år 2008) och av tabellen nedan framgår att antalet påregistrerade strålkällor har ökat något medan antalet avregistrerade har minskat något. Sammantaget tyder dock detta på att antalet strålkällor som kommer att skrotas i framtiden kommer att ligga på ungefär samma nivå som för närvarande, mellan 3 och 4 % per år, eller upp emot 200 tillståndspliktiga strålkällor per år.

Ett speciellt problem utgör slutna strålkällor innehållande gas t ex tritiumljus som bl.a. används i Exit-skyltar¹ t.ex. i berggrum och i flygplan) och ⁸⁵Kr (ytviktsmätare inom pappersindustrin) eftersom det för närvarande inte är

¹ Även om dessa normalt inte har individuella tillstånd är aktiviteten i dessa så hög att de omnämns i avsnittet om tillståndspliktig verksamhet. Vidare är aktivitetsgränsen för att betraktas som strålkälla med hög aktivitet för tritium mycket hög; 400 GBq.

tillåtet att deponera gasformigt material i något slutförvar. Aktiviteten i Exit-skyltar kan uppgå till hundratals GBq.

Herrelösa strålkällor

Herrelösa strålkällor härrör ofta från avslutad verksamhet med slutna strålkällor där strålkällan inte omedelbart omhändertagits utan blivit kvar och sedermera, i vart fall tidvis, ”glömts bort”. Den kan därefter återfinnas, identifieras som strålkälla och bli omhändertagen som radioaktivt avfall. Inte ovanligt är emellertid att strålkällan inte blir identifierad som strålkälla utan följer med ett skrotparti och upptäcks när partiet kommer till en skrotgård eller ett stålverk för smältning². Det händer även att strålkällor inte upptäcks före smältning utan medföljer skrotet i smältan och kan därmed göra stora mängder göt till radioaktivt avfall. Strålkällor i skrotpartier kan även upptäckas i samband med tullkontroll av importerat skrot³ vilket emellertid torde vara mer en tillfällighet eftersom sådan kontroll inte görs systematiskt. Herrelösa strålkällor kan i princip innehålla vilka långlivade radionuklider som helst som används i slutna strålkällor, och de vanligast förekommande i slutna strålkällorna är ⁶⁰Co, ⁸⁵Kr, ¹³⁷Cs och ²⁴¹Am.

Det är omöjligt att veta antalet herrelösa strålkällor som finns i Sverige eller som kommer med importerat skrot, men de som upptäcks rör sig om högst någon enstaka strålkälla per år med aktivitet upp till GBq området; i enstaka fall kan även högre nivåer förekomma. Med tanke på att kontrollen av strålkällor har skärpts väsentligt under de senaste åren finns det goda förhoppningar om att uppkomsten av herrelösa strålkällor kommer att minska med tiden.

² Sedan problemet uppmärksammats har stora anläggningar ofta anskaffat portalmonitörer för att upptäcka strålkällor som medföljer skrotpartier. Det bör emellertid påpekas att portalmonitörer inte är någon garanti för upptäckt.

³ Skrotmarknaden är internationell och det förekommer en omfattande in- och utförsel av metallskrot.

Tabell 3.3. På- och avregistrerade slutna strålkällor.

Nuklid	Påregistrerade strålkällor		Avregistrerade strålkällor				Totalt innehav
	2006	2007	2006		2007		2008
	Antal	Antal	Antal	% av innehav 2008	Antal	% av innehav 2008	Antal
Am-241	17	18	18	5,6	17	5,3	323
Am-241/Be	2	0	4	13,8	3	10,3	29
Ba-133	1	0	0	0,0	1	25,0	4
Cd-109	0	0	2	2,3	6	6,9	87
Cf-252	1	1	1	6,7	0	0,0	15
Cm-244	1	0	0	0,0	2	28,6	7
Co-57	1	0	2	5,7	1	2,9	35
Co-60	18	46	40	2,6	49	3,2	1535
Cs-137	95	96	70	3,1	44	1,9	2258
Fe-55	0	0	1	1,1	1	1,1	91
Gd-153	1	1	0	0,0	0	0,0	13
H-3	11	5	3	2,8	5	4,6	108
Ir-192	1	0	0	0,0	1	2,9	35
Kr-85	4	11	10	3,6	4	1,4	278
Na-24	1	0	1	1,5	0	0,0	65
Ni-63	2	0	3	4,6	8	12,3	65
Pm-147	1	1	5	5,1	2	2,0	98
Po-210	3	2	21	19,8	10	9,4	106
Pu-242	0	0	1		0		0
Ra-226	0	3	5	22,7	3	13,6	22
Ra-226/Be	0	0	1		0		0
Sr-90	1	0	11	13,8	2	2,5	80
Th-232	1	0	0	0,0	0	0,0	1
Summa	162	184	199	3,8	159	3,0	5255

Icke tillståndspliktig verksamhet

I detta avsnitt behandlas radioaktivt avfall som uppkommit eller uppkommer vid verksamhet som inte varit eller är tillståndspliktigt enligt strålskyddslagens bestämmelser, främst verksamhet med NORM, men även sådant som blivit kontaminerat som resultat av aktivitetsspridningen efter Tjernobylyolyckan samt verksamhet med artiklar som innehåller så små strålkällor att användningen av dessa för sitt ändamål undantagits från kravet på tillståndsplikt enligt strålskyddslagen, här betecknat som konsumentartiklar, även om vissa av dem är artiklar som används inom industrin. Det bör noteras att SSM, med stöd av strålskyddsförordningen, kan utfärda föreskrifter och allmänna råd för hantering av avfall som uppkommer från icke tillståndsplik-

tig verksamhet samt att hantering av avfall från icke-tillståndspliktig verksamhet kan vara tillståndspliktig.

NORM

Allt material i vår omgivning innehåller spår av naturligt förekommande radionuklider, t ex ^3H , ^{14}C , ^{40}K , och radioaktiva isotoper av torium och uran samt deras dotterprodukter. Strikt formellt sett skulle således all verksamhet med material kunna betecknas som verksamhet med NORM, men i praktiken avses normalt endast sådan verksamhet där det uppkomna avfallet bör regleras från strålskyddssynpunkt eller där reglering av detta skäl kan övervägas.

Radioaktivt avfall från NORM kan indelas i två grupper, dels sådant avfall som uppstår vid processer som anrikar de radioaktiva ämnena (brukar ibland kallas TENORM, Technically Enhanced NORM), t.ex. anrikning på insidan av rör och i filter inom oljeindustrin, vid vattenrening och vid förbränning, dels sådant som endast omflyttar naturligt material utan att ändra halterna, t.ex. varp från gruvbrytning. De högsta halterna av radionuklider uppstår när processer anrikar radionuklider.

Nedan diskuteras de ur avfallssynpunkt mest intressanta källorna till NORM-avfall.

Rödfyr. Rödfyr är en restprodukt från förbränning av uranhaltig alunskiffer som har förekommit i Sverige sedan mitten av 1600-talet. Viss anrikning av NORM sker vid processen. Rödfyrslagghögar finns på ett hundratal platser i Skåne, Öland, Småland, Östergötland, Västergötland och Närke samt på Öland och Lidingö. Uranhalterna varierar mellan 2,5 och 6 kBq/kg [3]. Mängderna är mycket stora, miljontals ton. I Västergötland uppskattas den totala mängden rödfyr till 10-14 miljoner m^3 [6] och den största enskilda slagghögen finns i Kvarntorp, Närke, med flera 10-tals miljoner m^3 . Verksamhet som genererar rödfyr har upphört i slutet av 1970-talet och inget nytt radioaktivt avfall i form av rödfyrslagghögar tillkommer.

Blåbetong. Blåbetong är en lättbetong som framställts ur uranhaltig alunskiffer. Den har använts som byggmaterial från slutet av 1920-talet till 1975. Uranhalten varierar mellan 0,5 och 3,5 kBq/kg. Den tillverkade mängden är miljontals ton och blåbetong finns i 300- till 400-tusen byggnader [3] [6]. Det finns inga uppgifter om det avfall som uppstod i samband med tillverkningen av blåbetong, men inget tyder på att betydande mängder NORM-avfall skulle ha uppstått vid tillverkningen. NORM-avfall kan emellertid uppstå i samband med rivningen av byggnader som innehåller blåbetong. Det finns inga uppgifter om i vilken takt dessa byggnader rivs, men eftersom byggnader kan stå från några tiotals år till mer än 100 år kommer radioaktivt avfall i form av blåbetong att uppstå under överskådlig tid. Med antagandet att några tusen byggnader rivs per år och varje hus innehåller några ton blåbetong kommer årligen tio-tusentals ton blåbetong avfall att uppstå.

Fosfatgips. Vid tillverkning av fosforsyra från uranhaltigt råfosfat uppstår gips som biprodukt. Råfosfaten bryts inte i Sverige. Tillverkning har skett vid två fabriker, den största i Landskrona. Halterna uran plus ^{226}Ra i fosfatgipsen ligger i intervallet 0,6 till 2,5 kBq/kg. Mängderna är stora, fram till

1991, ett år innan verksamheten upphörde, hade 3,5 miljoner ton deponerats på en konstgjord ö, Vindön, utanför Landskrona. Tillverkning av fosforsyra har upphört i Sverige och inget nytt avfall från sådan verksamhet tillkommer [3] [5].

Byggnadsgips. I de granskade rapporterna finns inga uppgifter om byggnadsgips och att den skulle innehåller sådana nivåer av NORM att det finns anledning att överväga restriktioner av hanteringen av avfall från tillverkningen eller av det gipsavfall som uppstår vid rivning av byggnader. Halterna i byggnadsgips är starkt beroende av de råvaror från vilka byggnadsgipsen tillverkas. Eftersom det är känt att gipsavfall kan innehålla höga halter av NORM kan det finnas anledning att närmare undersöka förhållandena innan slutsatser dras.

Konstgödseltillverkning. Importerat råfosfat har även använts för tillverkning av konstgödsel vid två fabriker (i Köping och Helsingborg). Huvuddelen av uran och radium torde hamna i den tillverkade konstgödseln som används på åkrarna och det finns inga uppgifter om eventuella restprodukter från tillverkningen och deras halter av radioaktiva ämnen. Den ena tillverkaren har i början av 2000-talet bytt leverantör av råfosfat från en som levererade fosfat med medelkoncentration av 800 Bq/kg till en som levererade fosfat med uranhalt av 30 Bq/kg [5]. Vidare har enligt uppgift från Lantmännen tillverkningen av konstgödsel i Sverige upphört vilket innebär att nytt avfall inte uppkommer. Det skulle emellertid kunna vara av visst intresse att undersöka gamla avfallshögar.

Kolaska. Stenkol används i viss utsträckning för energiproduktion och kan då ge upphov till betydande askmängder (här inkluderas både bottenaska och flygaska som uppfångas i filter). Anrikning av uran och torium i askan är en faktor 10-20. All kol som används importeras. Halterna i askan är helt beroende på halterna i det kol som förbränns men enligt [6] finns inga mätningar gjorda på kolaska i Sverige men från internationella studier framgår att uranhalt i kolaska kan vara upp till tiotals kBq/kg vilket trots de relativt låga halterna kan ge stora uranmängder p.g.a. stora mängder kolaska, särskilt i ett internationellt perspektiv. Internationellt har även diskuterats möjligheten och lönsamheten att extrahera uran från kolaska. År 2002 importerades 1,5 [5] och 2005 1,7 miljoner ton [6] för energiproduktion vilket med en anrikningsfaktor av 10 ger storleksordningen 0,15 respektive 0,17 miljoner ton aska under respektive år. I en IVA rapport från 2002 [15] anges emellertid lägre siffror för kolimporten, 0,7 miljoner ton 1998. Vidare konstaterade IVA att kol förutsätts bli reservbränsle såvida inte nya tekniska lösningar förbättrar kolets miljöprofil. Kolimporten ser således ut all ligga på en relativt oförändrad nivå i vart fall den närmaste tiden även om det inte är helt klart på vilken nivå, men storleksordningen 1 miljon ton resulterande i askmängd av storleksordningen 100 000 ton årligen.

Torvaska. Energitorv bryts huvudsakligen i Sverige, men det förekommer även viss import. Halten av uran och torium kan i vissa torvtäkter vara så hög att brytning av torven inte är tillåten. Förutom uran och torium och deras dotterprodukter kan även ¹³⁷Cs från nedfallet efter Tjernobylolyckan förekomma i torvaska, dock endast från det översta torvskiktet. De mätningar

som gjorts på 146 torvprover i Sverige indikerar en medelhalt i askan på 10 kBq/kg av uran och 2 kBq/kg av torium [17] medan andra mätningar gav medelhalt ca 1 kBq/kg med extremvärdet 741 kBq/kg [2] [6]. Ett räkneexempel i rapporten [17] indikerade att cesiumnedfallet från Tjernobylyolycka skulle kunna resultera i askhalter upp till 100 kBq/kg av ¹³⁷Cs och från gamla kärnvapenprover i någon enstaka kBq/kg. Under 2004 bröts 1,87 miljoner m³ i Sverige och importerades 0,4 miljoner ton, främst från Estland och Lettland [16] och i ref [3] anges den årliga mängden torvaska till 30 000 ton.

Vattenreningsfilter. Vid rening av vatten innehållande uran och torium kan en anrikning av dessa ämnen och deras dotterprodukter ske i filter och när stora mängder vatten renas kan således även betydande mängder radionuklider ansamlas. Anrikningen är emellertid beroende av flera faktorer bl.a. filtermedia och hur filtret används t ex backspolas. Vattenreningsfilter finns både i privata hushåll och i större industrianläggningar. Enligt [6] har radiumhalter överstigande 100 kBq/kg uppmätts i vattenreningsfilter. Ett kolfilter som använts vid en vattentäkt uppvisade en radiumhalt av 130 kBq/kg medan i ett sandfilter som använts i 10 år uppmättes 5 kBq/kg. Ett flertal mätningar gav dock halter från någon enstaka Bq/kg till 1 kBq/kg [18]. Volymerna filtermassa uppgår till flera m³ i större anläggningar ner till enstaka liters volym i filter för privatpersoner. Det finns ingen samlad bild av förekomsten av NORM i vattenfilter och därmed heller inga kvantifierade avfallsmängder.

Beläggningar i processanläggningar. Där stora mängder gas, olja eller vatten passerar och där temperatur eller kemiska förhållanden ändras kan det ske utfällning av NORM i systemet t ex på insidan av rör. Detta är ett välkänt fenomen inom oljeindustrin där omfattande beläggningar uppstår i produktionsrör. Om det även uppstår i system vid driften av de tre raffinaderier som finns i Sverige är inte kartlagt. Däremot har aktivitetsnivå upp mot 60 kBq/kg i beläggningen rapporterats från mätningar som gjorts på gamla rör från pappersindustrin [6]. Eftersom skrotmarknaden är internationell kan NORM-kontaminerat skrot komma till Sverige även från utlandet. Någon samlad bild av mängderna som uppstår eller kommer till Sverige finns inte.

Varp innehållande uran och torium. Inte vid någon av de svenska gruvorna som bröt malm i början av 2000-talet förekom kända uranmineraliseringar [3]. Däremot påträffades flera uranmineraliserade varphögar i samband med inventeringar 1968-1986 där delar av varpen eller enstaka block hade mineralisering från någon tiondels procent till 10% och mer vilket lokalt kan ge höga koncentrationer. Tabell 3:4 visar resultatet från de gruvor där uran och toriumhaltig varp påträffats. Eftersom uranprospektering i Sverige, som upphörde 1986, nu har återupptagits kan nya gruvrester med signifikanta halter av uran kunna uppstå i framtiden. Den järnmalm som bryts nu har uranhalter som väl understiger 1 kBq/kg [19].

Järnmalmsslagg. I samband med järntillverkning från järnmalmer med högre halt av NORM än vad som sker idag uppstod tidigare slaggprodukter med signifikanta halter av uran, 2-10 kBq/kg. Slagghögarna finns i anslutning till gamla nedlagda masugnar bl.a. i Närke och totala mängderna uppskattas till ett par hundra ton [3]. Genom att den malm som används i dag har låga hal-

ter av NORM nybildas inte järnmalmsslagg med höga NORM halter, men eftersom det sker en viss anrikning i slaggen kan halter av upp emot 1 kBq/kg uppstå. NORM-halten i slaggen bör emellertid beaktas i samband med att nya gruvor öppnas.

Tabell 3:4. Gruvor med uran och/eller torium haltig varp [3].

Gruva	Kommentar
Blanka gruva, järnmalmssgruva	Inom delar av varphögarna finns rikligt med radioaktiva varpstycken.
Timansbergsgruvan, järnmalmssgruva	Relativt stora varphögar med rikligt med uranmineraliserade varpstycken.
Stripa gruva, järnmalmssgruva	Inom delar av varphögarna finns bitar av pechblände, varav vissa relativt stora bitar har relativt hög gammastrålning.
Håkantorps gruvfält, flera små gruvor	I varpen finns rikligt med radioaktiva varpstycken av vilka många är starkt strålande. Viss täktverksamhet har förekommit.
Gyttorps gruva, järnmalmssgruva	Rikligt med radioaktiv varp innehållande torium och uran.
Tuolluvaara, järnmalmssgruva	Varpen är relativt toriumrik.

Zirkonsand. Zirkonsand används bl.a. i eldfasta produkter, keramik, glasyr, som tillsatsämne i legeringar och som gjutsand i smältverk för tillverkning av specialdetaljer. Rapporterade aktivitethalter var i medeltal 6,8 kBq/kg av uran, 11 kBq/kg av torium och 8,3 kBq/kg av radium [5]. All zirkonsand importerades och år 2003 importerades 480 ton och importen låg på liknande nivå under de föregående sju åren. Den största avfallsmängden torde uppstå från gjutsandsanvändningen. Avfallsmängden förväntas ligga kvar i sin nuvarande omfattning under den närmaste framtiden

Tjernobyrelaterat

Tjernobylyckan 1986 innebar att luftburen aktivitet spreds över Sverige och gav upphov till kontamination av stora ytor. De långlivade radionukliderna finns fortfarande och där är det främst ¹³⁷Cs som kan ge upphov till avfallsproblem.

Trädbränsleaska. Biobränsle från de trakter som drabbades av nedfall från Tjernobyll innehåller ¹³⁷Cs. Halterna i askan varierar från försumbara halter till halter av flera 10-tals kBq/kg (20 kBq/kg har uppmätts i Gävle trakten). Varje år genereras ca 100 000 ton trädbränsleaska varav 300 till 700 ton med ¹³⁷Cs halter överstigande 5 kBq/kg [2]. Det finns potential för fortsatt generering av trädbränsleaska av samma storleksordning under en kommande 10-årsperiod.

Luftfilter. I samband med Tjernobylyckan spreds stora mängder radioaktiva ämnen i luften över Sverige. Stora delar av dessa var partikulärt och fastnade i tilluftfilter vilket bl.a. märktes genom att luftfilter vid kärnkraftverken var mer aktiva på tilluftsidan än på frånluftsidan. Alla filter genom vilka stora mängder luft filtrerades våren 1986 blev kontaminerade, vilket främst var filter vid stora industrianläggningar. Halter på upp till 4,5 Bq/m³ av ¹³⁷Cs uppmättes i luft [20] men varierade väldigt mycket över landet. Eftersom tio-

tusentals m³ luft kan passera filter kan betydande mängder radioaktiva ämnen ha ansamlats i tilluftsfilter, men det finns inga mätningar redovisade i någon av de granskade rapporterna. Alla filter som användes 1986 är i dag utbytta och omhändertagna (mestadels deponerade) och nytt avfall av denna typ förväntas inte uppstå.

Konsumentartiklar

I detta avsnitt diskuteras artiklar som på grund av sitt låga aktivitetsinnehåll i enskilda artiklar kan användas utan särskilt tillstånd enligt strålskyddslagen.

Artiklar med lysfärg. Förutom de tidiga användningarna av radium i lysfärg används även andra radionuklider i lysfärg, t ex ³H och ¹⁴⁷Pm. Även om många artiklar som tidigare innehöll radioaktiv lysfärg nu inte längre gör det förekommer fortfarande artiklar med radioaktiv lysfärg i handeln, t.ex. riktningssmedel, kompasser och kikare. Den största användningen sker inom försvaret. Konsumentartiklar kommer således även i fortsättningen att generera avfall i form av kasserade gamla föremål som inte längre saluförs och sådana som fortfarande säljs. Konsumentartiklarna innehåller aktivitetsnivåer under undantagsbestämmelserna för enskilda artiklar⁴, men det är inte uteslutet att det även kan finnas burkar med lysfärg eller rester av lysfärg med betydligt högre aktivitetsinnehåll. Det finns inte uppgifter om antalet kvarvarande objekt med lysfärg, men antalet är stort vilket gör att antalet som årligen blir avfall kan vara stort, säkerligen hundratals, men aktiviteten i varje enskild produkt är mycket liten. Det finns heller inga uppgifter om antalet enheter med lysfärgsrester, men det är litet och SSM får endast enstaka förfrågningar om sådant avfall.

Brandvarnare och rökdetektorer. Sedan producentansvaret för elektriska och elektroniska produkter trädde i kraft 2005 har endast ett par hundra tusen brandvarnare innehållande ²⁴¹Am införts till Sverige medan t.ex. försäljningen år 2002 uppgick till 1,3 miljoner. För nya brandvarnarsystem där rökdetektorer ingår säljs numera endast optiska enheter, men joniserande enheter införs som utbytesdetektorer i system som redan använder joniserande enheter. Under de senaste åren infördes mindre än 1000 enheter per år jämfört med 113 000 år 2002 [4] [14]. Brandvarnare får innehålla högst 40 kBq ²⁴¹Am per styck men med förbättrad teknik har aktiviteten i moderna brandvarnare kunnat sänkas till 4 kBq per styck. Gamla rökdetektorer kan innehålla upp till 2,7 MBq ²⁴¹Am per styck medan rökdetektorer införda efter 1994 får innehålla högst 200 kBq per enhet [21]. Totalt beräknas det finnas 7 miljoner brandvarnare i användning (sedan 1973 har 14 miljoner införts varav hälften antas vara tagna ur drift) och sedan 1960-talet har närmare 3 miljoner rökdetektorer innehållande ²⁴¹Am införts. I takt med att gamla brandvarnare och rökdetektorer tas ur drift kommer tillskottet av denna typ av radioaktivt avfall successivt att minska men under de närmaste åren kommer årligen ett stort antal enheter att bli avfall. Om de befintliga enheterna i drift skrotas under en 10-års period innebär det att årligen ca 1 miljon enheter blir avfall men enligt El-Kretsen som svarar för insamlingen av brandvarnare, så har under de senaste åren endast ca 60 000 enheter samlats in årligen [14]; det finns således potential för en ökad insamling.

⁴ Med undantag av gamla artiklar innehållande ²²⁶Ra (se avsnitt 3.1.1)

Utarmat uran. På grund av sin höga specifika vikt och sin förmåga att effektivt absorbera gammastrålning används utarmat uran bl.a. som motvikt i flygplan, som kollimatorer och som strålskärm för diverse utrustningar innehållande gammastrålande radionuklider samt för transportbehållare för strålkällor. Utarmat uran används även i pansarbrytande ammunition, dock inte i Sverige (förutom viss försöksverksamhet som skedde för flera tiotals år sedan och där allt avfall skickats till Studsvik). Det förekommer även att utarmat uran används som kölar i (privata) segelbåtar men omfattningen i Sverige är inte känd. Vidare har det använts som tillsats för tillverkning av glas. Under 2008 tog Studsvik emot sammanlagt 800 kg varav drygt 300 kg i form av uransalt avsett för glasyr från nedlagd porslinsfabrik och 255 kg i form av en strålskärm från ett sjukhus [14]. Eftersom det rör sig om ett fåtal enheter kan den årliga mängden variera stort. Det bör noteras att det finns betydande mängder utarmat uran vid Studsvik som härrör från kärnteknisk verksamhet och därför inte tas upp i denna rapport.

Uranhaltiga glasyrer. Tidigare användes uranhaltiga glasyrer för att erhålla speciella färger på keramik både som bruksföremål och för konst. Användningen har i stort upphört och lagren hos företagen torde inte finnas kvar eller vara små. Det finns ingen samlad bild av förekomsten av vare sig föremål med uranhaltiga glasyrer eller vilka koncentrationer av uran som finns i föremålen. Eftersom dels uranet är hårt bundet i glasyren, dels det endast är ytan som är belagd och därmed halterna i föremålen låga torde enskilda produkter inte vara av strålskyddsintresse ur avfallssynpunkt. Om det däremot fortfarande finns kvar material för tillverkning av glasyr hos någon enskild keramiker kan detta vara sådant att de bör tas om hand som radioaktivt avfall. Enstaka förfrågningar om detta kommer till myndigheten och då ofta från sådana som "ärvt" materialet.

Toriumhaltiga produkter. Toriumtillsatser i material används för att uppnå olika effekter [3] bl.a.

- för att göra legeringar mer värmebeständiga t ex i vissa flygplansdelar,
- för legeringar med volfram för att kunna höja temperaturen t ex i värmelement
- som tillsats till svetselektroder för att förbättra svetsegenskaper,
- göra högtemperaturkeramik
- göra optiska linser,
- göra glödstrumpor till gaslampor.

Avfall uppstår vid tillverkning av dessa produkter, när produkterna inte längre används, vid service när vissa delar blir utbytta eller när produkterna skrotas. Halterna i avfallet är lägre än i naturligt torium eftersom det vid tillverkningen sker en betydande utspädning. Enligt uppgift har användningen av toriumhaltiga svetselektroder minskat, men används fortfarande bl.a. av privatpersoner därför att de är lättare att med dem få bra svetsresultat. Optiska linser kan innehålla upp till 500 kBq medan en glödstrumpa innehåller <4kBq [22]. Produkterna är spridda och avfallet torde inte uppstå koncentrerat annat än där tillverkning av produkterna sker vilket inte är i Sverige. Den tidigare tillverkningen av toriumhaltiga värmelement vid Kanthals fabrik har, enligt uppgift från dess informationsavdelning, upphört. Även om det

inte finns någon statistik över produkterna så torde de mängder som årligen uppstår vara måttliga.

Lampor. I vissa lampor, t.ex. vissa lågenergilampor, används små mängder av radioaktiva ämnen för att underlätta tändning av lampan. Det rör sig om små mängder per enhet, < 11 kBq av ^3H , 0,02-0,2 kBq av ^{85}Kr eller < 0,07 kBq av torium [22]. Det finns inga uppgifter om hur många enheter som finns i Sverige, men det torde vara ett stort antal.

Instrument innehållande strålkällor. Vätskescintillationsräknare och laboratorievågar är exempel på instrument som kan innehålla en mindre strålkälla för vilken tillstånd inte krävs. Andra exempel är instrument som innehåller GTL (Gaseous Tritium Lights ibland benämnt tritiumljus) där det finns en glasampull innehållande ^3H . Enstaka sådana kan skrotas per år under över-skådlig tid.

Överspänningsavledare. Tiotusentals överspänningsavledare vardera innehållande 50-100 kBq ^{147}Pm ($T_{1/2}=2,5$ år) har lämnats till Studsvik som avfall [4]. Produkten förekommer inte längre varför inget nytt sådant avfall kommer att uppstå och vidare är halveringstiden för ^{147}Pm så kort att aktiviteten i avfallet relativt snabbt avklingar varför detta inte längre behöver betraktas som radioaktivt avfall.

4. Hantering

Med hantering avses i detta avsnitt hur uppkommet avfall samlas upp, förpackas och behandlas så att avfallet kan transporteras och lagras innan det friklassas, returneras till leverantören eller sänds för central behandling eller deponering. Den enda centrala behandling i Sverige av denna typ av avfall är den som Studsvik kan erbjuda vilket bl.a. är förbränning samt konditionering för lagring och deponering.

Samma struktur används i detta avsnitt som i avsnitt 3.

Tillståndspliktig verksamhet

Historiskt radioaktivt avfall

Historiskt avfall är radium som använts sedan 100 år tillbaka men som nu, men några få undantag, helt upphört att användas som strålkälla. Avfall innehållande radium uppstod främst antingen som strålkällor som inte längre används eller som rester från hantering av läckande strålkällor.

De flesta radiumstrålkällor användes ”manuellt” d.v.s. de togs ut från förvaringsbehållare vid användningen och placerades tillbaka därefter. När strålkällorna blev avfall gjordes normalt inga åtgärder utan de blev kvar i sina förvaringsbehållare eller särskilda strålskyddade ”skåp”. Strålkällor som läckte lades i särskilda behållare med täta lock. Vissa strålkällor, t.ex. Ra/Be strålkällor, användes i hemmagjorda utrustningar som även utgjorde förvaringsbehållare. Efter det att sådana strålkällor förklarats som avfall flyttades de i bästa fall över till ett lagerutrymme för gamla strålkällor. Inga av de förvaringsbehållare som användes för radiumstrålkällor uppfyller kraven för transportbehållare.

Rester från ompackning av radiumstrålkällor och annat arbete samlades upp och placerades tillsammans med rengöringsmaterial (trasor, papper och underlagsmaterial) och kontaminerade klädespersedlar i påsar som förslöts, märktes upp och placerades i förråd för radioaktivt avfall i avvaktan på att transporteras till Studsvik.

Öppna strålkällor

Arbete med öppna strålkällor innebär främst användning av radioaktiva ämnen i vätskefas (t.ex. ^{131}I för sköldkörtelbehandling) men även i gasfas (t.ex. ^3H för tillverkning av märkta föreningar) och i fast form (t.ex. okapslade strålkällor på laboratorier). Det avfall som uppstår utgörs främst av icke förbrukade mängder av strålkällorna (vilket normalt är kvarvarande vätska i en glasflaska), av de system/produkter där det radioaktiva ämnet har använts (inklusive urin och avföring), av rengöringsmaterial (trasor, papper och underlagsmaterial) och kontaminerade klädespersedlar.

En viktig del i hanteringen av avfallet är sortering vilket främst sker efter halveringstid (för avklingningslagring) och efter aktivitetsinnehåll (för att minimera mängderna som behöver kvalificerad behandling, lagring och de-

ponering) men även andra sorteringskriterier förekommer bl.a. av flytande avfall i vattenlösning och i organiska lösningsmedel.

Oförbrukade strålkällor placeras normalt i sina ursprungliga strålskärmade behållare i förvaringsrum för radioaktivt avfall i avvaktan på att källorna avklingar till friklassningsnivå eller för att skickas till Studsvik. Retur till leverantören sker inte av öppna strålkällor.

Vid laboratorieanvändning av öppna strålkällor kan även vätskeformigt avfall bildas. När nivåerna understiger de nivåer som anges i gällande föreskrifter för utsläpp till avlopp [23] kan vätskan omedelbart släppas ut såvida det av andra skäl inte är tillåtet. Ett sådant exempel är lösningar från scintillationsräknare som p.g.a. sitt innehåll av organiska lösningsmedel inte får släppas ut i det kommunala avloppet. Avfall av sådana lösningar uppstår normalt i form av små plastburkar med några tiotals ml innehållande scintillationslösningar. Antingen samlas dessa som de är i en behållare, eller också töms vätskan i en större behållare. Aktivitetshalten i lösningen är normalt sådan att lösningen kan behandlas som ett organiskt lösningsmedel utan hänsyn till radionuklidinnehållet (bestämmelser för detta finns i ref [23]). Lösningar vars aktivitetinnehåll överskrider gränsvärdena för utsläpp samlas upp i kärl för transport till och behandling i Studsvik.

Lösningar innehållande radioaktiva ämnen kan i vissa fall omvandlas till fast avfall genom att vätskan absorberas i lämpligt material.

Vid användning av radionuklider på patienter sker utsöndring via urin och avföring till avloppssystemet. Vid diagnostiska behandlingar är halterna så låga att detta inte betraktas som ett signifikant problem, med vid terapeutisk användning av ^{131}I blir halterna under första tiden efter behandlingen så höga att de kan utgöra ett betydande strålskyddsproblem. Även om patienterna blir hänvisade till särskilda toaletter för att hålla kontaminering under kontroll och undvika att andra patienter blir kontaminerade, kan toaletterna utgöra ett arbetarskyddsproblem för de som har att städa toaletterna. Urin och avföring går ut i det vanliga avloppssystemet i mängder som är högre än de tillåtna aktiviteterna från laboratorieanvändning och kan ge mätbara halter i rötslam från det kommunala reningsverket. Det finns föreskrifter för när patienter kan skickas hem [24], vilket dock främst är motiverade av skydd för anhöriga.

Sammanfattningsvis kan sägas att stora mängder av avfallet från arbete med öppna strålkällor kan släppas ut i det kommunala avloppet. Visst avfall måste särbehandlas p.g.a. sitt innehåll av kemotoxiska ämnen. Övrigt avfall sorteras efter aktivitetsnivå och samlas upp i särskilda plastpåsar i avvaktan på avklingning, friklassning för omhändertagande via den kommunala sophanteringens eller för transport till Studsvik för vidare behandling och lagring.

Slutna strålkällor

Avfall från tillståndspliktig verksamhet med slutna strålkällor skall hanteras enligt bestämmelserna i ref. [23] vilket innebär att strålkällor överstigande 50 kBq måste omhändertas för att slutligen deponeras som radioaktivt avfall. Den hantering som sker hos användaren är främst sortering av uttjänta strål-

källor med hänsyn till deras slutdestination. Slutna strålkällor har normalt så lång halveringstid att de inte är lämpliga för att lagras hos användaren till dess att de uppnår friklassningsgränser, även om det kan finnas undantag. För strålkällor med aktivitetsinnehåll understigande 50 kBq kan slutdestinationen vara kommunal soptipp⁵ medan alla andra slutna strålkällor antingen måste returneras till leverantören eller sändas till Studsvik för långtidslagring och deponering. På grund av att Studsvik för närvarande inte tar emot slutna strålkällor innehållande gas är den enda möjligheten för dessa att returneras till leverantören.

Eftersom Studsvik tidigare tillverkat och fortfarande säljer (dock numera inte egentillverkade) strålkällor kan gamla strålkällor komma i retur till Studsvik som radioaktivt avfall.

Herrelösa strålkällor

Herrelösa strålkällor härrör normalt från tillståndspliktig verksamhet, men där det inte längre finns någon identifierad ursprunglig användare eller där den ursprungliga användaren inte längre existerar. Upphittade herrelösa strålkällor är nästan uteslutande gamla slutna strålkällor normalt i sina strålskärmar.

Det normala sättet att hantera en upphittad herrelös strålkälla är att kontakta SSM som då är behjälplig med att tillse att strålkällan blir hanterad på ett riktigt sätt anpassat till källans farlighet. Kostnaderna för omhändertagande inklusive transport kan vara mycket höga, mer än 100 000 kronor. SSM kan emellertid disponera medel anslagna till Naturvårdsverket för "Sanering och återställning av förorenade områden" för att täcka kostnaderna för omhändertagande av herrelösa strålkällor vilket innebär att upphittaren av en herrelös strålkälla inte själv behöver stå för dessa kostnader. Det kan emellertid vara ett problem att detta inte är allmänt känt.

Icke tillståndspliktig verksamhet

NORM

Rödfyr. Rödfyren lämnades efter bränningen i slagghögar i närheten av de platser där bränningen skedde. På vissa ställen har rödfyr använts som vägbeläggning och beläggning på löparbanor vilket anses som acceptabel användning, men har även använts som bjälklagsfyllning och som fyllning och dräneringsbrytande lager under byggnader vilket i dag inte anses lämpligt p.g.a. risken för förhöjda radonhalter i byggnaderna [3]. Den totala mängden uran som lakas ut från stora existerande rödfyrsdeponier kan vara betydande och det kan finnas anledning att vara uppmärksam på dess fortsatta spridning, speciellt i zoner där det utlakade uranet och dess dotterprodukter kan anrikas.

Blåbetong. Avfall innehållande blåbetong uppstår vid rivning av byggnader innehållande blåbetong. Den normala hanteringen av byggnadsavfall har tidigare varit relativt osorterad deponering på tipp för byggnadsavfall. I dag krävs sortering av byggnadsavfall och det möjliggör särbehandling av blåbe-

⁵ Värdena kommer att ändras när föreskriften [23] revideras vilket förväntas ske 2010

tong om denna identifierats innan rivning. Om detta inte görs kommer den sannolikt att krossas tillsammans med annan betog och användas som fyllnadsmaterial. De relativt små mängder som uppkommer när privatpersoner river byggnader kommer sannolikt att relativt omgående köras till kommunal uppsamlingsstation eller direkt till deponering på tipp.

Kolaska. Kolaska hanteras på många olika sätt. Det vanligaste i Sverige är att askan blandas med vatten innan den deponeras på tipp. Därvid fås en betongliknande produkt med låg lakbarhet som är väl lämpad för deponering på tipp. Kolaskan används även för att stabilisera annan aska från förbränning av miljöfarligt avfall för att därigenom få en produkt som kan deponeras. Andra hanteringar av kolaska är tillsats vid betongtillverkning, fyllnadsmaterial för vägbankar och på större industriytor, återfyllnad av nedlagda gruvor, råvara till gipsplattor och som tätskikt under deponier [6].

Torvaska. Torvaska från stora förbränningsanläggningar läggs antingen på tipp eller används för markutfyllnad. Den är enligt skogsvårdsstyrelsen inte aktuell för gödning av skogsmark [6]. Föreskriften [25] om aska innehållande ^{137}Cs gäller endast om torv förbränns tillsammans med trädbränsle och således inte om askan enbart härrör från torvförbränning, men en översyn av föreskriften sker f.n. vid SSM.

Vattenreningsfilter. På grund av den dåliga kännedomen om att vattenfilter kan innehålla NORM sker normalt ingen särskild hantering av uppkommet avfall och inga generella uppgifter om detta finns i det granskade materialet. Från stora anläggningar torde filtermassorna som inte längre kan användas att deponeras på tipp. I små vattenreningsfilter, där filtermaterialet är inneslutet i en behållare, kan filtermassan bli kvar i behållaren i samband med att filterenheten byts ut, men det kan även förekomma att filtermassan töms ut för att hamna på tipp eller i naturen.

Beläggningar i processanläggningar. Bortsett från oljeindustrin torde det vara relativt dålig kunskap inom industrin om att delar av vissa processanläggningar kan ha betydande beläggningar av NORM på insidan av system, t.ex. i rör och värmväxlare. I sådana fall vidtas inga åtgärder för att avlägsna sådana beläggningar innan systemen underhålls eller byts ut och inte heller kontrolleras aktivitetsnivåerna. NORM belagda metallföremål blir således behandlade som ”normalt skrot” och antingen deponerade på tipp (om det rör sig om små mängder) eller sända för återanvändning via ett smältverk där det emellertid kan identifieras som radioaktivt via installerade larmportar och återsändas till avsändaren. En riktad information till industrier, där sådana beläggningar kan uppstå, kan förbättra kännedomen och därmed även hanteringen av uppkommet NORM-avfall.

Gruvvarp innehållande uran och torium. Varp från gruvbrytning läggs upp i stora högar i närheten av den plats där den uppstår. Dessa varphögar kan antingen omvandlas till deponier genom lämplig övertäckning och andra åtgärder, men det förekommer även att varpen används som utfyllnadsmaterial i samband med vägbyggen och husbyggen samt används vid betongtillverkning [3]. För närvarande uppkommer inga nya varphögar med uran och toriumhalter av betydelse ur strålskyddssynpunkt, men med tanke på den

pågående omfattande prospekteringen och intresset att öppna nya gruvor i Sverige som ger varp med högre halter NORM kan det finnas anledning att vara uppmärksam på hur detta avfall hanteras och används i framtiden.

Järnmalmsslagg. Den gamla järnmalmsslaggen, som kan ha innehållit icke-försumbara halter av NORM, har normalt deponerats i anslutning till de masugnar där den bildades, men har även använts för husbyggnation och som utfyllningsmaterial [3]. Det finns anledning att följa upp hur järnmalmsslagg som uppstår från nya gruvor hanteras om detta innehåller högre halter än de nuvarande.

Zirkonsand. Det finns inga uppgifter i det granskade materialet om vad som sker med den gjuterisand som används när den inte längre är användbar för sitt ändamål, men sannolikt deponeras den på tipp.

Tjernobyavfall

Trädbränsleaska. Trädbränsleaska från stora förbränningsanläggningar läggs antingen på tipp, används för markutfyllnad eller, vilket enligt uppgift från SSM emellertid inte är vanligt, återförs till skogsbruken genom att spridas som gödning av skogsmarker. Aska från mindre förbränningsanläggningar kan även användas för gödning av egen mark. Trädbränsleaska innehåller inte andra radionuklider som är intressanta ur avfallssynpunkt än ^{137}Cs ; halterna av ^{14}C , ^3H , ^{40}K och andra naturligt förekommande radionuklider är så låga att de är ointressanta ur avfallssynpunkt. För verksamhet som genererar mer än 30 ton aska per år från energiproduktion gäller SSI FS 2005:1 [25] som bl.a. innebär förbud mot användning för gödsling av skogsmark om aktivitetshalten i askan överstiger 10 kBq/kg.

Luftfilter. Det finns inga uppgifter om hur stora tilluftsfilter hanterades i samband med att de byttes efter Tjernobylolyckan, men de flesta torde ha hanterats på samma sätt som normalt, d.v.s. de har deponerats på tipp.

Konsumentartiklar

Artiklar med lysfärg. Någon bra statistik över hur dessa artiklar hanteras som avfall finns inte. De flesta enskilda artiklar som används av privatpersoner är inte identifierade som radioaktivt avfall när produkten skrotas utan torde deponeras via hushållsavfallet. Den ökande källsorteringen och förbudet att lägga ett flertal produkter i hushållsavfallet (som normalt förbränns) innebär att ett ökat antal produkter kommer att omhändertas via de kommunala insamlingsstationerna där uppmärksam personal skulle kunna identifiera dessa som potentiellt radioaktivt avfall. Artiklar som identifierats som radioaktivt avfall kan på olika sätt överlämnas till Studsvik för omhändertagande.

Brandvarnare och rökdetektorer. Hantering av uttjänta brandvarnare och rökdetektorer styrs av WEEE direktivet [26] och föreskrifter om brandvarnare [27] och rökdetektorer [21]. Dessa ålägger producenten ansvaret för omhändertagandet. Enligt föreskrifterna skall kasserade brandvarnare insamlas för att det radioaktiva materialet skall omhändertas på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt. Studsvik, som under en period inte tog emot rökdetektorer och brandvarnare har nu återupptagit den tjänsten vilket innebär att det finns en fullt acceptabel väg för omhändertagande. Enligt uppgift

monterar Studsvik ut strålkällan från brandvarnaren/rökdetektorn och lagrar den tills vidare i avvaktan på att ett deponeringsalternativ skall finnas tillgängligt. Det bör noteras att all hantering av mer än enstaka brandvarnare och rökdetektorer kräver tillstånd vilket Studsvik har. Den ökande medvetenheten om att alla artiklar innehållande batterier skall samlas upp enligt WEEE direktivet, bör leda till att även ett ökat antal av brandvarnare samlas upp i stället för att slängas tillsammans med hushållsavfall.

Utarmat uran. Avfallet uppstår inte hos privatpersoner⁶ utan endast hos sådana som sannolikt är medvetna om att produkterna innehåller utarmat uran. Det finns ingen samlad bild av hur hanteringen av uppkommet avfall sker. Om uranet ingår som strålskärning i behållare för en strålkälla är det sannolikt att behållaren, och därmed även det utarmade uranet, medföljer den skrotade strålkällan till Studsvik eller i retur till utländsk leverantör.

Uranhaltiga glasyrer. Avfall innehållande uranhaltiga glasyrer hanteras inte på något enhetligt sätt. Flertalet produkter finns hos privatpersoner som inte är medvetna om att de innehåller uran och de blir således hanterade som ”vanligt avfall”. Om det identifieras som uranhaltigt, t.ex. samlade rester hos någon konstnär, kan det samlas upp för transport till Studsvik.

Toriumhaltiga produkter. Det saknas uppgifter om hur avfallet behandlas vid tillverkning av produkter. Den tidigare tillverkningen av toriumhaltiga värmeelement som skett i Sverige har emellertid upphört. Det finns heller inga samlade uppgifter om hantering av toriumhaltiga produkter när de skrotas. Rent allmänt kan dock följande vara troligt. Toriumhaltiga metalldelar från t.ex. flygplan behandlas som metallskrot varvid detaljer med förhöjda toriumhalter kan upptäckas i samband med skrothanteringen, men initiativ kan även tas från den som yrkesmässigt kommer i kontakt med materialet eftersom fenomenet inte är okänt. Vid svetsning med toriumhaltig svets elektrod blir en mindre del av svets elektrod avfall som torde slängas tillsammans med annat avfall från svetsningen. När glödstrumpor till gaslampor används blir de mycket spröda och när glödstrumpan inte längre är användbar blir det bara lite ”vitt pulver som sopas bort”. Med tanke på att ett stort antal glödstrumpor används i fält torde avfallet i stor utsträckning hamna där avfallet uppstår d.v.s. där glödstrumpan går sönder.

Lampor. Uttjanta lampor förvaras av användaren i avvaktan på att lämnas till kommunal uppsamlingsplats för riskavfall, vilket bör vara normalfallet eftersom lampor är ett avfall som skall uppsamlas, men ett antal lampor torde trots detta kastas tillsammans med hushållsavfallet.

Instrument innehållande strålkällor. Inget organiserat omhändertagande av dessa strålkällor förekommer, men eftersom även instrument innehållande en liten strålkälla ofta är märkt med radiaktsymbol där källan sitter kan man förvänta sig att strålkällan tas ut från instrumentet för att tas omhand som strålkälla. Det torde emellertid även förekomma att strålkällan lämnas kvar när instrumentet skrotas. Ett särskilt problem utgör utrustning med glasampuller innehållande ³H eftersom ampullerna relativt lätt kan krossas. Det

⁶ Om uranet kommer från en skrotad köl på en segelbåt kan det emellertid uppstå hos privatperson.

finns inte något accepterat deponeringsalternativ för dessa och Studsvik tar inte emot sådana för behandling/lagring.

Överspänningsavledare. Nya överspänningsavledare uppkommer inte som avfall och de gamla finns samlade i Studsvik där de avklingat till friklassningsnivå eftersom den ingående radionukliden ^{147}Pm har relativt kort halveringstid.

5. Lagring

Med lagring avses att något placeras i ett förvar från vilket det senare skall tas bort för vidare behandling eller för deponering. Allt radioaktivt avfall som uppstår i samband med tillståndspliktig verksamhet genomgår någon form av lagring och varje tillståndshavare är skyldig att lagra uppkommet avfall på ett betryggande sätt [23].

En stor del av det avfall som uppstår i samband med icke-tillståndspliktig verksamhet, speciellt när avfallsvolymer är stora, går direkt till deponering/förbränning. Lagring av radioaktivt avfall kräver tillstånd och kan förutom hos den som genererar avfallet endast göras vid Studsviks anläggningar vad gäller radioaktivt avfall i stort samt vid El-Kretsen vad gäller artiklar som producenten enligt WEEE-direktivet har skyldighet att återta. Lagringen vid Studsviks anläggning ligger utanför vad som behandlas i denna rapport.

Samma struktur används i detta avsnitt som i avsnitt 3.

Tillståndspliktig verksamhet

Historiskt radioaktivt avfall

I stort sett allt historiskt radiumavfall som inte är deponerat förvaras i Studsvik, men ett antal radiumstrålkällor finns bl.a. vid Sahlgrenska sjukhuset och Chalmers i Göteborg.

Öppna strålkällor

Två former av lagring sker hos tillståndshavaren. Lagring av mycket kortlivat avfall för att det skall avklinga till friklassningsnivån. Detta gäller både flytande och fast avfall som efter friklassning kan deponeras via det kommunala avloppet eller sophanteringssystemet. Vidare förekommer lagring av sådant avfall som kräver särskild behandling och deponering som radioaktivt avfall. Även sådant avfall lagras hos tillståndshavaren i avvaktan på transport till Studsvik. Lagring sker i enlighet med bestämmelserna i ref. [23]

Slutna strålkällor

Två former av lagring sker hos tillståndshavaren. Lagring av kortlivade strålkällor för att det skall avklinga till 50 kBq eller friklassningsnivån eller lagring till dess att strålkällan kan returneras till avsändaren eller till Studsvik för konditionering och/eller långtidslagring. Eftersom slutna strålkällor normalt har radionuklider med relativt lång halveringstid sker nästan ingen lagring för avklingning till friklassningsnivå hos användaren. Strålkällor som kommer i retur till Studsvik behandlas på samma sätt som andra strålkällor. Eftersom Studsvik inte tar emot aktivitet i gasform finns det ingen nationell långtidslagring av t ex ^{85}Kr och tritiumljus (GTL), den enda möjligheten att strikt följa bestämmelserna i ref [23] är att returnera avfallet till leverantören. Problemet illustreras bl.a. av fat med gamla tritiumljus som förvaras hos en användare eftersom han inte funnit någon som tagit emot avfallet.

Herrelösa strålkällor

Så snart en herrelös strålkälla identifierats är det innehavaren (den som hittat och identifierat källan som en strålkälla) som är skyldig att förvara den på ett betryggande sätt innan den kan omhändertas på ett mer permanent sätt. Eftersom upphittaren ofta inte har någon ”verksamhet med strålning” och därmed inget lager för radioaktivt material löses lagringen på olika sätt beroende på vilka kontakter upphittaren har. Ett sätt kan vara att be polisen om hjälp, ett annat att be någon som redan innehar strålkällor, inklusive Studsvik som dessutom har mycket goda resurser att lagra strålkällor. Eftersom SSM dels har tillsynsansvar för radioaktiva ämnen, dels disponerar resurser för att täcka kostnader för omhändertagande av herrelösa strålkällor är det viktigt att myndigheten kontaktas så tidigt som möjligt.

Icke tillståndspliktig verksamhet

NORM

När stora mängder NORM-avfall bildas görs/gjordes normalt ingen lagring utan sådant avfall går/gick direkt till slutförvaring i form av uppläggning på tipp. Detta är fallet för t.ex. *rödfyr*, *blåbetong*, *kolaska*, *trädbränsleaska*, *gruvvarp*, *järnmalmsslagg* och *zirkonsand*. I vissa fall kan NORM-avfallet tas från sådana deponeringar för att användas som bl.a. fyllnadsmaterial. Byggnadsmaterial som inkluderar *blåbetong*, sorteras i dag för att behandlas (krossas) och användas som fyllnadsmaterial. Detta kan ses som en lagring.

Vattenreningsfilter i små anläggningar torde i viss utsträckning bli kvar i sina reningsanläggningar när dessa tas ur drift och bli kvar i dessa till dess att hela anläggningen skrotas vilket inte alltid sker omedelbart efter det att anläggningen tagits ur drift.

Metallskrot som innehåller beläggningar med NORM, och som inte identifierats som radioaktivt avfall, lagras på företagets skrotgård innan det tillsammans med annat skrot skickas för smältning.

Konsumentartiklar

Artiklar med lysfärg. Dessa är föremål som normalt lagras helt utan hänsyn till dess innehåll av radioaktiva ämnen förutom de som skickats till Studsvik för omhändertagande.

Brandvarnare och rökdetektorer. Gamla brandvarnare lagras normalt i ett hem innan de antingen kastas tillsammans med hushållsavfall, lämnas till kommunal avfallsstation eller till leverantör. Sedan Studsvik återupptagit verksamheten att ta hand om brandvarnare och rökdetektorer finns en godkänd lagring i Sverige för dessa produkter som enligt WEEE direktivet leverantörerna är skyldiga att återta [26]. Även vid El-Kretsen som sköter insamlingen av gamla brandvarnare och rökdetektorer sker viss lagring innan avfallet skickas till Studsvik. Lagringen regleras av [21] [27].

Utarmat uran (som motvikt och strålskärm). Det är klarlagt om utarmat uran lagras hos någon av de som använder materialet som motvikter i flygplan. Om uran förekommer som strålskärmning är detta normalt väl känt av an-

vändaren och om en sådan skrotas torde behållaren/strålskärmen lagras på motsvarande sätt som annat lågaktivt material i avvaktan på att skickas till Studsvik som avfall eller returneras till avsändaren. Om behållaren innehåller strålkälla som samtidigt skrotas är det strålkällans egenskaper som avgör hur behållaren med utarmat uran lagras.

Uranhaltiga glasyrer. Endast produkter som identifierats som produkter innehållande uran är föremål för särskild lagring som då sker vid Studsvik. Enskilda bruksföremål och konstföremål torde inte bli föremål för särskild lagring.

Toriumhaltiga produkter. Det finns inga uppgifter om och i så fall hur toriumhaltiga restprodukter lagras i avvaktan på slutligt omhändertagande, men eftersom dels kunskapen bland användare att produkterna kan innehålla torium normalt är ganska liten och toriumhalterna dessutom är låga torde eventuella toriumhaltiga restprodukterna lagras på samma sätt som icke-toriumhaltiga restprodukter.

Instrument innehållande strålkällor. För de fall strålkällan tas bort från instrumentet i samband med skrotningen torde den lagras hos användaren endast så lång tid det tar att arrangera att den omhändertas som avfall vid Studsvik. I annat fall finns den kvar i instrumentet där det lagras innan det slutligen omhändertas (deponeras eller säljs som skrot). Problemet med tritiumljus finns även här.

Överspänningsavledare. Alla identifierade produkter lagras vid Studsvik.

6. Transport

Reglerna kring transport av radioaktiva ämnen är baserade på total- och specifik-aktivitet hos det material som skall transporteras (och inte om det klassas som avfall eller inte), säker inkapsling av materialet för att undvika spridning i samband med transporten samt administrativa åtgärder för att för att säkerställa att transporten sker i enlighet med regelsystemet. Detta avsnitt är därför utformat så att det kortfattat beskriver regelverket kring transport och de speciella svårigheter som kan uppstå vid transport av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter.

Regelverket

I transportsammanhang utgör radioaktiva ämnen en särskild klass av farligt gods och regleras därför av lagstiftningen om transport av farligt gods. De grundläggande bestämmelserna finns i lagen om transport av farligt gods [28] och dess förordning [29]. Transportlagstiftningens syfte är att skydda människor, djur, egendom eller miljön mot skador orsakade av det farliga godset, vilket i stort är samma syfte som strålskyddslagen har för radioaktiva ämnen. Det kan noteras att strålskyddslagens bestämmelser gäller parallellt med lagen om transport av farligt gods.

Eftersom många transporter är internationella är det viktigt att regelsystemet för transport av radioaktiva ämnen är likformigt i olika länder. Detta har uppnåtts genom att all nationell lagstiftning om transport av radioaktiva ämnen och detaljerna i deras tillämpningar baserar sig på IAEA's rekommendationer [30] och råd [31]. De internationella organisationerna för vägtransport, järnvägstransport, sjötransport och flygtransport har vidareutvecklat IAEA's detaljerade rekommendationer till transportspecifika regelverk för de olika transportslagen. Eftersom de alla är baserade på samma IAEA rekommendationer är det stor överensstämmelse vad gäller kraven för transport av radioaktiva ämnen, t.ex. klassificering och godkända typer av förpackning/behållare.

I Sverige ges de detaljerade föreskrifter för de olika transportslagen ut av transportmyndigheterna vilka är: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, för transporter på land (väg och järnväg) och Transportstyrelsen för sjö- och lufttransporter. Transport av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter sker nästan uteslutande på väg och det är därför de av MSB⁷ utfärdade transportföreskrifterna som gäller [32] vilka i princip är desamma som de internationella vägtransportbestämmelserna (ADR).

De ursprungliga transportrekommendationer som på 1960-talet utarbetades inom IAEA var inriktade på transport av dimensionsmässigt små strålkällor och baserades främst på erfarenheterna av transport av radiumstrålkällor. De har successivt förbättrats, detaljerats och anpassats till transport av bl.a. radioaktivt avfall.

⁷ Den 1 januari 2009 inrättades den nya myndigheten, "Myndigheten för samhällsskydd och beredskap", MSB, som tagit över ansvaret för transport av farligt gods på väg och den nya ADR-S gäller från och med den 16 februari 2009.

Transportsäkerheten baseras i stor utsträckning på att det radioaktiva ämnet skall vara tillräckligt strålskärmad (tillåtna ytdoser på kollit) och vara förpackat på sådant sätt att farliga mängder av radioaktiva ämnen inte skall komma ut i samband med en transport även om en olycka sker. Detta har lett till att det finns ett samband mellan mängd (specifik och total aktivitet) av radioaktivt material som skall transporteras och kraven på behållare som används för transporten. Kraven på de olika behållarna med sitt innehåll finns preciserade i IAEAs dokument [30]. För transport av slutna strålkällor används normalt Typ-A eller Typ-B kolli (kolli är i transportsammanhang behållare med sitt innehåll) som främst är avsedda för strålkällor med liten volym men med hög specifik aktivitet. För Typ-B kolli skall det finnas ett certifikat som klart visar vad kollit är godkänt för.

För radioaktivt avfall som upptar större volymer används ofta kollin av industrityp varav det finns tre: IP-1, IP-2 och IP-3 med olika kravspecifikationer (IP är förkortning av Industrial Package). För transport av radioaktiva ämnen vars totalaktivitet av varje enskild sändning eller specifika aktivitet inte överskrider strålskyddslagens undantagsbestämmelser gäller inte kraven i lagen om transport av farligt gods.

Om ingen godkänd behållare/kolli finns för en specifik transport har Strålsäkerhetsmyndigheten möjlighet att ge tillstånd för ”enskild transport enligt särskild överenskommelse”. Myndigheten är emellertid mycket restriktiv med sådana tillstånd och kräver att sökanden skall ha gjort stora ansträngningar för att anskaffa godkänd behållare/kolli innan sådant tillstånd ges samt ställer hårda krav på att andra åtgärder vidtas som garanterar att lika hög säkerhetsnivå erhålls som om godkänd behållare/kolli använts.

Den som är avsändare och den som genomför transporter av radioaktivt material som inte omfattas av ”undantagna kollin”⁸ skall ha en godkänd säkerhetsrådgivare och föraren av fordonet som utför transporten skall ha genomgått godkänd utbildning.

Svårigheter i samband med avfalls-transporter

Transportbestämmelserna är mycket detaljerade. Det är emellertid i princip inga problem att genomföra transporter i full överensstämmelse med regelverket så länge som det finns full dokumentation om och - om så krävs - med giltiga certifikat för strålkällan som skall transporteras, men det kan vara förenat med stora kostnader; en enskild transsport av en stor strålkälla kan kosta mer än 100 000 kronor. Det kan emellertid uppstå svårigheter i samband med transporter av radioaktivt avfall speciellt när lång tid förflutit från det att strålkällan användes eller avfallet uppstod. Några av de vanligaste orsakerna diskuteras nedan samt hur problemen kan överkommas. Det bör i sammanhanget noteras att avfall från icke-kärntekniska verksamheter normalt endast innehåller en eller ett litet fåtal radionuklider vilket bl.a. underlättar nuklid och aktivitetsbestämning.

⁸ Begreppet ”undantagna kollin” är ett särskilt begrepp in området transport av farligt gods.

Okänd radionuklid. Utan kunskap om radionuklid är det mycket svårt att uppfylla transportkraven. Detta problem uppstår när kunskap om avfalllets ursprung gått förlorad tillsammans med dokumentation. Gammastrålande radionuklider kan emellertid lätt identifieras med hjälp av gammaspektrometer som finns tillgänglig på många platser. Om det rör sig om en strålkälla i en utrustning kan även information från tillverkaren ge upplysning om vilken radionuklid den innehåller. Om strålkällan inte utsänder gammastrålning kan det emellertid vara utomordentligt svårt att göra en radionuklididentifikation.

Okänt aktivitetsinnehåll. Utan kunskap om aktivitetsinnehållet är det svårt att uppfylla transportkraven utan stora kostnader. Även detta problem uppstår när kunskap om avfalllets ursprung gått förlorad tillsammans med dokumentation. Om det rör sig om en gammastrålande radionuklid i en sluten strålkälla är det relativt lätt att uppskatta aktivitetsinnehållet med kändedom uppmätta strålnivåer, avstånd och skärmning. Även för betastrålande strålkällor kan uppskattningar göras som är tillräckliga för att uppfylla transportkraven. Om aktiviteten finns ojämnt fördelad i en större volym kan det emellertid uppstå betydande problem liksom om det förekommer alfastrålande radionuklider.

Saknad dokumentation. Om dokumentation finns som visar att en strålkälla fyller kraven på ”speciell beskaffenhet” kan den transporteras på enklare sätt än om sådan dokumentation saknas. Om dokumentation saknas krävs normalt en betydligt mer kvalificerad transportbehållare. Detta gäller speciellt för alfastrålande ämnen. Saknad dokumentation leder till höga kostnader för transport.

Godkänd transportbehållare saknas. Detta problem uppstår främst vid transport av gamla starka strålkällor där den ursprungliga transportbehållaren inte längre finns tillgänglig eller inte möter nu gällande krav. För de flesta fall finns emellertid godkänd transportbehållare av lämplig storlek tillgänglig vid Studsvik. Det finns även en internationell marknad där behållare kan hyras för enskilda transporter. Det händer emellertid att SSM får utfärda tillstånd för ”enskild transport enligt särskild överenskommelse” därför att godkänd transportbehållare inte finns tillgänglig.

Kunskap och erfarenhet. Det är avsändaren som har ansvaret för att planera och genomföra en transport och för en persons/organisation som inte regelbundet gör transporter av radioaktivt material kan det vara svårt att uppfylla alla detaljkraven i transportbestämmelserna. Tjänsten att planera och genomföra transport kan emellertid köpas, bl.a. från Studsvik.

Finansiering. Den som innehar en strålkälla är skyldig att svara för kostnaderna för dess omhändertagande och i vissa fall kan transportkostnaderna vara avskräckande höga. Detta gäller speciellt för den som ”hittar” en gammal strålkälla eller som övertar en verksamhet utan att i förväg veta att det även inkluderar ansvaret för gamla strålkällor. För den situationen finns emellertid särskilda medel som SSM förfogar över.

Det kan konstateras att de mycket detaljerade och stränga kraven som gäller för transport av radioaktivt avfall i normalfallet inte utgör något betydande problem, men i vissa fall kan de bli ett hinder för ett snabbt och effektivt omhändertagande av en upphittad strålkälla.

7. Slutligt omhändertagande

Det slutliga omhändertagandet av radioaktivt avfall sker antingen enligt principen ”dilute and disperse” vilket i stort sett är ”utsläpp” eller ”confine and contain” vilket motsvarar ”deponering”. Den allmänna trenden är att minska mängden radioaktivt avfall som slutligt omhändertas via ”utsläpp” och öka andelen som ”deponeras”. Lagring av mycket kortlivat avfall till dess att det uppnår friklassningsgränsen, och således inte längre behöver omhändertas som radioaktivt avfall, kan ses som en behandling av det radioaktiva avfallet där det naturliga sönderfallet omvandlar det radioaktiva avfallet till icke-radioaktivt avfall.

Detta avsnitt redogör kortfattat för omhändertagande via utsläpp och via deponering samt de allmänna kraven för de olika alternativen. Eftersom det är SSM som beslutar vad som är acceptabla alternativa slutsteg för olika avfallsströmmar baserat på en sammanvägd bedömning av bl.a. risker och kostnader dras inga slutsatser om hur de olika avfallen som diskuteras i tidigare avsnitt slutligt skall omhändertas.

Utsläpp

Utsläpp av luftburet radioaktivt avfall (i gasform eller som aerosoler) sker till ett ventilationssystem och regleras av SSI FS 1983:7 [23] eller särskilda tillståndsvillkor. I vissa fall, dock ej ofta, finns i systemet ett filter som samlar upp partikelbundna radioaktiva ämnen. Filter från sådana ventilationsanläggningar behandlas vid behov som fast radioaktivt avfall.

Utsläpp till luft förekommer i samband med tillverkning av isotopmärkta föreningar vid läkemedelsindustrin, vid laboratorier som hanterar öppna strålkällor och vid sjukhus där t.ex. lungfunktionsstudier görs med radioaktiva ädelgaser.

Utsläpp av vattenburna radioaktiva ämnen sker till avloppssystem och regleras av SSI FS 1983:7 [23] eller särskilda tillståndsvillkor. Ämnen lösta i organiska lösningsmedel kan normalt inte släppas ut till ett avlopp på grund av det organiska lösningsmedlet utan måste antingen förbrännas (vilket kräver tillstånd om halterna eller totalmängderna av radionukliderna överskrider föreskrivna undantagsnivåer) eller processas så att det kan omhändertas som fast radioaktivt avfall.

Utsläpp till avloppssystem sker normalt vid laboratorier som hanterar öppna strålkällor liksom vid sjukhus som använder radioaktiva ämnen för diagnostik och terapi. Även i samband med spårämnesundersökningar sker vätskeformiga utsläpp och då ibland direkt till en recipient i naturen.

Ventilations- och avloppssystem som används för utsläpp kan bli kontaminerade på insidan vilket måste beaktas vid service och rivning av anläggningen.

Deponering

IAEAs nya klassificeringssystem för radioaktivt avfall [7] gör en direkt koppling mellan klassificering och typ av deponerings som kan användas för avfallet som översiktligt beskrivits i sektion 2.1.

I Sverige har kärnkraftindustrin byggt upp ett system för omhändertagande av det radioaktiva avfall som uppstår vid driften av de kärntekniska anläggningarna. System, som främst byggdes upp under 1980 och 1990 talen, bygger på en äldre klassificering där en separat avfallsklass ”medelaktivt avfall” inte ingick utan avfallsklassificeringen var ”låg- och medelaktivt avfall” som uppdelades i kortlivat och långlivat. Dessutom användes ”rivningsavfall” som en särskild avfallsklass.

Inom det svenska systemet finns två typer av deponeringar av radioaktivt avfall etablerade: i) markförvar för mycket lågaktivt avfall och ii) SFR-1, som när det byggdes på 1980-talet klassificerades som ett ”near surface repository”, avsett för låg- och medelaktivt kortlivat radioaktivt avfall.

I samband med att SFR-1 uppfördes ingicks 1984 ett avtal mellan det dåvarande helstatliga Studsvik Energiteknik AB och SKB, om slutförvaring av låg- och medelaktivt radioaktivt avfall; ett avtal som även godkändes av regeringen. Avtalet reviderades 1994. I avtalet regleras kostnader, under vilka förutsättningar och i vilka mängder låg- och medelaktivt avfall från icke-kärntekniska anläggningar skall tas om hand av SKB i SFR-1. Två huvudtyper av avfall omfattas av avtalet, dels avfall med anknytning till det svenska kärnkraftprogrammet, dels övrigt avfall från svenska uppdrag vilket i praktiken omfattade all tillståndsbunden verksamhet utanför det kärntekniska området. I regeringens godkännande av avtalet angavs att ”övrigt avfall från svenska uppdrag” ska avse, utöver det avfall som genereras i Studsviksanläggningen, även avfall som genereras utanför den verksamheten, till exempel vid sjukhus och forskningsstationer. Av totalt 22 000 fatekvivalenter med avfall som avtalet omfattar, utgör 10 800 fatekvivalenter (vilket motsvarar en deponeringsvolym av ca 3 500 m³) radioaktivt avfall från ”övriga svenska uppdrag”. Regeringen har 1984 betalat ersättning till SKB för transport och slutförvaring av upp till 10 800 fatekvivalenter. Enligt uppgift från SKB var år 2003 445 fat utnyttjad, vilket motsvarar ca 4 % av den kvoten och sedan dess har endast små mängder skickats från Studsvik för deponering i SFR-1 [3] [4].

I avtalet förband sig också SKB att planera och dimensionera framtida förvar för långlivat avfall och rivningsavfall från Studsvik. För omhändertagandet av detta avfall skall Studsvik betala skälig ersättning.

I utredningen ”Radioaktivt avfall i säkra händer” [4] konstateras:

- Genom SKB’s existerande och planerade slutförvar kommer tillräcklig kapacitet för att slutförvara allt icke-kärnkraftanknutet avfall under överskådlig framtid att skapas eller finnas tillgänglig
- Flera aktörer kan i framtiden tillhandahålla deponeringskapacitet för icke-kärnkraftanknutet avfall som ej behöver slutförvaras i bergtrum

- SKB har ingen skyldighet att ta emot icke-kärnkraftanknutet avfall för slutförvaring annat än det som faller under avtalet mellan Studsvik AB och SKB från 1984, som reviderats 1994, för vilket också SKB har erhållit ersättning.

Nedan görs en kort sammanfattning av status för de olika deponeringsalternativen för radioaktivt avfall i Sverige.

Kommunal behandlingsanläggning. Om villkoren i föreskriften [23] är uppfyllda får radioaktivt avfall från icke-kärnkraftanknuten verksamhet lämnas till kommunal behandlingsanläggning, vilket i praktiken innebär till avlopssystem eller förbränningsanläggning. Förutom strålkällor med aktivitet understigande 50 kBq innebär villkoren att avfall med ett högsta aktivitetsinnehåll av $10 \text{ ALI}_{\text{min}}^9$ per månad får skickas till kommunal behandlingsanläggning (avlopp eller förbränningsanläggning) från ett laboratorium eller motsvarande och att ytdosraten från enskilda förpackningar får vara högst $5 \mu\text{Gy/h}$. Dessutom skall det radioaktiva avfallet vara förpackat så att risk inte föreligger för läckage och förpackningen skall vara märkt med:

1. varselsymbol för joniserande strålning,
2. uppgift om avsändare,
3. uppgift om i förpackningen dominerande radionuklid och aktivitet,
4. uppgift om att dosraten inte överstiger $5 \mu\text{Gy/h}$

Dessa föreskriften är för närvarande (början av 2009) föremål för revidering inom SSM.

Markdeponering. Enligt förordningen om kärnteknisk verksamhet [33] får SSM utfärda tillstånd för anläggning för markdeponering av lågaktivt kärnavfall (motsvaras av "very low level waste" enligt [7]), dock inte från uranbrytning, under förutsättning att totalaktiviteten i deponin understiger 10 TBq, varav högst 10 GBq utgörs av alfaaktiva ämnen. Sådana anläggningar finns vid OKG Oskarshamn (1984, utbyggd 2004), Studsvik (1988), Forsmark (1989) och Ringhals (1993). För vardera av dessa anläggningar finns tillståndsvillkor som ytterligare begränsar vad som får deponeras, bl.a. är maximala aktiviteten i varje enskilt förvar begränsad till 100 GBq (200 GBq för utbyggnaden i OKG).

Dessa anläggningar är avsedda för deponering av kärnavfall och är inte tillgängliga för deponering av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter.

SFR-1. Anläggningen togs i drift 1988 och är avsedd för kortlivat driftavfall och, enligt överenskommelse med Studsvik och regeringen, även för annat svenskt radioaktivt avfall som uppfyller acceptanskriterierna för SFR-1. Förvaringsdelarna består av bergsalar, tunnlar och en silo utsprängda i berget ca 50 m under havsytan utanför Forsmarksverket. Den befintliga anläggningen har en kapacitet av $63\,000 \text{ m}^3$ och vid årsskiftet 2007-2008 var totalt ca $32\,000 \text{ m}^3$ avfall deponerat. Det finns tillståndsvillkor som ger besvärande begränsningar för avfall från icke-kärntekniska verksamheter.

⁹ Lista av ALI-värden (Annual Limit on Intake) för olika radionuklider finns i föreskriften

Utbyggnad av SFR. Från början var SFR (SFR var ursprungligen förkortning av Slutförvar För Reaktoravfall) uppdelat i tre delar; ett för driftavfall (SFR-1), ett för hårdkomponenter (SFR-2) och ett för rivningsavfall (SFR-3). Enligt SKB's reviderade planer [34] kommer SFR-1 att utvidgas till att även omfatta rivningsavfall. Provbörningar har inletts 2008 och den nya anläggningen planeras att bli tagen i provdrift 2020. Om inget oväntat inträffar kommer den nya anläggningen att förläggas i anslutning till nuvarande anläggning. Eftersom egenskaperna hos rivningsavfallet mycket liknar det för driftavfallet planerar SKB att "slå ihop" SFR-1 och SFR-3 till ett slutförvar för radioaktivt driftavfall och ändra benämningen till SFR.

SFL. Allt kärnavfall som inte möter acceptanskriterierna för SFR kommer att deponeras i en kommande anläggning för slutförvaring av låg- och medelaktivt långlivat avfall, SFL, som således även kommer att inkludera kärnavfall tidigare planerat för deponering i SFR-2. Fud-programmet 2010 kommer att beskriva planeringen av SFL som förväntas tas i drift tidigast år 2045. Trots att planeringen av SFL ännu inte på allvar påbörjats kan konstateras att de mängder radioaktivt avfall som härrör från icke-kärntekniska verksamheter och som kräver sådant förvar är så små att det inte nämnvärt påverkar dimensioneringen av anläggningen. Även om SKB i olika sammanhang har uttryckt villighet [4] att ställa deponeringsvolym till förfogande mot kostnadstäckning så finns det ingen skyldighet för SKB att göra så. Frågan om skyldighet att ta emot radioaktivt avfall för deponering kan emellertid tas upp till prövning i samband med granskningen av ansökan för SFL.

SF, slutförvar för använt kärnbränsle. Platsvalsundersökningarna för detta slutförvar är avslutade och ansökan enligt kärntekniklagen planeras bli insänd 2009 och ansökan om provdrift 2019 [34]. Anläggningen är emellertid planerad för deponering av använt kärnbränsle och torde inte vara av intresse för deponering av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det finns kapacitet för deponering av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter inom ramen för existerande och planerade anläggningar, möjligen med undantag av större volymer av NORM-avfall av sådan karaktär att SSM kommer att bedöma att det behöver deponeras som radioaktivt avfall eftersom de existerande fyra markdeponeringarna inte får ta emot sådant avfall och några liknande anläggningar för annat radioaktivt avfall inte finns eller planeras. Ett annat problem är de tillståndsvillkor som gäller för SFR-1. Dessa ger besvärande begränsningar som bl.a. inte tillåter deponering av gasformiga strålkällor, främst ⁸⁵Kr strålkällor och tritiumljus, vilka enligt IAEAs klassificering är lågaktivt avfall och därmed lämpliga för deponering i ett s.k. near surface repository. Detta leder till att ett flertal av denna typ av strålkällor för närvarande förvaras på ett mindre tillfredsställande sätt. Tillståndsvillkoren för SFR-1 sattes mot bakgrund av kraftindustrins behov och det kan finnas anledning att göra en översyn av tillståndsvillkoren mot bakgrund av behoven för deponering av radioaktivt avfall från icke-kärntekniska verksamheter.

8. Sammanfattning

Nedanstående två tabeller utgör en sammanfattning av avfall från icke kärntekniska verksamheter. Tabellerna ger emellertid inte en fullständig bild utan endast är endast indikativ. För att få en mer fullständig bild rekommenderas texten i rapporten och angivna referenser.

Tabell 8-1. Sammanfattning av avfall från tillståndspliktig verksamhet

Produkt och ursprung		Radio-nuklider	Aktivitets-konc.	Årlig mängd/aktivitet	Total mängd/aktivitet	Hantering/lagring	Deponering	Trend	Kommentar
Historiskt avfall	Främst slutna strålkällor inom sjukvård och forskning	²²⁶ Ra	Mycket hög	Enstaka källor	840 GBq	Samlas upp och skickas till Studsvik för lagring i avvaktan på deponering	Alternativ saknas	Minskande	De flesta strålkällorna är medelaktivt avfall enligt nya IAEA klassificeringen.
	Produkter och rester	²²⁶ Ra	Hög	Enstaka artiklar	Stort antal enskilda källor med liten aktivitet		Alternativ saknas	Minskande	De flesta strålkällorna är medelaktivt avfall enligt nya IAEA klassificeringen.
Öppna strålkällor	Urin och avföring	¹³¹ I m.fl.	Betydande	Stora aktiviteter till avlopp	-	Direkt till avlopp	-	Oförändrad	Kortlivat. Även om det når kommunal avfallsanläggning torde det inte utgöra ett långsiktigt avfallsproblem.
	Produkter och rester	Kortlivade	Betydande	Stora aktiviteter i primäravfall	-	Lagras för avklingning	Kommunal avfallsbehandling	Oförändrad	Friklassning kan även användas för avfall innehållande så låga halter av långlivade nuklider att de uppfyller kraven i [23].
	Produkter och rester	Långlivade	Måttlig	Några ton med måttlig aktivitet	Måttliga volymer	Samlas upp, sorteras och lagras i avvaktan på deponering	Kommunal avfallsbehandling eller SFR-1	Oförändrad	Visst avfall kan inte deponeras i SFR-1. Det gäller sådant som inte fyller acceptanskriterier för ytnära förvar, men delvis även beroende på tillståndsvillkor för SFR-1.
Slutna strålkällor	Sjukvård, industri, forskning	⁶⁰ Co, ¹³⁷ Cs, ²⁴¹ Am m.fl.	Mycket hög	≈ 200 källor	Stort antal	Omhändertats och lagras hos innehavaren eller Studsvik eller returneras till leverantören	De flesta till SFR-1	Oförändrad	P.g.a. tillståndsvillkoren för SFR-1 är det problem med deponering av vissa källor trots att de klassas som lågaktivt avfall enligt nya IAEA klassificeringen.
	Industri	Gasformiga (³ H och ⁸⁵ Kr)	Mycket hög	≈ 10 källor	Stort antal	Omhändertats. Lagras hos innehavaren. Studsvik tar ej emot	Kan f.n. ej deponeras	Oförändrad	P.g.a. tillståndsvillkoren för SFR-1 kan strålkällorna inte deponeras i SFR-1 trots att de klassas som lågaktivt avfall enligt nya IAEA klassificeringen.
Herrelösa strålkällor	Sjukvård, industri, forskning	⁶⁰ Co, ¹³⁷ Cs, ²⁴¹ Am m.fl.	Mycket hög	Enstaka källor	?	Omhändertats. Lagras hos Studsvik	De flesta till SFR-1	Oförändrad	Huvudsakligen slutna strålkällor.

Tabell 8-2. Sammanfattning av avfall från icke tillståndspliktig verksamhet

Produkt och ursprung		Radio-nuklider	Aktivitets-konc. [kBq/kg]	Årlig mängd	Total mängd	Hantering/lagring	Deponering	Trend	Kommentar
NORM	Rödfyr	Uran	2,5-6	0	Miljontals m ³	Gick direkt till lokal deponering	Deponerat på särskild deponi	Avslutad verksamhet	Deponierna är kända. Läckage av uran uppmätt från deponierna dock ej sådana som av hälsoskäl kräver åtgärder
	Blåbetong som uppstår vid rivning	Uran	0,5-3,5	Tusentals m ³	Miljontals m ³	Behandlas som rivningsavfall	Deponeras som rivningsavfall	Konstant över lång tid	Rivningsavfall sorteras. Alternativ till deponering är krossning och användning som fyllnadsmaterial
	Fosfatgips	Uran + ²²⁶ Ra	0,6-2,5	0	Miljontals ton	Gick direkt till lokal deponering	Deponerat på särskild deponi	Avslutad verksamhet	Största deponeringen är en konstgjord ö utanför Landskrona
	Byggnads- gips	Uran + ²²⁶ Ra	?	?	Stora mängder	Behandlas som rivningsavfall	Deponeras som rivningsavfall	Konstant över lång tid	Det saknas information om aktivitetshalter i gips som används
	Konstgödsel tillverkning	Uran + ²²⁶ Ra	?	0	Betydande mängder	?	?	Avslutad verksamhet	Det saknas information om aktivitetshalter i eventuella restprodukter från konstgödseltillverkning
	Kolaska	Uran torium	< tiotals ?	Betydande (100 000 ton)	Stora mängder	Blandas med vatten före deponering	Deponeras på särskild deponi	Ingen väsentlig förändring förväntas	Internationellt uppstår mycket stora mängder, dock ej så stora i Sverige. Mätningar på svensk aska saknas
	Torvaska	Uran torium (¹³⁷ Cs)	< 10 < 2	30 000 ton	Stora mängder	Går direkt till lokal deponering	Deponeras på särskild deponi	Ingen väsentlig förändring förväntas	Torvaska kan även innehålla ¹³⁷ Cs från nedfall. Mätningar saknas, men beräkningar visar att halter upp till 100 kBq/kg av ¹³⁷ Cs kan uppnås
	Vattenreningsfilter	²²⁶ Ra uran	< tiotals	10-tals m ³	Måttliga	Torde gå direkt till deponering	Deponeras	Ingen väsentlig förändring förväntas	Halterna varierar mycket beroende på hur filtren används. Halter överstigande 100 kBq/kg (²²⁶ Ra) har uppmätts i vissa filter medan andra har uppvisat halter understigande 1 kBq/kg.

Tabell 8-2. Sammanfattning av avfall från icke tillståndspliktig verksamhet, forts

Produkt och ursprung		Radio-nuklider	Aktivitets-konc. [kBq/kg]	Årlig mängd	Total mängd	Hantering Mellanlagring	Deponering	Trend	Kommentar
NORM	Beläggningar i process anläggningar	²²⁶ Ra uran	60	Måttlig	Måttlig	Lagras som metallskrot	?	Ingen väsentlig förändring förväntas	Ingen enhetlig behandling. Kan klassas och behandlas som radioaktivt avfall om halterna är höga
	Gammal varp	Uran	Lokalt mer än 10-tals	0	Betydande	Gick direkt till lokal deponering	Deponerat på särskild deponi	Uppstår ej längre	Uppgifterna gäller gamla varphögar med block där uranmineralisering förekommer.
	Ny varp	Uran	< 1	Miljontals m ³	Miljontals m ³	Går direkt till lokal deponering	Deponeras på särskild deponi	Konstant över lång tid	Om nya gruvor öppnas kan uranhalterna i varpen ändras
	Gammal järnmalm- slagg	Uran	2-10	0	Måttlig	Gick direkt till lokal deponering	Deponerat på särskild deponi	Uppstår ej längre	Gammal järnmalmsslagg har även använts för utfyllnad och som byggnadsmaterial
	Ny järn- malm- slagg	Uran	< 1	Mycket stor	Mycket stor	?	?	Konstant över lång tid	Om nya gruvor öppnas kan uranhalterna i slaggen ändras
	Zirkonsand	Uran torium ²²⁶ Ra	7 11 8	480 ton	Måttlig	Torde gå till deponering	Deponeras ?	Ingen väsentlig förändring förväntas	Det är oklart hur använd zirkonsand hanteras och deponeras
Tjerno- byrela- terat	Trädbränsle aska	¹³⁷ Cs	< tiotals	300-700 ton	Måttlig	Går direkt till lokal deponering	Deponerat på särskild deponi	Konstant över tiotals år	Aska kan även spridas som gödning. Särskilda föreskrifter gäller för anläggning som genererar mer än 30 ton aska per år.
	Luftfilter	¹³⁷ Cs	?	0	Måttliga	Torde gått direkt till deponering	Deponerat på industri deponi	Uppstår ej längre	Tilluftfilter med betydande halter av ¹³⁷ Cs och ¹³¹ I uppstod i samband med Tjernobyl-olyckan 1986.
Konsu- ment artiklar	Artiklar med lysfärg	³ H m.fl.	Normalt mindre än undantagsnivåerna per enhet	Hundratals artiklar	Stort antal artiklar	Ingen enhetlig hantering och lagring	Ingen enhetlig deponering	Ingen väsentlig förändring förväntas	Enstaka enheter kan ha aktivitetsnivåer som överstiger undantagsnivåerna. Enstaka burkar med lysfärgsrester innehållande betydande aktivitet kan uppkomma.
	Brandvarnare	²⁴¹ Am	40 (per enhet)	100 000 till 1 000 000 enheter	Flera miljoner	Samlas upp av leverantör och skickas till Studsvik för behandling	Problem med deponering i SFR-1 p.g.a. tillståndsvillkoren	Konstant över närmaste 10 åren	Ny försäljning har minskat kraftigt varför avfallet på sikt kommer att minska. Hanteringen är reglerad i författning.
	Rökdetektorer	²⁴¹ Am	200 (per enhet)						

Tabell 8-2. Sammanfattning av avfall från icke tillståndspliktig verksamhet, forts

Produkt och ursprung		Radio-nuklider	Aktivitets-konc. [kBq/kg]	Årlig mängd	Total mängd	Hantering Mel-lanlagring	Deponering	Trend	Kommentar
Konsument artiklar	Utarmat uran	Uran	≈10 ⁴	Hundratals kilo	Måttlig	Samlas upp för transport till Studsvik	Endast lagring på Studsvik	Ingen väsentlig förändring förväntas	Stor variation kan förväntas i årlig uppkomst eftersom det rör sig om ett fåtal enheter. Deponeringsalternativ saknas för närvarande
	Uranhaltiga glasyrer	Uran	Låg	Måttlig	Måttlig	Ingen enhetlig hantering och lagring	Ingen enhetlig deponering	Ingen väsentlig förändring förväntas	Föremål som identifieras som innehållande uran kan transporteras för lagring vid Studsvik. Det är dock inte sannolikt att enskilda glaserade föremål skickas till Studsvik. Deponeeringsalternativ som radioaktivt avfall saknas
	Torium haltiga produkter	Torium	Normalt mindre än undantagsnivåerna per enhet	Måttlig	Måttlig	Ingen enhetlig hantering och lagring	Ingen enhetlig deponering	Ingen väsentlig förändring förväntas	Endast undantagsvis hanteras toriumhaltiga produkter som "radioaktiva"
	Lampor	³ H ⁸⁵ Kr Torium	< 11 0,02-0,2 < 0,07 (Per enhet)	Stort antal enskilda produkter	Stort antal enskilda produkter	Lämnas normalt till kommunal uppsamlingsplats	?	Kan öka med ökad användning av låg-energilampor	Mycket låga halter i varje enskild enhet, men stort antal enheter
	Instrument	³ H m.fl.	Normalt mindre än undantagsnivåerna per enhet	Liten	Liten	Ingen enhetlig hantering och lagring	Ingen enhetlig deponering	Ingen väsentlig förändring förväntas	Om källan tas ut från utrustningen tas den normalt hand om via Studsvik. Problem med tritiumljus.
	Överspänningsavledare	¹⁴⁷ Pm	50-100 (per enhet)	0	Tiotusentals	Insamlade och lagras hos Studsvik		Uppstår ej längre	¹⁴⁷ Pm har kort halveringstid (2,5 år) varför detta inte längre behöver betraktas som radioaktivt avfall

Referenslista

- 1 SSI-rapport 96-18. Hantering av radioaktivt avfall i Sverige före år 1980 samt radium och radiumavfall fram till år 1996.
- 2 SSI-rapport 2001:15. Radioaktivt avfall från icke tillståndsbunden verksamhet (RAKET).
- 3 SSI-rapport 2003:22. Kartläggning av radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet (IKA).
- 4 SOU 2003:122. Radioaktivt avfall i säkra händer. Betänkande av utredningen om radioaktivt avfall från icke-kärnteknisk verksamhet.
- 5 Verksamheter som ger upphov till NORM. Sammanställning av Petra Wallberg, 14 juli 2004.
- 6 Sammanställningar från projekt UPPÅT. SSI dnr 2006/880-40.
- 7 Draft IAEA Safety Guide No DS 390. Classification of Radioactive Waste.
- 8 SSI FS 2006:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om införsel och utförsel samt rapportering av radioaktiva ämnen.
- 9 Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources. IAEA, Vienna, 2004.
- 10 Council Directive 2003/122/Euratom of 22 December 2003 on the control of high-activity sealed radioactive sources and orphan sources, Official Journal L 346 , 31/12/2003 P. 0057 – 0064.
- 11 Categorization of Radioactive Sources. IAEA Safety Guide No. RS-G-1.9. Vienna 2005.
- 12 SFS 1988:293. Strålskyddsförordning.
- 13 Nature and magnitude of spent radiation sources. IAEA-TECDOC-620, Vienna, 1991.
- 14 Personlig information från SSM.
- 15 Gas och Kol, Tillgång och prisutveckling, En faktarapport inom IVA-projektet energiframsyn Sverige i Europa, Kungliga Vetenskapsakademien IVA, 2002.
- 16 Uppdrag avseende de ekonomiska förutsättningarna i vissa regioner mot bakgrund av situationen för torvbruket, Diarienummer 012-05-5296, NUTEK, Statens Energimyndighet, Naturvårdsverket samt Institutet för Tillväxtpolitiska Studier ITPS, 2006-02-01.
- 17 SSI-Rapport 2003:02. Stråldoser vid användning av torvbränsle i stora anläggningar.
- 18 SSI-rapport 2005:14. Mätning av naturlig radioaktivitet i och från filter vid några vattenverk.
- 19 Personlig kommunikation med Gustav Åkerblom.
- 20 The Chernobyl Fallout in Sweden, Results of a Research Programme on Environmental Radiology, Edited by L. Moberg, SSI, 1991.

- 21 SSI FS 1994:3. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om rökdetektorer som innehåller radioaktivt ämne.
- 22 Guidelines for the regulatory control of consumer products containing radioactive substances in the European Union, Issue 147, 2007.
- 23 SSI FS 1983:7. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter m.m. om icke-kärnenergiäknat radioaktivt avfall.
- 24 SSI FS 2000:3. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter och allmänna råd om nukleärmedicin.
- 25 SSI FS 2005:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter och allmänna råd om hantering av aska som är kontaminerad av ^{137}Cs .
- 26 WEEE-Direktivet av den 27 januari 2003 om avfall som utgörs av eller innehåller elektriska eller elektroniska produkter, Direktiv 2002/96/EG.
- 27 SSI FS 1992:4. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om brandvarnare som innehåller strålkälla med radioaktivt ämne.
- 28 SFS 2006:263. Lagen om transport av farligt gods.
- 29 SFS 2006:311. Förordningen om transport av farligt gods.
- 30 Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2005 Edition Safety Requirements, Safety Standards Series No. TS-R-1, Vienna 2005.
- 31 Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material Safety Guide, Safety Standards Series No. TS-G-1.1 (Rev.1), Vienna 2008.
- 32 MSBFS 2009:2. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, ADR-S.
- 33 SF 1984:14. Förordning om kärnteknisk verksamhet.
- 34 Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Fud-program 2007, SKB, 2007.



Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-17116 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-post: registrator@ssm.se
Webb: stralsakerhetsmyndigheten.se