

R-11-15

Kärntekniska industrins praxis för friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark

Handledning

Svensk Kärnbränslehantering AB

Oktober 2011

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



ISSN 1402-3091

SKB R-11-15

Kärntekniska industrins praxis för friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark

Handledning

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2011

Förord

Den kärntekniska industrins praxis för friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark, Friklassningshandboken, har tagits fram som ett industrigemensamt projekt med deltagare från de olika tillståndshavarna.

Ett stort antal personer har varit inblandade i arbetets olika faser. Projektet har haft en styrgrupp bestående av representanter för de olika tillståndshavarna.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som med sin kunskap och erfarenhet bidragit vid framtagandet av denna handbok.

Jan Carlsson

Svensk Kärnbränslehantering AB
Beställare

Arne Larsson

Studsвик Nuclear AB
Projektledare

För tillståndshavarna:

Barsebäck Kraft AB, Håkan Lorentz

Forsmarks Kraftgrupp AB, Staffan Hennigor

Ranstad Industricentrum AB, Ola Värnild

OKG AB, Christer Solstrand

Ringhals AB, Dan Aronsson

Studsвик Nuclear AB, Anders Pettersson

AB SVAFO, Christoffer Ellmark

Svensk Kärnbränslehantering AB, Ingvor Svantesson

Westinghouse Electric Sweden AB, Hans Mellander

Sammanfattning

Denna handbok utgör den svenska kärntekniska industrins gemensamma praxis för friklassning och därmed undantag från kärntekniklagen och strålskyddslagen för material, lokaler och byggnader samt mark. Efter friklassning får hantering/ användning ske utan fortsatt kontroll ur strålskyddssynpunkt.

Frikläsning utförs för att minska mängden radioaktivt avfall. Friklassat material kan antingen återanvändas i sin ursprungliga form, återvinnas eller, om sådana möjligheter saknas, deponeras som konventionellt avfall.

Arbetsättet, som beskrivs i handboken, baseras främst på Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrift SSMFS 2011:2: ”Föreskrifter om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning”.

Handbokens syfte är att vara ett verktyg och vägledning vid framtagandet av företagsspecifika rutiner och instruktioner. Den beskriver de principer, processer och rutiner som bör följas under ett friklassningsförfarande. Intentionen är att gällande föreskrifter uppfylls om rutiner och principer enligt handboken följs.

Handboken spänner över en lång rad olika förutsättningar för friklassning, såväl anläggnings specifika förutsättningar som olika typer av objekt för friklassning. Alla tänkbara förutsättningar och objekt kan inte omfattas, även om syftet har varit att täcka de vanligaste typerna av friklassningar.

Praxisen omfattar:

- Beskrivning av regelverk och rekommendationer, såväl svenska som internationella, vilka formar kravbilderna från vilken handboken utgår.
- Presentation av processen för friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark. Sådant som inte kan friklassas betraktas som radioaktivt avfall. Ett förslag till beslutsmodell redovisas.
- Redogörelse för radiologisk kartläggning av system och komponenter, byggnader samt mark med avseende på, av verksamheten tillförda, radioaktiva ämnen.
- Beskrivning av mätmetoder och därtill hörande tekniska utrustningar som kan nyttjas i friklassningsprocessen. Frågor kring mätplatsers bakgrunds nivåer, detektionsgränser och mätningars konfidens berörs.
- Presentation av förslag till rutiner för friklassning, liksom gruppering av materialflöden ur ett friklassningsperspektiv samt resonemang kring källsortering.
- Principer för kvalitetssäkring och dokumentation. Detaljreglering måste göras i respektive företags ledningssystem.
- Redogörelse för kompetensbehov hos de personer som utför mätningar, utvärderar resultatet och godkänner vad som är friklassat material. Kompetensprofiler för de olika rollerna inom friklassningsprocessen.

Summary

This handbook comprises the common practices of the Swedish nuclear industry for the clearance of material, rooms, buildings and soil in order to be exempted from the Swedish Nuclear Activities Act and the Swedish Radiation Protection Act. After clearance the management/usage of material, rooms, buildings and soil is permitted without any control from the radiation protection point of view.

Clearance is practiced to reduce the amount radioactive waste. Cleared material can be reused according to its original form, recycled or, if these two possibilities are not available, disposed as conventional waste.

The working procedures described in this handbook are mainly based on the regulation SSMFS 2011:2 from the Swedish Radiation Safety Authority: "Regulations concerning clearance of material, rooms, buildings and soil from activities with ionising radiation".

The purpose of this handbook is to serve as a tool and guidance for generating specific routines and instructions for clearance. It describes the principles, processes and routines that should be followed under a clearance procedure. The intention is to accomplish the current regulation by following the routines and principles described in this manual.

This handbook spans over a large number of conditions towards clearance, such as facility specific conditions and different types of objects. Because not all the conceivable conditions and objects can be included here, the purpose has been to cover the most common types of clearance practices.

The practices comprise:

- Description of regulations and recommendations, Swedish and international, that represent the basis of the requirements in this handbook.
- Presentation of the processes for clearance of material, rooms, buildings and soil. Those which cannot be cleared are considered as radioactive waste. A proposal for the decision-making process is presented.
- Illustration for radiological surveys to systems and components, buildings and soil in regard to the radioactive substances carried during the activities.
- Description of measuring methods and related technical equipment that can be used in a clearance process. Issues on radiological background in measuring places, detection limits and confidence of measurements are addressed.
- Presentation of proposals on routines for clearance, as well as grouping of material flows from a clearance point of view, and discussion on sorting criteria.
- Principles for quality assurance and documentation. Detailed directives must be addressed in every company's leading system.
- Review on the need of competence for the personnel performing measurements, evaluating results and approving cleared material. Competence profiles for the different roles involved in the clearance process.

Innehåll

1	Inledning	11
1.1	Bakgrund	11
1.2	Syfte och huvudprinciper	11
1.3	Förutsättningar och grundläggande begrepp	12
1.3.1	Strålskyddslagens och kärntekniklagens krav	12
1.3.2	Undantagsnivåer	12
1.3.3	Naturligt förekommande radioaktiva ämnen	12
1.3.4	Radioaktiva material eller föremål i verksamhet med joniserande strålning	12
1.3.5	Friklassningsregler	13
1.3.6	Friklassning för fri användning	13
1.3.7	Villkorad friklassning	13
1.3.8	Dispens från Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter	13
1.4	Handboken	14
1.5	Avgränsningar	15
1.6	Definitioner	15
2	Kravbild	17
2.1	Svenska lagar och föreskrifter	17
2.1.1	Friklassningsföreskriften	17
2.1.2	Områden med särskilda förutsättningar för friklassning	18
2.2	Internationella regler och rekommendationer	19
2.3	Interaktioner med transportregelverk	19
3	Radioaktivitetens ursprung och förekomst	21
3.1	Radioaktiva produkters ursprung	21
3.2	Förekomst av föroreningar	22
4	Processen för friklassning	25
4.1	Riskkategorier och principer för arbetet	25
4.2	Material	27
4.2.1	Materialkategorier med särskilda friklassningsvillkor	28
4.2.2	Bedömning av friklassningsbarhet	28
4.2.3	Dekontaminering	29
4.3	Lokaler och byggnader	30
4.3.1	Bedömning	31
4.3.2	Sanering och dekontaminering av lokaler och byggnader	32
4.4	Mark	32
4.4.1	Bedömning	33
4.4.2	Sanering och dekontaminering av mark	33
5	Radiologisk kartläggning	35
5.1	Material	35
5.1.1	Kategorisering efter risk	36
5.1.2	Material med extremt liten risk för förorening	36
5.1.3	Material med liten risk för radioaktiv förorening	37
5.1.4	Material med risk för radioaktiv förorening	37
5.1.5	Material med radioaktiv förorening över friklassningsgräns	37
5.2	Lokaler och byggnader	38
5.2.1	Lokaler och byggnader med extremt liten risk för radioaktiv förorening	38
5.2.2	Lokaler och byggnader med liten risk för radioaktiv förorening	38
5.2.3	Lokaler och byggnader med risk för radioaktiv förorening	38
5.2.4	Lokaler och byggnader med radioaktiv förorening över friklassningsgräns	40
5.2.5	Lokaler och byggnader utanför kontrollerat område	40

5.3	Mark	40
5.3.1	Mark med liten risk för radioaktiv förorening	41
5.3.2	Mark med risk för radioaktiv förorening	41
5.3.3	Områden med radioaktiv förorening över friklassningsgräns	41
5.4	Mätning vid radiologisk kartläggning	41
5.4.1	Mätning av total aktivitet	42
5.4.2	Nuklidspecifika mätningar	42
5.4.3	Nuklidvektorer	43
5.5	Informationshantering vid radiologisk kartläggning	43
6	Mätmetoder och mätteknik för aktivitetskontroll	45
6.1	Mätplats	45
6.2	Mätobjekt	46
6.2.1	Material	46
6.2.2	Lokaler och byggnader	48
6.2.3	Mark	48
6.3	Mätmetoder	48
6.3.1	Mätning av total aktivitet	48
6.3.2	Nuklidspecifik mätning	50
6.4	Teori för nuklidspecifik mätning	51
6.4.1	Geometrier och effektivitetskalibrering	51
6.4.2	Beräkningsmodeller	52
6.4.3	Krav på utvärderingsprogramvara	52
6.5	Nuklidvektorer	52
6.5.1	Bestämning av nuklidvektorer	53
6.5.2	Aspekter på användning av nuklidvektorer	54
6.5.3	Möjlighet till direktfriklassning baserat på ”scintning” och nuklidvektor	54
6.6	Mätosäkerheter vid friklassningsmätning	55
6.6.1	Krav på mätsystemet	55
6.6.2	Krav på enskilda mätvärden	56
6.6.3	Provtagningsstrategi	58
6.6.4	Sammanfattning	58
6.7	Exempel: Friklassning av vattenkyld elmotor	58
7	Rutiner och logistik	61
7.1	Materialflöden	61
7.2	Källsortering	61
7.3	Materialflödets beroende av mätmetod	61
7.3.1	Strykprover	62
7.3.2	Avsökning med instrument	62
7.3.3	Nuklidspecifika mätningar	62
7.4	Kategoriindelning av materialflöden	62
7.5	Friklassningsflöden för material	63
7.5.1	Verktyg och utrustningar	63
7.5.2	Material med liten risk för förorening	63
7.5.3	Material med risk för radioaktiv förorening	64
7.5.4	Fast material tyngre än 1 ton	65
7.5.5	Olja och andra vätskor	66
7.5.6	Pulverformigt avfall	66
7.5.7	Återvinning eller deponering av friklassat material	68
7.6	Rutiner för friklassning av lokaler och byggnader	68
7.6.1	Allmänt	68
7.6.2	Radiologisk kartläggning och kategorisering	68
7.6.3	Bedömning och dekontaminering	68
7.6.4	Aktivitetskontroll	69
7.6.5	Granskning och godkännande	69

8	Kvalitetssäkring och dokumentation	71
8.1	Kvalitetssäkring	71
8.1.1	Kategorisering	71
8.1.2	Lämplighet att friklassa	71
8.1.3	Kontroll av nuklidvektorer	71
8.1.4	Kontroll av instrument	72
8.1.5	Utvärdering av mätresultat	72
8.1.6	Frisläppande av material	72
8.2	Dokumentation	72
8.2.1	Kontrollprogram	72
8.2.2	Instruktioner	72
8.2.3	Följesedel/checklista	72
8.2.4	Märkning	73
8.2.5	Spårbarhet	73
8.2.6	Mätdata	73
8.2.7	Friklassningsrapport	74
8.2.8	Friklassningscertifikat	74
8.2.9	Arkivering av dokument	74
8.3	Myndighetsrapportering	74
9	Kompetenskrav och utbildning	75
9.1	Kompetenskrav	75
9.1.1	Grundläggande kompetens för strålskydd	75
9.1.2	Kompetens för friklassning	75
9.2	Utbildning	76
10	Referenser	77
Bilaga 1	Definitioner, termer och begrepp	79
Bilaga 2a	Beslutsmodell för avfallsplanering (mall)	82
Bilaga 2b	Tillämpning av beslutsmodellen (exempel)	84
Bilaga 3	Exempel på framtagande av nuklidvektorer	85
Bilaga 4	Mall för källsortering	86
Bilaga 5a	Kontrollprogram för material (exempel)	87
Bilaga 5b	Kontrollprogram för lokaler och byggnader (exempel)	92
Bilaga 6a	Checklista för kontrollprogram – material (exempel)	97
Bilaga 6b	Checklista för kontrollprogram – lokaler och byggnader (exempel)	98
Bilaga 7a	Friklassningsrapport (mall)	99
Bilaga 7b	Friklassningsrapport (exempel)	100
Bilaga 8a	Friklassningscertifikat (mall)	101
Bilaga 8b	Friklassningscertifikat (exempel)	102
Bilaga 9	Kompetensmatris friklassning	103
Bilaga 10	Relaterade dokument och hänvisningar	104
Bilaga 11	Standarder	105
Bilaga 12	Bilaga till strålskyddsförordningen (1988:293) – Undantagsgränser	107
Bilaga 13	Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning	112
Bilaga 14	Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning	129

1 Inledning

Denna handbok utgör den svenska kärntekniska industrins gemensamma praxis för friklassning och därmed undantag från kärntekniklagen och strålskyddslagen av material, lokaler och byggnader samt mark (hädanefter endast kallat friklassning). Efter friklassning får hantering ske utan fortsatt kontroll ur strålskyddssynpunkt. Avsikten med handboken är att underlätta arbetet med att friklassa. Detta ökar möjligheterna till återanvändning och återvinning. Friklassning måste ske utan att avkall görs på strålskyddsaspekterna. I bilaga 1 definieras termer och begrepp som används i handboken.

1.1 Bakgrund

Praxisen har tagits fram inom ramen för ”Projekt Friklassning – industripraxis” med deltagande av Barsebäck Kraft AB, Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG Aktiefbolag, Ringhals AB, Studsvik Nuclear AB, AB SVAFO, Svensk Kärnbränslehantering AB, Westinghouse Electric Sweden AB och Ranstad Mineral AB. Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har informerats om arbetet under projektets gång.

Praxisen har utvecklats för att möta kraven i föreskriften SSMFS 2011:2 från SSM: ”Föreskrifter om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning”. Vid arbetet har nationella och internationella erfarenheter tagits till vara i syfte att lära och finna optimala rutiner.

1.2 Syfte och huvudprinciper

Friklassning utförs för att minska mängden radioaktivt avfall. Friklassat material kan antingen återanvändas i sin ursprungliga form, återvinnas eller, om sådana möjligheter saknas, deponeras i en deponi för icke radioaktivt material. Ökad återanvändning och återvinning innebär ofta en optimerad resursanvändning, något som ligger helt i linje med hushållningsprincipen i miljöbalkens 2 kap (1998:808).

För att upprätthålla förtroendet för den kärntekniska verksamheten hos myndigheter, industri och allmänhet är det av stor vikt att inte friklassning sker på felaktiga grunder. När friklassat material frisläppts och transporterats iväg är möjligheterna att reparera ett misstag i stort sett borta. Vid minsta tveksamhet vad det gäller uppfyllandet av friklassningsvillkoren ska försiktighetsprincipen tillämpas, vilket innebär att kompletterande kontroller och analyser ska göras eller friklassningsförfarandet avbrytas.

Friklassning ska bedrivas rationellt, säkert och miljöanpassat med låg avfallsproduktion, dvs med hög återvinningsgrad och låg resterande avfallsvolym som resultat. Under drift och vid specifika projekt eller revisionsavställningar samt vid avveckling av en anläggning kommer avfall att produceras som med rätt hantering kan friklassas. Restprodukter som inte kan friklassas måste med eller utan behandling för volymreduktion slutförvaras som radioaktivt avfall.

För lokaler och byggnader som inte kan friklassas återstår fortsatt användning under kärntekniklagen och/eller strålskyddslagen alternativt rivning följt av slutförvaring av rivningsmassorna som radioaktivt avfall. För mark kan det bli aktuellt med bortskaffning av jordmassor för slutförvaring som radioaktivt avfall.

Handboken är inte någon driftinstruktion för friklassning. Syftet är att vara ett verktyg och vägledning vid framtagandet av företagspecifika rutiner och instruktioner. Handboken ska fungera som ett stöd för alla som på något sätt är inblandade i friklassningsprocessen.

Handboken beskriver de principer, processer och rutiner som bör följas under ett friklassningsförfarande. Intentionen är att gällande föreskrifter uppfylls om rutiner och principer enligt handboken följs.

Handboken spänner över en lång rad olika förutsättningar för friklassning, såväl vad det gäller verksamhetspecifika förutsättningar för friklassning som olika typer av objekt för friklassning. Av naturliga skäl kan inte denna handbok omfatta alla tänkbara förutsättningar och objekt. Syftet är att täcka de vanligaste typerna av friklassningar.

1.3 Förutsättningar och grundläggande begrepp

1.3.1 Strålskyddslagens och kärntekniklagens krav

Strålskyddslagen reglerar all hantering av radioaktiva ämnen eller material eller föremål som är förorenade med radioaktiva ämnen. Hanteringen av sådana radioaktiva ämnen som har anknytning till utvinning av kärnenergi regleras också i kärntekniklagen. Grundläggande krav är att tillstånd måste finnas och att radioaktivt avfall måste omhändertas på ett säkert sätt.

1.3.2 Undantagsnivåer

Av praktiska skäl undantas (eng. exemption) dock vissa typer av radioaktiva material från lagstiftningens grundläggande krav. Det gäller då mängden eller halten av radioaktiva ämnen är så låg att strålningen inte kan orsaka någon skada av betydelse. De maximala mängderna eller halterna för vilka lagkraven inte ska tillämpas, de så kallade undantagsnivåerna, finns förtecknade i bilagan till strålskyddsförordningen (bilaga 12 i denna handbok). Bilagan får tillämpas då mängden material är liten. Mindre än ett ton brukar sättas som gräns. Undantagsnivåerna är satta så att stråldosen till en person ur allmänheten inte ska överstiga några tiotals mikrosievert per år.

I avsnittet 1.3.4 nedan diskuteras friklassning. Observera att undantagsnivåerna i bilaga 12 förutom i ett fall inte får användas vid friklassning. Detta gäller vid friklassning av verktyg och maskiner som framdeles avses användas på samma sätt som tidigare, se denna handboks avsnitt 4.2.1

1.3.3 Naturligt förekommande radioaktiva ämnen

Utöver att radioaktiva material som ligger under undantagsnivåerna undantas från de grundläggande lagkraven brukar under vissa förhållanden naturligt radioaktiva ämnen uteslutas från tillämpningen av delar av lagarna (eng. exclusion). Naturligt radioaktiva ämnen heter på engelska Naturally Occuring Radioactive Materials vilket förkortas NORM. För naturligt förekommande radioaktiva material är gränsvärdena för när lagkraven måste tillämpas mycket högre än undantagsnivåerna. Gränsvärdena är satta så att dosen till en person ur allmänheten inte ska överstiga cirka 300 μSv per år. SSM håller på att ta fram ”föreskrifter om naturligt förekommande radioaktivt material”.

1.3.4 Radioaktiva material eller föremål i verksamhet med joniserande strålning

Förutom för undantagen beskrivna ovan i avsnitten 1.3.2 och 1.3.3 måste de grundläggande kraven exempelvis i fråga om tillstånd och omhändertagande av avfall uppfyllas vid all verksamhet med joniserande strålning.

I tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning uppstår i många fall radioaktivt avfall som måste tas om hand på ett säkert sätt. Halten av radioaktiva ämnen i avfallet kan variera många storleksordningar mellan olika typer av avfall. Då halterna är höga deponeras det radioaktiva avfallet i slutförvar som utformats så att avfallet inte ska kunna medföra olägenhet för människors hälsa eller miljön. Då aktivitetsinnehållet är lågt, med stråldoser på samma nivå eller under de nivåer som förekommer i naturen, är det dock inte motiverat att deponera avfallet i ett sådant slutförvar. Det behövs då i stället ett tillvägagångssätt som gör det möjligt att ta hand om avfallet utanför strålskyddslagens och kärntekniklagens regelverk. Det tillvägagångssätt som anvisas i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter kallas friklassning (eng. clearance).

Friklassning innebär att strålskyddslagens och kärntekniklagens krav, efter kontroll, lyfts bort från den framtida hanteringen av material, föremål eller lokaler som har eller kan ha förorenats med

radioaktiva ämnen. Material, föremål eller lokaler som friklassats kan hanteras utan fortsatt radiologisk hänsyn, om inte särskilda villkor beslutats (se villkorad friklassning nedan).

Friklassning tillämpas inte bara för avfall utan även för material och föremål som ska återanvändas.

1.3.5 Friklassningsregler

I Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter finns regler för friklassning. På samma sätt som för undantagsnivåerna är de utformade så att strålningen inte ska kunna medföra olägenhet för människors hälsa eller miljön. Precis som för undantagsnivåerna är huvudregeln för friklassning att dosen till någon i allmänheten inte ska överstiga några tiotals mikrosievert per år. Eftersom olika förfaringsätt kan tillämpas vid friklassning finns det flera olika uppsättningar regler.

Friklassningsnivåerna är i allmänhet lägre än undantagsnivåerna (avsnitt 1.3.2). Detta beror på att friklassningsreglerna är framtagna för större mängder material än undantagsnivåerna.

1.3.6 Friklassning för fri användning

Det mest fördelaktiga är givetvis om de radioaktiva materialen eller föremålen efter friklassning kan hanteras utan andra restriktioner än de som gäller för motsvarande material eller föremål som inte är radioaktiva. Ett sådant förfarande kallas friklassning för fri användning (eng. ”general clearance” alternativt ”unconditional clearance”). Det finns i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter regler för friklassning för fri användning av material, lokaler och byggnader.

Efter det att material eller föremål friklassats för fri användning kan det finnas andra regelverk som begränsar handlingsmöjligheterna. Det kan exempelvis vara bestämmelser för transport av radioaktiva material eller bestämmelser för hur konventionellt eller farligt avfall ska tas om hand.

1.3.7 Villkorad friklassning

I vissa fall är friklassningen förbunden med restriktioner för hur det radioaktiva materialet får hanteras efter friklassningen. I sådana fall är det fråga om så kallad villkorad friklassning (eng. ”specific clearance” alternativt ”conditional clearance”).

Vid villkorad friklassning kan det exempelvis finnas krav på att det radioaktiva materialet ska deponeras på en deponi för farligt avfall eller, om det gäller en byggnad, att byggnaden ska rivas direkt efter friklassningen.

I SSM:s föreskrifter finns det regler för villkorad friklassning för material som deponeras som farligt avfall, för spillolja som ska förbrännas och för rivning av byggnader.

1.3.8 Dispens från Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter

SSM får alltid ge dispens från de egna föreskrifterna om det föreligger särskilda skäl och om det kan ske utan att syftet med föreskrifterna åsidosätts. Så gäller exempelvis att myndigheten i enskilda fall kan besluta om andra friklassningsnivåer än de som finns i föreskrifterna. En tillståndshavare kan exempelvis ansöka om tillstånd för att få tillämpa särskilda friklassningsnivåer för en särskild tillämpning.

En förutsättning för att dispens ska beviljas är alltså att syftet i myndighetens föreskrifter inte åsidosätts. Det underliggande syftet med föreskrifterna är att säkerställa att dosen till någon i allmänheten vid friklassning inte överstiger ungefär 10 μ Sv per år. Detta innebär att den tillståndshavare som ansöker om tillstånd att få tillämpa egna friklassningsnivåer måste kunna visa att för den tilltänkta användningen eller deponeringen av det friklassade materialet och de villkor som föreslås blir dosen mindre än cirka 10 μ Sv per år. För detta behövs vanligtvis spridnings- och dosberäkningar. Beräkningarna bör belysa förhållandena i samband med användning/deponering och på lång sikt.

Ännu en förutsättning för att en dispens ska beviljas är att det finns särskilda skäl. Dessa måste anges i ansökan.

Villkorad friklassning baserad på friklassningsnivåer som efter ansökan godkänts av SSM kan i många fall vara ett attraktivt alternativ. Det gäller exempelvis i samband med avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar eller då stora kvantiteter avfall med låg specifik aktivitet ska omhändertas.

1.4 Handboken

Handboken är upplagd enligt följande:

Kapitel 1, Inledning

Beskrivning av bakgrund och syfte med friklassning och med själva handboken. Dessutom beskrivs handbokens struktur och avgränsningar.

Kapitel 2, Kravbild

Beskrivning av de regelverk och rekommendationer, såväl svenska som internationella, vilka formar den kravbild på vilken handboken vilar. De formella kraven fastställs i svenska regelverk. Dessa har tagits fram med beaktande av internationella krav och rekommendationer.

Kapitel 3, Radioaktivitetens ursprung och förekomst

Ger en översiktlig beskrivning av hur aktivitet uppstår i anläggningen samt olika typer av aktivitet.

Kapitel 4, Processen för friklassning

Beskrivning av processen för friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark. Avfall som inte kan friklassas betraktas som radioaktivt avfall för omhändertagande.

Kapitel 5, Radiologisk kartläggning

Beskrivning av radiologisk kartläggning av material, lokaler och byggnader samt mark. I kapitlet görs en kort redogörelse för dokumentation och aktivitetsbestämning.

Kapitel 6, Mätmetoder och mätteknik för aktivitetskontroll

Beskrivning av mätmetoder och därtill hörande tekniska utrustningar som kan nyttjas i friklassningsprocessen. Kapitlet berör även frågor kring mätplatsers bakgrunds nivåer, detektionsgränser och mätningars konfidens.

Kapitel 7, Rutiner och logistik

Beskrivning och gruppering av materialflöden ur ett friklassningsperspektiv samt resonemang kring källsortering, spårbarhet och märkning. Kapitlet berör även frågor kring undantag och var flödet börjar.

Kapitel 8, Kvalitetssäkring och dokumentation

Principer för kvalitetssäkring och för dokumentation. Kvalitetssäkring och dokumentation detaljregleras i respektive företags ledningssystem.

Kapitel 9, Kompetenskrav och utbildning

Beskrivning av kompetensbehov hos de personer som utför mätningar, utvärderar resultatet och godkänner vad som är friklassat material. Kompetensprofiler för olika typer av friklassningar har identifierats. Kapitlet omfattar även förslag till utbildning av personal vilken ska arbeta inom friklassningsprocessen.

I bilagor anges exempel för praktiska tillämpningar, övrig information etc.

1.5 Avgränsningar

Denna handbok är **inte** tillämpbar på:

- Material som kortvarigt och under strålskyddsmässig övervakning varit inom kontrollerat område och som med stor sannolikhet är fritt från radioaktiv förorening.
- Områdeskontroll dvs material, lokaler och byggnader samt mark utanför kontrollerat område. Denna handbok kan dock användas som stöd vid områdeskontroll.
- Material innehållande förhöjda halter av naturligt radioaktiva ämnen som inte härrör från den tillståndspliktiga verksamheten.
- Grundvattenfrågor.
- Frågor kopplade till lag om transport av farligt gods.

Material och utrustningar som kortvarigt varit inom kontrollerat område, enligt första punkten, utgörs till exempel av fordon som levererat material eller material som tillfälligt fungerat som emballage för intransport från icke kontrollerat område. Sådant material, liksom material enligt punkten tre, behöver inte friklassas för att användas utanför kontrollerat område.

Handboken inkluderar inte villkor, rutiner och principer för material som friklassas enligt särskilda beslut t ex återvinning av metall genom behandling och smältning i kärnteknisk anläggning.

1.6 Definitioner

Vissa av de definitioner som används i handboken listas i bilaga 1.

Förklaringar av ytterligare definitioner och begrepp finns att tillgå via IAEA:s ordlistor ("IAEA Safety Glossary" och "Radioactive Waste Management Glossary").

2 Kravbild

Handboken baseras på:

- Svenska lagar och föreskrifter.
- Internationella regler och riktlinjer.
- Standarder.

2.1 Svenska lagar och föreskrifter

Myndighetskrav avseende friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark anges i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrift SSMFS 2011:2, ”Föreskrifter och allmänna råd om friklassning av material, lokaler och byggnader samt mark vid verksamhet med joniserande strålning” (i fortsättningen även benämnd friklassningsföreskriften). För friklassning i samband med avveckling kan även SSM:s föreskrift SSMFS 2008:19, ”Föreskrifter om planering inför och under avveckling av kärntekniska anläggningar”, vara tillämplig.

Eftersom det rör sig om kärnteknisk verksamhet eller annan verksamhet med joniserande strålning är bl a följande lagar och förordningar tillämpliga:

- SFS 1984:3 Lagen om kärnteknisk verksamhet (KTL)
- SFS 1984:14 Förordning om kärnteknisk verksamhet
- SFS 1988:220 Strålskyddslagen
- SFS 1988:293 Strålskyddsförordningen
- SFS 1998:808 Miljöbalken

Vid friklassningsarbete kan även anläggnings- och/eller verksamhetsspecifika myndighetsbeslut vara tillämpliga.

2.1.1 Friklassningsföreskriften

SSMFS 2011:2 beskriver de krav som myndigheten ställer på tillståndshavaren för att visa att det som ska friklassas kan undantas från myndighetsreglering ur ”strålskyddshänseende”. För material gäller två kriterier, förorening på ytan respektive koncentrationen per massenhet. Högsta tillåtna förekomst av radioaktiv förorening på ytan anges som totalaktivitet för alfa- respektive beta-/gammastrålande nuklider. Högsta tillåtna koncentration per massenhet av radioaktiva ämnen anges nuklidspecifikt, med en summaformel för hur sammanvägning ska göras då fler än en nuklid finns närvarande. Friklassningsnivåerna för radioaktiv förorening på ytan är inte tillämpliga på vätskor, finfördelat material eller annat material som saknar yta som kan kontrolleras. För dessa är endast krav rörande aktivitetskoncentration tillämpliga. Efter avslutat arbete ska en beskrivning av utförda mätningar samt en sammanställning av de mätresultat som visar att friklassningsvillkoren uppfylls granskas och godkännas av utsedda personer hos tillståndsinnehavaren innan materialet frisläpps. Processen ska genomföras enligt det kontrollprogram som tillståndshavaren är skyldig att upprätta (8 §).

För friklassning av lokaler och byggnader anges krav på den nuklidspecifika förekomsten av radioaktiva ämnen per ytenhet (kBq/m^2). Olika nivåer gäller för fri användning eller om lokalen eller byggnaden ska rivs. Därutöver krävs att tillståndshavaren lämnar en beskrivning av planerade mätningar och saneringsåtgärder till myndigheten innan friklassningsarbetet inleds (SSMFS 2008:19). Efter avslutat arbete ska en beskrivning av utförda mätningar och saneringsåtgärder tillsammans med en sammanställning av de mätresultat som visar att friklassningsvillkoren uppfylls inlämnas till SSM som sedan kan besluta om friklassning.

Några specifika nivåer för friklassning av mark definieras inte utan myndigheten beslutar då i det enskilda fallet sannolikt baserat på de lokala förutsättningarna och med beaktande av den stråldos den kvarvarande aktiviteten kan ge kritisk grupp.

I friklassningsföreskriften 19 § ges möjlighet till dispens från de friklassningsnivåer som specificeras i föreskriften. Vid ansökan om dispens kan denna handbok vara till stöd.

Vidare beskrivs de krav på kontroller och mätningar som ställs, liksom kraven på utbildning och kompetens för dem som arbetar med friklassning samt kraven på rapportering och redovisning till SSM.

2.1.2 Områden med särskilda förutsättningar för friklassning

Då Strålsäkerhetsmyndighetens friklassningsnivåer för fri användning tillämpas för naturligt uran (då uranets dotternuklider är i jämvikt med modernukliderna) blir gränsvärdet för friklassning cirka 0,4 ppm (miljondelar) uran. För uranhaltigt material med brutna sönderfallskedjor kan aktiviteten i materialet öka markant på lång sikt (inväxt av dotternuklider).

I SSM:s föreskrifter om naturligt förekommande radioaktivt material (s k NORM) framgår att strålskyddslagen inte ska tillämpas för uranhaltiga material då uranhalten är lägre än 80 ppm. För uranhalter upp till 800 ppm kan avfall deponeras på en deponi för icke farligt avfall. Föreskrifterna för naturligt förekommande radioaktivt material får dock inte tillämpas för avfall från uranverk eller kärnbränslefabriker. För friklassning av uranhaltigt material från uranverk eller bränslefabriker behövs därför särskilda friklassningsnivåer.

De områden där föreskriften inte är tillämplig definieras i § 4 enligt nedan:

4 § Bestämmelserna är inte tillämpliga på

- 1. utsläpp av radioaktiva ämnen till luft eller vatten,*
- 2. naturligt förekommande radioaktiva ämnen som inte omfattas av tillståndet för den aktuella verksamheten med joniserande strålning,*
- 3. verksamhet som endast omfattar naturligt förekommande radioaktiva ämnen och som bedrivs utan att syfta till användning av radioaktiva, fissila eller fertila egenskaper hos radioaktiva ämnen,*
- 4. radioaktiva ämnen från patienter till följd av nukleärmedicinsk undersökning eller behandling.*

Ibland är det svårt att särskilja naturlig aktivitet från den som kommit från verksamheten. Ett tydligt exempel är hantering av oprocessad uranskiffer och naturligt förekommande uran i byggnadsmaterial. Mätmässigt är det omöjligt att skilja dessa åt.

Ett exempel, hämtat från Ranstad, gällande betong ges här. Vanliga uranhalter i betong är 1,5–15 ppm beroende på vilket ballastmaterial som använts. Blå lättbetong kan innehålla ännu högre halter (100–150 ppm U). Skiffern vid Ranstad innehållercirka 300 ppm uran. Friklassningsföreskriftens gränsvärden motsvarar 0,4 ppm naturligt uran i jämvikt med sina döttrar. Utifrån detta kan man dra flera slutsatser för verksamheter där det förekommer naturlig radioaktivitet i den tillståndsgivna verksamheten och/eller i byggmaterial, mark eller dylikt:

- Det är svårt att avgöra om aktiviteten i materialet är relaterad till verksamheten.
- För verksamhet som hanterar naturligt förekommande radioaktiva ämnen med långa sönderfallskedjor erfordras särskilda friklassningsvillkor.
- Det kan vara motiverat att ansöka om särskilda friklassningsvillkor för naturligt förekommande nuklider vid friklassning av lokaler och byggnader.
- Material med naturligt förekommande radioaktiva ämnen som avses deponeras behöver sannolikt tillstånd till villkorad friklassning med särskilda villkor baserat på att det inte ger ett signifikant dosbidrag.

Ett annat exempel kan tas från bränslefabriken i Västerås. Där tillverkas kärnbränsle utifrån anrikat uran. I samband med anrikningsprocessen förändras nuklidsammansättningen. I och med att U-235 anrikas så följer också en anrikning av U-234. Dessutom särskiljs huvuddelen av de naturligt förekommande urandöttrarna till U-238 och U-235. Material som kontaminerats med denna typ av uran kan friklassas genom isotopspecifik analys av U-235 och schabloniserad beräkning av övriga förekommande nuklider. Ursprungligt naturligt uran i materialet innebär att aktiviteten överskattas för de verksamhetsrelaterade nukliderna men effekten är normalt liten och utan betydelse. Ytkontamination kontrolleras genom analys av ytspecifik alfa- och betakontamination. Normalt sett är alfakontaminationen gränssättande. I och med att uranets gammastrålning är relativt lågenergetisk så måste effekterna av inhomogenitet särskilt beaktas.

2.2 Internationella regler och rekommendationer

Friklassningsnivåerna i SSMFS 2011:2 baseras på de doskriterier som anges i EU:s strålskydds-direktiv BSS (Basic Safety Standards) /EUC96/. I BSS anges att den förväntade effektiva dosen från friklassat material (från en verksamhet) till någon person inte får överstiga några tiotals mikrosievert per år. I EU:s rekommendationer RP 113 ”Friklassning av byggnader och rivningsmassor”, och RP 122 del 1 ”Friklassning för fri användning från verksamhet med strålning”, anges de nuklidspecifika friklassningsnivåerna som krävs för att uppnå direktivet baserat på ett antal olika beräknade exponeringsscenario.

IAEA:s motsvarande rekommendation för nuklidspecifika friklassningsnivåer heter RS-G-1.7.

En väsentlig skillnad mellan EU:s och IAEA:s beräkningar ligger i definitionen av scenarier. I EU-rapporterna hanteras varje exponeringsväg för sig (dvs extern bestrålning, intag, inandning och hudbestrålning) och ett antal scenarier definieras för varje exponeringsväg. I IAEA:s beräkningar definieras istället ett antal scenarier (t ex arbete på deponi), vilka vart och ett innehåller en eller flera exponeringsvägar.

En jämförelse mellan värdena i EU:s RP 122 del 1 och IAEA:s RS-G-1.7 visar på vissa skillnader. Om jämförelsen görs för samtliga 196 nuklider visar det sig att IAEA:s beräkningar ger högre värden för 103 nuklider och lägre värden för 11 nuklider. Skillnaderna beror på skillnader i scenarier och modellparametrar. Även avrundningen spelar in och kan i vissa fall leda till att små skillnader i beräknade värden ger en skillnad om en faktor 10 i den rekommenderade friklassningsnivån.

SSM har valt att enbart utgå från EU:s rekommenderade friklassningsnivåer för SSMFS 2011:2. Den främsta orsaken till detta är att naturligt förekommande nuklider hanteras på principiellt olika sätt i de olika rekommendationerna. EU:s rekommendationer anger friklassningsnivåer för naturligt förekommande nuklider i material baserat på doskriteriet 10 mikrosievert per år. IAEA å andra sidan anger friklassningsnivåer för naturligt förekommande nuklider baserat på vilka högsta halter som förekommer i jordytan. Detta leder för flera nuklider till att IAEA:s friklassningsnivåer inte uppfyller doskriteriet 10 mikrosievert (IAEA anger möjliga doskonsekvenser på upp till cirka 1 000 mikrosievert per år, exklusive doser från radon).

I bilaga 10 listas olika dokument där råd kan hämtas för friklassningsarbete, dessutom finns hänvisningar till annan användbar information. I bilaga 11 listas standarder från ISO och IEC som kan vara tillämpbara på mätningar i samband med friklassning.

2.3 Interaktioner med transportregelverk

Det är av vikt att känna till hur friklassningsföreskrifterna samverkar och i vissa delar skiljer sig från regelverket för transport av farligt gods på väg och i terräng (ADR). ADR klass 7 gäller radioaktiva ämnen. ADR är europeiska regler, klass 7 baseras på IAEAs regelverk för säker transport av radioaktivt material.

Transportreglerna gäller både för enskilda nuklidens aktivitetskoncentration och total aktivitet i varje försändelse eller transport. I de flesta fall är friklassat material undantaget från transportregelverket. Dock finns några viktiga parametrar som kan leda till att friklassat material omfattas av ADR-S (utgiven av den svenska myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSBFS 2011:1);

- Definition av kontamination i ADR-S, 2.2.7.1.2: Närvaro av ett radioaktivt ämne på en yta i mängder över 4 kBq/m² (0,4 Bq/cm²) för beta- och gammastrålande nuklider samt alfastrålare med låg radiotoxicitet (se bilaga 1 för definition) eller 0,4 kBq/m² (0,04 Bq/cm²) för alla andra alfastrålare. Gränsen är 10 gånger lägre än i friklassningsföreskriften vad det gäller material.
- Transportregelverket anger gränsvärde för aktivitetskoncentration för undantagna ämnen (Bq/g) och gränsvärde för aktivitet för en undantagen sändning (Bq). Om aktivitetskoncentration och totalaktiviteten överstiger gränsvärdet gäller transportregelverket. Undantagsgränserna är desamma som de i strålskyddsförordningens bilaga (bilaga 12 till denna handbok).
- Nivåerna för aktivitetskoncentration för undantagna ämnen (Bq/g) gäller själva föroreningen dvs kontaminationsskiktet. Det gör det i princip omöjligt att undanta material baserat på detta kriterium. Det innebär att kontaminationsgränserna i ADR gäller om totalaktiviteten för en transport överstiger undantagsgränsen, som för Co-60 är 100 kBq och för Cs-137 är 10 kBq.

Exempel 1:

Co-60: För friklassat material med en vikt på 1 000 kg och en aktivitetskoncentration på 50 % av friklassningsgränsen (0,5×0,1Bq/g) är transportregelverket inte tillämpligt på [1 000×0,5×0,1 = 50 kBq dvs under undantagsgränsen].

Exempel 2:

Co-60+Cs-137: För friklassat material med en vikt på 1 000 kg och en aktivitetskoncentration på 50 % av friklassningsgränsen för Co-60 (0,5×0,1 Bq/g) och 1 % av friklassningsgränsen för Cs-137 (0,01×1Bq/g) blir transportregelverket tillämpligt på i och med att

1. $1\ 000\ \text{kg} \times (0,5 \times 0,1\ \text{kBq/kg}) = 50\ \text{kBq}$ ger en inteckning på 50 % av undantagsgränsen för Co-60 och
2. $1\ 000\ \text{kg} \times (0,01 \times 1\ \text{kBq/kg}) = 10\ \text{kBq}$ ger en inteckning på 100 % av undantagsgränsen för Cs-137

dvs sammantaget 150 % av undantagsgränsen.

Övrigt;

- Transporter som anländer till ett kärntekniskt företag och som inte regleras enligt exempelvis ADR-S kan innehålla radioaktivt material som inte är friklassat och inte heller uppfyller friklassningsvillkoren.
- I naturen förekommande ämnen och malmer innehållandes naturligt förekommande radionuklider omfattas inte av klass 7 i ADR under förutsättning att ämnets aktivitetskoncentration inte överstiger 10 gånger aktivitetskoncentration för undantagna ämnen. För att undantas ska ämnet/malmen antingen vara i sitt naturliga tillstånd eller enbart har bearbetats för andra ändamål än för utvinning av radionukliderna. Dessutom ska ämnet/malmen inte heller vara avsedd att bearbetas för användning av dess radionuklider.

3 Radioaktivitetens ursprung och förekomst

Radioaktiv förorening är oönskad men ofrånkomlig vid kärnteknisk verksamhet. Förekomst av radioaktivitet kan, något förenklat, förklaras med någon eller några av dessa fyra punkter:

- en ytligt sittande förorening,
- en förorening som finns i vätskefas,
- neutronaktivering (bestrålning) av materialet eller
- ett i sig naturligt förekommande ämne i materialet.

Uppkomsten av förorenat material och förorenade byggnader och lokaler kan dock begränsas genom förebyggande arbete. En viss radioaktiv förorening inom radiologiskt klassade lokaler kan inte undvikas medan verksamhetsanknuten förorening till omgivande lokaler och omkringliggande mark är ovanligt och måste betraktas som en brist i verksamheten.

Typ av verksamhet och anläggningens konstruktion har en stor påverkan på mängden och typen av radioaktivt avfall som uppkommer. När en radioaktiv förorening är ett faktum gäller det att begränsa spridning och att på ett optimalt sätt avskilja aktiviteten (dekontaminera) alternativt omhänderta materialet som radioaktivt avfall.

I en kärnkraftreaktor har radioaktiviteten två ursprung, dels genom aktivering av ämnen som passerar genom reaktorn och dels genom att material som befinner sig inuti reaktortanken aktiveras.

En viktig parameter i sammanhanget är den radioaktiva nuklidens halveringstid ($T_{1/2}$), dvs den tid det tar för ämnets aktivitet att minska till hälften. Halveringstiden är specifik för varje nuklid och varierar från delar av sekunder till miljarder år. För den vanligt förekommande nukliden Co-60 med en halveringstid av 5,3 år reduceras aktiviteten till en tusendel på drygt 50 år medan U-238 förblir näst intill intakt i eviga tider.

3.1 Radioaktiva produkters ursprung

Radioaktiviteten har sitt ursprung i en av följande källor:

- Fissionsprodukter från kärnklyvningsprocessen.
- Neutronbestrålning av material och korrosionsprodukter.
- Strålkällor för bl a sjukhustillämpningar och forskning, producerade i accelerators och reaktorer.
- Enskilda naturliga radioaktiva ämnen från mark och atmosfär, t ex uran och torium.

Radioaktiviteten i processystemen på ett kärnkraftverk kommer från radioaktiva klyvningsprodukter och aktiveringsprodukter. Aktiveringsprodukter är ämnen som blivit radioaktiva genom neutronbestrålning i bränsleharden (aktivering). Dessa är ofta korrosionsprodukter från materialen i processystemen, vilka brukar benämnas crud. Inducerad aktivitet uppstår också i hårdnära komponenter.

Sönderfallsprodukter

Sönderfallsprodukter kallas de nuklider som bildas när ett radioaktivt ämne sönderfaller. Dessa bildar serier av sönderfallsprodukter, vilket även benämns en sönderfallskedja.

Fissionsprodukter

Fissionsprodukter, eller klyvningsprodukter, är de ämnen som bildas i den energiskapande kärnklyvningsprocessen.

Fissionsprodukter kan komma ut i reaktorvattnet dels genom bränsleskador och dels genom klyvning av små mängder uran som förorenar utsidan av bränslekapslingen. Gasformiga fissionsprodukter lämnar lätt processsystemet genom avgasning. Jod samt metallerna cesium och strontium fångas upp i kraftverkets reningssystem.

Tabell 3-1. Några vanliga fissionsprodukter i kärnklyvningsprocessen med uranbränsle.

Ämne (nuklid)	Halveringstid	Form (egenskap)
Xenon-133	5 dygn	Gas
Strontium-90	30 år	Fast
Rutenium-106	1 år	Fast
Jod-131	8 dygn	Flyktig
Cesium-137	30 år	Fast

Aktiveringsprodukter

Neutroner frisätts i kärnklyvningsprocessen. När en fria neutron träffar en atomkärna kan den fångas in och en aktiveringsprodukt bildas. Vissa grundämnen kan bilda radioaktiva aktiveringsprodukter, detta gäller främst metaller men även t ex C-14 och Cl-36. Atomerna som utsätts för neutronbestrålning blir aktiverade, neutroninducerad aktivitet. Andra grundämnen aktiveras inte alls, eller så är aktiveringsprodukten så kortlivad så att man inte behöver ta hänsyn till detta.

Aktiveringsprodukterna uppkommer dels i konstruktionsmaterialet i härden och dels genom bestrålning av korrosionsprodukter i form av partiklar och lösta ämnen i reaktorvattnet.

Korrosionsprodukterna bildas främst av att små mängder av de material som processsystemen består av frigörs till matarvattnet och på det sättet når reaktorhärden. Korrosionsprodukterna fastnar i härden på bränslekanalernas ytor där de aktiveras innan de åter följer med vattenflödet till andra delar av anläggningen. De aktiverade korrosionsprodukterna utgör huvuddelen av aktivitetensinnehållet i kärnkraftverkens driftavfall.

Tabell 3-2. Några vanliga aktiveringsprodukter i en kraftreaktor.

Utgångsnuklid	Radioaktiv nuklid	Halveringstid
N-14 (eller O-17)	C-14	5 730 år
Fe-54	Mn-54	303 dygn
Ni-58	Co-58	71 dygn
Co-59	Co-60	5,3 år
U-238	Pu-239	24 000 år

3.2 Förekomst av föroreningar

En förorening kan bestå av aktivitet bunden i själva materialet (naturligt förekommande radioaktivitet eller aktivering) eller som en ytligt sittande förorening. En kombination av dessa är inte heller ovanligt.

För reaktorläggningar skiljer det flera storleksordningar i aktivitetensinnehåll från de delar som sitter nära reaktorhärden till det material som är aktuellt för friklassning. Ju närmare härden desto mer påverkas material av neutronflödet från reaktorn. Det gäller såväl konstruktionsmaterial som föroreningar.

Ytlig förorening – kontamination

Såväl naturligt aktivt material som klyvningsprodukter och aktiveringsprodukter kan spridas genom vattensystem i anläggningarna, via luft eller fysisk kontakt.

Merparten av det material som är aktuellt för friklassning kan ha blivit radioaktivt förorenat utanför anläggningarnas processsystem av aktivitet som spridits och skapat en ytkontamination.

Det är generellt sett lättare att bedöma radioaktiv förorening i processystem än hos icke systembundet material och avfall. Något generaliserat kan man säga att ju längre från reaktorhärden man kommer desto svårare blir det att via beräkningsmodeller bestämma den radioaktiva föroreningsnivån.

Aktivering

Mängden aktiverat material är liten och uppkommer främst i närheten av reaktorhärden. Aktivitetsinnehållet är i många fall högt eller mycket högt och därmed inte aktuellt för friklassning. Visst material som till exempel delar av reaktortank och reaktortanklock, samt rörstutsar som ansluter till reaktortanken, kan vara aktiverade men med ett så lågt aktivitetsinnehåll att de kan vara aktuella för friklassning.

Utöver detta bildas N-17 i små mängder i reaktorvattnet. Det unika med N-17 är att det vid beta-sönderfall även utsänder en neutron, dvs N-17 kan vara källa till neutronstrålning även i systemen en bra bit utanför reaktortanken. Sannolikt är inte detta något praktiskt problem ur friklassnings-synpunkt, dvs neutronflödena är små (men det kan dock inte försummas helt).

Naturligt radioaktivt material

Naturligt radioaktivt material genererar avfall främst vid uranutvinning och vid bränsleframställning samt i liten utsträckning vid forskning och utbildning som icke kärntekniskt avfall (IKA-avfall).

4 Processen för friklassning

I detta kapitel redogörs för hur processen för friklassning kan planeras. Kapitlet delas upp i ett avsnitt för material, ett för lokaler och byggnader samt ett för mark. För att kunna optimera arbetet med friklassning, alternativt deponering som radioaktivt avfall, krävs en väl inarbetad process inom en verksamhet. Processen kan delas in i följande delar:

1. Radiologisk kartläggning och kategorisering.
 - a. Den tidiga planeringsfasen.
 - b. Utvärderingsmodellen.
 - c. Radiologisk kartläggning genom mätningar.
 - d. Slutresultatet är den första indelningen i riskkategorier.
2. Bedömning och dekontaminering (Delprocess för material etc med risk för förorening eller som är förorenat).
 - a. Bedömning av vilka dekontamineringsåtgärder som ska vidtas.
 - b. Dekontaminering och andra åtgärder.
3. Aktivitetskontroll.
 - a. Mätningar och framställning av annat underlag för beslut om friklassning.
4. Granskning och godkännande.
 - a. Formell friklassning.

Processen startar alltså redan tidigt i planeringsfasen dvs långt innan ett avfall uppstår. I planeringsfasen bör de olika avbördningsalternativen som finns till förfogande noga utvärderas ur miljö-, säkerhets-, logistisk och ekonomisk synvinkel. För att åskådliggöra processen redovisas ett förslag till beslutsmodell (utvärderingsmodell) i bilaga 2a, och ett exempel på användning av beslutsmodellen i bilaga 2b. Ett aktivt ställningstagande till om en materialpost, mark, en lokal eller en byggnad är lämplig att friklassa ska alltid göras. Detta ställningstagande bör, av såväl resursskäl som kostnadsskäl, göras så tidigt som möjligt. Vid behov får det göras en förnyad prövning i ett senare steg.

I följande avsnitt beskrivs först allmänna principer för friklassningsarbetet (inklusive riskkategorisering, avsnitt 4.1) och sedan de olika friklassningsprocesserna för material, byggnader respektive mark (avsnitt 4.2–4.4).

4.1 Riskkategorier och principer för arbetet

Friklassningsföreskriften gäller för material, lokaler, byggnader och mark som kan ha förorenats med radioaktivt ämne vid verksamhet med joniserande strålning. Jämfört med tidigare gällande föreskrifter finns inte någon koppling till zonindelning, det vill säga skyddat eller kontrollerat område. Denna handbok föreslår därför ett arbetssätt, som kan tillämpas på alla materialtyper och lokaler, som är baserat på bedömning av risk för förorening (eller kontamination, begreppen används synonymt). En översiktlig beskrivning av riskkategorierna ges i tabellen nedan, dessa kategorier återkommer sedan i följande avsnitt där de tillämpas på först material, sedan lokaler/byggnader och sist mark.

Riskkategorierna används både vid den radiologiska kartläggningen (kategoriseringen) och vid de följande bedömningarna. Riskkategorin för en materialpost (eller liknande) kan ändras beroende på vad som framkommer under processen.

Tabell 4-1. Riskkategorier.

Riskkategori	Beskrivning
Extremt liten risk för förorening	Material, lokaler, byggnader och mark där radioaktivitet inte har hanterats, kontamination historiskt ej har detekterats och som sålunda rimligen inte kan ha förorenats med radioaktivt ämne. Vid klassificeringen extremt liten risk är det normalt inte nödvändigt att genomföra ett mätprogram inom den radiologisk kartläggning. Material, lokaler, byggnader och mark med extremt liten risk ligger egentligen utanför det som behandlas i friklassningsföreskriften, och därmed även utanför denna handbok. Någon formell friklassning behövs ej för denna kategori, däremot krävs ett ställningstagande att kategoriseringen är korrekt.
Liten risk för förorening	Material, lokaler, byggnader och mark som visserligen kan ha förorenats med radioaktivt ämne men som ändå på goda grunder kan antas vara fritt från radioaktiv förorening eller är friklassningsbart med god marginal mot gällande gränsvärden utan särskilda åtgärder (dekontaminering etc). Vid bedömningen liten risk ska en radiologisk kartläggning med vissa mätningar genomföras. Mätprogrammets omfattning anpassas efter klassificeringen som liten risk dvs kan vara av stickprovsmässig karaktär. Vid behov av dekontaminering ska objektet omklassas till "Risk". Material, lokaler, byggnader och mark med liten risk måste formellt sett friklassas.
Risk för förorening	Material, lokaler, byggnader och mark som till följd av bedriven verksamhet eller hantering kan antas vara förorenade med radioaktivt ämne. Dekontamineringsåtgärder måste i många fall genomföras före friklassning. Vid bedömningen av risk ska en radiologisk kartläggning genomföras. Mätprogrammets omfattning anpassas efter klassificeringen som risk dvs fullständiga eller statistiskt säkra mätningar. Material, lokaler, byggnader och mark med risk måste formellt sett friklassas.
Förorenat över friklassningsgräns	I kartläggningsssammanhang används i många fall ytterligare en klassificering, nämligen material, lokaler, byggnader och mark med radioaktiv förorening över friklassningsnivån. För denna kategori behövs dekontamineringsåtgärder innan det över huvud taget blir aktuellt med friklassning.

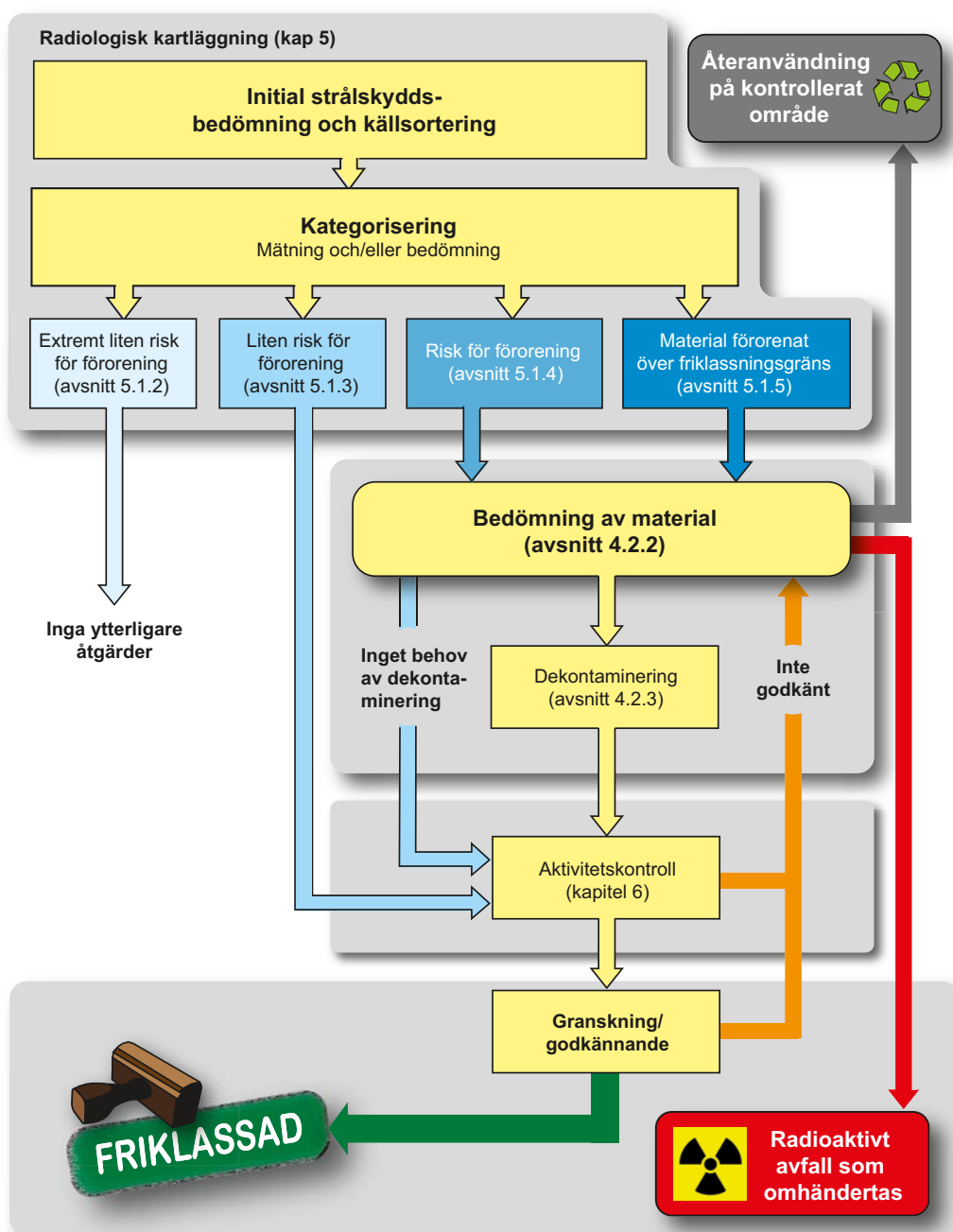
Nedan redovisas några principer för friklassningsarbetet:

- Material, lokaler, byggnader och markområde bör om möjligt friklassas förutsatt att SSM:s föreskrifter kan efterlevas. I bedömningen av friklassningsalternativet ska även säkerhets- och miljöaspekter samt kostnader vägas in.
- Av stor vikt är att kategoriseringen tidigt blir korrekt och att väl avvägda dekontamineringsinsatser genomförs.
- En bra friklassning är en friklassning där historik/ursprung, kategorisering och effekten av dekontaminering valideras genom aktivitetsmätningar.
- Varje materialpost eller del av lokal ges ett unikt ID-nummer.
- För material som ska friklassas bör fraktionsindelningen vara utformad för att passa in i friklassningsprocessens olika steg (exempelvis aktivitetskontroller) liksom de tillgängliga avbördningsalternativen för friklassat material nämligen återanvändning, återvinning eller deponering på deponi för icke radioaktivt material.
- Avfall som efter friklassning klassas som farligt avfall, ska hanteras och märkas enligt gällande lagstiftning, till exempel vara innehållsdeklarerat av producenten och förpackningen ska vara märkt med innehållsdeklaration.
- Registrering och rapportering av mätresultat ska genomföras för allt friklassat material, undantaget verktyg och vissa utrustningar som endast kan ha förorenats på de ytor som är åtkomliga för mätning.
- Alla radioaktiva restprodukter som produceras i friklassningsflödet liksom material som inte kan friklassas ska registreras och märkas i enlighet med SSMFS 2008:22, Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om hantering av radioaktivt avfall och kärnavfall vid kärntekniska anläggningar.

4.2 Material

I figur 4-1 visas en översikt av friklassningsprocessen, där finns också hänvisningar till kommande avsnitt som beskriver de olika momenten. Friklassningsföreskriften pekar ut några materialkategorier med särskilda friklassningsvillkor, dessa presenteras i avsnitt 4.2.1 nedan.

Friklassningsprocessen inleds med en initial strålskyddsbedömning och källsortering. Efter detta görs en kategorisering av materialet utifrån risk för förorening. Spårbarhet och historik är av stort värde vid denna kategorisering och även inför ett eventuellt friklassningsbeslut.



Figur 4-1. Översikt av friklassningsprocessen för material som kan ha förorenats med radioaktivt ämne.

Beroende på kategori hanteras sedan materialet enligt de flöden som visas i figuren. Material med liten risk kan direkt tas vidare till aktivitetskontroll inför friklassning. Aktivitetskontroll innebär mätning av radioaktiv förorening och bör till att börja med ske genom kontroll av lös kontamination med strykprov och via mätning med pulsratsinstrument. För allt material, förutom verktyg och utrustning enligt avsnitt 4.2.1, krävs även nuklidspecifik aktivitetsbestämning (mätning eller beräkning) för att verifiera att de av myndigheten uppsatta friklassningsvillkoren innehålls. Tekniker och metoder för mätning beskrivs närmare i kapitel 6.

För material med risk för förorening görs en bedömning av vilka åtgärder som ska vidtas, t ex dekontaminering eller ytterligare strålskyddskontroller. Efter genomförda åtgärder genomförs en aktivitetskontroll för att avgöra om materialet bedöms vara möjligt att friklassa. Material som är förorenat över friklassningsnivåerna hanteras och bedöms separat. Om det inte är möjligt eller inte motiverat att dekontaminera materialet för att nå friklassningsgränserna klassas materialet som radioaktivt avfall.

4.2.1 Materialkategorier med särskilda friklassningsvillkor

I föreskriften pekas följande materialkategorier ut med särskilda villkor för friklassning:

Verktyg och utrustningar

Föreskriftens 14 § avser verktyg och utrustning som temporärt använts på kontrollerat område och som efter friklassning avses att användas i annan verksamhet. För verktyg och utrustningar som endast kan ha förorenats på ytor som är åtkomliga för mätning och som avses användas på samma sätt som tidigare behöver inte det nuklidspecifika aktivitetsinnehållet bestämmas förutsatt att den totala föroreningen inte överskrider undantagsgränserna för total aktivitet enligt 2 § strålskyddsförordningen (1988:293). Undantagsgränserna framgår av bilaga 12 till denna handbok.

Spillolja och farligt avfall

För spillolja som skickas till förbränning och för annat farligt avfall som bortskaffas gäller särskilda massspecifika friklassningsnivåer, bilaga 2 i föreskriften. Nivåerna är högre än för annat material. Bortskaffning kan innebära t ex förbränning eller deponering.

Vätskor, finfördelat material och annat material som saknar yta som kan kontrolleras

För vätskor, finfördelat material och annat material som saknar yta som kan kontrolleras gäller endast krav på massspecifik (nuklidspecifik) aktivitetsbestämning.

4.2.2 Bedömning av friklassningsbarhet

För material inom kategorierna ”risk för förorening” samt ”över friklassningsgräns” görs en bedömning inför fortsatt hantering. Vid denna bedömning måste behov av dekontamineringsinsatser analyseras. Det är en avvägningsprocess mellan hur mycket arbete som förväntas krävas för att få materialet friklassningsbart och den kostnad, både ekonomisk och miljömässig, som uppkommer om man väljer att deponera avfallet som radioaktivt avfall.

För att få materialet friklassningsbart kanske det behöver dekontamineras i sin helhet, i andra fall kanske materialet behöver segmenteras för att underlätta för mätningar.

För att kunna avgöra om det är rimligt och möjligt att dekontaminera ett material inför friklassning bör man beakta följande:

- **Är de radioaktiva ämnena åtkomliga?**
En förutsättning för enkel och säker dekontaminering är att alla ytor är åtkomliga och att radioaktiva ämnen inte penetrerat in i materialet.
- **Bör vissa delar av materialet avlägsnas före eller efter dekontamineringen?**
I vissa fall kan det, före eller efter en dekontamineringsinsats, vara nödvändigt att fysiskt avlägsna vissa delar där radioaktiva ämnen har ansamlats eller trängt in (i exempelvis mikroskopiska sprickor eller spalter i konstruktionen). Avlägsning kan även vara aktuellt för delar som är svåra att kontrollera. Genom kapning eller annan typ av segmentering kan ytor göras åtkomliga.

- **Uppstår sekundäravfall som måste omhändertas?**

I princip uppstår alltid sekundäravfall i samband med dekontaminering av material/utrustning. I bedömningen ska därför beaktas vilken typ av sekundäravfall som är optimalt med avseende på fortsatt hantering, slutförvaring (avfallets egenskaper och dess volym), ALARA, miljöpåverkan, ekonomi etc.

Sekundäravfallsfrågan ska bedömas särskilt inför beslut om kemisk dekontaminering. Detta på grund av att det kan uppstå avfall som kan vara mycket besvärligt att ta hand om.

Ingen dekontamineringsinsats bör påbörjas förrän sekundäravfallshanteringen är löst.

- **Miljöhänsyn och BAT (Best Available Technology).**

Miljöhänsyn ska tas i hela processen. Av detta skäl kan det bli aktuellt att lägga ner extra arbete på att friklassa en del material (t ex bly). Om sådant material kan friklassas för återanvändning kan behovet av nyframställning reduceras samtidigt som belastningen på SFR eller annan deponi minskar. Kravet på BAT innebär att bästa tillgängliga teknik ska väljas, den teknik som väljs ska motiveras utifrån miljö- och arbetsmiljöfrågor samt funktion.

- **ALARA-bedömning (As Low As Reasonably Achievable).**

I första hand är friklassning aktuellt för lågaktiva material. Skulle man överväga att försöka friklassa material som innehåller stora mängder radioaktiva ämnen eller har signifikant dosrat ska ALARA-hänsyn tas. Ett exempel på sådant material är värmeväxlare som har högt aktivitetsinnehåll i tubpaketet medan andra delar är direkt friklassningsbara. För material med komplexa förutsättningar bör erfarenheter och tekniska lösningar inom branschen, nationellt och internationellt, beaktas.

- **Ekonomisk bedömning.**

En ekonomisk värdering av en dekontamineringsåtgärd ska alltid göras, särskilt när det handlar om stora volymer material där friklassning är ett alternativ till deponering. Det är viktigt att det både innan dekontamineringens start och under arbetets gång görs en bedömning om det är möjligt att med rimlig arbetsinsats och utrustning få ner föroreningsnivåer till en nivå som möjliggör friklassning. Kostnaderna för dekontamineringen måste vägas mot kostnader för att hantera materialet som radioaktivt avfall (se beslutsmodell i bilaga 2a). För mindre enskilda volymer som exempelvis handverktyg (borrmaskiner, verktyg etc) ska hanteringskostnaden för upprepade dekontamineringsinsatser för friklassning värderas mot att utrustningen behålls på kontrollerat område för fortsatt användning eller skrotas och hanteras som radioaktivt avfall.

4.2.3 Dekontaminering

I de fall det finns behov av att avlägsna radioaktiva ämnen inför friklassningsförfarandet måste en del överväganden göras, se ovan. Utfallet av dessa överväganden är i många fall helt avgörande för om målet att kunna friklassa ett material ska kunna uppnås. I denna beslutsprocess är en korrekt bild av förutsättningar och erfarenheter av dekontaminering för friklassning av stor betydelse.

Några vanliga dekontamineringsmetoder är:

- Avtorkning.
- Blästring.
- Högtryckstvätt.
- Avlägsnande av aktiv del genom t ex kapning.
- Eldekontaminering.
- Kemisk dekontaminering.
- Centrifugering av vätskor.

Material som skickas vidare till aktivitetskontroll inför en eventuell friklassning ska genomgå strål-skyddskontroll och kontrolleras med avseende på förekomst av punktkällor av radioaktiv förorening. Det ska vara märkt och emballerat enligt rutiner för radioaktivt material. Materialet är att betrakta som radioaktivt tills annat är fastställt.

Material som uppfyller friklassningskriterierna med avseende på lös kontamination kan hanteras utan emballage förutsatt att eventuellt förekommande fast sittande förorening inte kan släppa i hanteringen.

4.3 Lokaler och byggnader

När en verksamhet avvecklas eller flyttas ska tillståndshavaren vidta de åtgärder som krävs för att lokaler och byggnader med eventuella kvarvarande system, inredningar utrustningar eller komponenter ska kunna friklassas.

Enligt SSMFS 2011:2 gäller olika nivåer för friklassning vid rivning jämfört med fri användning. Friklassning av lokaler och byggnader kräver beslut från SSM. Tillståndshavaren kan efter föreskriven kontroll och eget godkännande själv klassa om lokaler och byggnader till okontrollerat område och bedriva annan verksamhet där. För annans huvudmans användning av lokalen eller inför rivning krävs dock friklassningsbeslut från myndighet.

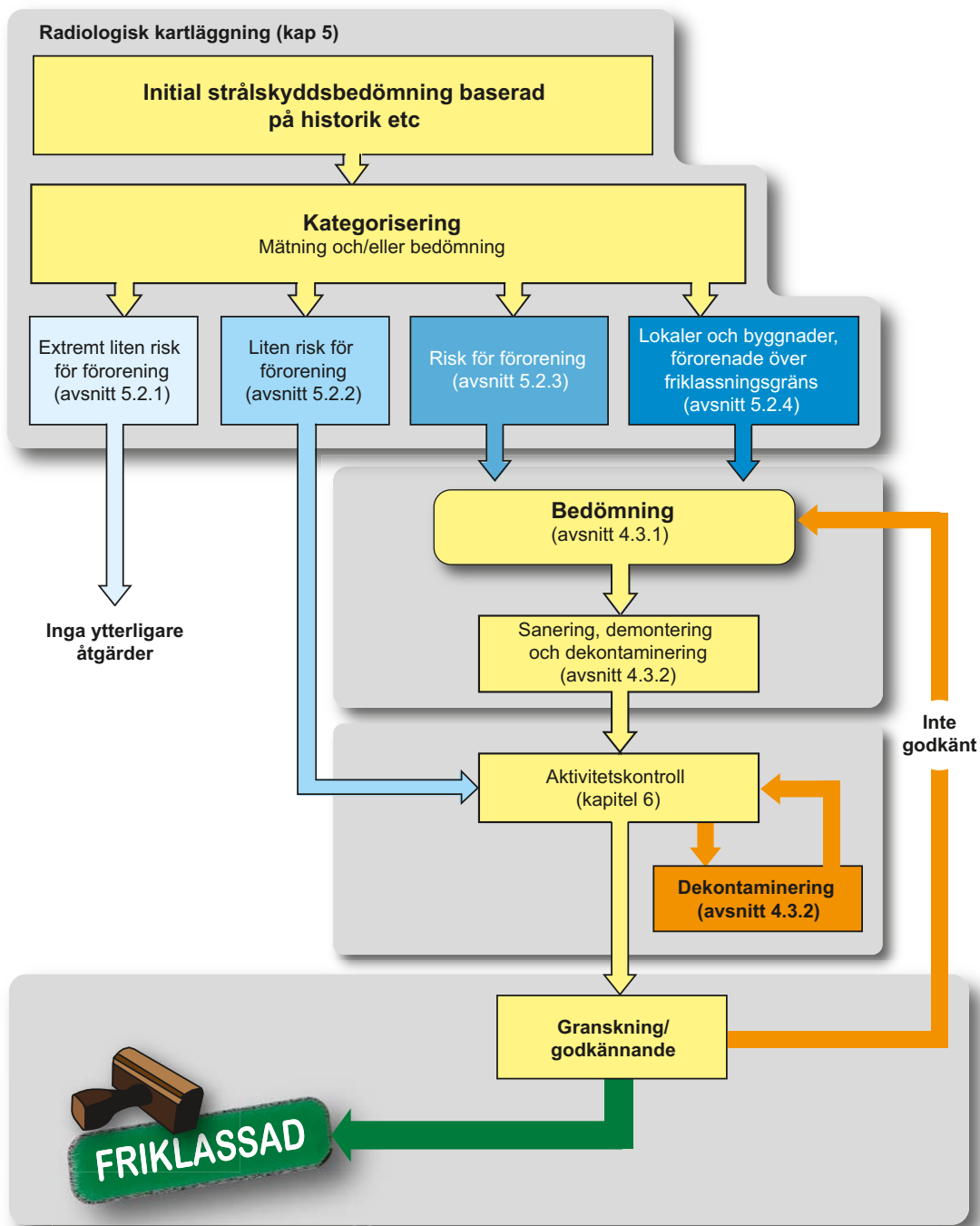
Eventuella system, inredningar och utrustning som avlägsnas inför en friklassning hanteras och bedöms som material, se avsnitt 4.2. Bilderna i figur 4-2 visar exempel på hur lokaler kan delas in i mindre delar i samband med friklassningsarbete. Figur 4-3 beskriver övergripande principen för friklassning av lokaler och byggnader, i figuren görs hänvisningar till avsnitt i handboken.

Den radiologiska kartläggningen inleder processen. Vid kategorisering av lokaler och byggnader är det av stor vikt att identifiera var och på vilket sätt lokalen eller byggnaden har använts och eventuellt blivit förorenad med radioaktiva ämnen. Principen för dekontaminering och friklassning av väggar, golv och tak i byggnader som ska användas för annan verksamhet eller rivs är att identifiera och avlägsna radioaktiva ämnen minst ner till nivån som möjliggör friklassning. Om byggnadsmaterialet kan ha blivit aktiverat av neutronflöde krävs en analys av hur djupt denna aktivering sträcker sig.

Efter den radiologiska kartläggningen, skiljer sig det fortsatta arbetet beroende på aktuell riskkategori. Principerna för de följande stegen bedömning och sanering/dekontaminering beskrivs i följande avsnitt.



Figur 4-2. Pågående arbete med friklassning.



Figur 4-3. Översikt över friklassningsprocessen för lokaler och byggnader som kan vara förorenade med radioaktiva ämnen.

4.3.1 Bedömning

Vid beredning av arbeten görs en tidig bedömning huruvida hela eller delar av lokalen eller byggnaden är friklassningsbara direkt eller efter dekontaminering/separering av aktiva partier. En övervägning görs om lokalen eller byggnaden kan återanvändas efter friklassning eller ska rivras. För byggnader som ska rivras kan friklassning med villkorad användning/hantering av rivningsmassor baserad på en dispens övervägas.

Följande underlag kan användas vid en första bedömning av vilka åtgärder som behöver vidtas för att kunna friklassa en lokal eller byggnad:

- Anläggningsdokumentation (block, rum, system, objekt), exempelvis:
 - Ritningsunderlag.
 - Klassningsunderlag.
 - Material (typ och mängd).
- Historik (driftsdata, bränsleskador, läckage, övermålning).
- Avvecklingsplan.
- Genomförda kartläggningar av radioaktiva ämnen med avseende på föroreningsgrad, utbredning och inträngningsdjup.

4.3.2 Sanering och dekontaminering av lokaler och byggnader

Saneringsåtgärder bör övervägas redan inför den kontroll av lokaler och byggnader som ingår i den radiologiska kartläggningen. Löst sittande radioaktiv förorening bör avlägsnas om det kan ske med enkla metoder såsom avtorkning eller tvättning. Lös radioaktivitet kan påverka mätningarna. Dessutom finns risk för spridning av radioaktiv förorening och återkontamination av rengjorda ytor. Alla system, utrustningar och komponenter som inte avses användas efter friklassningen demonteras och friklassas som material enligt 4.2 ovan. Tömningen av lokalerna görs i syfte att underlätta sanering, dekontaminering och aktivitetskontroll.

Genom att varva sanerings- och dekontamineringsåtgärder med mätningar återfinns enklast den nivå där ytterligare sanering inte behövs eller är meningsfull. Förekomsten av lös kontamination kontrolleras med hjälp av strykprov. Vid behov vidtas saneringsåtgärder för att minska risken för aktivitetsspridning.

Efter sanering kan det finnas ett behov av att avlägsna fast sittande radioaktiva ämnen och radioaktiv förorening. Inför val av dekontamineringsmetod är en god bild av de lokala förutsättningarna och tillgängliga metoder av stor betydelse. Exempel på dekontamineringsåtgärder är blästring, slipning, fräsning och bilning. Om delar av lokaler och byggnader inte går att friklassa måste hela byggnadsdelar betraktas som radioaktivt avfall till extern behandling eller till deponering enligt rutiner och instruktioner för radioaktivt avfall.

För ytor där det är känt att det finns förorening som nått ett större inträngningsdjup kan provborring med fördel användas för att avgöra till vilket djup materialet är förorenat och måste avlägsnas. Prover kan också tas för att skapa nuklidvektorer i byggnader där dessa inte sedan tidigare är kända eller för att validera befintliga vektorer.

4.4 Mark

När en verksamhet avvecklas eller flyttas kan även marken där byggnader stått eller verksamhet bedrivits i vissa fall vara radioaktivt förorenad. Oavsett om marken under eller omkring en avvecklad anläggning har känd förorening eller ej erfordras en radiologisk kartläggning med eller utan mätningar och kategorisering. Enligt SSMFS 2011:2 finns inga friklassningsnivåer specificerade för mark eftersom SSM ännu så länge inte har specificerat villkoren för friklassning av mark. Troligtvis kommer en metodik liknande Naturvårdsverkets riktlinjer för bedömningar av föroreningar i mark att tillämpas. I dessa riktlinjer är utgångspunkten den slutgiltiga användningen för marken med en nivå för känslig markanvändning, KM, och en nivå för mindre känslig markanvändning, MKM. Bedömningen om marken utgörs av känslig eller mindre känslig markanvändning görs utifrån planer för fortsatt användning som finns för markområdet.

Internationellt tillämpas ofta högre doskriterier vid friklassning av mark jämfört med material eller lokaler och byggnader eftersom mark inte betraktas som rörlig på samma sätt som material och inte heller exponeras mot människor såsom byggnader. Det är sannolikt att friklassning av mark kommer att baseras på dos till kritisk grupp utifrån de lokala förutsättningarna. Processen för friklassning av mark kan övergripande beskrivas i följande delsteg:

1. Sammanställning av uppgifter om markens beskaffenhet.
2. Sammanställning av markområdets radiologiska historia, vilken typ av spill som kan ha förekommit, vilka nuklider etc.
3. Ytavkännande mätningar genom mobila eller *in situ* baserade metoder. Metodiken måste vara anpassad efter de nuklider som är tänkbara.
4. Representativ provtagning som stöd för de ytavkännande metoderna.
5. Om förorening misstänks eller konstateras bör provtagningsfrekvensen utökas i syfte att kunna bedöma omfattningen av en förorening och erforderliga saneringsåtgärder. Prover bör tas till ett sådant djup att föroreningen ”ringats in”.
6. Provtagningen måste vara så omfattande att man med god säkerhet kan ange vilka områden som behöver behandlas och till vilket djup.
7. Efter detta kan saneringsarbetet inledas genom att schakta ut de förorenade massorna för kompletterande kontroll, behandling (t ex tvättning) eller omhändertagande som radioaktivt avfall.
8. Efter avslutat saneringsarbete görs en slutkontroll inför beslut om friklassning av markområdet med eller utan villkor.

4.4.1 Bedömning

Arbets sättet vid friklassning av mark har likheter med det för lokaler och byggnader. Vid beredning av arbeten görs en tidig bedömning huruvida hela eller delar av markområdet är friklassningsbart direkt eller efter dekontaminering i första hand genom bortskaffning av aktiva partier. Denna bedömning bör baseras på kunskap om den verksamhet som bedrivits på platsen, händelser, spill, iakttagelser i samband med områdeskontroll, förekomst av hårdgjorda ytor, förekommande jordarter, grundvattensituationen etc. Parallellt med att föroreningen med radioaktiva ämnen kartläggs är det av stor vikt att genomföra en grundläggande analys av markens beskaffenhet.

I bedömningskedet kan det också vara värdefullt med preliminära mätinsatser i form av skannande mobil gammasppektrometri i kombination med insamling av prover från de platser som upptäckts vara eller misstänks vara förorenade.

Följande punkter bör ingå i en bedömning av mark, dessa har inspirerats av de amerikanska riktlinjerna ”MARSSIM”, se även riktlinjer i EURSSEM (den europeiska motsvarigheten):

- Planerad användning av området på kort och lång sikt.
- Historik över området och anläggningen.
- Genomförda fältmätningar, metoder och analyser.
- Provtagning och preparering för analys.
- Utvärdering och tolkning av omgivningsmätningar.

4.4.2 Sanering och dekontaminering av mark

Sanering av mark sker vanligen genom olika sorterings- och/eller tvättåtgärder av markmaterialet. Det förorenade materialet avlägsnas, genomgår behandling i en för ändamålet anpassad anläggning och kontrolleras innan det eventuellt återförs. Markmaterialet kontrolleras på liknande sätt som annat material. Representativa prover eller mätningar *in situ* jämförs med gällande friklassningsnivåer. Material som ej kan friklassas hanteras som radioaktivt avfall. Betydande mängder jordmassor kan behöva genomgå behandling t ex om föroreningen skett genom spill av radioaktiva vätskor. Detta innebär också att kostnader kan sparas genom en noggrann kartläggning och arbetsplanering innan schaktningsarbeten inleds.

5 Radiologisk kartläggning

I detta kapitel redogörs för procedurer för radiologisk kartläggning av material, lokaler och byggnader samt mark med avseende på av verksamheten tillförda radioaktiva ämnen. Syftet med den radiologiska kartläggningen är att ge en bild av förutsättningarna för friklassning och eventuellt dekontamineringsbehov. Kartläggningen underlättar och styr till en del planeringen av den fortsatta aktivitetskontrollen. Avsnittet fokuserar på radioaktiv förorening, vilket inkluderar aktivitet till följd av neutronaktivering, vilket naturligtvis också ska beaktas i kartläggningsarbetet. Naturligt förekommande radioaktivitet vilken inte varit en del i verksamheten ingår normalt inte i en kartläggning av en kärnteknisk anläggning, men förekomsten av naturligt förekommande radioaktivitet kan vara en försvårande faktor eftersom det är svårt att särskilja naturligt förekommande nuklider från tillförda eller genom verksamheten uppkomna annat än genom nuklidspecifik analys. Exempel på naturliga radioaktiva ämnen är uran, torium, radium, radon och kalium-40.

5.1 Material

Radiologisk kartläggning bör göras på allt material inom en kärnteknisk anläggning där radioaktiv förorening inte kan uteslutas. En systeminventering med tillhörande strålskyddskontroll bör göras och samlas i en databas för att kunna göra en första bedömning ur strålskyddssynpunkt.

Tabell 5-1 ges en översikt av hur radiologisk kartläggning av olika typer av material bör gå till.

Material kategoriseras först och främst enligt de kriterier som pekas ut i föreskrift SSMFS 2011:2, alltså spillolja och farligt avfall, verktyg där endast risk för förorening på ytan föreligger samt material med icke kontrollerbar yta. Allt material kategoriseras därefter efter graden av risk för radioaktiv förorening. I denna handbok redovisas en uppdelning av material i fyra kategorier, material med extremt liten risk för radioaktiv förorening, material med liten risk för radioaktiv förorening, material med risk för radioaktiv förorening och material med radioaktiv förorening över friklassningsgränsen. Kategorisering efter risk beskrivs vidare i avsnitt 5.1.1–5.1.4.

Det kan vid en radiologisk kartläggning finnas skäl till införande av ytterligare kategorier, till exempel av strålskyddsskäl (höga dosrater).

Tabell 5-1. Översikt av radiologisk kartläggning av material S = strykprov (kBq/m²) P = Pulsrätmätning (cps) och N = Nuklidspecifik koncentration via mätning eller beräkning (Bq/g), (..) = liten eller mycket liten omfattning.

Kategori	Mätning	Provtagning/Mätning	Exempel på material som omfattas
Verktyg och utrustningar endast förorenade på åtkomliga ytor.	S, P		Verktyg från kontrollerat område.
Vätskor, finfördelat material och annat material som saknar yta som kan kontrolleras.		N	Om vätskan är väl omblandad kan prov tas på representativ delmängd. I annat fall bör de olika fraktionerna kartläggas.
Material med extremt liten risk för radioaktiv förorening.	(S, P)		Mycket begränsad (om någon). Material utan radiologisk historia, som inte varit inom kontrollerat område och som inte varit i kontakt med radioaktivt material.
Material med liten risk för radioaktiv förorening.	S, P	(N)	Riktad provtagning/ mätning för att bekräfta att materialet är fritt från radioaktiv förorening. Material utan radiologisk historia från utrymmen utan lös kontamination, lysrör från kapslade armaturer.
Material med risk för radioaktiv förorening.	S, P	N	Riktad och representativ provtagning/mätning för att kartlägga graden av förorening, nuklidspecifik analys för att ta fram nuklidvektor. Uttjänta utrustningar och inredningsdetaljer från kontrollerat område och utbytta systemdelar som kan vara förorenade.
Material förorenat över friklassningsgräns.	S, P	N	Stickprovsmässig mätning/ provtagning på representativa delmängder för att bedöma föroreningsgraden. Material med känd radioaktiv förorening och systemdelar från aktiva system.

5.1.1 Kategorisering efter risk

Allt material, även spillolja, annat farligt avfall och verktyg enligt ovan, ska kategoriseras utifrån risk för förorening. Till grund för kategoriseringen ligger en initial strålskyddsbedömning och rutiner för källsortering av avfall. För att göra denna bedömning är framför allt ursprung och historik för ett material väsentlig. Var har materialet varit, hur har det använts, vilka arbeten har pågått i närheten etc. Det kan vara svårt att få en komplett bild av historiken för ett material i en anläggning, t ex för verktyg och utrustningar som varit/använts på flera ställen. Kvalitén på information om ursprung och historik är en viktig parameter att beakta när man gör den initiala bedömningen och kategoriseringen. Det är viktigt att uppmärkning och beskrivning av material för friklassning sker tidigt.

Vid beredning av arbeten görs en tidig bedömning huruvida allt eller delar av demonterat material, verktyg och förbrukningsmaterial etc bedöms kunna bli föremål för friklassning antingen direkt eller efter dekontaminering. Inför en bedömning av möjligheten att friklassa är det också viktigt att även bedöma om komponenter behöver demonteras för aktivitetskontroll.

Luftgenomströmmande maskiner och utrustningar som t ex kompressorer och fläktkylda elmotorer/verktyg kräver särskild uppmärksamhet då invändig förorening inte kan uteslutas. Av samma skäl bör rör, pumpar och ventiler där invändig förorening inte kan uteslutas ges särskild uppmärksamhet vad det gäller möjligheten till friklassning såväl ur ett tekniskt som ekonomiskt perspektiv.

Föremål med konstaterad löst sittande radioaktiv förorening bör saneras inför bedömning av friklassningsbarhet.

Om materialet inte är föremål för friklassning eller återanvändning inom radiologiskt kontrollerat område klassas det som radioaktivt avfall och hanteras vidare enligt rutiner och instruktioner för radioaktivt avfall.

Vid en bedömning beträffande möjligheten till friklassning kan följande underlag användas:

- Arbetsorder och/eller projektbeskrivning.
- Historik.
 - Var har materialet använts?
 - Driftdata, hur har komponenten använts och hur länge?
 - Vad har hänt i omgivningarna?
 - Har komponenten målats sedan den togs i drift?
- Aktivitets- och kontaminationsdata.
 - Klassning av utrymmet där komponenten/materialet har använts
 - Direkt mätning på komponenten.
 - Finns det risk för inducerad aktivitet och/eller oåtkomlig förorening.
- Materialspecifikation/utrustningsspecifikation.

Som resultat av bedömningen kan material delas in i tre eller fyra kategorier baserade på risk för radioaktiv förorening. I följande avsnitt specificeras kriterierna för indelning i de fyra kategorierna material med extremt liten risk, material med liten risk och med risk för radioaktiv förorening samt material förorenat över friklassningsgräns.

I bedömningen av initial riskkategori och hur materialet ska kartläggas måste hänsyn tas till hur materialet tidigare har använts, hur känd den tidigare användningen är, risk för innesluten eller inducerad aktivitet och om det finns risk för aktivitetsansamlingar i materialet.

5.1.2 Material med extremt liten risk för förorening

Material utan radiologisk historia, som inte varit inom kontrollerat område och som inte varit i kontakt med radioaktivt material.

Mycket begränsad mätning om någon i kartläggningsfasen. Kartläggningen handlar i stor utsträckning om att baserat på kunskap om historik och verksamhetskunskap göra troligt att det inte föreligger någon risk för förorening. Material med extremt liten risk är inte föremål för formell friklassning. Dock erfordras ett aktivt ställningstagande där resultatet från den radiologiska kartläggningen är en viktig del.

5.1.3 Material med liten risk för radioaktiv förorening

Material som kan antas fritt från radioaktiv förorening – liten risk för förorening.

Materialet kommer från radiologiskt kontrollerat område där risken för förorening är liten eller från områden i anslutning till kontrollerat område. Materialet kontrolleras med strykprov och pulsrätmätning med handinstrument vid kartläggning. Om möjligt nyttjas riktad provtagning med fokus på områden där radioaktiv förorening skulle kunna ansamlas. Med riktad provtagning kan man med större säkerhet bekräfta att materialet är fritt från radioaktiv förorening. Vid bedömningen om vilken kategori materialet ska tillhöra är det också till stor hjälp om materialets historik är känd.

Material med liten risk för förorening kan vara komponenter utan kontakt med aktiva system från blåklassade områden där det inte förekommer lös kontamination av betydelse, men även t ex lysrör från gulklassade områden som suttit i täta armaturer (och där ”nerplockningsprocessen” kan verifieras utesluta risk för förorening) kan klassas inom denna kategori.

Efter den radiologiska kartläggningen, som beskrivits ovan, kan detta material skickas vidare för aktivitetstest inför friklassning. Aktivitetstestet beskrivs vidare i kapitel 6.

5.1.4 Material med risk för radioaktiv förorening

Detta är sådant material som med stor sannolikhet kan friklassas med eller utan åtgärder i form av t ex dekontaminering och separering av delar som ej är föremål för friklassning.

Detta material måste kartläggas noga. Den radiologiska kartläggningen ska ge underlag för beslut om fortsatt hantering. Material som har ytor mot aktiva system bör kontrolleras extra noga. Nuklidspecifik mätning bör göras redan i samband med den radiologiska kartläggningen för att bestämma eller validera nuklidvektor, se vidare avsnitt 5.4.

Komponenter inom kontrollerat område som i sig inte är del av ett aktivt system men där det finns en risk för radioaktiv förorening ska kartläggas målinriktat och särskilt där det finns risk för ansamling av radioaktiva ämnen. Det är vanligtvis känt vilka system och komponenter på kontrollerat område som är eller riskerar att vara radioaktivt förorenade och för dessa är en kartläggning och kategorisering framför allt en fråga om att bestämma graden av förorening.

I den radiologiska kartläggningen av material med risk för förorening ingår att bestämma föroreningsgrad och utbredning samt inträngningsdjup samt vid behov om materialet bedöms möjligt att göra rent. Framför allt är det fråga om pulsrätmätning, strykprovstagning samt spektrometrianalyser på materialprover.

5.1.5 Material med radioaktiv förorening över friklassningsgräns

Material förorenat över friklassningsnivån behöver dekontamineras eller på annat sätt behandlas innan det kan bli föremål för ett friklassningsförfarande. Alternativt skickas det direkt som radioaktivt avfall för omhändertagande.

Materialet bör kontrolleras med stickprovsmässiga metoder på representativa delmängder med hjälp av strykprov och dosrätmätningar för att uppskatta graden av radioaktiv förorening inför beslut om vidare åtgärder. Ofta handlar det om att bedöma om det över huvudtaget är möjligt med friklassning efter sanering/behandling. Detta material är inte föremål för friklassning utan omfattande dekontamineringsåtgärder. För denna bedömning är information om inträngningsdjup och åtkomlighet för dekontaminationsåtgärder av stor betydelse. Ofta krävs en hantering som styrs utifrån de aktuella förutsättningarna och sådant arbete beskrivs därför inte i denna handbok.

Aktiva system kartläggs ofta via årliga mätningar av ytaktivitet¹ och kontrolleras med utökad provtagning.

¹ Exempelvis SAM, NSSAM, NYMF.

5.2 Lokaler och byggnader

I Tabell 5-2 ges en översikt av hur radiologisk kartläggning av byggnader bör gå till.

Precis som för material kategoriseras byggnader och lokaler efter graden av risk för radioaktiv förorening. I denna handbok redovisas för byggnader och lokaler en uppdelning i tre kategorier; byggnader och lokaler med liten risk för radioaktiv förorening, risk för radioaktiv förorening samt med radioaktiv förorening över friklassningsgränsen. Liksom för material kan det i vissa sammanhang vara aktuellt att använda även extremt liten risk för radioaktiv förorening.

Tabell 5-2. Översikt av radiologisk kartläggning av lokaler och byggnader. S = strykprov (kBq/m²) P = Pulsratsmätning (cps) och N = Nuklidspecifik mätning eller beräkning av förorening på ytan (kBq/m²), (..) = delvis.

	Mätning		Provtagning/Mätning
Byggnader och lokaler med extremt liten risk för radioaktiv förorening.	(S, P)		Normalt ingen eller mycket begränsad mätning/provtagning.
Byggnader och lokaler med liten risk för radioaktiv förorening.	S, P		Riktad provtagning/ mätning för att bekräfta att materialet är fritt från radioaktiv förorening.
Utrymmen med risk för radioaktiv förorening.	S, P	(N)	Riktad och representativ provtagning för att bestämma nuklidvektor och kartlägga graden av förorening.
Lokaler och byggnader med radioaktiv förorening över friklassningsnivå.	S, P	(N)	Stickprovsmässig kontroll på representativa delmängder för att uppskatta föroreningsgraden.

5.2.1 Lokaler och byggnader med extremt liten risk för radioaktiv förorening

Byggnader såsom kontor, avsaltningsanläggning, vattenverk, vätgasfabrik, pannhus, godsmottagning etc kan i princip avfärdas vad gäller risken för radioaktiv förorening, extremt liten risk. För att bekräfta ställningstagandet kan ett fåtal mätningar med avsökningssinstrument och strykprov göras. Proven tas med fördel riktat vilket innebär att proven tas där aktivitet skulle ha kunnat ansamlats. Lokaler och byggnader i denna kategori behöver normalt inte kontrolleras vidare, utan avskrivs från fortsatt hantering, dvs lokalen har inget behov av att friklassas.

Se även avsnitt 5.2.5, "Lokaler och byggnader utanför kontrollerat område".

5.2.2 Lokaler och byggnader med liten risk för radioaktiv förorening

För utrymmen där den inledande kartläggningen, av historik etc, visar på låga risker för radioaktiv förorening över friklassningsnivåerna, är kartläggningens huvudsyfte att bekräfta den initiala kategoriindelningen och att få underlag för att kunna bestämma omfattningen av den kommande aktivitetskontrollen. I dessa utrymmen bör avsökning med pulsratsinstrument tillsammans med strykprovtagning vara tillräcklig.

5.2.3 Lokaler och byggnader med risk för radioaktiv förorening

Det är vanligtvis i huvudsak känt vilka utrymmen på kontrollerat område som är eller riskerar att vara radioaktivt förorenade och för dessa är en kartläggning och kategorisering framför allt en fråga om att bestämma graden av förorening. I vissa fall kan kartläggningen stödja en omkategorisering till lokaler och byggnader med liten risk för förorening.

I denna kartläggning ingår att bestämma dosrater, föroreningsgrad och utbredning samt inträngningsdjup i golv, väggar etc. Mätmassigt är det framförallt en fråga om pulsratsmätning, strykprovtagning samt spektrometrianalyser på materialprover. Extra fokus läggs på lokaler där det finns en känd föroreningsproblematik med oklar utbredning och inträngning. Här kan det även vara aktuellt att genomföra nuklidspecifika mätningar. Figur 5-1 visar provtagning med hjälp av strykprov i en lokal och figur 5-2 visar mätning med ett pulsratsinstrument. Figur 5-3 visar ett exempel på utrustning för gammaspectroskopiska mätningar och figur 5-4 ett exempel på ett borrvprov för mätning av inträngningsdjup i en vägg. Golvbrunnar och pumpgropar är exempel på byggnadsdelar som bör ges

särskild uppmärksamhet och utökad kontroll. I lokaler för hantering av radioaktivt avfall är risken för radiologisk förorening ofta förhöjd samtidigt som nuklidsammansättningen är varierande, varför en mer detaljerad kartläggning bör göras i dessa utrymmen. Ofta utgör lagrat avfall och att lokalerna används under avvecklingsprocessen en försvårande faktor. Den fullständiga kartläggningen av lokalerna kan göras först då allt radioaktivt avfall transporterats bort. Man kan dock baserat på de initiala mätningarna och kunskap om verksamheten bedöma vilka ytor som är förorenade och ungefär i vilken utsträckning.



Figur 5-1. Provtagning och analysutrustning för strykprov i en lokal.



Figur 5-2. Mätning med pulsratsinstrument i en lokal.



Figur 5-3. Utrustning för gammaspektroskopiska mätningar.



Figur 5-4. Borrprov för bestämning av inträngningsdjup.

5.2.4 Lokaler och byggnader med radioaktiv förorening över friklassningsgräns

Lokaler och byggnader med omfattande radioaktiv förorening utgörs av utrymmen vilka ej utan omfattande insatser är föremål för ett friklassningsförfarande. I dessa utrymmen görs både översiktliga och stickprovsmässiga mätningar och provtagningar för att bedöma föroreningsgrad, utbredning och inträngningsdjup i syfte att få underlag för dekontamineringsarbetet och för att uppskatta vilka avfallsvolymer som kommer att genereras. Framför allt är det fråga om dosratsmätning, strykprovtagning samt spektrometrianalyser på materialprover.

5.2.5 Lokaler och byggnader utanför kontrollerat område

Byggnader och lokaler utanför kontrollerat område hanteras normalt inom kategorin extremt liten risk, dvs ska inte vara förorenade och behöver därför inte friklassas. Inom vissa anläggningsdelar utanför kontrollerat område kan det dock finnas en viss risk för radioaktiv förorening av betydelse. Ett exempel är kylvattensystemet. Kylvattensystemens utloppsvatten kan i vissa fall innehålla låga halter radioaktiva ämnen vilka kan ansamlas i sedimenterat material. Om så är fallet ska anläggningsdelarna kartläggas som "liten risk" eller "risk" (baserat på drifhistorik och/eller resultat av tidigare kontroller). Även ventilationskanaler kan ha en liknande problematik.

En del andra utrymmen utanför radiologiskt kontrollerat område som förråd och verkstäder har en något förhöjd risk för radioaktiv förorening. Orsaken till detta är att verktyg, utrustning och annat friklassat material som varit på kontrollerat område har hanterats i dessa utrymmen. Det medför att det finns en teoretisk risk att radioaktiva ämnen kan ha ansamlats under åren. Det bör vara en ambition att ha en något noggrannare avsökning av dessa utrymmen, i nivå med vad som görs i lokaler med liten risk. Om radioaktivitet av betydelse konstateras ska aktuellt utrymme eller del av utrymme klassas som "risk".

Lokaler utanför radiologiskt kontrollerat område som har förbindelse mot kontrollerat område och byggnadsdelar där hantering av radioaktivt material kan ha förekommit bör också kontrolleras med en något noggrannare avsökning. Beroende på historik och initial provtagning kan det alltså vara aktuellt att kategorisera lokaler utanför kontrollerat område som lokaler med "liten risk" eller "risk", dvs det ställs krav på aktivitetkontroll och formell friklassning.

5.3 Mark

För mark kategoriseras områden efter graden av risk för radioaktiv förorening. I denna handbok redovisas en uppdelning i fyra kategorier, mark med extremt liten risk för radioaktiv förorening, mark med liten risk för radioaktiv förorening, mark med risk för radioaktiv förorening och mark med radioaktiv förorening över friklassningsgränsen

I Tabell 5-3 ges en översikt av hur radiologisk kartläggning av ett markområde bör gå till. Med riktad provtagning avses att ta prover där risken för förorening bedöms som störst, representativ avser att avsökningen görs på ett systematiskt sätt (t ex med hjälp av rutnätsindelning). En analys av den radioaktiva föroreningens omfattning utförs för att utröna behovet av saneringsåtgärder och planera för omhändertagande av uppkommet avfall.

Tabell 5-3. Översikt av radiologisk kartläggning av ett markområde.

	Mobil avsökning/ översiktlig skanning	Markprov	Pulsratsmätning med handinstrument	Särskilt provprogram
Områden med extremt liten risk för radioaktiv förorening.	Nej	Nej	Nej	Nej
Områden med liten risk för radioaktiv förorening.	Ja	Riktad provtagning	Riktad mätning	Nej
Områden med risk för radioaktiv förorening.	Ja	Riktad och representativ provtagning	Riktad och representativ mätning	Vid behov
Områden med radioaktiv förorening över friklassningsgräns.	Ja	Provtagnings-program både på ytan och på djupet	Riktad stickprovsmässig mätning efter behov	Ja

5.3.1 Mark med liten risk för radioaktiv förorening

Det är normalt relativt väl känt var inom ett industriområde runt en kärnteknisk anläggning det finns eller kan finnas radioaktiv förorening. Övriga områden, undantaget områden där radioaktiv förorening kan uteslutas (extremt liten risk), bör undersökas med hjälp av mobil avsökning och en översiktlig skanning görs för att konstatera att marken inte är förorenad. Den översiktliga skanningen, de riktade mätinsatserna, den stickprovsmässiga provtagningen och analyserna bör planeras och utföras så att resultaten från kartläggningen blir statistiskt säkerställda, vilket innebär att risken för oupptäckt förorening är mycket låg.

Områden där radioaktivt material aldrig har hanterats och som inte kan ha påverkats av den kärntekniska verksamheten annat än via normaldriftsutsläppen till luft anses vara extremt liten risk.

5.3.2 Mark med risk för radioaktiv förorening

På platser där man bedömt att det finns risk för radioaktiv förorening bör undersökningarnas omfattning utökas både vad avser de ytavkännande metoderna, t ex mobil skanning (avsökning med pulsratsinstrument anpassat för stora ytor) och *in situ* gammasppektrometri (med eller utan skärmning) samt provtagning av ytskikt och djupare liggande lager.

En mobil avsökning har begränsningar eftersom anläggningsdelar som innehåller radioaktiva ämnen kan påverka mätningarna höja bakgrunden lokalt så att avsökningsutrustningens detektionsgräns försämras. Detta medför att *in situ* gammasppektroskopi med skärmning av radioaktiva ämnen som påverkar mätningarna eller provtagning för radiometrianalys bör göras tätare i sådana områden. Det finns modeller för hur en sådan provtagningskampanj kan se ut (se vidare t ex MARSSIM).

För områden där de ytavkännande metoderna har indikerat förhöjda nivåer bör provtagningen utökas så att en klar bild över den radioaktiva föroreningens utbredning och djup, framstår.

Det kan finnas platser där historisk verksamhet kan ha orsakat förorening. På sådana platser bör en utökad provtagning göras, där man utöver den systematiska provtagningen/mätningen riktat söker efter och tar prov på platser där radioaktiva ämnen kan förväntas ha koncentrerats.

5.3.3 Områden med radioaktiv förorening över friklassningsgräns

I vissa områden är den radioaktiva föroreningen så hög att marken inte kommer att kunna friklassas utan ett omfattande dekontamineringsarbete. I så fall handlar den radiologiska kartläggningen om att få en bild av vilka åtgärder som skulle krävas för dekontaminering alternativt bortskaffning för deponering som radioaktivt avfall.

5.4 Mätning vid radiologisk kartläggning

Följande avsnitt beskriver olika mätteknikers användning inom radiologisk kartläggning. En mer detaljerad beskrivning av mätning i samband med aktivitetskontroll görs i kapitel 6.

5.4.1 Mätning av total aktivitet

Exempel på mätmetoder för mätning av total aktivitet, alltså ej nuklidspecifikt, är dosrats- och pulsratsmätning och aktivitetsbestämning med hjälp av strykprover. Strykprover kan, om så erfordras, analyseras nuklidspecifikt.

Dosratsmätning används som en första indikation på aktivitetsinnehållet och görs enligt normala strålskyddsrutiner i första hand i utrymmen som innehåller radioaktiva system eller systemdelar. Det är inte möjligt att med ett dosratsinstrument avgöra om ett material eller en yta är aktuellt för friklassning eller ej varför dosratsmätningen vid mycket låga dosrater bör kompletteras med pulsratsmätningar för att öka detaljeringsgraden.

5.4.2 Nuklidspecifika mätningar

I utrymmen där risk för förorening av radioaktiva ämnen föreligger och aktivitet har detekterats med strykprov, dos- eller pulsratsinstrument kan nuklidspecifika *in situ*-mätningar genomföras. Detta görs i syfte att bestämma förekomsten av gammaemitterande nuklider. Material kan med fördel även kartläggas vid iordningställda mätstationer där materialposten med fördel roteras i samband med mätning. Rent alfa- eller rent beta-emitterande nuklider kan inte bestämmas *in situ*. Bestämningen av dessa nuklider görs genom analys av strykprov eller materialprov. Strykprov kan också mätas nuklidspecifikt och är då exempel på nuklidspecifikt *ex situ*-mätning. I Figur 5-5 visas exempel på en nuklidspecifikt gamma-mätning av ett avfallsskotti.

Uttagna prover eller delmängder från material, systemdelar, golv eller väggar eller objekten i sin helhet analyseras nuklidspecifikt. Vilka nuklider som analyseras beror på den verksamhet som bedrivs. För många kartläggningsprojekt är det inte aktuellt att bestämma alfa och rent betaemitterande nuklider för mer än ett urval av proven för att fastställa eller bekräfta nuklidvektorer. Strykprover med uppmätta totalaktivitetsmängder bör i några fall analyseras nuklidspecifikt.



Figur 5-5. Exempel på nuklidspecifikt mätning.

I kärnkraftverk finns med stor sannolikhet betong som förorenats med låga halter av tritium. Framför allt rör det sig om bassängväggar och andra ytor som under längre tid stått i kontakt med processvatten, men även utrymmen där avdunstning från processvatten stått för huvuddelen av luftfuktigheten kan vara påverkade. Urvalet av vilka betongytor som ska provtas kan göras utifrån t ex.

- Förekomst av annan förorening eftersom utläckt processvatten ofta även har innehållit t ex Co-60.
- Ytor som varit i kontakt med tritiumförorenad luftfuktighet eller renat processvatten där gammastrålare kan vara svåra att detektera.
- Platser där tritium kan ha producerats genom neutronbestrålning, t ex i biologiska skärmen.

5.4.3 Nuklidvektorer

Indirekt kan bestämning av olika radionuklider i ett prov bestämmas genom tillämpning av nuklidvektorer. En nuklidvektor är en form av ”fingeravtryck” för den radioaktiva förorening som kan antas finnas. Nuklidvektorer kan användas för aktivitetsberäkning i material, byggnader och lokaler samt mark och är ett sätt att bestämma svårsmätbara nuklider. I kapitel 6 redogörs för bestämning och användning av nuklidvektorer.

5.5 Informationshantering vid radiologisk kartläggning

Det är av stor vikt att det redan vid starten av den radiologiska kartläggningen finns en struktur för hantering, lagring och kvalitetssäkring av all relevant information (även annat än radiologiska data). Radiologiska mätvärden behöver kunna bestämmas avseende position, t ex både vad det gäller en ytas läge och mätpunktens djup under ytan, samt tidpunkt för både provtag och aktivitetsbestämning.

För att kunna hantera den stora mängd data som kommer att insamlas bör någon typ av databas användas. I databasen bör det bli en möjlighet att registrera ett antal olika mätresultat till varje position. Vid markundersökning kan GPS användas för positionsbestämning av mätpunkterna.

6 Mätmetoder och mätteknik för aktivitetskontroll

Detta kapitel beskriver olika mätmetoder som möjliggör bestämning av föroreningsnivåer i material, byggnader och mark. Några förutsättningar beskrivs för en bra friklassningsmätning, och förslag ges på mätutrustning som kan användas. Ofta räcker det inte att mäta direkt på ett material, utan indirekta metoder kan krävas, som kemisk separation av olika radioaktiva ämnen, eller beräkning av vissa nuklidens förekomst utifrån en förutbestämd kvot mellan olika radionuklider, så kallade nuklidvektorer.

6.1 Mätplats

Den parameter som till största delen styr detektionsgränser, och därmed också mättiden vid friklassning, är den bakgrundsstrålning som den använda mätutrustningen utsätts för. Det är framför allt för mätning av gammastrålning, som ofta utgör den dominerade typen av mätning vid friklassningar, som bakgrundens nivå påverkas av mätplatsen.

Bakgrundsstrålningen kan domineras av olika komponenter beroende på mätplats. Gemensamt för alla mätplatser är dock påverkan från naturlig bakgrundstrålning. Andra komponenter i bakgrunden kan vara extern gammastrålning spridd i luften (skyshine) från BWR-anläggningarnas turbinbyggnader, bakgrundsstrålning från byggnadsmaterial (t ex K-40 i betong) eller passerande transporter av radioaktivt material som kan ge en variabel bakgrundsnivå.

En mätplats är normalt lämpad för friklassningsmätningar om den har en nivå på bakgrundsstrålningen som är under eller lika med den naturliga. En absolut definition kan inte ges eftersom den naturliga bakgrundsstrålningen kan variera kraftigt.

En mycket låg nivå för bakgrundsstrålning kan uppnås om den naturliga bakgrundsstrålningen skärmas av med hjälp av material med hög densitet. Skärmningsmaterial för ett detektorsystem kan vara till exempel bly (Pb; 10,8 g/cm³) eller legeringen Denal (90 % W, 10 % Ni; 19,3 g/cm³). En byggnad kan anpassas för bättre skärmning av bakgrund genom tillsatser av järnföreningar i betongen, vilket höjer densiteten hos byggnadsmaterialet. Man bör vara medveten om att material för strålskärmning i olika grad kan innehålla spår av radioaktiva ämnen (betong, stål etc).

Varje plats ska karaktäriseras med avseende på bakgrundsstrålning innan en mätkampanj startar, oavsett om den är utomhus, i en byggnad eller i en kontrollerad laboratoriemiljö. Bakgrundskontrollen bör upprepas med jämna mellanrum vid mer omfattande mätningar. Exempel på mätplatser visas i Figur 6-1



Figur 6-1. Mätplatser för mätning av radioaktiv förorening.

6.2 Mätobjekt

Det objekt som en friklassningsmätning ska utföras på styr även vilken strategi som används vid mätningen. Valet av mätteknik styrs bland annat av förekommande typer av strålning och objektets fysiska form. Omfattningen av de mätningar som måste utföras styrs av risken för förorening.

Inom den dagliga verksamheten görs hela tiden mätningar med i första hand strykprov och olika typer av handinstrument. Rutinmässigt görs verktygsavsökningar etc.

6.2.1 Material

Material *med liten risk* för förorening kan friklassas genom stickprovsmässig riktad aktivitetsbestämning för att bekräfta att materialet är fritt från radioaktiv förorening. Därefter görs en nuklid-specifik bestämning med hjälp av mätning eller beräkning. Material *med risk* för förorening kräver mer omfattande analys, med kontroll av åtkomliga och väldefinierade ytor samt bulkaktivitet (Bq/kg). Materialet kontrolleras först med avseende på ytaktivitet genom strykprov och pulsratsmätning. Vid kontroll av delmängd bör det material väljas där risken för förorening är som störst (riktad provtagning).

Material ska därefter nuklidspecifikt aktivitetsbestämmas. Det nuklidspecifika aktivitetsinnehållet bestäms genom nuklidspecifik mätning, endera på hela materialposten eller på en representativ delmängd, alternativt genom beräkning. Observera att kraven i SSMFS 2011:2 innebär att nuklidspecifika resultat måste tas fram, antingen genom direkt mätning eller genom väl underbyggda resonemang om nuklidens förekomst och deras relativa mängder jämfört med enklare mätbara nuklider. Sambandet mellan nukliderna (nuklidvektorn) kan vara en beräkning som verifierats med mätning.

Den nuklidspecifika mätningen kan genomföras på större volymer där materialet är kontrollerat med avseende på ytaktivitet och packat i samma kolla som annat liknande material (exempelvis i en berglöfslåda). Den nuklidspecifika aktivitetsbestämningen kan i vissa fall genomföras genom beräkning (nuklidvektor) eller mätning på representativa delmängder. Det senare kan vara fallet t ex när det handlar om större mängder som kommer från utrymmen eller system med väl dokumenterad historik som stödjer att materialet kan friklassas.

Vid osäkerhet om aktivitetsfördelningen i objektet bör aktivitetsbestämningen baseras på antagande om en fördelning som ger ett rimligt konservativt beräkningsresultat. I praktiken innebär detta att man antar att aktiviteten är skärmd.

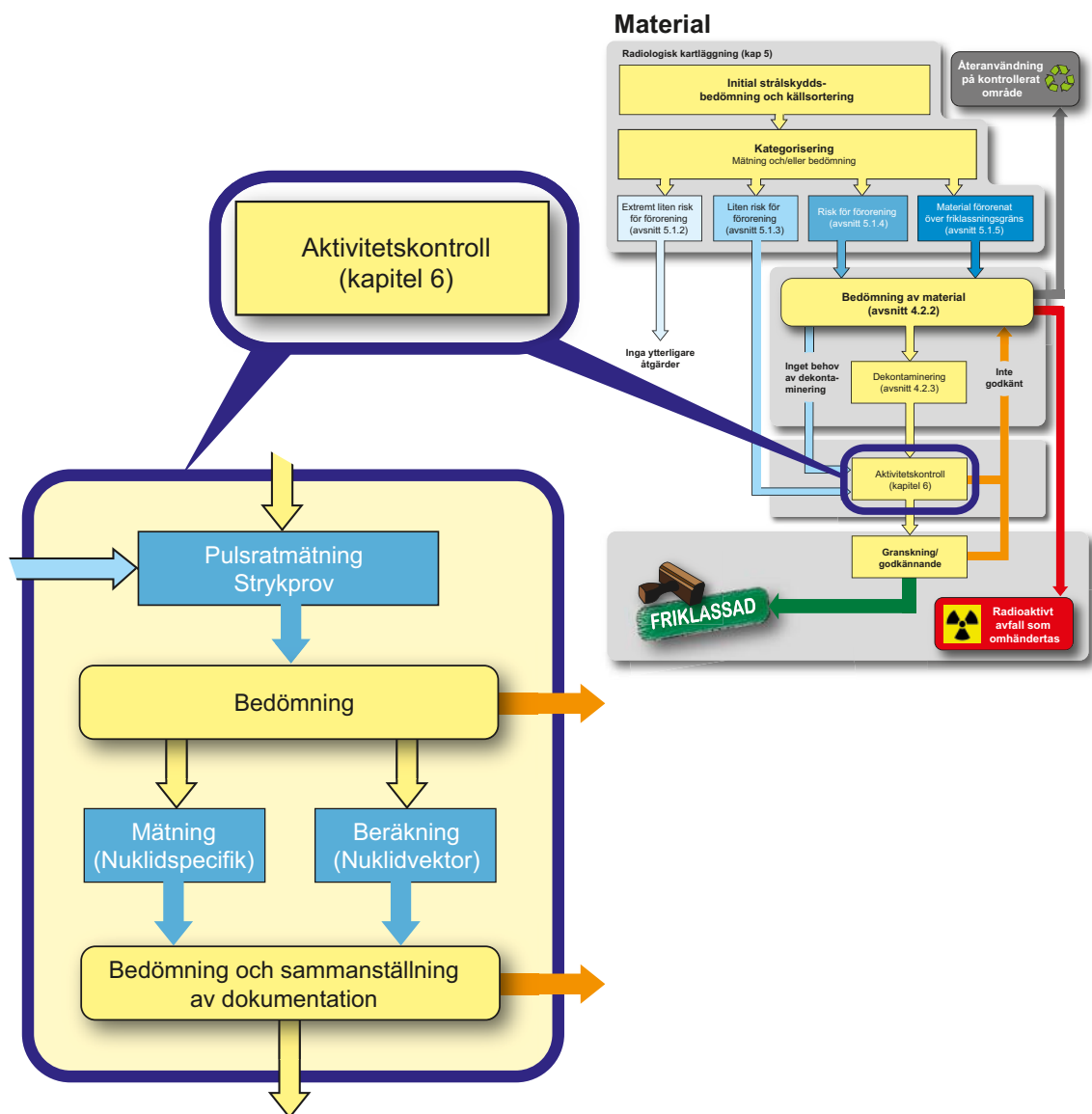
I Figur 6-2 visas ett exempel på flöde för ett material vid aktivitetskontrollen. Beroende på framförrallt riskkategori kan flödet och innehållet i de olika momenten se olika ut, vilket beskrivits ovan.

Fasta material

Mindre objekt som ska mätas kan samlas i standardiserade avfallskollin. Med utgångspunkt från känd typ av gammakontamination kan avsökning kompletteras med nuklidspecifik mätning. Ett kolla för nuklidspecifik analys bör packas så att objekten i kollin har en så snarlik materialsammansättning och densitet som möjligt.

För större objekt (exempelvis hela värmepannor) kan mobil gammadetektorisk utrustning krävas för nuklidspecifik *in situ*-mätning. Alternativt kan pulsratsmätning användas, under förutsättning att endast ytkontamination förväntas och att det finns en accepterad nuklidvektor. Normalt krävs även någon form av nuklidspecifik analys utöver pulsratsmätningen.

Risken för förekomsten av lokala ansamlingar av radioaktiva ämnen och punktkällor skall beaktas. Detta bör ske genom en noggrann strålskyddskontroll av alla mindre objekt som ska placeras i ett gemensamt större kolla. Denna kontroll krävs så länge det inte genom analys kan fastslås att risken för lokala ansamlingar av radioaktiva ämnen och punktkällor som kan föranleda en felaktig friklassning är försumbar.



Figur 6-2. Möjlig hanteringsgång för material som ska kontrolleras inför friklassning.

Verktyg etc

För verktyg och utrustningar, som temporärt använts i verksamheten och som efter friklassning avses användas i annan verksamhet än verksamhet med strålning, gäller särskilda regler. Materialet ska endast ha kunnat förorenas på åtkomliga ytor, och den totala föroreningen av radioaktiva ämnen ska inrymmas i de undantagsgränser som angetts i strålskyddsförordningen (1988:293), gränserna finns i denna handboks bilaga 12. Om villkoren uppfylls så behöver endast kontroll av ytkontamination göras (strykprov samt pulsrat), dvs ingen nuklidspecifik bestämning.

Vätskor, finfördelat material eller annat material som saknar yta som kan kontrolleras

Vätskor som används inom kärnteknisk verksamhet kan ha förorenats. Exempel är oljor och kylvätskor. I vissa fall kan man även hänföra jonbytarmassor till denna kategori. Dessa objekt behöver inte kontrolleras med avseende på ytaktivitet, däremot krävs en nuklidspecifik bestämning av koncentrationen av radioaktiva ämnen. För större mängder med homogen fördelning av de radioaktiva ämnena kan representativa delprover tas ut för analys.

6.2.2 Lokaler och byggnader

En grundförutsättning för friklassningsmätning av lokaler och byggnader är att all lös utrustning hörande till den kärntekniska verksamheten och alla aktiva system har avlägsnats.

Om ytor, på goda grunder, bedöms ha liten risk för radioaktiv förorening kan systematiska stickprovsmässiga kontroller kompletterat med riktade kontroller vara tillräckligt. I annat fall, risk för förorening, ska all yta kontrolleras med hjälp av pulsratsmätning följt av nuklidspecifika mätningar efter behov.

Byggnadsmaterial kan innehålla naturligt förekommande radioaktiva ämnen som ger en bakgrundsnivå som riskerar att påverka utgången av en friklassningsmätning om en bakgrundskorrektion inte görs. En bakgrundskorrektion av pulsrat från naturlig aktivitet ska baseras på nuklidspecifik analys som säkerställer korrekt antagande om hur stort bidrag av uppmätt bruttopulsrat som kommer från naturlig aktivitet. Friklassning av byggnader och lokaler omfattar i allmänhet stora ytor och en stor mängd material. Ytorna delas med fördel in i mindre ytor för vilka medelvärden kan beräknas. I föreskriften anges att friklassningsnivåerna ska tillämpas på varje kvadratmeter.

Ibland är det motiverat med en riskanalys som komplement till mätresultat. Sådana fall kan vara då den samlade verksamheten i en lokal kan ha gett upphov till förorening som är svår att detektera vid avsökning. Ett par exempel är om det förekommer ytor som kan ha förorenats av alfastrålande nuklider och sedan har målats över, eller om radioaktiva ämnen kan vara samlade i små fläckar samtidigt som aktiviteten över en större yta understiger friklassningsvärdet. En sådan riskanalys gjordes vid friklassningen av Aktiva centrallaboratoriet (ACL) i Studsvik /DUN05/.

6.2.3 Mark

Friklassningsmätning av mark överensstämmer i viss utsträckning med vad som gäller för lokaler och byggnader. Friklassning av mark baseras inte endast på aktivitetsbestämning, här ingår även dosberäkningar på något specifikt referensfall, beroende på hur marken avses att användas efter friklassning. Då erfarenhet håller på att byggas upp inom detta område inom den svenska kärntekniska industrin kommer detta avsnitt utvecklas i kommande utgåvor av handboken.

6.3 Mätmetoder

Vid friklassningsmätning av material gäller det att visa att föroreningsnivån av objektet ifråga understiger friklassningsnivån. Mätningarna ska dels visa att förorening på ytan understiger:

- 40 kBq/m² för de i verksamheten vanligast förekommande beta- och gammastrålande nukliderna.
- 4 kBq/m² för alfastrålande nuklider.

Med ”de i verksamheten vanligast förekommande beta- och gammastrålande nukliderna” avses de beta- och gammastrålande nuklider som förekommer i verksamheten och som detekteras med de normala metoderna för direkt mätning av ytkontamination (t ex avsökning med pulsratsinstrument). Båda värdena får beräknas som medelvärden över en yta på högst 0,03 m². Samt dels att koncentrationen av radioaktiva ämnen (Bq/g), nuklidspecifikt, understiger de som angetts i föreskriften. För material får aktivitetskoncentrationen beräknas som ett medelvärde över den aktuella mängden, dock högst 1 000 kg. Vid större objekt ska antingen objektet fysiskt eller mättekniskt delas upp i bitar på max 1 000 kg.

För lokaler och byggnader gäller speciella friklassningsnivåer (kBq/m²), dessa ska tillämpas på varje kvadratmeter (aktivitet under ytan tillskrivs ytan).

Mätning av förorening på ytan beskrivs vidare i avsnitt 6.3.1 och nuklidspecifik mätning i avsnitt 6.3.2. I tabell 6-1, nedan, visas en översikt av olika mätmetoder och var de är lämpliga att använda.

6.3.1 Mätning av total aktivitet

Med total aktivitet avses här en icke-nuklidspecifik mätning av exempelvis pulsrat (där alla nuklider bidrar till pulsraten utifrån resp. nuklidens sönderfallssätt och emitterade partiklar alternativt fotoner).

Tabell 6-1. Översikt för vilka tillämpningar de olika typerna av aktivitetsanalys kan komma i fråga. Markeringarna T och N avser mätningar av total respektive nuklidspecifik aktivitet. Beteckningarna A–C anger användbarheten i fallande ordning.

Metod/Detekortyp	In situ gamma		Ex situ gamma		In situ beta		Ex situ beta		In situ alfa		Ex situ alfa	
	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N
Gammaskpektrometri (HPGe)		B		A								
Gammakamera	C	C										
Nal	A	C	A	C								
LaBr	A	B	A	B								
Vätskescintillationsräknare							A	B			A	C
Mätbox			A									
Alfaspektrometri											B	A
Totalalfa (ZnS)											A	
Strykprovsanalys (alfa, beta)			C				A				A	
Handhållen prob (div. strålslag)	A		A		A		A		B		B	

Strykprov

Strykprov är ofta en del av en totalmätning av aktivitet på en yta och används för kontroll av löst sittande kontamination av alla typer av radioaktiva nuklider med olika strålslag som kan deponera på en yta. Huvudprincipen att det inte går att basera en friklassning enbart på strykprover. Strykprover kan enbart användas för att avgöra om det finns lös kontamination som bör avlägsnas. För friklassning gäller att den totala ytkontaminationen (summan av den fasta och den lösa ytkontaminationen) ska vara mindre än 4 kBq/m² för alfa och mindre än 40 kBq/m² för summan av beta och gamma. För den lösa kontaminationen, som mäts med strykprover, gäller enligt föreskrifternas allmänna råd att den bör avlägsnas om den överstiger 10 % av 4/40 kBq/m² enligt ovan.

Strykprover kan, vid ett friklassningsbeslut, utgöra ett värdefullt komplement till övriga mätningar för ytor som är svåra att komma åt med annan utrustning.

Strykprovet tas oftast med speciellt för ändamålet tillverkade textillappar eller tussar, anpassas efter situationen avseende fysiska och kemiska förutsättningar. Strykprovtagning genomförs enligt Svensk standard SS-ISO 7503-1. För att kvantifiera kontaminationen på en yta tillräckligt noggrant krävs att man beaktar ett antal saker:

- effektivitet i strykprovstagningen, alltså upptag på strykprovet av den totala mängden lös aktivitet på en bestämd yta (ofta bedöms provtagningseffektiviteten till 10 %),
- egenskärning i strykprovet, till exempel kan blöta strykprov ge en större skärning av alfa/beta partiklar än torra,
- kraften som anbringas på strykprovet mot ytan påverkar effektivitet i provtagningen. I praktiken sitter aktiviteten mer eller mindre fast på en yta så kraften mot ytan påverkar effektiviteten i provtagningen,
- ytans beskaffenhet. Ytfinheten har betydelse och ett extremt exempel är provtagning på oxiderad yta där effektiviteten kan bli mycket låg jämfört mot en polerad plan yta,
- val av ytgeometri för medelvärdesbildning, strykprov innebär ett stickprovsmässigt förfarande och det kan exempelvis vara en fördel att ta ett prov med geometrin 2×50 cm istället för vanligtast 10×10 cm,
- förekomst av radondöttrar,
- tidpunkten för provtagning samt halveringstider kan ha betydelse och ska beaktas vid analys av mätresultat.

Mätning eller utvärdering av strykprov kan ske på flera olika vis beroende på vilka strålslag man avser att mäta på vid en totalaktivitetsmätning för lös kontamination. Det är viktigt att utrustningen

är effektivitetsoptimerad och effektivitetsbestämd för de nuklider som avses bestämmas. Bidrag från övrig strålning (bakgrunds-) ska beaktas. För att erhålla ett så korrekt mätresultat som möjligt kan nuklidvektorer användas. Ett exempel kan vara vid en situation där betamätning tillämpas och justering sker med nuklidvektor för Cr-51. Effektivitet i provtagningen är viktig om mätutrustningen levererar ett beräknat värde i exempelvis kBq/m². Detta innebär i praktiken att man beaktar effektiviteten när provet tas och vet vilken effektivitetsfaktor (t ex cps/(Bq(Co-60)/m²)) utrustningen är programmerad med. Effektivitet i strykprovtagning kan exempelvis bedömas genom att flera strykprov tas på exakt samma yta. Skärmd eller kollimerad mätning av totalaktivitet kan vara ett möjligt komplement i initialt skeende för effektivitetsbestämning av strykprovstagningen.

För nuklidspecifik bestämning används tillämpbara rutiner och mätutrustningar för gamma-, beta- och alfasppektrum. Den ena metoden utesluter inte den andra men nuklidvektorer kan användas efter att initiala mätningar är utförda för varje unik föroreningssituation.

Pulsratsmätning

I samband med avsökning tas oftast ett antal strykprov men eftersom strykprov alltid är stickprovsmässiga behövs andra metoder för att söka av hela godset. Avsökning görs ofta med hjälp av ett pulsratsinstrument, så kallad scint. Pulsratsinstrumentet kan detektera både beta- och alfaaktivitet. Vissa instrument kan även detektera gammaaktivitet.

Manuell avsökning av ytaktivitet görs dels för att kontrollera att friklassningsnivån innehålls samt för att kontrollera att ingen del av materialet har områden med högre aktivitet (vilket inte kan analyseras vid nuklidspecifik mätning på hela objekt eller vid analys av uttagna prover).

Innan användning ska instrumentet funktionstestas mot en given källa. Avsökning med hjälp av pulsinstrumentet görs genom att sakta mäta hela godset med instrumentet. Mät huvud ska hållas nära den yta man mäter men utan att nudda ytan med det. För att få tillräcklig noggrannhet i mätningarna måste mättiden göras tillräckligt lång.

Valet av detektortyp avgörs av vilka förhållanden som råder på mätplatsen. Pulsratsmätning genomförs, liksom strykprov, enligt svensk standard SS-ISO 7503-1, men även standarderna SS-IEC 650, 739 samt 808 är tillämpbara.

6.3.2 Nuklidspecifik mätning

Val av detektor

Beroende på vad som måste mätas vid en viss friklassning krävs olika typer av mätutrustning. Utrustningen skiljer sig bland annat beroende på var mätningen ska göras (*in situ* eller *ex situ*), mätobjektets storlek eller typ av provtagning, om mätningen ska vara nuklidspecifik eller inte, och vilken typ av strålning som ska mätas. I referensen /BUR98/ ges information om olika detektortyper, deras effektivitet samt vad de lämpar sig för att mäta på.

Den grundläggande principen för en detektors funktion är den växelverkansprocess som sker i detektorns material på grund av inkommande strålning. Det finns flera typer av detektorer varav de vanligaste är gasfyllda detektorer, scintillationsdetektorer och halvledardetektorer.

I Tabell 6-1, ovan, sammanfattas olika detektorers lämplighet för att mäta olika strålslag *in situ* respektive *ex situ*. Valet av detektor, mätuppställning och mättid bör baseras på den förväntade aktivitetssammansättning och aktivitetsfördelning för att erhålla önskad detektionsnivå. Mätssystemet och mätmetoden som används måste vara kapabla att detektera förorening med detektionsgränser som är lägre än friklassningsgränserna (för exempel på detektionsgränser se /BUR98/).

Detektortyper

Gammasppektrometri med germaniumdetektorer används ofta för friklassningsmätningar för att tillgodose krav på nuklidspecifika resultat. Tack vare en hög upplösningsförmåga kan nuklidspecifika resultat erhållas för gammastrålande nuklider. Nuklidspecifik gammaanalys möjliggör bestämning av de viktiga referensnukliderna Co-60 och Cs-137, det möjliggör användning av nuklidvektorer för bestämning av övriga nuklider.



Figur 6-3. Mätbox för mätning av radioaktivitet.

Alfaspektrometri utförs i vakuumkammare med en kiseldiod som detektor. Provet är elektrodeponerat från lösning till en metallyta. Resultatet blir en nuklidspecifik alfaanalys med hög effektivitet. Nackdelen är att analysen är arbetsintensiv.

Scintillatorer kan till exempel användas i form av klassiska detektorprober, handhållna analysinstrument och mätboxar (figur 6-3). Vissa scintillatorer (t ex NaI) möjliggör även nuklidspecifik analys. De har heller inget kylbehov och är i allmänhet mer lätthanterliga. Nackdelen är deras betydligt sämre energiupplösning som begränsar användningen vid nuklidspecifik analys. Mätboxar är ofta plastscintar med hög effektivitet (stora detektorer) men utan energiupplösning.

För ytterligare information kring detektorer hänvisas till referenserna /BUR98/ och /KNO00/.

En ledning vid detektorval kan vara att använda nuklidspecifika mätmetoder i så stor utsträckning som rimligt möjligt när det gäller gammastrålande nuklider. För svärmätbara gammastrålare, betastrålare och alfastrålare kan det vara lämpligare att använda nuklidvektorer. Bestämning av nuklidvektorer beskrivs i avsnitt 6.5.

6.4 Teori för nuklidspecifik mätning

I följande avsnitt (6.4-6.6) ges en genomgång av viktig teori i samband med nuklidspecifika friklassningsmätningar eller -bestämningar. I referensen /LAR07/ ges mera ingående resonemang angående val av mätmetoder, mättider i relation till MDA (Minimum Detectable Activity) och geometri, och konstruktion av nuklidvektorer.

6.4.1 Geometrier och effektivitetskalibrering

Beroende på vilken typ av mätning som genomförs skiljer sig geometrier och kalibrering betydligt. Vid provtagning av material, till exempel vätskeprov eller strykprov, görs mätningen i ett mätlaboratorium med väldefinierad aktivitetsfördelning och därmed väldefinierad detektoreffektivitet. Beroende på typ av analys kan proverna vara behandlade på ett sådant sätt att den nuklid som avses studeras dessutom är koncentrerad och/eller separerad från andra för mätmetoden interfererande nuklider. Det samma kan gälla friklassningsstationer med fördefinierade effektiviteter för exempelvis plåtfat eller lådor av bestämd geometri och densitet hos innehållet. Vid mätning på väggar, systemytor och stora objekt ska använd detektoreffektivitet vara relevant och verifierad eller, om osäkerhet om aktivitetsfördelning eller varierande bakgrund föreligger, vald så att ett konservativt analysresultat erhålls.

För varje tillgänglig geometri och kalibrering bör en bedömning göras av risken för, och konsekvensen av, att ett litet föremål eller yta med högre mängd av en eller flera radioaktiva ämnen (en aktivitetsansamling) förekommer i mätningen. Om en mätning till exempel görs på en låda packad med mindre objekt kan en aktivitetsansamling i lådans centrum skämmas av mindre aktiva objekt och därmed inte synas i mätningen. En kalibrering förenklas om materialet i en packad låda är homogent fördelat. Om aktiviteten är ojämnt fördelad går det att göra en effektivitetsbestämning även för denna fördelning. Det viktiga är att antagen aktivitetsfördelning i kalibreringen stämmer väl överens med verkligheten, alternativt att beräkningen grundas på en detektoreffektivitet som för alla aktivitetsfördelningar ger ett rimligt konservativt beräkningsresultat. Ett enkelt sätt minska ett eventuellt fel är och att erhålla information om aktivitetsfördelningen är att rotera mätobjektet vid mätning alternativt att mäta lika länge på ”fram och baksida” och att göra beräkningen av specifika aktivitetsinnehåll som ett medelvärde baserat på summasppektrumet.

Risken för att okända aktivitetsansamlingar ska förekomma vid den nuklidspecifika aktivitetskontrollen ska vara låg förutsatt att friklassningsprocessen innehåller källsorterings- och avsökningrutiner i linje med handbokens rekommendationer och att denna information följer med objektet till den nuklidspecifika aktivitetskontrollen.

Samma dokumentationskrav bör gälla för kalibreringar samt verifieringsberäkningar (av exempelvis detektoreffektivitet) som används rutinmässigt vid friklassningsmätningar som vid analyser på laboratorier.

6.4.2 Beräkningsmodeller

För mätningar med gammaspektrometri kan analysen utföras för ett stort energiområde och antal radionuklider direkt mot den kalibrerade detektoreffektiviteten. Att bestämma detektoreffektiviteten är däremot mer krävande och en mycket viktig kvalitetsparameter. Marknaden erbjuder ett flertal programvaror där denna funktionalitet byggts in som t ex ISOCS, ISOTOPIC, MCNP och MicroShield. Modellerna möjliggör bestämning av effektivitet för en prov- och detektorgeometri för vilken en direkt kalibrering inte är möjlig, utan måste beräknas utifrån uppmätning av detektorns ”inre effektivitet” och/eller uppmätning av detektoreffektivitet för en enkel punktkälla på ett relevant avstånd.

Alfaspektroskopimätningar har liknande egenskaper som gammaspektroskopi men kräver mycket mer förberedande provberedning, separation och elektrodeponering av prover för att aktiviteten kan kvantifieras. Samtliga steg påverkar beräkningsmodellen.

Totalbeta-, totalgamma- och totalalfamätningar kan vara tillräcklig mätmetod när ett objekt är förorenat av en specifik radionuklid eller en välkänd aktivitetsfördelning. Då kan också kvantifieringen göras direkt vid mätningen.

6.4.3 Krav på utvärderingsprogramvara

Programvara för utvärdering bör vara väl utprovad, dokumenterad och verifierad, till exempel Gammavision från ORTEC eller Genie2000 från CANBERRA.

6.5 Nuklidvektorer

En nuklidvektor är förhållandet mellan olika nuklider och typ av aktivitet. En nuklidvektor används, då nuklidspecifika data behövs, för att bestämma aktivitetsinnehållet för nuklider som av en eller annan anledning inte mäts direkt. Ett klassiskt fall där nuklidvektorn används är vid bestämning av mängden transuraner, genom korrelation mot t ex Cs-137.

Aktiviteten hos vektorns nuklider relateras via en faktor till antingen en nuklid som faktiskt mäts, eller till en totalmätning av t ex alfaemitterande nuklider i ett specifikt system eller avgränsat område. Det finns modeller för att ta fram nuklidvektorer för material med olika typer av radioaktiv förorening, t ex för inducerad aktivitet respektive ytkontamination. Några exempel på modeller finns i referenserna SKB07, IAEA, EPR99, THI och PER05.

För nuklider vilka inte kan mätas eller nuklidbestämmas via *in situ* mätningar som alfaemitterande nuklider, tritium, Fe-55, Ni-63 m.fl. erfordras laboratorieanalyser. Beroende på vilken/vilka nuklider som ska bestämmas kan analyserna utföras på ett lokalt analyslaboratorium eller vid ett externt laboratorium med specialkompetens. Normalt är ledtiderna för bestämning av nuklider vilka ej kan bestämmas genom direktmätning relativt långa. För vissa nuklider kommer det ur ett friklassningsperspektiv sannolikt att röra sig om ett relativt litet antal prover för bestämning av en nuklidvektor av tillräcklig noggrannhet för en större mängd material medan det för andra kan behövas en nuklidvektor för en enskild materialpost. Detta föranleds av att friklassningsnivåerna för vissa svärmätbara nuklider som Fe-55 och Ni-63 är flera tiopotenser högre än för de dominerande gammaemitterande nukliderna och att de inte förväntas förekomma i nivå med friklassningsgränserna. För andra nuklider vilka erfordrar laboratorieanalys är friklassningsnivåerna i nivå med dem som gäller för de inom den kärntekniska industrin ofta dominerande nukliderna Co-60 och Cs-137.

Det kan vara av värde att analysera materialsammansättningen i betong och armering som varit utsatt för neutronbestrålning, t ex de biologiska skärmarna på ett kärnkraftverk. Via framtagna analysresultat samt uppskattad eller beräknad neutronbestrålning kan produktionen av aktiveringsprodukter beräknas. Dessa beräknade värden kan sedan jämföras med verkliga uppmätta halter av gammaemitterande aktiveringsprodukter, varefter man kan ”justera” beräkningsmodellen. Metoden kan medföra att besvärliga radiokemiska analyser av t ex Fe-55 och Ni-63 kan utgå, för att istället ersättas av beräknade värden. De kemiska analyser som är av intresse är vissa spårämnen, (t ex Co, Eu, Fe, Ni, B,). Även betongens vattenhalt har påverkan på hur materialet aktiveras, vilket ingår att beakta i ovanstående resonemang.

6.5.1 Bestämning av nuklidvektorer

För att nyttja metoden behövs en mätbar nuklid som korreleras mot de andra i nuklidvektorn. Vid framtagandet av nuklidvektorn behöver antalet prover vara tillräckligt många för att förhållandet mellan radionukliderna kan säkras i tillräcklig omfattning, /GUN99/ samt ISO 21238. Avvikelser i en uppmätt nuklidvektor kan uppstå med tiden beroende på avklingning samt om radionuklider med olika kemiska egenskaper migrerar. Anläggningens och verksamhetens radiokemi-, drift- och strålskyddsdata är i dessa situationer synnerligen viktiga för att ta fram nuklidvektorerna.

En nuklidvektor bör alltid definieras för en viss tidsperiod och ha en bestämd referenstidpunkt. För en avställd anläggning kan man använda slutgiltig avställningspunkt som referenstidpunkt, medan den möjliga exponeringstiden kan antas vara hela driftperioden.

Generella nuklidvektorer måste användas med stor försiktighet. Det finns all anledning att ta fram områdes- och systemspecifika nuklidvektorer och beräkningsmodeller, allt för att undvika felaktiga beslut.

Beroende på vilken typ av vektor man definierar används en nuklid som referensnuklid, exempelvis Co-60, Cs-137 eller U-235. Dessa är lätta att mäta och relativt långlivade. Utifrån mätningar på referensnukliden kan man med fastställda nuklidvektorer räkna fram aktivitetsinnehållet av övriga nuklider. Det svåra ligger i att fastställa och få acceptans för nuklidvektorer att använda för denna typ av indirekt bestämning av andra ”svårbestämda” nuklider. I kartläggningsprojekt bör beräkningar med modeller kombineras med specialanalyser på aktuella nuklider på olika prover för att ligga till grund för fastställandet/verifieringen av nuklidvektorer.

En framtagna nuklidvektor måste kunna motiveras för att kunna användas. Argument måste kunna presenteras för att nuklidvektorn är rimligt giltig, eller konservativ, för den situation man vill använda den i. Konservativa antaganden kan göra en nuklidvektor mindre känslig för reella variationer med tiden, till exempel ändrad sammansättning för radioaktiva ämnen i ett system, och/eller föroreningens sönderfall. Samtidigt bör man vara uppmärksam på att överdrivet konservativa antaganden kan leda till att man i onödan närmar sig eller passerar friklassningsgränsen, och därmed inte kan friklassa materialet/byggnaden.

I bilaga 3 ges exempel på användning av nuklidvektorer.

6.5.2 Aspekter på användning av nuklidvektorer

Några saker att tänka på när nuklidvektorer används:

- Situationen där en nuklidvektor används bör motsvara de förhållanden som nuklidvektorn bestämdes vid. Om en nuklidvektor till exempel är sammansatt enligt nuklidspecifika mätresultat för en vätska kan man inte utan en föregående analys av tillämpningen använda vektorn för beräkningar av ytaktivitet hos ytor som har förorenats av vätskan. Detta beror på att olika ämnen har olika benägenhet att fastna på ytor.
- För att inte ha en ohanterlig mängd nuklider i nuklidvektorn kan dess innehåll rationaliseras. I SSMFS 2011:2 anges friklassningsgränser för närmare 200 nuklider, men nuklider som normalt inte detekteras i processystem (eller inte kan förväntas förekomma där) kan utelämnas. Det samma gäller kortlivade nuklider: om man kan vänta sig att flera halveringstider förflyter mellan tiden för förorening och friklassning, kan bedömningen göras att nukliden utelämnas. Det sistnämnda förutsätter naturligtvis att nukliden inte förekommer i stora mängder.
- Antalet nuklidvektorer beror på hur nukliderna fördelar sig i anläggningen samt hur stora osäkerheter som är acceptabla. En större noggrannhet kräver i princip fler nuklidvektorer.
- Nuklidvektorn som används vid en friklassning måste vara tillämpbar för den period då objektet som ska friklassas kan ha blivit radioaktivt förorenat. Tidsbestämningen kan vara av mindre betydelse om nuklidvektorns sammansättning inte varierar signifikant med tiden. Radioaktivt förorenade objekt som har befunnit sig i en aktiv miljö under lång tid kan behöva en konservativt uppskattad nuklidvektor om det visar sig vara svårt att välja en nuklidvektor från en särskild tidpunkt.
- Om ett objekt som ska friklassas har klingat av under en tid, mellan sin eventuella förorening och friklassningsmätningen, kommer nuklidvektorns ingående nuklider att ha klingat av i olika hög grad beroende på halveringstiderna. Om en vektors nuklider relateras till aktiviteten av Co-60 ($T_{1/2}$ 5,3 år) kan en längre tids avklingning till exempel att leda till att Co-58 överskattas ($T_{1/2}$ 71 dygn) och Ni-63 underskattas ($T_{1/2}$ 100 år). Problemet kan undvikas genom att låta nuklidvektorn "åldras" eller genom att bygga in rimliga konservatismen för nuklider som är mer långlivade än nyckelnukliden.

6.5.3 Möjlighet till direktfriklassning baserat på "scintning" och nuklidvektor

Det finns numera "intelligenta" handhållna scintillationsdetektorer med stora möjligheter till loggning och medelvärdesbildning av uppmätt dosrat och pulsrat. Dessa instrument lämpar sig väl för att ytskanna större komponenter. Vissa av dessa handinstrument möjliggör upptagning av spektra och direkt nuklidspecifik aktivitetsbestämning. En viktig förutsättning är att den detektor som används måste vara mycket väl karakteriserad avseende energispecifik effektivitet för aktuella strålslag. Detektorn bör ha hög effektivitet för den dominerande nukliden.

Ett tänkbart upplägg för mätning kan se ut enligt följande:

1. Data inkl. drifthistorik för komponenten identifieras. Anläggning, system, drifttid, drifttemperatur, dekontamineringshistorik, m m.
2. Data värderas med avseende på om underlaget kan anses tillräckligt för att en nuklidvektor med rimlig säkerhet ska kunna identifieras och användas.
3. En lämplig nuklidvektor identifieras och räknas om till mätdatum ifråga. Lämpliga källor för detta är:
 - SAR (Säkerhetsredovisningar, eng. Safety Analysis Report). Alla svenska kärntekniska anläggningar har uppdaterade säkerhetsredovisningar. Kraftreaktorernas säkerhetsredovisningar anger stations- och systemspecifika vektorer (systemytor, bränslecrud, jonbyttarmassor, inducerad aktivitet i olika material m m).
 - Nuklidspecifika "in situ"-mätningar" och/eller laboratorieanalyser på uttagna relevanta prov.
 - Nuklidspecifika aktivitetsanalyser på andra relevanta material/medier som jonbyttarmassa, reaktorvatten.
 - Litteratur.

4. Baserat på framtagen nuklidvektor och detektorns effektivitetsdata beräknas en effektivitetsfaktor [cps/(Bq/m²)] för detektorn, där 'Bq' avser aktiviteten för de ingående nukliderna. (Här beaktas såväl de olika nuklidernas strålslag, energi och grenkvoter.)
5. Mätningarna utförs med en jämn anpassad skanningshastighet över komponentens yta. Ur bakgrundsmätning, medelvärde och maxvärde för pulsrat på komponenten beräknas medelvärde och maxvärde för ytaktiviteten.
6. Resultatet omräknas till nuklidspecifik ytaktivitet där även nuklider, för vilka detektorn inte har känslighet för, inkluderas. För detta används den valda nuklidvektorn. Resultatet jämförs med friklassningsföreskriftens nuklidspecifika gränsvärden.

6.6 Mätosäkerheter vid friklassningsmätning

Friklasing bygger på att uppmätta aktivitetsnivåer jämförs med fastställda friklassningsnivåer. I de flesta fall har friklassningsnivåerna lagstatus. De kan också vara internationellt överenskomna. I vissa sammanhang gäller också att material som friklassats av en tillståndshavare senare kan bli föremål för kontroll av en mottagare. Det är alltså viktigt att allmänt erkända och beprövade metoder tillämpas vid friklassningsmätningar. Detta gäller inte minst frågan om med vilken säkerhet (konfidens) som en mätning ska visa att friklassningsnivåerna inte överskrids.

I standarden SS-ISO 11932 finns anvisningar för hur mätosäkerheter ska hanteras. Grundkravet är att en friklassningsmätning med 95 % konfidens ska visa att friklassningsnivån inte överskrids. Tre faktorer är viktiga:

- Kraven på mätsystemet.
- Kraven på enskilda mätvärden.
- Provtagningsstrategin.

6.6.1 Krav på mätsystemet

Minimikravet vid en friklassningsmätning är att mätsystemet ska kunna detektera specifika aktiviteter som är mindre än friklassningsnivån. Minsta detekterbara aktivitet (MDA), beräknad i enlighet med anvisningarna i standarden SS-ISO 11929:2010, ska vara mindre än friklassningsnivån. MDA beror i första hand av den aktuella bakgrundsnivån vilket understryker betydelsen av att friklassningsmätningar görs i mätuppställningar med låg bakgrund.

MDA (Bq) vid enkel (ej nuklidspecifik) räkning:

$$MDA = \frac{k^2 + 2 \cdot k \cdot \sqrt{2 \cdot B}}{T \cdot E}$$

k	1,645 för 95 % konfidensintervall
B	Antal bakgrundspulser
T	Mättiden (samma för bakgrundsmätning och analys)
E	Mäteffektivitet (cps/Bq)

MDA (Bq) vid gammaspektroskopi, som ger nuklidspecifika resultat:

$$MDA = \frac{k^2 + 2 \cdot k \cdot \sqrt{\frac{B}{T_B} + \frac{B}{T_S}}}{E}$$

Indexen B och S står för bakgrundsmätning respektive analys. I övrigt samma beteckningar som i föregående formel.

Vid spektralanalys, där integration ingår för beräkning av toppareor, uppstår svårigheter med tillämpningen av den bakomliggande teorin /GIL99/. Programvaror för gammaspektroskopi kan erbjuda flera olika inbyggda varianter av MDA-beräkning.

6.6.2 Krav på enskilda mätvärden

I föregående avsnitt beskrevs vilket mätnoggrannhetskrav som ska ställas på ett mätsystem som ska användas för friklassningsmätningar. För ett enskilt mätvärde gäller för friklassning att det med konfidensen 95 % ska vara mindre än friklassningsnivån.

För att kunna fastställa konfidensgraden för ett mätvärde ska den så kallade *standardosäkerheten* (u) bestämmas. Standardosäkerheten är detsamma som mätvärdets standardavvikelse. För att det med 95 % konfidens ska kunna visas att friklassningsnivån inte överskrids så måste följande villkor vara uppfyllt:

$$A + 1,645 * u < F$$

A Uppmätt specifik aktivitet (kBq/kg) eller ytaktivitet (kBq/m²)

u Standardosäkerheten

F Friklassningsnivån

1,645 Vid normalfördelning är 95 % av mätvärdena mindre än medelvärdet plus 1,645 standardavvikelser

I många fall är det praktiskt att introducera ett operativ gränsvärde G som används vid de praktiska mätningarna:

$$G = F - 1,645 * u$$

Materialet är friklassningsbart då den uppmätta aktiviteten A är mindre än det operativa gränsvärdet G.

Standardosäkerheten u_R vid en mätning av pulsraten R:

$$R = \frac{n}{t}$$

R Pulsraten (cps)

n Antalet pulser

t Mättiden

$$u_R = \frac{\sqrt{n}}{t}$$

I praktiken används ofta faktorn 2 istället för 1,645. Orsaken till detta är främst att standardosäkerheten u egentligen är en skattning av den sanna standardosäkerheten, som man helst skulle vilja använda i formeln.

Vid en mätning beräknas för det mesta den specifika aktiviteten med hjälp av en formel. I ett sådant fall måste den sammanlagda osäkerheten för de termer och faktorer som ingår i formeln beräknas.

Den sammanlagda osäkerheten kan beräknas med hjälp av följande formler:

Addition eller subtraktion:

$$Z = X + Y \text{ eller } Z = X - Y$$

$$u_Z = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$$

Multiplikation eller division:

$$Z = X * Y \text{ eller } Z = X / Y$$

$$\frac{u_Z}{Z} = \sqrt{\left(\frac{u_x}{X}\right)^2 + \left(\frac{u_y}{Y}\right)^2}$$

Följande exempel belyser hur osäkerheten kan beräknas.

Den specifika aktiviteten vid mätning med en scint kan beräknas med följande formel:

$$A = n/K$$

$$n = n_A - n_B$$

A	Specifik aktivitet (kBq/m ²)
n	Bakgrundskorrigerad pulsrat (cps)
n _A	Uppmätt pulsrat på ytan (cps)
n _B	Bakgrundspulsrat (cps)
K	Detektorkänslighet (cps/(kBq/m ²))

Detektorkänsligheten K har bestämts experimentellt.

De ingående termernas och faktorernas standardosäkerheter:

u _n	Standardosäkerheten för den bakgrundskorrigerade pulsraten (cps)
u _{nA}	Standardosäkerheten för den uppmätta pulsraten på ytan (cps)
u _{nB}	Standardosäkerheten för bakgrundspulsraten (cps)
u _K	Standardosäkerheten för detektoreffektivitet (cps/(kBq/m ²))

$$u_n = \sqrt{u_{nA}^2 + u_{nB}^2}$$

$$\frac{u_A}{A} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{u_{nA}^2 + u_{nB}^2}}{n}\right)^2 + \left(\frac{u_K}{K}\right)^2}$$

Vid nuklidspecifik friklassning används de i föreskrifterna angivna friklassningsgränserna per nuklid. Då flera nuklider förekommer tillsammans används en summaformel för de specifika aktiviteterna eller ytaktiviteterna:

$$\sum \frac{c_i}{c_{FNI}}$$

c _i	Uppmätt eller beräknad specifik aktivitet eller ytaktivitet för en nuklid
c _{FNI}	Nuklidens friklassningsnivå

Summan brukar benämnas in-teckningen av friklassningsnivåerna. Friklassning medges om in-teckningen är mindre än eller lika med 1.

Eftersom aktiviteterna i summaformeln ovan har var sin osäkerhet ska den totala osäkerheten beräknas som den sammanlagda osäkerheten. Friklassning medges då in-teckningen plus den sammanlagda standardosäkerheten multiplicerad med faktorn 1,645 är mindre än eller lika med 1.

Ovanstående formler bygger på statistiska metoder. Det är ofta svårt att beräkna den sammanlagda standardosäkerheten med hjälp av enbart statistiska metoder. De osäkerheter som ingår i en mätmetod, och som inte kan beräknas, kan inte utan vidare sättas till noll. I brist på beräkningsunderlag kan en professionell bedömning av delosäkerheten göras, till exempel "variationer hos packning och densitet i kollit påför 5 % osäkerhet i mätresultatet". Behovet av att inkludera sådana här ingenjörsmässiga bedömningar av osäkerheten beror givetvis av vilken typ av mätningar det är fråga om, typen av material, aktuella nuklider etc. Vid gammaspakrometrisk mätning av lågenergetisk strålning från ett material med hög densitet och påtaglig risk för inhomogenitet blir det ofta nödvändigt att göra denna typ av ingenjörsmässiga bedömningar. I vissa fall kan det till och med vara motiverat att genom försök belysa den osäkerhet som introduceras av en enskild faktor såsom exempelvis materialets homogenitet i ett kולי.

Nedanstående faktorer är viktiga för bedömningen av mätosäkerheten:

- Nuklidsammansättning.
- Självabsorption i mätobjektet.
- Detektoreffektivitet.
- Strålkällans effektivitet.
- Provuttag.
- Bakgrundsnivå och metod för bakgrundsbestämning.
- Mätobjektets homogenitet.
- Mätgeometri och geometriska modeller använda för aktivitetsberäkningar.

6.6.3 Provtagningsstrategi

I de två föregående avsnitten beskrevs vilket mätnoggrannhetskrav som ska ställas på ett mätsystem och på enskilda mätvärden. I detta avsnitt beskrivs vilka krav som ska ställas då ett friklassningsbeslut ska baseras på ett flertal mätningar på en byggnad eller ett stort föremål.

För exempelvis friklassning av byggnader eller stora och otympliga metallföremål måste antalet mätningar vara så stort att det med betryggande konfidens går att visa att friklassningsnivån uttryckt som ett operativt gränsvärde inte överskrids. I ISO 11932 anvisas hur det nödvändiga antalet mätningar kan bestämmas.

Inledningsvis mäts minst 30 provtytor. Medelvärdet A och standardavvikelsen s för detta provuttag beräknas. Med hjälp av nedanstående formel beräknas minimiantalet provtytor n som behövs för att det med konfidensen 95 % ska gå att visa att det operativa gränsvärdet inte överskrids:

$$n \geq 45 \cdot \frac{s^2}{A^2}$$

Efter det att de inledande mätningarna vid behov kompletterats med fler mätningar så att det totala antalet mätningar blivit n beräknas det nya medelvärdet A och den nya standardavvikelsen s för samtliga mätningar och standardosäkerheten u beräknas:

$$u = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

För 95 % konfidens krävs att $A+2 \cdot u$ ska vara mindre än det operativa gränsvärdet.

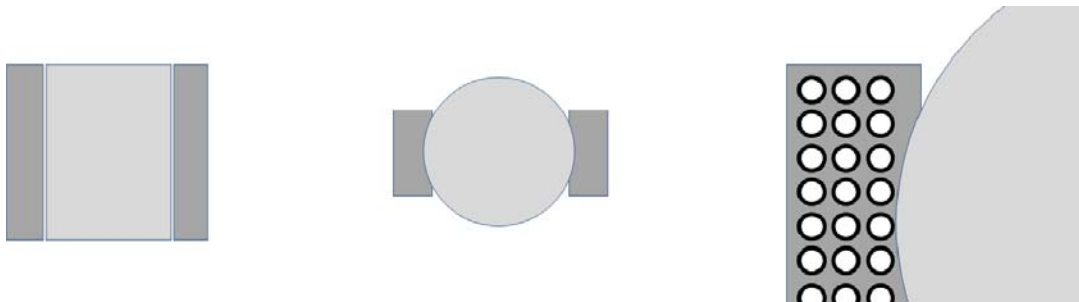
6.6.4 Sammanfattning

Sammanfattningsvis gäller att stor försiktighet bör iakttagas vid friklassning då uppmätt aktivitet utgör en betydande del av friklassningsutrymmet. Större mätosäkerhet kan accepteras om mätvärdet ligger väsentligt under friklassningsgränsen.

Framtagningen av operativa gränsvärden för friklassning kräver i många fall en mycket kvalificerad och omfattande analys som behandlar bland annat aktuella nuklider, nuklidvektorer, mätmetoder, utvärderingsmetoder och mätosäkerheter. I de anvisade referenserna finns detaljerad information om vad som bör täckas in av en sådan analys.

6.7 Exempel: Friklassning av vattenkyld elmotor

En vattenkyld elmotor inom kontrollerat område till en kondensatpump är en komponent där viss risk för kontamination finns både utvändigt på och invändigt i komponenten. Radioaktiv förorening kan förekomma på ytor som ej kan mätas med pulsratsinstrument. Ett förslag på hur friklassningen av denna komponent skulle kunna göras beskrivs nedan.



Figur 6-4. Schematisk skiss av motor med kylare.

Komponentbeskrivning

Komponent: Vattenkyld elmotor

Drifttid: 26 år.

Avklingning: 6 år

Motorn med tillhörande kylare, en skiss visas i Figur 6-4. Motorn kan betraktas som en cylinder, diameter 100 cm, höjd 150 cm, med 2 kylpaket på vardera sidan om vardera 150×70×25 cm (observera, måtten är endast ungefärliga).

Riskbedömning och val av mätmetod

Strykprov och pulsratsmätning utförs för att kontrollera kontaminationen på motorns och kylarens ytterhöljen. Bultar och liknade delar där verktyg kommit i kontakt kontrolleras extra. Vid förhöjda värden genomförs gammadetektormätning på mätlaboratorium. Provtagnings-effektiviteten 10 % för strykproven kan användas i beräkningarna. Pulsratsmätningar görs på hela komponentens utsida med låg skanningshastighet för att möjliggöra identifiering av eventuell kontamination.

Aktivitetsbestämningen för kylarens inre del görs genom att flänsar demonteras och beläggningsprov från insidan av kylrören tas. Beläggningsprov utvärderas på laboratoriet med gammadetektormetri.

Komponenten ifråga är stor och en direktmätning på kylarna med *in situ* gammadetektormetri är motiverad och bör utföras. En HPGe detektor placeras lämpligen centrerat på avståndet 50 cm från kylaren. Detektorn kan med fördel vara okollimerad. Detektorn täcker på detta sätt hela kylpaketet, även om strålningen från kylpaketets ändrar träffar detektorn ”från sidan”. En effektivitetskalibrering görs enklast för geometrier som ligger axiellt med detektorns huvudaxel. Detektorn har en ”inre effektivitet”, (”intrinsic efficiency”) som är något lägre för fotoner som kommer från sidan. Aktivitetsfördelningen i kylaren antas vara homogent fördelad i kylslangen inne i den dränerade kylaren. Aktiviteten ansätts i beräkningsprogrammen för effektivitetskalibreringen av aktuell geometri vara fördelad homogent i en box. Medelensitet för denna box beaktar även luften (”voiden”) inne i kylaren. Kylslangens vikt beräknas utifrån dimensioner på rör och eventuella andra ingående materialkomponenter i kylpaketet. Kylarens ytterhölje adderas som en ren strålskärm. Detektorns (absoluta) effektivitet för en enkel punktkälla på exempelvis avståndet 50 cm är sedan tidigare verifierad. Med ett beräkningsprogram, som exempelvis MicroShield, kan fotonfluensen (fotoner/s/cm²) bestämmas för fotoner i energiintervallet 100 keV–2 MeV. Detta görs dels för punktgeometrin och dels för den homogeniserade kylargeometrin. Utifrån dessa 2 beräkningar och den uppmätta effektiviteten för punktgeometrin kan en beräknad absolut effektivitet för den homogeniserade kylargeometrin fastställas.

Mättiden på kylaren anpassas så att önskad detektionsnivå på aktivitet erhålls. Spektra korrigeras för ev. bakgrundsaktivitet på mätplatsen. Co-60 och Cs-137 ansätts som de dominerande nukliderna i beräkningar av detektionsnivå. Båda kylarna mäts. Aktivitetsinnehållet för nukliderna Cs-137 och Co-60 bestäms på detta sätt. Övriga nuklider som inte kan bestämmas med gammadetektormetri beräknas utifrån en konservativt antagen nuklidvektor.

Beräknat aktivitetsinnehåll i kylaren medelvärdesbildas över kylarrörens summerade inneryta. Detta värde jämförs med friklassningsföreskriftens gränsvärden 40 kBq/m² resp. 4 kBq/m².

7 Rutiner och logistik

I detta kapitel redogörs för materialflöden och andra rutiner inom friklassningsarbetet. Vissa typer av material kräver särskilda flöden i en friklassningsprocess. Här ges exempel på flöden för material tyngre än 1 ton, oljor och vätskor, brännbart samt för pulverformigt material. Dessutom ges exempel på rutiner för friklassning av lokaler och byggnader.

7.1 Materialflöden

Inom en kärnteknisk anläggning förekommer många olika materialflöden. Många av dessa ska helt eller delvis passera en friklassningsprocess. Materialflödet i friklassningsprocessen kan se olika ut beroende på materialets ursprung, radioaktiva förorening, storlek och form. Flödet kan även påverkas av förutsättningar i anläggningen och vid mätplatser (bakgrundsstrålning, förflyttningar av aktivt material etc). Innan den fysiska förflyttningen av material i en friklassningsprocess påbörjas måste ett antal överväganden göras, se kapitel 4. Materialflödet avslutas i och med att materialet är friklassat och borttransporterat alternativt att materialet har transporterats bort till slutförvar för radioaktivt avfall. Det generella materialflödesschemat återges i kapitel 4.

Materialflödet vid friklassning av lokaler och byggnader inskränker sig till bortmonterat material och det avfallsmaterial som uppstår vid dekontaminering. Efter friklassning kan dessa behandlas på samma sätt som konventionella lokaler och byggnader vid en eventuell rivning eller användning för annan verksamhet.

7.2 Källsortering

Avfall som bedöms vara möjligt att friklassa kan komma från olika källor och det är fundamentalt att källsortering på specifika platser eller vid källan initierar friklassningsflödet genom att genomföra en initial bedömning, märka upp och dokumentera materialets användningsområde och historik i den omfattning det är möjligt. Sorteringen görs både utifrån risk för förorening och material. Den avdelning, projekt eller person som producerar ett avfall ansvarar för att källsortering utförs enligt lokala regler och förutsättningar.

Antal och typ av avfallskategorier för källsortering varierar för olika lokala förutsättningar, verksamheter och företag. Exempel på källsorteringskategorier för friklassning kan vara plast, trä, metallskrot, el och elektronik, lysrör och lampor, olja, lösningsmedel, glas, batterier, sprayburkar, lim och färg samt fett och epoxi.

En initial strålskyddsbedömning inkluderar normalt kontroll av ytkontamination genom pulsratmätning och strykprovstagning, vilket genomförs på allt material. Avfall, som av strålskyddspersonal bedömts som möjligt att friklassa, packas därefter i lämpliga behållare, t ex container, mobila tankar eller Berglöfslådor. Vid val av behållare bör hänsyn tas till det fortsatta materialflödet, strålskyddskontroller och nuklidspecifik mätning samt om behållarna avses återanvändas eller ej. I vissa fall kan det vara aktuellt att genomföra enklare dekontamineringsinsatser redan vid källan, innan packning.

Det kan vid tveksamheter vara bra att dela upp material i flera poster för att senare lättare kunna bedöma materialet vidare eller dekontaminera. Med fördel kan ett system vara upplagt så att material som, vid en första bedömning, klassats som icke friklassningsbart kan bedömas på nytt och då eventuellt bli aktuellt för friklassning med eller utan mellanliggande sanering eller dekontaminering.

7.3 Materialflödets beroende av mätmetod

För att kunna friklassa material ställs krav på bland annat mätningar. Mätningarna består ofta av en kombination av olika mätmetoder. Den enda mätmetod som inte ställer krav på var materialet befin-

ner sig är strykprovstagning, det ska dock alltid beaktas att risken för korskontamination föreligger och det är därför inte lämpligt att strykprov för friklassning tas i områden med risk för högre förorening än 4 kBq/m² för alfastrålande radioaktiva ämnen och 40 kBq/m² för beta/gammastrålande. De övriga metoderna kräver att materialet befinner sig på en plats med låg bakgrundsstrålning som möjliggör en tillräckligt stor marginal till aktuell friklassningsgräns. Mätmetoderna ställer krav på vilka flödesvägar som materialet måste ha för att kunna friklassas. Detta påverkar logistiken, speciellt vid rivning av kärnkraftverk eller stora moderniseringar eller underhållsarbeten då det handlar om mycket stora materialmängder.

För vätskor och pulverformigt avfall gäller nuklidspecifik mätning på ett representativt prov eller på hela mängden, såvida man inte på goda grunder kan garantera att vätskan är fri från radioaktivitet. I sådant fall handlar det om kontroll av förpackningen.

Nedan ges en översikt av vad som krävs för tre vanliga mätmetoder. Detaljer avseende mätningar finns i kapitel 6.

7.3.1 Strykprover

Strykprovstagning ställer krav på låga föroreningsnivåer i utrymmet där materialet befinner sig. Dos till personal samt eventuell risk att korskontaminera materialet efter provtagning måste beaktas. Utrustningen som används för utvärderingen kräver ett utrymme med låg bakgrundstrålning. Strykprovstagning och utvärdering kan ske på kontrollerat område enligt normala rutiner och kräver normalt ingen förflyttning av materialet om det inte har sitt ursprung från förorenade utrymmen (>4 kBq/m² för alfastrålande radioaktiva ämnen resp. 40 kBq/m² för beta/gammastrålande).

7.3.2 Avsökning med instrument

Mätning av ytaktivitet på material kräver låg bakgrundstrålning, se även kapitel 5. Normalt kan mätningarna utföras inom vissa delar av kontrollerat område. Metoden kräver dock ofta förflyttning av materialet till utrymme med mycket låg bakgrundstrålning.

7.3.3 Nuklidspecifika mätningar

För nuklidspecifika friklassningsmätningar krävs mycket låg bakgrundstrålning. Normalt skapas särskilt inrättad mätplats eller så förflyttas materialet till en plats med låg bakgrund. Alternativt kan provtagning ske för laboratorieanalys. Laboratorieanalysen nyttjas vanligen för fastställande av nuklidvektor vilken är underlag till beräkning av nuklidspecifikt aktivitetsinnehåll genom korrelation.

I planeringen av lämplig mätplats bör man beakta vilka vägar som aktiva transporter kan antas ske på. I annat fall kan en aktiv transport (förbipasserande strålkälla) påverka mätningen och förorsaka att materialet felaktigt klassas som radioaktivt avfall.

7.4 Kategoriindelning av materialflöden

Enligt SSMFS 2011:2 så görs en uppdelning av materialflöden i kategorierna spillolja och farligt avfall, verktyg endast förorenade på ytan samt övrigt material. För allt material föreslår handboken sedan ett förfarande med utgångspunkt från risk för radioaktiv förorening.

Material ska kontrolleras i relation till dess potentiella föroreningsnivå i enlighet med de materialkategorier som beskrivs i kapitel 4.

Det är en fördel att ha samma flödesvägar av materialet oavsett driftläge: ordinarie drift eller revisionsavställning/ombyggnad. Om möjligt kan med fördel samma flödesvägar även användas vid en avveckling.

Det måste beaktas att vid vissa revisionsavställningar/ombyggnationer genereras stora volymer material vilket kan kräva andra rutiner för hantering och mellanlagring i avvaktan på mätning och friklassning samt i avvaktan på bortförel av materialet.

För allt material som ska friklassas gäller att det bör sorteras i de fraktioner som är lämpliga beroende på bedömning och aktivitetskontroll samt mottagarens önskemål och krav. Sorteringsguide för återvinning/deponi finns hos respektive kommuns miljöföretag. Ett exempel på detta finns i sorteringsmall för bygg- och anläggningsavfall i bilaga 4.

Man bör sträva efter att ha samma typ av material i emballaget för att erhålla en bra nuklidspecifik mätning, den viktigaste principen är att ha en jämn densitet.

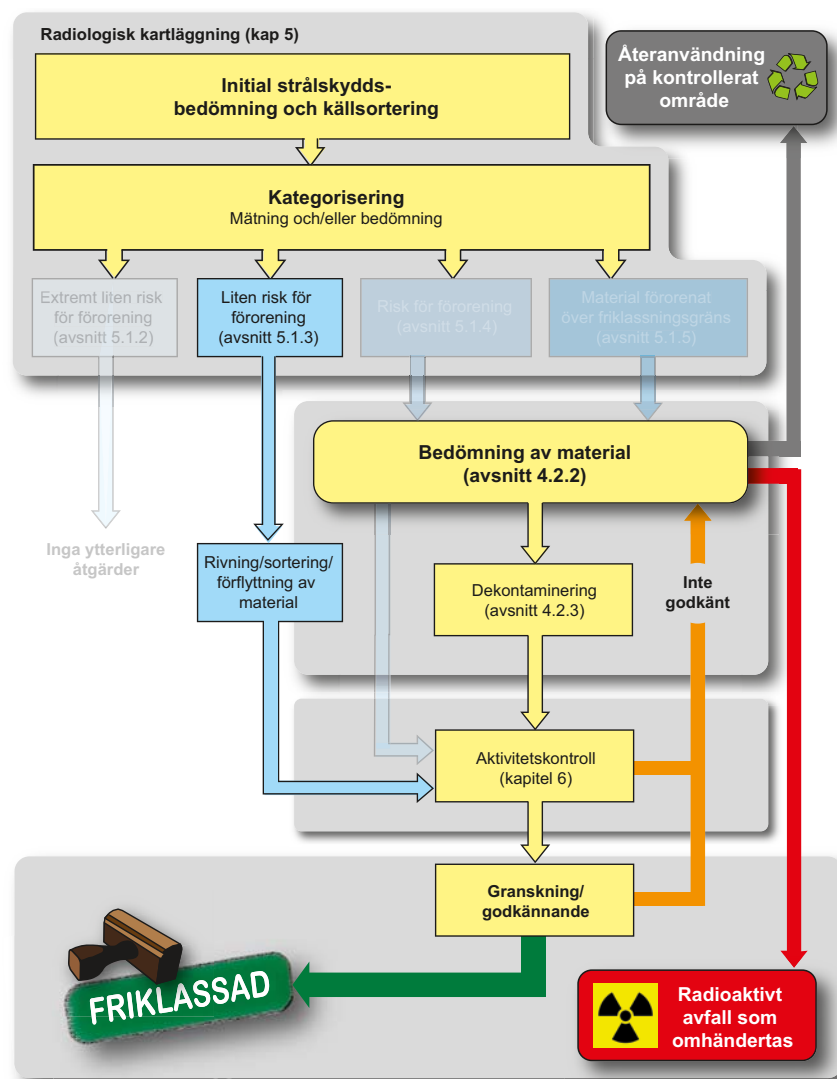
7.5 Friklassningsflöden för material

7.5.1 Verktyg och utrustningar

För verktyg och utrustningar som använts på kontrollerat område men som endast kan ha förorenats på ytor som är åtkomliga för mätning och som avses användas i en annan verksamhet än verksamhet med strålning räcker det med att man kontrollerar att total ytaktivitet och strykprov är under 4 (alfa) respektive 40 (beta/gamma) kBq/m², om totala aktivitetsnivåerna inte överstiger undantagsgränserna enligt strålskyddsförordningen (1988:293). Inför strålskyddskontrollen ska saneringsåtgärder övervägas.

7.5.2 Material med liten risk för förorening

Flödet av material med liten risk för radioaktiv förorening följer nedanstående modell och Figur 7-1:



Figur 7-1. Flödesschema för material av med liten risk för radioaktiv förorening.

- **Initial bedömning**
Bedömning med avseende på radiologisk historik för materialet, till exempel vilken typ av lokal materialet använts i samt vad det har använts till, dvs vilka nuklider och strålslag som kan tänkas förekomma. Bedömningen sker i samarbete med strålskyddspersonal.
- **Kategorisering av materialet**
Om kartläggningen resulterar i bedömningen att materialet på goda grunder antas vara fritt från radioaktiv förorening av betydelse och utan aktivitetsansamlingar, går det direkt till aktivitetskontroll. I annat fall krävs hantering i enlighet med 7.5.3.
- **Fysisk rivning/sortering/förflyttning av material**
Sortering av materialet med hänsyn tagit till mottagare, eventuell förflyttning av materialet till speciell mätplats. Vid mindre mängder material startar ofta flödet här.
- **Aktivitetskontroll (kan medföra omklassning av materialet)**
För denna materialkategori gäller riktad / representativ direktmätning av total ytaktivitet med handinstrument och strykprovstagning. Efter godkänd kontroll av totala ytaktiviteten sker nuklidspecifik aktivitetsbestämning (mätning på hela kollit eller på en representativ delmängd alternativt beräkning med nuklidvektor) för verifiering av totalaktivitet och aktivitetskoncentration.

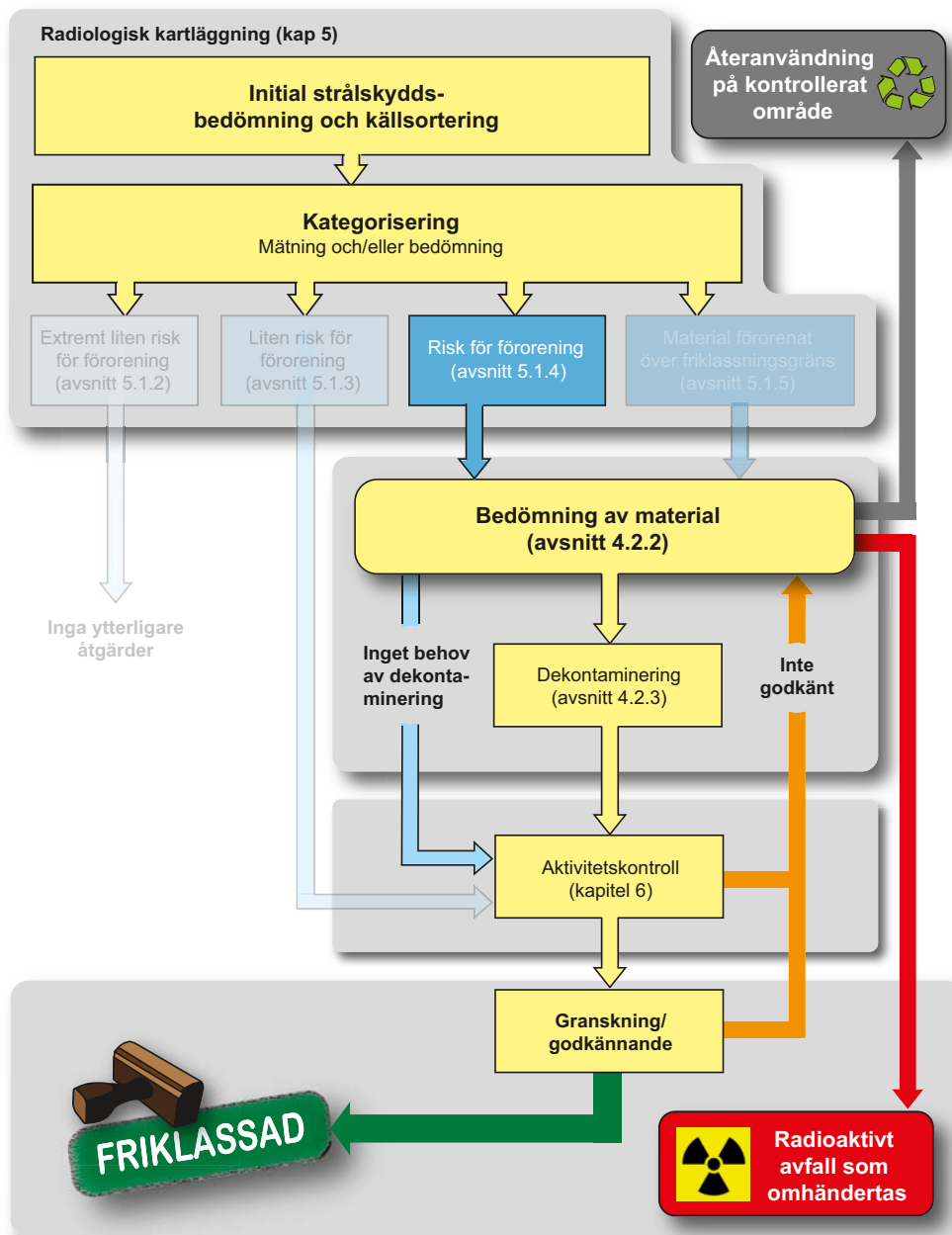
Förhöjda aktivitetsnivåer

Om aktivitetskontrollen visar på en icke försumbar aktivitetskoncentration ska materialet klassas om till ”risk”. Likaså ska orsaken till den felaktiga kategoriseringen utredas.

7.5.3 Material med risk för radioaktiv förorening

Flödet av material med risk för radioaktiv förorening följer nedanstående modell och Figur 7-2:

- **Kartläggning av materialets användning och historik**
Kartläggning och strålskyddsbedömning, inklusive identifikationsmärkning och dokumentation, med avseende på föroreningshistorik för materialet, samt vad materialet har använts till och var det eventuellt kan ha varit tidigare, dvs vilka nuklider och strålslag som kan tänkas förekomma samt om det föreligger risk för innesluten radioaktivitet, lokala aktivitetsansamlingar eller punktkällor av betydelse ur ett friklassningsperspektiv. Kartläggningen sker i samarbete med strålskyddspersonal.
- **Kategorisering och bedömning av materialet**
Om strålskyddsbedömningen är att materialet troligtvis är friklassningsbart kategoriseras och bedöms det för fortsatt hantering. Om inte kan det återanvändas inom kontrollerat område alternativt klassas som radioaktivt avfall för omhändertagande.
- **Fysisk rivning/sortering/förflyttning av material**
Sortering av materialet ska ske med hänsyn taget till hantering vid bedömning och mätning samt mottagarens krav och önskemål. Förflyttning av materialet till mätplats kan bli aktuellt. Vid mindre mängder material startar ofta flödet här. För sådant material får flödet något annorlunda ordning.
- **Dekontaminering**
För denna materialkategori krävs ofta någon form av processning i form av dekontaminering eller kapning för att få fram de friklassningsbara delarna.
- **Aktivitetskontroll**
För denna materialkategori gäller kontroll av total ytaktivitet med handinstrument och strykprovstagning följt av en fullständig nuklidspecifik mätning eller beräkning, för verifiering av totalaktivitet och aktivitetskoncentration.



Figur 7-2. Flödesschema för material med risk för radiologisk förorening.

7.5.4 Fast material tyngre än 1 ton

Fast material som är tyngre än 1 ton behöver måste delas upp i delar, vardera med en vikt mindre än 1 ton. Detta kan göras antingen genom en fysisk delning eller genom att mätningar och aktivitetsbestämningar görs för delar av det totala materialet. Medelvärdesbildningen av aktiviteten får inte omfatta mer än ett ton. För ett material med en totalvikt över ett ton ska samtliga delar för vilka aktivitetsinnehållet bestämts understiga friklassningsgränserna. I Figur 7-3 visas exempel på tyngre material som erfordrar uppdelning inför friklassning.



Figur 7-3. Exempel på material större än 1 ton som helt eller delvis kan vara föremål för friklassning.

7.5.5 Olja och andra vätskor

Flödet av olja och andra vätskor med risk för radioaktiv förorening följer nedanstående modell och Figur 7-4:

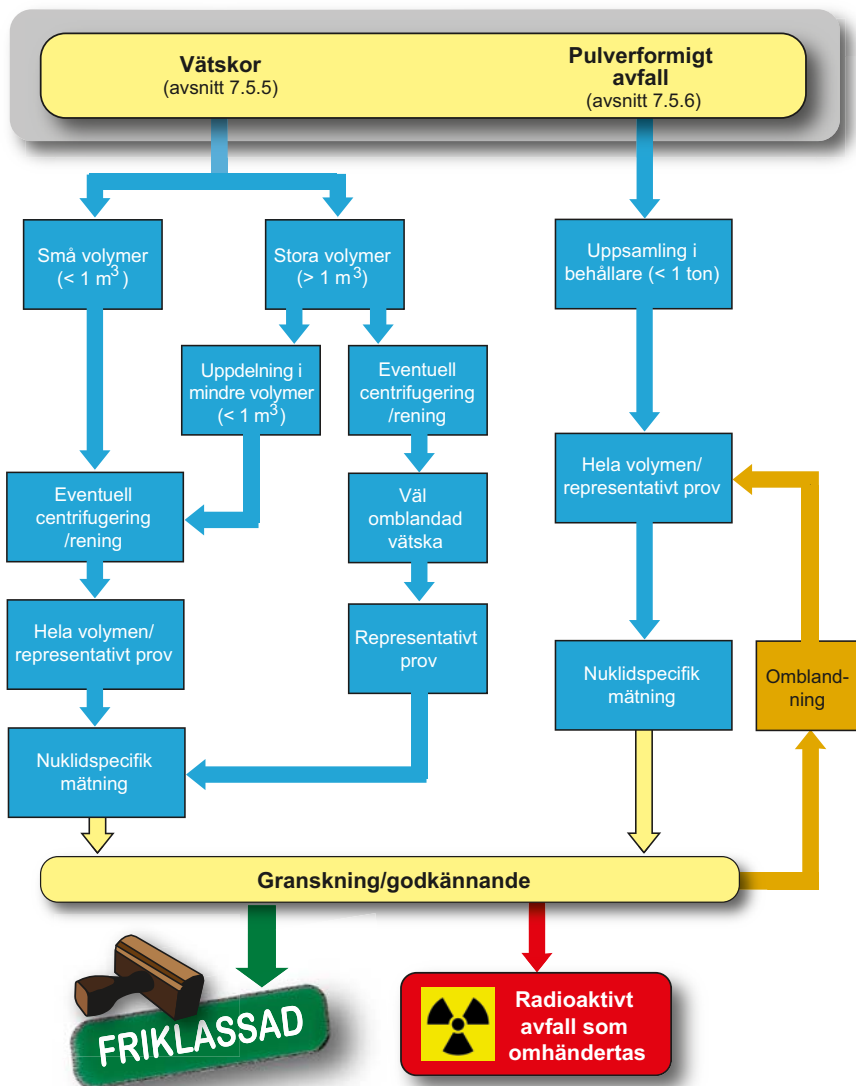
- **Uppsamling i behållare eller tankar**
Vätskan samlas upp i behållare. Reningsmassor kan till exempel sugas upp i vakuumbank vid källan, och i samband med detta kan provuttag ske. Om reningsmassor från olika filterkärn och tidpunkter mellanlagras i uppsamlingstankar måste detta beaktas vid representativ provtagning för friklassning. Detta gäller med tanke på både att vätskan ska vara helt omblandad och vid eventuellt användande av nuklidvektor. Slam behandlas som reningsmassor.
- **Eventuell rening av vätskan, omblandning i tankar**
För förorenad olja kan rening av oljan behöva göras för att avskilja vatten/partiklar som normalt innehåller aktiviteten.
- **Hela volymen/representativt prov**
För mindre volymer (<1 ton) kan hela volymen mätas direkt, alternativt kan ett representativt prov tas ut för mätning. Detsamma gäller väl omblandad vätska i större volymer. Större volymer där omblandningen inte kan garanteras måste delas upp i mindre volymer (max 1 ton) och mätas individuellt.
- **Nuklidspecifik bestämning**
Nuklidspecifik gammaspektrometrisk mätning på hela volymen alternativt eller i kombination med radiometrianalys av representativ delmängd. Alfaemitterande och rent betaemitterande nuklider kan bestämmas genom korrelation mot nuklidvektor eller radiometrianalyser från uttagna prover.
- **Vidare hantering**
Om oljans aktivitetsinnehåll understiger de allmänna friklassningsvillkoren kan den återanvändas, användas som bränsle eller skickas för regenerering.

I de fall innehållet av radioaktiva ämnen inte uppfyller friklassningskraven för fri användning kan oljan friklassas för förbränning. För detta finns det särskilda friklassningsvillkor. Om aktivitetsinnehållet inte uppfyller några av dessa friklassningsvillkor måste oljan renas ytterligare alternativt omhändertas som ett radioaktivt avfall.
- För eventuella ytteremballage görs en kontaminationskontroll.

7.5.6 Pulverformigt avfall

Flödet av blästermedel och annat pulverformigt avfall följer nedanstående modell och figur 7-4:

- **Uppsamling i behållare**
Det pulverformiga avfallet samlas upp i behållare med en vikt understigande 1 ton.



Figur 7-4. Flödesschema för vätskor och pulverformigt avfall.

- Hela volymen/representativt prov**
 För mindre volymer kan normalt hela volymen mätas direkt. Direktmätning bör kompletteras med prover för laboratorieanalys. I de fall det inte är möjligt eller lämpligt att mäta på hela volymen är det av stor vikt att representativa prover tas för nuklidspecifik aktivitetsbestämning. En ombländning av avfallet bör i vissa fall övervägas.
- Nuklidspecifik mätning**
 Mäts på hela volymen eller på en representativ homogen delmängd
- Inhomogen nuklidfördelning**
 Vid risk för inhomogen nuklidfördelning bör ytterligare provtagning övervägas. Alternativt kan marginalen mot friklassningsgränsen ökas som en kompensation genom rening eller separation av fraktioner med risk för aktivitetsansamlingar. Om inte friklassningsgränsen med säkerhet kan innehållas är avfallet att betrakta som radioaktivt avfall för omhändertagande.
- Vidare hantering**
 Om det pulverformiga materialet klarar villkoren friklassas det för fri användning.
 Vid för hög aktivitet måste materialet behandlas på något sätt alternativt betraktas hela volymen som radioaktivt avfall. Om möjligt avskiljs de delar av mängden som klarar friklassning och resterande renas om möjligt, alternativt skickas som radioaktivt avfall för omhändertagande.

7.5.7 Återvinning eller deponering av friklassat material

För friklassat material gäller återanvändning eller återvinning i första hand. Är detta inte möjligt kan materialet deponeras som konventionellt avfall. För farligt avfall gäller speciella krav på omhändertagande (enligt miljöbalken).

7.6 Rutiner för friklassning av lokaler och byggnader

7.6.1 Allmänt

Vilka kontroller som krävs för att friklassa lokaler och byggnader styrs av olika tänkbara avvecklingsalternativ. Följande huvudgrupper för friklassning av lokaler/byggnader finns:

- Friklassning av lokaler/byggnader för återanvändning för egen verksamhet.
- Friklassning av lokaler/byggnader för annan återanvändning än för egen verksamhet.
- Friklassning av lokaler/byggnader för rivning.

Friklassning av lokaler och byggnader för egen verksamhet är inte en formell friklassning. Fördelen är att den kan göras av tillståndshavaren utan beslut av SSM. Om tillståndshavaren upphör med att nyttja lokalen eller byggnaden skall ansökan om friklassning inlämnas till SSM.

Friklassningsnivåer för återanvändning respektive rivning redovisas i bilagor till SSMFS 2011:2.

Beslut om lokalen eller byggnaden ska rivas eller återanvändas är en viktig förutsättning för friklassningsarbetet eftersom de olika radionuklidspecifika friklassningsgränsvärdena leder till olika behov av åtgärder. Som huvudprincip gäller dock att friklassning av lokaler och byggnader ska föregå rivning.

System, utrustningar och komponenter bör demonteras före friklassningsarbetet. Demonterad utrustning hanteras som material.

7.6.2 Radiologisk kartläggning och kategorisering

Inför den radiologiska kartläggningen med mätningar är det viktigt att lokalernas och byggnadernas historik kartläggs och att det görs en preliminär bedömning av risken för radioaktiv förorening. Det är särskilt viktigt att kartlägga var det kan ha förekommit verksamhet som lett till lokal ansamling av aktivitet. Ytterligare en aspekt som bör belysas är risken för att aktivitet trängt in i sprickor i byggnadsmaterialet och i värsta fall kontaminerat underliggande mark.

Mätprogrammets omfattning anpassas sedan efter risken. Huvuddelen av kartläggningen görs i allmänhet genom pulsratsmätningar. Det kan bli fråga om ett mycket stort antal mätningar och det är av detta skäl viktigt att det finns ett kvalitetssäkrat system för att ta hand om mätdata inklusive position och med vilket instrument mätningen gjorts. Pulsratsmätningarna kombineras vanligen med ett mindre antal nuklidspecifika mätningar. De nuklidspecifika mätningarnas huvudsyfte är att fastställa eller verifiera nuklidvektorer.

Efter den radiologiska kartläggning sker en förnyad riskbedömning (kategorisering) som utgångspunkt för det fortsatta arbetet.

7.6.3 Bedömning och dekontaminering

Efter att alla utrymmen i byggnaden kartlagts med avseende på aktivitet kan vissa ytor behöva dekontamineras för att möjliggöra friklassning av byggnaden. Valet av dekontamineringsmetoder baseras på föroreningsgrad, ytornas beskaffenhet, eventuell inträngning i materialet och övrigt som framkommit vid den radiologiska kartläggningen och kategoriseringen.

Lös kontamination bör avlägsnas även om den inte överstiger friklassningsnivån. Skälet till detta är att den lösa aktiviteten är mobil. Dessutom är den vanligtvis lätt att sanera.

Förorenade utrymmen och då speciellt golv och utrymmen med våt hantering kan kräva omfattande dekontamineringsarbeten. Detta gäller speciellt om föroreningen trängt in i byggnadsmaterialet via

sprickor, fogar och skarvar. Om utrymmen under drifttiden har byggts eller målats om kan förorening ha kapslats in.

Följande sanerings- och dekontamineringsmetoder kan tillämpas men bör väljas med eftertanke. Särskilt viktigt att beakta är risken för aktivitetsspridning in i materialet:

- Dammsugning
- Våttorkning med trasa
- Spolning med vatten (och eventuellt rengöringsmedel)
- Högtryckstvättning (med varierande tryck)
- Torrlästring (för metaller)
- Våtblästring (för färg på betong)
- Slipning (för metall)
- Fräsning (för betong och metall)
- Hyvling (för betong)
- Borrning (för betong)
- Sågning (för betong, t ex wiresåg)
- Bilning (för betong)

För att uppnå ett optimalt resultat av dekontamineringen krävs ofta en kombination av flera metoder. Vid val av dekontamineringsmetod bör risken för korskontaminering via vatten och luft beaktas liksom omhändertagandet och slutförvaringen av det avfall som uppkommer vid sanering och dekontaminering.

Det är inte tillåtet att öka avverkningsdjupet i samband med dekontaminering i syfte att reducera aktivitetskoncentrationen i det avverkade materialet för att klara de massspecifika friklassningsnivåerna. Det betraktas som medveten utspädning.

7.6.4 Aktivitetskontroll

För lokaler och byggnader utförs aktivitetskontroller med avseende på ytspecifika friklassningsnivåer.

Aktivitetskontrollen ska vara av en sådan omfattning att det med betryggande statistisk signifikans går att visa att friklassningsnivåerna innehålls.

För lokaler med liten risk för kontamination genomförs en enklare aktivitetskontroll med riktade och stickprovsmässiga metoder.

För lokaler och byggnader med risk för förorening behövs ett omfattande mätprogram som inkluderar såväl pulsrätmätningar och nuklidspecifika mätningar. De senare för att fastställa eller verifiera nuklidvektor. Förekomsten av alfastrålning och rent betaemitterande nuklider kan kontrolleras genom provtagning eller beräkning.

För byggnadsdelar i kategorin ”förorenade över friklassningsgräns” kan upprepade mätningar varvade med dekontamineringsåtgärder erfordras. Mätningarna och åtgärderna fortsätter intill dess att en omfattande aktivitetskontroll visar att friklassningsgränserna innehålls.

7.6.5 Granskning och godkännande

Beslut om friklassning av lokaler och byggnader fattas av Strålsäkerhetsmyndigheten efter ansökan av tillståndshavaren.

Inför en ansökan måste ett underlag sammanställas som visar att friklassningsvillkoren innehålls och anger hur aktivitetskontrollen genomförts och dokumenterats.

8 Kvalitetssäkring och dokumentation

En framgångsrik friklassning beror på många faktorer, t ex:

- Planering i god tid – samla in kunskap – överraskningar tar tid och kostar pengar.
- Utvärdering – samla rätt kompetens vid bedömning.
- Väl utförd dokumentation – säkra spårbarheten – minimera osäkerheten.
- Dokumentation som underlag för framtida friklassningar och spårbarhet med särskilt beaktande av avfallskonditionering och slutförvaring.
- Medvetenhet i organisationen, inklusive inhyrda entreprenörer, vad gäller källsortering, ordning och reda samt vikten av spårbarhet och dokumentation.
- God kompetens och erfarenhetsuppbyggnad hos personal i alla steg.
- En tidig dialog med myndigheterna där kravbild samt friklassningsprocessen klarställs och godkänns.

8.1 Kvalitetssäkring

Respektive tillståndshavare har ett ledningssystem. Ledningssystemet är företagsledningens verktyg i strävan att varje arbetsmoment ska göras på ett sätt så att uppsatta säkerhets-, kvalitets-, miljö- och arbetsmiljömål innehålls. Att hålla en hög radiologisk säkerhet och upprätthålla en god kvalitetsnivå är grundläggande för verksamheten. Detta gäller även inom området friklassning.

För att upprätthålla förtroendet för den kärntekniska verksamheten hos myndigheter, industrin och allmänheten, är det av stor vikt att material, mark, lokaler och byggnader inte blir friklassat på felaktiga grunder. När friklassat material frisläppts och transporterats bort är möjligheterna att reparera ett misstag i stort sett borta. Konsekvensen, om friklassningsarbetet inte sköts, kan bli att friklassningsbart material måste hanteras som radioaktivt avfall.

Nedan beskrivs några aspekter som måste tas hänsyn till när man arbetar med kvalitetssäkring av friklassning. Krav på kompetens och utbildning redogörs för i kapitel 9.

8.1.1 Kategorisering

Det är av stor vikt att kategorisering av såväl material som mark, lokaler och byggnader baseras på korrekta förutsättningar och att samtliga faktorer av vikt är kända vid kategoriseringen. En felaktig kategorisering kan innebära förhöjda friklassningskostnader eller i värsta fall en felaktig friklassning.

8.1.2 Lämplighet att friklassa

Ett aktivt ställningstagande till om en materialpost, mark, en lokal eller en byggnad är lämplig att friklassa ska alltid göras. Detta ställningstagande bör, av såväl resursskäl som kostnadsskäl, göras så tidigt som möjligt. Om skäl uppstår får det göras en förnyad prövning. Ett förslag till beslutsmodell ges i bilaga 2a.

8.1.3 Kontroll av nuklidvektorer

Nuklidvektorer används när det är svårt eller omöjligt att göra en aktivitetsbestämning av en viss nuklid. Nuklidvektorer används både vid direktmätningar och vid analys av prover. Framtagande av nuklidvektorer redovisas i kapitel 6.

För att ta fram nuklidvektorer behöver prover analyseras och utvärderas för att bestämma förhållandet mellan olika radionuklider. Exakt hur många prover som behövs beror på nuklidernas aktivitet och vilken precision som erfordras. Önskad precision för nuklidvektorn för en friklassningsprocess

beror på vilka toleranser som kan tillåtas utan att äventyra friklassningsmöjligheten. Nuklidvektorer varierar med tiden, produktionsvariationer etc.

Det är viktigt att nuklidvektorer som används över en längre tid hålls uppdaterade genom att efter behov kontrollera deras kompositioner. Bestämningen av nuklidvektorer måste ingå som en del av företagets kvalitetssäkringsrutiner.

8.1.4 Kontroll av instrument

Mätinstrument ska funktionskontrolleras enligt tillverkarens rekommendationer och företagets kvalitetssäkringsrutiner. Beroende på typ av instrument kontrolleras bakgrunds nivå, stabilitet hos utslag och absolutnivå på utslag (effektivitet). Instrument som inte funktionskontrollerats enligt gällande rutiner får inte användas. Kontrollerna ska utföras av personal med utbildning enligt företagets kompetenskrav.

Utöver de frekventa kontrollerna ska instrument kalibreras/underhållas enligt tillverkarens rekommendationer och företagets kvalitetssäkringsrutiner. Ett instrument som inte är kalibrerat/underhållet enligt företagets kvalitetssäkringsrutiner får inte användas.

8.1.5 Utvärdering av mätresultat

Efter genomförda mätningar ska samtliga mätresultat, beräkningar och ställningstaganden utvärderas och kvalitetssäkras. Utvärderingen kan genomföras av den som genomfört mätningen.

8.1.6 Frisläppande av material

Efter genomförd utvärdering sker ett slutligt ställningstagande till friklassningen. Slutkontrollen är en prövning baserat på den sammanställda dokumentationen och utvärderarens rekommendation. Efter slutkontrollen frisläpps/godkänns materialet.

8.2 Dokumentation

Dokumentation av ursprung, kategori, mätresultat och ställningstaganden är en viktig del i friklassningsprocessen. Samtliga processteg måste dokumenteras, verktyg endast förorenade på ytan undantagna, för att dels skapa ett beslutsunderlag för friklassningsbeslutet och dels för att utgöra en dokumentation av genomförda friklassningar. Friklassningsdokumentationen ska arkiveras i 10 år enligt SSMFS 2011:2 § 9.

En översikt av dokumentation under friklassningsprocessen för material ges i Figur 8-1.

8.2.1 Kontrollprogram

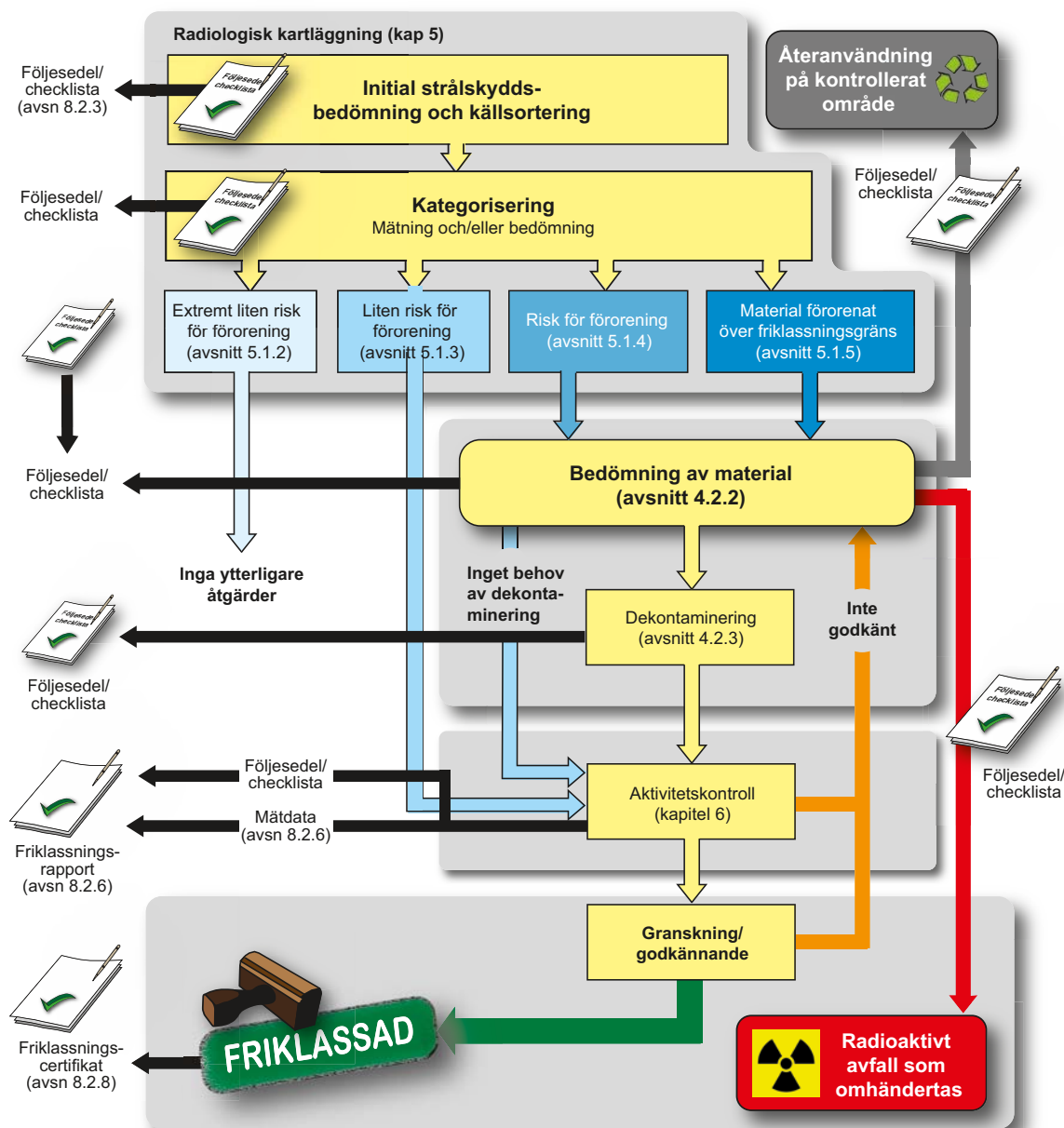
Ett skriftligt kontrollprogram erfordras för att få bedriva friklassningsverksamhet (SSMFS 2011:2, 8§). För exempel på kontrollprogram se bilaga 5a och 5b.

8.2.2 Instruktioner

Steg-för-steg-instruktioner på hur friklassningen ska gå till i detalj måste finnas tillgängliga för alla som arbetar med friklassning. En genomgång av instruktionerna ska ingå i utbildningen av behörig personal. Instruktionerna ska revideras vid förändringar och genomgår översyn enligt respektive tillståndshavares ledningssystem.

8.2.3 Följesedel/checklista

Varje materialpost eller del av lokal ska ha ett unikt ID-nummer. En följesedel/checklista (eller annat verktyg för att säkra spårbarhet och kvalitet) bör följa med genom hela friklassningskedjan och signeras efter varje utfört arbetsmoment. För exempel på följesedel/checklista se bilaga 6a och 6b. Undantagna från kravet på dokumentation är verktyg enligt 14§.



Figur 8-1. Dokumentation av friklassningsprocessen (exempel).

8.2.4 Märkning

Märkning av material ska vara tydlig och innehålla all relevant information, såsom avsändare, mottagare, uppmätta värden, datum osv.

8.2.5 Spårbarhet

Material ska vara märkt och spårbart så långt det är möjligt. När material är friklassat kan det lämna anläggning utan krav på exakt spårbarhet.

8.2.6 Mätdata

Data som generas av friklassningsprocessen, inklusive mätning geometri, konfigurationer, spektra, beräkningsresultat, nuklidvektorer, osv. ska dokumenteras.

För information som endast lagras elektroniskt är regelbunden säkerhetskopiering och kvalitets-säkrade arkiveringsrutiner en förutsättning.

8.2.7 Friklassningsrapport

Som beslutsunderlag för en friklassning (ett frisläppande) erfordras dokumentation där materialet/lokalen är beskriven och där slutsatser och resultat från genomförda mätningar och ställningstaganden för objektet sammanställs. Friklassningsunderlaget kan med fördel genereras av data från ett databassystem. Friklassningsunderlaget kan bilda en fristående friklassningsrapport eller vara underlag för periodvisa sammanställningar. För exempel på friklassningsrapport, se bilaga 7a och 7b.

8.2.8 Friklassningscertifikat

På begäran kan ett friklassningscertifikat utfärdas. Friklassningscertifikatet är ett kvalitetsdokument som intygar att den materialpost som lämnar anläggningen har friklassats. Certifikatet medger normalt ingen möjlighet till spårbarhet till mätresultat eller materialets källa inom en anläggning. För exempel på friklassningscertifikat, se bilaga 8a och 8b.

8.2.9 Arkivering av dokument

Enligt SSMFS 2011:2 9§ ska dokumentation om friklassning av material bevaras i 10 år. Dokumentation om kontroller av lokaler eller byggnader ska bevaras tills friklassning sker, samt därefter ytterligare 10 år.

8.3 Myndighetsrapportering

Rapporteringsunderlag enligt 18§ i SSMFS 2011:2 ska tas fram och redovisas årsvis till Strålsäkerhetsmyndigheten, om man under det gångna kalenderåret friklassat mer än 1 000 kg material. För det friklassade materialet ska beskrivas:

- materialmängder och materialslag,
- ingående radioaktiva ämnen och deras aktivitet, samt
- mottagare av friklassad spillolja och farligt avfall.

Rapporten ska vara SSM tillhanda före mars månads utgång. Friklassningsrapporterna enligt avsnitt 8.2.7 kan utgöra ett underlag för rapporteringen.

9 Kompetenskrav och utbildning

Det är av stor vikt att alla medarbetare, inklusive eventuella entreprenörer, har rätt kompetens genom hela friklassningsprocessen. Berörda arbetsledare eller personalansvariga chefer ansvarar för att identifiera kompetenskrav och att endast avdela personal till uppgifter för vilka de är kompetenta och lämpliga.

9.1 Kompetenskrav

Enligt 17 § i SSMFS 2011:2 ska den personal som utför kontroller och bedömningar för friklassning ha erhållit utbildning som minst omfattar följande moment:

1. Skadliga effekter och risker med joniserande strålning
2. Regler och rutiner för friklassning.
3. Metoder för provtagning och mätning, med osäkerheter och begränsningar.

Genomgången utbildning ska vara dokumenterad. Utöver detta ska personalen ha god kännedom om vilka radioaktiva ämnen som förekommer i verksamheten och i vilken utsträckning radioaktiv förorening kan förekomma.

9.1.1 Grundläggande kompetens för strålskydd

Enligt 7§ SSMFS 2008:26 ska all personal med strålskyddsuppgifter genomgå fördjupad strålskyddsutbildning som bland annat omfattar grundläggande strålskyddsprinciper.

Skyddspersonalens kompetens måste förutom teoretiska kunskaper i strålskydd även innefatta praktisk strålskyddsteknik, processkännedom samt god förmåga att kommunicera med andra människor.

En strålskyddsexpert är enligt SSMFS 2008:29 den som ska vara sakkunnig när det gäller friklassning.

Strålskyddsföreståndaren ska enligt 4§ SSMFS 2008:24 bevaka kompetens- och resursfrågor för anläggningens strålskydd, vilket innebär att tillse att organisationen har skyddspersonal och mätpersonal med tillräcklig kompetens. Strålskyddsföreståndaren är den som bevakar så att rutiner etableras och följs på ett korrekt sätt.

9.1.2 Kompetens för friklassning

Föreskrifterna anger inga krav på omfattningen på utbildningen för respektive utbildningsmoment angående friklassning. Omfattningen av kompetens och graden av fördjupning är beroende på verksamhetens art och komplexitet. För friklassning förutsätts bred och god kompetens om vilka radioaktiva ämnen som förekommit i verksamheten och aktuella metoder för provtagning och mätningar.

För friklassning kan förekomma mer eller mindre komplicerade utredningar av engångskaraktär men också rutinmässig friklassning. För engångsärenden och komplicerade fall krävs hög kompetens medan det för rutinmässiga friklassningar av standardkaraktär bedöms vara tillräckligt med en lägre kompetensnivå förutsatt att det finns väl underbyggda kriterier och instruktioner.

I friklassningsarbetet kan särskiljas tre roller (notera att en och samma person kan inneha fler än en roll), personer som:

Mäter: Utför praktisk mätning baserat på instruktion från arbetsledning.

Utvärderar: Utvärderar mätresultat och tar ställning till om kompletterande kontroller behöver göras.

Godkänner: Gör slutbedömning av friklassningsärendet. Ska ha god kunskap om verksamheten och verksamhetssystemet men det erfordras ej detaljkunskap i mätteknik.

För strålskyddspersonal finns det inom den svenska kärntekniska industrin ett gemensamt system för kompetenskrav och innehåll gällande utbildningar. Systemet är indelat i tre nivåer; A, B och C, där A är den högsta nivån. Kompetenskraven innefattar både teori och praktisk erfarenhet.

Bedömningen om en person är lämplig att medverka vid kontroll för friklassning måste grundas på personens teoretiska kompetens i friklassningsfrågor i allmänhet och mätteknik i synnerhet samt praktiska tillämpning av kunskaperna. Vidare måste personen uppvisa ett sinne för noggrannhet och ordning. Det är viktigt att de personer som ska utföra mätningarna är noggranna, metodiska och i tillräcklig utsträckning tränade på de instrument som ska hanteras. De ska ha kunskap om strålning och mätinstrumentens egenskaper, som minst omfattar den nivå som mätningarna kräver. Kraven på mätpersonalens kompetens varierar beroende på vilken typ av friklassning det gäller och vilka aktivitetsskontroller som behöver göras.

Det rekommenderas att personalen som utvärderar och bedömer mätningarna utgörs av personal med god teoretisk kompetens och gedigen praktisk erfarenhet.

Vid gradering av kompetenskrav inom olika ämnesområden kan följande nivåer användas:

Kännedom (Kä): Innebär att man känner till ämnesområdet och vet var kompletterande information kan hämtas.

Kunskap (Ku): Innebär att man har insikt om ämnesområdets funktion, uppbyggnad och tillämpning och vet var kompletterande information kan hämtas.

God kunskap (GK): Innebär att man har insikt om ämnesområdet i hela dess omfattning och även kännedom om dess bakgrund och filosofi.

Förslag till kompetensprofiler för de olika rollerna i friklassningsprocessen ges i bilaga 9.

9.2 Utbildning

För att anses behörig att genomföra friklassningsmätningar, ska en friklassningsutbildning vara genomgången och godkänd. Beroende på olika kompetenskrav för olika roller i friklassningsprocessen kvävs olika förkunskaper och tidigare erfarenhet. Friklassningsutbildningen kommer att bestå av en industrigemensam del och en del om lokala förhållanden.

Den industrigemensamma delen av utbildningen är planerad att omfatta följande moment:

- Gällande regelverk för friklassning (lagar, förordningar, föreskrifter).
- Bedömning av risk för förorening.
- Materials lämplighet för friklassning.
- Provtagning inkl. osäkerheter och begränsningar.
- Mätteknik och mätmetoder inkl. osäkerheter och begränsningar.
- Dokumentation.
- Kvalitetssäkring.

Genomgången utbildning ska vara dokumenterad och verifierad genom en skriftlig kunskapskontroll.

Den lokala delen av utbildningen är en fördjupning i förhållanden och förutsättningar som råder på den lokala arbetsplatsen. Den lokala delen ska som ett minimum innehålla information om:

- Vilka radioaktiva ämnen som förekommer i verksamheten.
- Risken för förorening.
- Lokala rutiner, metoder och regler.

10 Referenser

- BUR98 Burgess P H, 1998. Handbook on measurement methods and strategies at very low levels and activities. Report EUR 17624, European Commission, Nuclear Safety and the Environment.
- DUN05 Duniec D, 2005. Friklassning av ACL – Statistisk riskanalys av friklassning av kontaminerade ytor. Energy Solutions AB.
- EPR99 EPRI, 1999. Utility use of constant scaling factors. EPRI TR-109448, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA.
- EUC96 European Commission, 1996. Council Directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation. Luxembourg: European Commission.
- GIL99 Gilmore G, 1999. Recommendations submitted to the Working Party on Minimum Detectable Activity (MDA), Gamma Spectrometry Users Group, NTS Ltd.
- GUN99 Gunn R D, Troughton N A, 1999. A strategy for the unrestricted release of metallic scrap from decommissioned nuclear facilities, integrating quality planning with the effective use of non-destructive assay measurements. BNFL Instruments Ltd. In: Proceedings of 2nd International Symposium on Release of Radioactive Material from Regulatory Control, Hamburg, November 1999, s 217–227.
- IAEA IAEA, 2009. Determination and use of scaling factors for waste characterization in nuclear power. Vienna: International Atomic Energy Agency. (IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.18)
- KNO00 Knoll G E, 2000. Radiation detection and measurement. 3rd ed. New York: Wiley.
- LAR07 Larsson R, 2007. Methods for determining nuclide specific levels of contamination on waste from nuclear facilities. Uppsala: Uppsala Universitet. (UPTEC F07 074)
- PER05 Persson P, 2005. Measurements of activity concentrations of ⁵⁹Ni and ⁶³Ni in spent ion-exchange resins. Final report for SKB project “Ni-59 i jonbytarmassor”. Version 2.0. SKB R-05-77, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB07 Lindgren M, Pettersson M, Wiborgh M, 2007. Correlation factors for C-14, Cl-36, Ni-59, Ni-63, Mo-93, Tc-99, I-129 and Cs-135. In operational waste for SFR. SKB R-07-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- THI Thierfeldt S, Deckert A, 1995. Radionuclides difficult to measure in waste packages. Final Report. BS-Nr. 9203-6, Brenk Systemplanung, Germany.

Definitioner, termer och begrepp

Aktivitetsbestämning

Nuklidspecifik aktivitetsbestämning erhålls genom mätning eller beräkning (nuklidvektor) av aktiviteten.

Aktivitetskontroll

Innebär mätning av radioaktiv förorening och bör till att börja med ske genom kontroll av lös kontamination med strykprov och via mätning med pulsratsinstrument. För allt material förutom verktyg och utrustning som ska användas på samma sätt krävs även nuklidspecifik aktivitetsbestämning för att verifiera att de av myndigheterna uppsatta friklassningsvillkoren innehålls.

Alfastrålare med låg radiotoxicitet

Naturligt uran, utarmat uran, naturligt torium, uran-235 eller uran-238, torium-232, torium-228 och torium-230 när dessa förekommer i malm eller i fysikaliska eller kemiska koncentrat, samt alfastrålare med en halveringstid under tio dagar.

BAT

Best Available Technique, bästa tillgängliga teknik kan definieras som den senaste utvecklingen vad gäller processer, anordningar och arbetsmetoder som anger att en särskild åtgärd är praktiskt tillämplig för begränsning av utsläpp. Åtgärderna ska vara rimliga och deras nytta skall vägas mot kostnaderna för deras genomförande.

Bortskaffning

Omhändertagande av avfall med metoder specificerade i avfallsförordningen SFS 2001:1063 bilaga 5 t ex olika typer av deponering, förbränning etc.

Ex situ-mätning

Mätobjektet förs till en annan plats där mätning genomförs, exempelvis då bakgrunds-nivån på ordinarie plats är för hög.

Fissila ämnen

Fissila nuklider avser uran-233, uran-235, plutonium-239 och plutonium-241.

Friklassning

Med friklassning menas att strålskyddslagen (1988:220) och kärntekniklagen (1984:3) inte äger tillämpning på material, lokaler, byggnader eller mark som kan ha förorenats med radioaktivt ämne vid tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning.

In situ-mätning

Mätning av ett objekt på plats.

ISOCS

In Situ Object Counting System (varumärke). Mätutrustning för mobil gammaspektroskopi baserad på en HPGe detektor från CANBERRA.

ISOTOPIC

Mätutrustning från ORTEC som är av samma typ av system som ISOCS.

Konfidens

Tillförlitligheten för ett försök eller mätvärde.

Kontrollerat område

Ett område där särskilda regler gäller i syfte att skydda mot joniserande strålning eller förhindra spridning av radioaktiv kontamination och till vilket tillträdet är övervakat. Vid entrén till det kontrollerade området skall anges nivåer för direktstrålning, ytkontamination samt luftburen aktivitet. I friklassningssammanhang är områden klassade med avseende på ytkontamination och/eller luftburen aktivitet av störst betydelse. Kontrollerat område enbart avseende på direktstrålning kan vara av betydelse vid riskkategoriseringen då det kan innebära en viss risk för radioaktiv förorening.

Kärnavfall

(hämtat från ”Lag (1984:3) om kärnteknisk verksamhet”).

- a. använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar,
- b. radioaktivt ämne som har bildats i en kärnteknisk anläggning och som inte har framställts eller tagits ur anläggningen för att användas i undervisnings- eller forskningssyfte eller för medicinska, jordbrukstekniska eller kommersiella ändamål,
- c. material eller annat som har tillhört en kärnteknisk anläggning och blivit radioaktivt förorenat samt inte längre skall användas i en sådan anläggning, och
- d. radioaktiva delar av en kärnteknisk anläggning som avvecklas.

Lös och fast kontamination

Lös kontamination sitter löst på ytan på ett objekt och kan tas bort med hjälp av lättare saneringsmetoder såsom avtorkning eller tvättning. Fast kontamination är integrerat i materialet och kan endast tas bort med speciella dekontamineringsmetoder, exempelvis blästring.

MDA

Minimum Detectable Activity. Den minsta aktivitet ett system kan mäta, beroende på önskad grad av tillförlitlighet, bakgrundsnivå, mätinstrumentets effektivitet och mättid.

Nuklidvektor

En nuklidvektor används för att beräkna aktiviteten för nuklider som inte mäts direkt. Detta görs genom att aktiviteten hos vektorns nuklider relateras via en faktor till antingen en nuklid som mäts, eller till en totalmätning av en aktivitetstyp i ett specifikt system eller avgränsat område.

Pulsratsinstrument

Instrument som räknar antal alfa- och/eller betapartiklar som träffar instrumentets aktiva yta. Vissa pulsratsinstrument kan även mäta gammastrålning. Används mest för mätning av ytkontamination.

Representativ provtagning/mätning

Provtagning/mätning syftande till att skapa en representativ bild av helheten.

Riktad provtagning/mätning

Provtagning/mätning i visst syfte t ex kontroller av ytor med större risk för radioaktiv förorening än andra.

Riskbegreppet

Risk är ett mått på de skadliga konsekvenserna av en framtida händelse. Risk brukar, även om det saknas en allmänt accepterad definition, definieras som en funktion av:

- sannolikheten för att en viss händelse inträffar och
- konsekvensen av att denna händelse inträffar.

Sannolikheten för en skadlig händelse multiplicerat med någon värdering av skadan är den gängse betydelsen av risk inom tekniska tillämpningar. I friklassningssammanhang avses till största delen sannolikhet i uttrycket ”risk”. Parametern konsekvens är dock inte på något sätt oväsentlig. Konsekvensen av en felaktig friklassning kan i ett extremfall utgöra ett potentiellt hot mot människors hälsa, djur och miljö. Ett sådant scenario är mycket osannolikt. En mer sannolik potentiell konsekvens vid en felaktig friklassning är ett minskat förtroende hos myndigheter, mottagare av friklassat material och hos allmänheten.

Riskkategoriseringen

Extremt liten risk – material, lokaler eller byggnader där det, baserat på bedömning inte har funnits risk för radioaktiv förorening och som därför kan antas vara fria från förorening.

Liten risk – material, lokaler eller byggnader där det kan ha funnits risk för radioaktiv förorening, men som på goda grunder kan antas vara rena.

Risk – material, lokaler eller byggnader där det finns eller har funnits risk för radioaktiv förorening.

Förorenat – radioaktiv förorening över friklassningsgräns.

SAM, NSSAM, NYMF, MADAC

Nuklidspecifika mätningar på primärsystem (rör och komponenter). För beräkning av geometrier och materialkonstanter har beräkningsprogrammen NYMF/SAM/NSSAM/MADAC använts.

NYMF – utvecklat på Forsmark.

SAM – utvecklat på Ringhals.

NSSAM – utvecklat på OKG.

MADAC – ABB Atoms program.

Sanering resp. dekontaminering

Sanering är en lättare form av dekontaminering och innefattar avtorkning eller tvättning.

Stickprovsmässig kontroll

Sluppmässig, styrd eller systematisk kontroll/informationsinhämtning i syfte att skapa en representativ bild av helheten. Vid litet antal prover föreligger en stor osäkerhet. Styrda (via instruktion/rutin) och systematiska stickprovsmässiga kontroller är att föredra framför sluppmässiga.

Strykprov

Provtagning och utvärdering av lös ytkontamination enligt ISO-SS 7503-1.

Strålskyddskontroll

Avser avsökning med till exempel strykprovtagning, mätbox eller prob för att kontrollera friklassningsvillkoret kopplat till total specifik ytaktivitet.

Totalaktivitet

Totala mängden aktivitet för ett objekt.

Ytaktivitet

Aktivitet som sitter på ytan på ett objekt.

Ytkontamination

Radioaktiv förorening på ytan.

Bilaga 2a

Beslutsmodell för avfallsplanering (mall)

BESLUTSMODELL FÖR AVFALLSPLANERING						
Arbetsorder/projektnr:						
Plats/rum:						
Material/ID-nr:						
	Alternativa hanteringsvägar					
Bedömningsfaktorer	Friklassning direkt	Friklassning efter behandling 1 (t.ex. dekont)	Friklassning efter behandling 2 (t.ex. smältning)	Markförvar	SFR	Förbränning
Segmentering och sortering (kr)						
Emballering (kr)						
Transporter (kr)						
Aktivitet och dosratsmätningar (kr)						
Mellanlagring (kr)						
Deponering (kr)						
Behandlingskostnad (kr) <ul style="list-style-type: none"> Dekontaminering Smältning 						
Doskostnad (kr/manSv)						
Kostnad för sekundäravfall (kr)						
Förbränning (kr)						
Totala kostnader:						
Kostnader vägs mot: <ul style="list-style-type: none"> Miljövärde* Materialintäkt vid återvinning (kr) Tillgängligt utrymme i förvar 						
Beslutat vägval:						
Datum.						
Sign.						

* Miljövärde är en bedömningsfaktor som skall spegla företagets policy. Viss merkostnad för friklassning gentemot deponering kan normalt tillåtas.

Beslutsmodell – förklaringar och begrepp

Efter att man har gjort en övergripande bedömning kan denna beslutsmodell användas för att optimera hanteringen av en större komponent. Bedömningsfaktorer kan vara individuella för tillståndshavarna, här ges ett exempel på innehåll i beslutsmodell. Kostnaderna som påverkar de olika hanteringsvägarna tas med i bedömningsfaktorer.

Totalkostnaderna för de olika hanteringsvägarna vägs mot varandra. Hänsyn tas till eventuella miljövärde och materialintäkter vid återvinning. Hänsyn måste även tas till tillgängligt utrymme i slutförvar.

Inför beslut om slutlig hanteringsväg bör en risk- och konsekvensbedömning genomföras enligt anläggningsspecifika rutiner.

Förklaring av bedömningsfaktorerna:

Segmentering och sortering – Kostnad för t ex kapning, sågning eller klippning samt sortering av materialet. Här ingår mantids- och maskinkostnad.

Emballering – Kostnader för emballage t ex containrar och Berglöfslådor samt mantid för paketering.

Transporter – Kostnader för interna samt externa transporter.

Aktivitets- och dosratsmätningar – Kostnader för mantid vid mätning, analys av mätresultat samt förflyttning av mätobjekt.

Mellanlagring – Fasta och rörliga kostnader för mellanlagring av material på anläggningen.

Deponering – Fasta och rörliga kostnader för deponering av material. För friklassat material som ej kan återanvändas avses kostnader för kommunal deponi. För radioaktivt material avses kostnader för deponering i markförvar eller annat slutförvar.

Behandlingskostnader för dekontaminering och/eller smältning – I dekontamineringskostnaden ingår mantid, dekontmaterial och i förekommande fall utrustning. Kostnader för smältning erhålls från exempelvis Studsvik.

Doskostnad – Kollektivdosen för hanteringsvägen med hänsyn tagen till ALARA-principen och omräknat till kostnad med hjälp av gällande alfavärde.

Kostnader för sekundäravfall – Kostnader för deponering av sekundäravfall som uppkommer vid dekontaminering, förbränning och smältning.

Förbränning – Kostnader för förbränning erhålls från exempelvis Studsvik.

Bilaga 2b

Tillämpning av beslutsmodellen (exempel)

BESLUTSMODELL FÖR AVFALLSPLANERING						
Arbetsorder/projektnr: Reaktorhallstravers						
Plats/rum:						
Material/ID-nr: Tralla/balk 20 ton 10-100 kBq/m ²						
Alternativa hanteringsvägar						
Bedömningsfaktorer	Friklassning direkt	Friklassning efter behandling 1 (t.ex. dekont)	Friklassning efter behandling 2 (t.ex. smältn)	Markförvar	SFR	Förbränning
Segmentering och sortering (kr)	-----	4 000 8 h*500 kr/h 10 delar	1 000 2 h*500 kr/h	-----	2 500 5 h*500 kr/h	-----
Emballering (kr)			5 000		25 000	
Transporter (kr)		3 200 8 h*400 kr/h	20 000		20 000 2 h*400 kr/h	
Aktivitet och dosratsmätningar (kr)		1*5 000 9*2 500	2*500		2*500 5 000	
Mellanlagring (kr)						
Deponering (kr)					15 000*20 m ³ =300 000	
Behandlingskostnad (kr) • Dekontaminering • Smältning		11 500 32 h*350	sanering 8 h*350 kr/h 17 kr/kg*20 kg 340 000		sanering 2 800 8 h*350 kr/h	
Doskostnad (kr/manSv)		0 kr	0 kr		0 kr	
Kostnad för sekundäravfall (kr)		50 kg trasor MLA 500 kr	25 kg trasor MLA 250 kr 4 fat slagg i fat till SFR 25 000		Trasor i containern.	
Förbränning (kr)		Trasor 50 kg 3 000	Trasor 25 kg 1 500			
Totala kostnader:		Ca 50 kkr	Ca 400 kkr		Ca 400 kkr	
Kostnader vägs mot: • Miljövärde* • Materialintäkt vid återvinning (kr) • Tillgängligt utrymme i förvar		1kr/kg*20000 kg =20 000	+ på miljövärde då 90 % återvinns		- 20 m ³ i tillgängligt utrymme i SFR	
Beslutat vägval: Datum. Sign.						

* Miljövärde är en bedömningsfaktor som skall spegla företagets policy. Viss merkostnad för friklassning gentemot deponering kan normalt tillätas.

Exempel på framtagande av nuklidvektorer

Exempel 1

Analysen av föroreningen på en representativ yta för en nuklidvektor ger följande aktivitetsvärden för Co-60, Ni-63, Ni-59 och Fe-55 (se tabell nedan). Av dessa nuklider är det endast Co-60 som kan mätas upp på ett enkelt sätt varför den används för att bestämma de övriga genom korrelation.

Det ger följande nuklidvektor:

	Mätning (kBq/m ²)	Vektor
Co-60	3	1
Ni-63	10	3,3
Ni-59	0,1	0,033
Fe-55	2	0,67

Om sedan aktiviteten av Co-60 på en annan yta där nuklidvektorn är tillämpbar mäts upp till 6 kBq/m² kan de övriga nuklidernas aktivitet genom korrelation bestämmas till

Ni-63: 20 kBq/m², Ni-59: 0,2 kBq/m² och Fe-55: 4 kBq/m².

Exempel 2

Ytaktivitet mäts nuklidspecifikt på en del av en komponent. Resultatet blir 1 kBq/m² Co-60, 8 kBq/m² Co-58 och 3 kBq/m² Sb-124. En handhållen scintillationsprob ger på samma yta värdet 1 000 cps. De här uppgifterna kan sammanfattas till en nuklidvektor som kan användas på andra delar av komponenten, förutsatt att man kan anta att nuklidsammansättningen är liknande. Ett uppmätt värde med scintillationsproben på 1 500 cps på en annan del av komponenten skulle då ge 1,5 kBq/m² Co-60, 12 kBq/m² Co-58 och 4,5 kBq/m² Sb-124.

Sorteringsmall för bygg- och anläggningsavfall

Standard för färgmärkning gäller från 1 november 2011.

Omålat trä

Storlek: Max 0,6x0,6x2,5 m
* Rent trä/virke
(mindre mängd spik, gångjärn etc får ingå.)



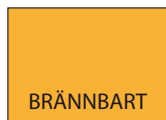
Målat trä

Storlek: Max 0,6x0,6x2,5 m
Trä – målat, tapetserat
Trä – förorenat (Ej FA)
Spånplattor – rena, målade, tapetklädda.
Masonit – rena, målade, tapetklädda
(mindre mängd spik, gångjärn etc får ingå.)
Plywood
* Dörrar



Brännbart

Sågsån – ej dammande (kraftig säck)
Emballage, plast * Fönster (inkl. glas)
Mattor – kork, linoleum etc
Plast, takpapp, PE-rör
Storlek: Max 0,3x0,3x1 m



Gipsskivor

Ej regler, trä och plåt



Blandat avfall för eftersortering

PVC-mattor/rör
Övrigt blandat avfall
Storlek: 0,6x0,6x2,5m



Blandat avfall för eftersortering med gipsinnehåll

PVC-mattor/rör
Övrigt blandat avfall
Storlek: 0,6x0,6x2,5m



Planglas

Ej bågar och tätningslister



Skrot – Diverse

Sorteras i lämpliga delar
Armeringsjärn
Lättreglar, stålreglar
Ventilationstrummmor – plåt
Fläktaggregat
Avloppsrör (bly avskiljs vid behov)
Kabel, aluminium



Mineralull

Hanteras enligt föreskrifter



Mineraliska massor

Lättbetong, Leca, betongrör,
betong, tegel
* Sanitetsporcelain
Storlek: Max 2,5m



Sten och tegel till sortering



Betong

Betong oarmerad och armerad



Plast för återvinning

Hanteras enligt föreskrifter



Farligt avfall

Batterier, kemikalier, fogmassa,
limrester, mm hanteras separat.
Tala med arbetsledaren eller ring
SYSAV 040-635 19 00



Asbest

Hanteras enligt föreskrifter



Tryckimpregnerat trä

(hanteras efter föreskrifter)



Elavfall

Hanteras enligt föreskrifter
* Spis, fläkt, tvättmaskin



*) Kan återanvändas. Ring Malmö
Återbyggdepå 040-93 29 46
eller kontakta Sysav
Kundtjänst 040-635 18 20.



KÅGE reklambyrå AB 20080701

www.sysav.se

Kontrollprogram för material (exempel)

Titel och författare/Title and author

Kontrollprogram – Friklassning av material

Författare

Datum

Granskad av/Reviewed by

Datum/Date

Godkänd av/Approved by

Datum/Date

.....

.....

.....

.....

Granskare

Godkännare

Innehåll

- 1 Allmänna uppgifter**
 - 1.1 Administrativa uppgifter
 - 1.2 Ansvarsförhållanden
- 2 Verksamhetsbeskrivning**
 - 2.1 Källsortering
 - 2.2 Kategorisering av material för friklassning
 - 2.3 Bedömning av material
 - 2.4 Dekontaminering
 - 2.5 Aktivitetsmätning
 - 2.5.1 Strykprov
 - 2.5.2 Kontroll med pulsratsinstrument
 - 2.5.3 Gammaspektroskopi på avfallspost
 - 2.5.4 Aktivitetsbestämning på uttagna prover
 - 2.4 Utvärdering
 - 2.5 Frisläppande
 - 2.6 Mellanlagring inför borttransport
 - 2.7 Borttransport
- 3 Gällande tillstånd och villkor**
 - 3.1 Föreskrift SSMFS 2011:2
 - 3.2 Särskilda beslut
- 4 Kvalitetssäkring**
 - 4.1 Ledningssystem
 - 4.2 Egenkontroll
 - 4.3 Mätförutsättningar
 - 4.4 Behörighet
 - 4.4.1 Behörighet att utföra mätningar
 - 4.4.2 Behörighet att utföra utvärdering
 - 4.2.3 Behörighet att frisläppa material
- 5 Dokumentation och rapportering**
 - 5.1 Dokumentation
 - 5.2 Årlig rapportering

1 Allmänna uppgifter

1.1 Administrativa uppgifter

Företag/tillståndsinnehavare:	xxx
Utdelningsadress:	xxx
Besöksadress:	xxx
Kontaktperson:	Strålskyddsföreståndaren eller dennes ersättare.

1.2 Ansvarsförhållanden

Företaget har ansvar och resurser för verksamheten. Bolaget svarar även för de skydds- och driftfrågor som regleras av kärntekniklagen och strålskyddslagen m m. Ansvarig för efterlevnaden av detta kontrollprogram är respektive verksamhetschef på delegation från tillståndsinnehavaren dvs den verkställande direktören.

2 Verksamhetsbeskrivning

2.1 Källsortering

En första strålskyddsmässig bedömning av material, verktyg, utrustningar och avfall.

2.2 Kategorisering av material för friklassning

Material för friklassning kategoriseras enligt nedan:

Extremt liten risk:	Material vilket inte hanterats inom kontrollerat område och vilket kan antas vara fritt från radioaktiv förorening men för vilket en kontroll görs genomgår endast en kontroll mot friklassningsföreskrifterna dvs det friklassas ej. I övrigt följer det rutinerna för material med liten risk för radiologisk förorening.
Liten risk:	Material som kan antas vara fritt från radioaktiv förorening.
Risk:	Material med risk för radioaktiv förorening.
Förorenat:	Material som kräver dekontaminering inför friklassning.

2.3 Bedömning av material

Bedömning av ett materials lämplighet för friklassning (kompletterande kontroll till källsortering enligt ovan). I detta steg fastställs vanligen även metoder och omfattning av mätningar som behöver göras.

2.4 Dekontaminering

- Rengöring från lös kontamination i den mån det förekommer/erfordras.
- Behandling alternativt borttagande av partier av objekt med förhöjda aktivitetskoncentrationer.

2.5 Aktivitetsmätning

2.5.1 Strykprov

Bestämning av lös kontamination genom strykprovstagning. Normalt tas x strykprov per kvm yta.

2.5.2 Kontroll med pulsratsinstrument

Bestämning av kontaminationsnivå genom mätning med pulsratsinstrument.

2.5.3 Gammaskpektroskopi på avfallspost

Gammaskpektrometrisk mätning på hel avfallspost alternativt, för större komponenter, del av avfallspost.

2.5.4 Aktivitetsbestämning på uttagna prover

Aktivitetsbestämning med en eller flera av nedanstående metoder.

- Gammaspektroskopi.
- Mass-spektroskopi.
- Totalalfamätning.
- Alf-spektroskopi.
- Totalbeta.
- Nuklidspecifik betaanalys.

2.4 Utvärdering

Bedömning av;

- Mät- och provtagningsförutsättningar.
- Mät- och provtagningsomfattning.
- Mätresultat.
- Huruvida materialet är lämpligt för friklassning med beaktande av erhållna mätresultat och mätnoggrannheten/mätosäkerheten.

2.5 Frisläppande

Slutligt ställningstagande till friklassning.

2.6 Mellanlagring inför borttransport

Beskrivning av var och hur det frisläppta materialet mellanlagras inför borttransport. T ex i låst container eller särskilt inhägnat område utanför kontrollerat område.

2.7 Borttransport

Rutiner för borttransport av friklassat material. T ex att det skall finnas ett godkännande för borttransport och att alla transporter passerar avsökningsskärmar. För material som inte hämtas vid mellanlagringspositionen erfordras särskild märkning som tas bort vid utpassage genom vakt.

3 Gällande tillstånd och villkor

3.1 Föreskrift SSMFS 2011:2

3.2 Särskilda beslut

xxx.

4 Kvalitetssäkring

Vid minsta tveksamhet vad det gäller uppfyllandet av friklassningsvillkoren skall försiktighetsprincipen tillämpas vilket innebär att kompletterande kontroller/analyser skall göras alternativt friklassningsförfarandet avbrytas.

4.1 Ledningssystem

Hänvisning till företagets ledningssystem.

4.2 Egenkontroll

Hänvisning till företagets uppföljning av egenkontroll.

4.3 Mätförutsättningar

Bakgrundsnivåer etc.

4.4 Behörighet

Tre roller, mätpersonal, utvärderare, frisläppare.

4.4.1 Behörighet att utföra mätningar

För att vara behörig för att få utföra friklassningsmätningar erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- Kännedom om lokala förhållanden.
- xxx.

4.4.2 Behörighet att utföra utvärdering

För att vara behörig för att få utföra utvärdering inför friklassning erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- God kunskap om lokala förhållanden.
- xxx.

4.2.3 Behörighet att frisläppa material

För att vara behörig för att få frisläppa material (friklassa) erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- Kunskap om lokala förhållanden.
- xxx.

5 Dokumentation och rapportering

5.1 Dokumentation

Enligt gällande instruktioner:

- Mätprotokoll för alla typer av material.
- Friklassningsrapport, ej för verktyg och utrustningar.
- Registrering, ej för verktyg och utrustningar.

Friklassningsrapport med underlag arkivering i 10 år.

5.2 Årlig rapportering

Enligt gällande föreskrift.

Bilaga 5b

Kontrollprogram för lokaler och byggnader (exempel)

Titel och författare/Title and author

Kontrollprogram – Friklassning av lokaler och byggnader

Författare

Datum

Granskad av/Reviewed by

Datum/Date

Godkänd av/Approved by

Datum/Date

.....

.....

.....

.....

Granskare

Godkännare

Innehåll

- 1 Allmänna uppgifter**
 - 1.1 Administrativa uppgifter
 - 1.2 Ansvarsförhållanden
- 2 Verksamhetsbeskrivning**
 - 1.1 Radiologisk kartläggning
 - 1.2 Kategorisering av lokaler och byggnader för friklassning
 - 1.3 Dekontaminering
 - 1.4 Aktivitetsmätning
 - 1.4.1 Strykprov
 - 1.4.2 Kontroll med pulsratsinstrument
 - 1.4.3 Gammalspektroskopi på byggnadsytor
 - 1.4.4 Aktivitetsbestämning på uttagna prover
 - 1.4 Utvärdering
 - 1.5 Frisläppande
 - 1.6 Förvaltning av byggnader inför rivning
- 3 Gällande tillstånd och villkor**
 - 3.1 Föreskrift SSMFS 2011:2
 - 3.2 Särskilda beslut
- 4 Kvalitetssäkring**
 - 4.1 Ledningssystem
 - 4.2 Egenkontroll
 - 4.3 Mätförutsättningar
 - 4.4 Behörighet
 - 4.4.1 Behörighet att utföra mätningar
 - 4.4.2 Behörighet att utföra utvärdering
 - 4.4.3 Behörighet att i egen regi få "friklassa" lokal
- 5 Dokumentation och rapportering**
 - 5.1 Dokumentation

1 Allmänna uppgifter

1.1 Administrativa uppgifter

Företag/tillståndsinnehavare: xxx

Utdelningsadress: xxx

Besöksadress: xxx

Kontaktperson: Strålskyddsföreståndaren eller dennes ersättare.

1.2 Ansvarsförhållanden

Företaget har ansvar och resurser för verksamheten.

Bolaget svarar även för de skydds- och driftfrågor som regleras av kärntekniklagen och strålskyddslagen m m.

Ansvarig för efterlevnaden av detta kontrollprogram är respektive verksamhetschef på delegation från tillståndsinnehavaren dvs den verkställande direktören.

2 Verksamhetsbeskrivning

2.1 Radiologisk kartläggning

En första strålskyddsmässig bedömning av lokaler och byggnader. Syftet med kartläggningen är att skapa ett underlag för bedömning av omfattningen på dekontamineringsinsatser och mätinsatser.

2.2 Kategorisering av lokaler och byggnader för friklassning

Lokaler och byggnader för friklassning kategoriseras enligt nedan.

Liten risk: Lokaler och byggnader som kan antas vara fria från radioaktiv förorening.

Risk: Lokaler och byggnader som riskerar att vara kontaminerade.

Kontaminerade: Lokaler och byggnader som antas vara kontaminerade.

2.3 Dekontaminering

Kontamination som överskrider friklassningsgränsvärdena måste avlägsnas. All detekterbar kontamination bör avlägsnas om det kan ske med enkla medel.

2.4 Aktivitetsmätning

2.4.1 Strykprov

Bestämning av lös kontamination genom strykprovstagning. Normalt tas ett strykprov per kvadratmeter.

2.4.2 Kontroll med pulsratsinstrument

Bestämning av bunden ytkontamination genom mätning med pulsratsinstrument. Instrumentet ska klara av att detektera de nuklider som man avser att mäta med en detektionsgräns som för instrumentets aktiva yta understiger friklassningsgränsvärdet för den aktuella nukliden.

Dessa mätningar ger även ett underlag till de gammaspektroskopiska mätningarna genom att visa att eventuell kvarvarande aktivitet är rimligt homogent fördelad över ytan.

2.4.3 Gammaspektroskopi på byggnadsytor

Aktivitetsbestämning med mobil utrustning.

2.4.4 Aktivitetsbestämning på uttagna prover

Aktivitetsbestämning med en eller flera av nedanstående metoder.

- Gammaspektroskopi.
- Mass-spektroskopi.
- Totalalfamätning.
- Alfaspektroskopi.
- Totalbeta.
- Nuklidspecifik betaanalys.

Analyssvaren används dels för att fastställa nuklidvektorer för olika typer av ytor eller lokaler, dels för att fastställa inträngningsdjup vilket påverkar de gammaspektroskopiska mätresultaten.

2.4 Utvärdering

Bedömning av;

- Mät- och provtagningsförutsättningar.
- Mät- och provtagningsomfattning.
- Mätresultat.
- Sammanställning av mätresultat i en friklassningsrapport.
- Huruvida lokalen är lämpligt för "friklassning" (gäller för omklassning av lokaler, utan formellt myndighetsgodkännande).

2.5 Frisläppande

Slutligt ställningstagande till "friklassning" vid omklassning av lokaler för egen verksamhet. För detta krävs ej myndighetsbeslut.

Vid annan friklassning av lokaler och byggnader är det tillsynsmyndigheten som tar det formella friklassningsbeslutet dvs som är frisläppande instans.

2.6 Förvaltning av byggnader inför rivning

Beskrivning av hur det säkerställs att byggnaden inte återkontamineras innan den konventionella rivningen påbörjas. Tex starkt begränsat tillträde eller helt låst byggnad.

3 Gällande tillstånd och villkor

3.1 Föreskrift SSMFS 2011:2

3.2 Särskilda beslut

xxx.

4 Kvalitetssäkring

Vid minsta tveksamhet vad det gäller uppfyllandet av friklassningsvillkoren skall försiktighetsprincipen tillämpas vilket innebär att kompletterande kontroller/analyser skall göras.

4.1 Ledningssystem

Hänvisning till företagets ledningssystem.

4.2 Egenkontroll

Hänvisning till företagets uppföljning av egenkontroll.

4.3 Mätförutsättningar

Bakgrundsnivåer etc.

4.4 Behörighet

Tre roller, mätpersonal, utvärderare, frisläppare.

4.4.1 Behörighet att utföra mätningar

För att vara behörig för att få utföra friklassningsmätningar erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- Kännedom om lokala förhållanden.
- xxx.

4.4.2 Behörighet att utföra utvärdering

För att vara behörig för att få utföra utvärdering inför friklassning erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- God kunskap om lokala förhållanden.
- xxx.

4.2.3 Behörighet att i egen regi få "friklassa" lokal

För att vara behörig för att i egen regi få "friklassa" lokal för egen verksamhet (dvs omklassa lokal) erfordras;

- Friklassningsutbildning.
- Kunskap om lokala förhållanden.
- xxx.

5 Dokumentation och rapportering

5.1 Dokumentation

Enligt gällande instruktioner:

- Mätprotokoll.
- Friklassningsrapport.
- Registrering i databassystem.

Friklassningsrapport med underlag arkivering i 10 år eller insändes till myndigheterna för formellt godkännande.

Checklista för kontrollprogram – material (exempel)

CHECKLISTA FRIKLASSNING - MATERIAL

Identifikation	Mätning påbörjad	Mätning avslutad
Objektbeskrivning		
Checkpunkter	Notering/dokument id	OK/ET*/Sign
Objektet är märkt med unik identifikation.		
Kategori fastställd (liten risk/risk/över friklassningsgräns). Kontrollomfattning bestämd och dokumenterad.		
Beslut om lämplighet för friklassning och preliminärt mät- och analysbehov fastställt.		
Om komponentvikt över 1 000 kg – uppdelning i olika mätområden dokumenterad .		
Dekontaminering (beskrivning och bedömning av effekt).		
Strykprov – prover tagna och märkta med objektnummer.		
Strykprov – samtliga prover utvärderade och dokumenterade.		
Pulsratskontroll – mätinstrument kalibrerat och funktionstestat.		
Pulsratskontroll – omfattning, mätning genomförd och resultat dokumenterat.		
Prover för laboratorieanalys – prover märkta med objektnummer.		
Nuklidspecifik gammamätning av hela mätobjektet – genomfört och resultat dokumenterat.		
Samtliga resultatet från strykprovsmätningar, pulsratskontroller, gammamätningar och laboratorieanalyser dokumenterade och bilagda friklassningsrapporten.		
Mät- och analysresultat korrekt sammanställda. Beräkningar kontrollräknade.		
Kommentarer		Sign

* ET = Ej tillämbart

Bilaga 6b

Checklista för kontrollprogram – lokaler och byggnader (exempel)

CHECKLISTA FRIKLASSNING - LOKALER OCH BYGGNADER

Rumsidentifikation	Mätning påbörjad	Mätning avslutad
Rumsbeskrivning		
Checkpunkter	Notering/dokument id	OK/ET*/Sign
Kategori "risk/liten risk över friklassningsgräns" fastställd. Kontrollomfattning bestämd och dokumenterad.		
Rummets ytor är tydligt indelade i högst en kvadratmeter stora rutor med unik identifikation.		
Dekontaminering (beskrivning och bedömning av effekt).		
Strykprov – 1 prov per ruta tagna och märkta med ID-nummer.		
Strykprov – samtliga prover utvärderade och dokumenterade.		
Pulsratskontroll – mätinstrument kalibrerat och funktionstestat.		
Pulsratskontroll – mätning genomförd och resultat dokumenterat.		
Nuklidspecifik gammamätning – genomförd och resultat dokumenterat.		
Prover för laboratorieanalys – prover märkta med rums- och rutnummer.		
Gammaspectroskopi utförd.		
Samtliga resultatet från strykprovsmätningar, pulsrats-kontroller, gammamätningar och laboratorieanalyser dokumenterade och bilagda friklassningsrapporten.		
Mät- och analysresultat korrekt sammanställda. Beräkningar kontrollräknade.		
Kommentarer		Sign

* ET = Ej tillämbart

Friklassningsrapport (mall)

FRIKLASSNINGSRAPPORT

<input type="checkbox"/> Underlag för friklassning enligt SSMFS 2011:2 <input type="checkbox"/> Underlag för friklassningsansökan enligt särskilt beslut	
Datum	
Utfärdare	
Materialets identifikation	
Materialbeskrivning	
Materialets ursprung	
Riskkategori	
Analysmetoder vilka utgör underlag för friklassning	<input type="checkbox"/> Strykprov <input type="checkbox"/> Avsökning av materialyta med pulsratsinstrument <input type="checkbox"/> Gammasppektroskopi på avfallskolli <input type="checkbox"/> Laboratorieanalyser enligt nedan
Laboratorieanalyser - alfa	<input type="checkbox"/> Totalmätning <input type="checkbox"/> Spektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - beta	<input type="checkbox"/> Totalmätning <input type="checkbox"/> Nuklidspecifik Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - gamma	<input type="checkbox"/> Gammasppektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - mass	<input type="checkbox"/> Mass-spektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Vikt (kg)	
Andel av friklassningsutrymme (%) / medelaktivitet för partiet (Bq/kg)	
Aktivitetsvariation inom partiet (Bq/kg)	
Lös ytkontamination (kBq/m ²)	Beta/gamma: Alfa:
Total ytkontamination (kBq/m ²)	Beta/gamma: Alfa:
Övriga uppgifter	
Bedömning	<input type="checkbox"/> Komplet underlag för friklassning föreligger <input type="checkbox"/> Komplettering erfordras Beskrivning av erforderlig komplettering:
Beslut	<input type="checkbox"/> Materialet friklassas enligt SSMFS 2011:2 <input type="checkbox"/> Materialet kan friklassas enligt beslut: _____ <input type="checkbox"/> Friklassas ej
Kommentar	

Tillstyrkes: 2011-

.....

Namn "Utvärderaren"

Godkännes: 2011-

.....

Namn "Frisläpparen"

Bilagor:

- Mät- och analysprotokoll
- Sammanställning av mätningar och resultat
- Ifylld checklista

Bilaga 7b

Friklassningsrapport (exempel)

FRIKLASSNINGSRAPPORT

<input checked="" type="checkbox"/> Underlag för friklassning enligt SSMFS 2011:2 <input type="checkbox"/> Underlag för friklassningsansökan enligt särskilt beslut	
Datum	2011-02-31
Utfärdare	Nils Nilsson
Materialets identifikation	ABC123
Materialbeskrivning	Elskåp 55-5B
Materialets ursprung	Block 3, elrum 302
Riskkategori	Liten risk för förorening
Analysmetoder vilka utgör underlag för friklassning	<input checked="" type="checkbox"/> Strykprov <input checked="" type="checkbox"/> Avsökning av materialyta med pulsratsinstrument <input type="checkbox"/> Gammalspektroskopi på avfallskolli <input type="checkbox"/> Laboratorieanalyser enligt nedan
Laboratorieanalyser - alfa	<input type="checkbox"/> Totalmätning <input type="checkbox"/> Spektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - beta	<input type="checkbox"/> Totalmätning <input type="checkbox"/> Nuklidspecifik Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - gamma	<input type="checkbox"/> Gammalspektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Laboratorieanalyser - mass	<input type="checkbox"/> Mass-spektroskopi Antal: Motivering/beskrivning:
Vikt (kg)	400 kg
Andel av friklassningsutrymme (%) / medelaktivitet för partiet (Bq/kg)	< 10% < 10 Bq/kg (gamma), < 10 Bq/kg (alfa), < 100 Bq/kg (totalaktivitet)
Aktivitetsvariation inom partiet (Bq/kg)	Ej tillämplbart (ingen aktivitet över bakgrund uppmätt)
Lös ytkontamination (kBq/m ²)	Beta/gamma: < 4 Alfa: < 0,4
Total ytkontamination (kBq/m ²)	Beta/gamma: < 4 Alfa: < 0,4
Övriga uppgifter	
Bedömning	<input checked="" type="checkbox"/> Komplet underlag för friklassning föreligger <input type="checkbox"/> Komplettering erfordras Beskrivning av erforderlig komplettering:
Beslut	<input checked="" type="checkbox"/> Materialet friklassas enligt SSMFS 2011:2 <input type="checkbox"/> Materialet kan friklassas enligt beslut: _____ <input type="checkbox"/> Friklassas ej
Kommentar	

Tillstyrkes: 2011-02-31

Nils Nilsson

.....
Namn "Utvärderaren"

Godkännes: 2011-03-01

Karl Karlsson

.....
Namn "Frisläpparen"

Bilagor:

- Mät- och analysprotokoll
- Sammanställning av mätningar och resultat
- Ifylld checklista

Friklassningscertifikat (mall)

<i>FÖRETAGSLOGOTYP</i>	Datum/Date	Vår referens/Our reference
<i>Företag</i> <i>Adress</i> <i>Postnummer Ort (stor begynnelsebokstav)</i> <i>LAND (med stora bokstäver)</i>		
<i>Friklassningscertifikat</i> Härmed intygas att nedan angivet material/avfall har friklassats enligt gällande myndighetsföreskrift (SSMFS 2011:2) utfärdad av den svenska Strålsäkerhetsmyndigheten. I och med friklassningen är materialet undantaget såväl från Strålskyddslagen (1988:220) som Kärntekniklagen (1984:3) och kan användas utan restriktioner ur ett strålsäkerhetsperspektiv. Typ av material: _____ Mängd (kg): _____ Utförseldatum: _____		
FÖRETAG <i>Avdelning/organisation</i>		
<i>Namnförtydligande</i>		

Bilaga 8b

Friklassningscertifikat (exempel)

FÖRETAGSLOGOTYP

Datum/Date

2011-02-30

Vår referens/Our reference

Fricert-2011/08

Återvinning AB
Kretslöppsvägen 4
123 45 Småstad

Friklassningscertifikat

Härmed intygas att nedan angivet material/avfall har friklassats enligt gällande myndighetsföreskrift (SSMFS 2011:2) utfärdad av den svenska Strålsäkerhetsmyndigheten.

I och med friklassningen är materialet undantaget såväl från Strålskyddslagen (1988:220) som Kärntekniklagen (1984:3) och kan användas utan restriktioner ur ett strålsäkerhetsperspektiv.

Typ av material: Betongskrot

Mängd (kg): 13 000 kg

Utförseldatum: 2011-02-30

STUDSVIK NUCLEAR AB
Department Consultancy Services

Arne Larsson

Kompetensmatris friklassning

	Mätpersonal	Utvärderare	Godkännare
Grundutbildning	Friklassn.utb	Friklassn.utb	Friklassn.utb
Gällande regelverk för friklassning (lagar, förordningar, föreskrifter)	Ku	GK	GK
Kunskap bedömning risk för förorening	Ku	GK	Ku
Kunskap ett materials lämplighet för friklassning	Kä	GK	Ku
Provtagning inkl. osäkerheter och begränsningar	Ku	GK	Kä
Mätteknik och mätmetoder inkl. osäkerheter och begränsningar	Ku	GK	Kä
Dokumentation	Ku	GK	GK
Kvalitetssäkring	Kä	GK	GK

Kännedom (Kä): Innebär att man känner till ämnesområdet och vet var kompletterande information kan hämtas.

Kunskap (Ku): Innebär att man har insikt om ämnesområdets funktion, uppbyggnad och tillämpning och vet var kompletterande information kan hämtas.

God kunskap (GK): Innebär att man har insikt om ämnesområdet i hela dess omfattning och även kännedom om dess bakgrund och filosofi.

Anmärkningar:

- Vid friklassning av verktyg kan mätpersonal, utvärderare och godkännare kan vara en och samma person. Denne ska då ha kompetens som uppfyller för uppgiften tillämpliga delar av kompetenskraven för samtliga roller.
- Vid friklassning av lokaler, byggnader och mark är SSM godkännare. Tillståndshavarens handläggare bör ha en kompetens motsvarande godkännare för dessa friklassningsärenden.

Relaterade dokument och hänvisningar

För friklassningsarbetet i sin helhet kan råd hämtas i följande dokument:

IAEA RS-G-1.7	Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance.
EU Radiation Protection 113	Recommended radiological protection criteria for the clearance of buildings and building rubble from the dismantling of nuclear installations.
EU Radiation Protection 114	Definition of clearance levels for the release of radioactivity contaminated buildings and building rubble.
EU Radiation Protection 122	Practical use of the concepts of clearance and exemption. Part 1 – Guidance on General Clearance Levels for practices.
EURSSEM	The Environmental Radiation Survey and site Execution Manual. Bakom denna manual står det europeiska “Co-ordination network on decommissioning of Nuclear Installations”.
NEA 6186	Radioactivity measurements at regulatory release levels.
Clearance and Exemptions Working Group	Clearance and Exemption. Principles, Processes and Practices for Use by the Nuclear Industry. A Nuclear Industry Code of Practice. Issue 1.01, August 2006. Published on behalf of the Nuclear Industry Safety Directors Forum. Arbetsgrupp bestående av representanter för kärntekniska anläggningar i Storbritannien, för länk se nedan.
MARSSIM	Multi Agency Radiation Surveys and Site Investigation Manual. Bakom MARSSIM står amerikanska EPA, NRC samt DOE, för länk se nedan.

Hänvisningar till web-platser för kompletterande information:

CANBERRA	http://www.canberra.com
Clearance and Exemptions Working Group	http://www.cewg.safety-directors-forum.org/
EURSSEM	http://www.eurssem.eu
IAEA	http://www.iaea.org
MARSSIM	http://www.marssim.com/
Nordisk Kärnsäkerhetsforskning	http://www.nks.org
OECD Nuclear Energy Agency	http://www.nea.fr
ORTEC	http://www.ortec-online.com/
SIS (Swedish Standards Institute)	http://www.sis.se
SKB	http://www.skb.se
Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM)	http://www.ssm.se
Sveriges tekniska forskningsinstitut	http://www.sp.se

Standarder

ISO och IEC tar fram standarder som ger vägledning till hur mätningar ska genomföras och tolkas liksom hur mätinstrument ska kalibreras. Följande standarder är tillämpbara för friklassningsmätningar:

Standard SS-ISO 11932	<p>Titel Kärnenergi – Mätning av radioaktivitet på fasta material som avses återanvändas eller disponeras som icke-radioaktivt avfall.</p> <p>Beskrivning Mätning av radioaktivitet på avfall från i första hand avveckling av kärnkraftverk. Standarden anger hur mätningarna ska beräknas.</p>
SS-EN 60325	<p>Titel Kärntechnisk mätutrustning – Mätutrustning för strålskyddsändamål – Mätare och monitorer för alfa-, beta- och alfa/beta-kontamination (betaenergi > 60 keV).</p> <p>Beskrivning Syftet är att ge exempel på metoder för mätningar, specificera generella krav, testmiljöer, strålningskaraktärer mm för detektering av kontamination och monitorer.</p>
SS-IEC 61275	<p>Titel Kärntechnisk mätutrustning – Mätutrustning för strålskyddsändamål – Nuklidspecifik omgivningsmätning – Gammasppektrometri med germaniumdetektor.</p> <p>Beskrivning Syftet är att specificera funktionen och prestanda på mätutrustningar och ange metoder för tester som ska användas för att avgöra uppfyllande av krav i standarden.</p>
SS-ISO 21238:2007	<p>Titel Kärnenergi – Kärnbränsleteknik – Skalfaktormetod för bestämning av radioaktiviteten hos förpackningar med låg- eller mellanaktivt avfall bildat vid kärntechniska anläggningar.</p> <p>Beskrivning Denna anger metoder för att bestämma svårsmätbara nuklider med hjälp av nuklidvektorer. Vektorerna korreleras med hjälp av mätbara gammastrålande nuklider.</p>
SS-ISO 7503-1	<p>Titel Kärnenergi – Bestämning av ytkontamination – Del 1: Betastrålare (med max betaenergi större än 0,15 MeV) och alfastrålare.</p> <p>Beskrivning Denna standard används för utvärdering av kontamination på ytor och byggnader som aktivitet per enhetsarea. Standarden är begränsad till alfa- och betastrålande nuklider.</p>
SS-ISO 7503-2	<p>Titel Kärnenergi – Bestämning av ytkontamination – Del 2: Tritium.</p> <p>Beskrivning Standarden hanterar utvärdering av tritiumkontamination på ytor på material och utrustningar. Den är inte applicerbar för kontamination på hud och kläder.</p>

SS-ISO 18589 (1–6)	<p>Titel Mätning av radioaktivitet i mark.</p> <p>Beskrivning 1: Hur man mäter och hur stickprov tas. 2: Hur man planerar stickprovstagning och hur man preparerar proven. 3: Identifierar och mäter aktiviteten i marken för ett stort antal gamma-emitterande radionuklider med hjälp av gammaspektroskopi. 4: Metod för mätning av Pu-238 och Pu-239+240 med hjälp av alfa-spektroskopi. 5: Beskriver principen för aktivitetsmätning av Sr-90 i jämvikt med Y-90 och Sr-89 i mark. 6: Metod för grov uppskattning av aktiviteten hos alfa- och betaemitterande radionuklider i mark.</p>
SS-ISO 11929:2010	<p>Titel Bestämning av de karaktäristiska gränserna (beslutströskel, detekteringsgräns och gränser för konfidensintervall) vid mätning av joniserande strålning – Grunder och tillämpningar.</p> <p>Beskrivning Definierar termer och definitioner såsom utvärderingsmodell, beslutströskel, detektionsgräns och gränser för konfidensintervall. Dessutom visas hur dessa uppskattas i modeller.</p>
SS-IEC 650	<p>Titel Kärnteknisk mätutrustning – Pulsratmätare – Egenskaper och provningsmetoder.</p> <p>Beskrivning Denna standard är applicerbar på lineära eller logaritmiska pulsratmätare i området 0,1–106 cps som jonkammare och counter tubes. I denna generaliserande standard anges inga listor över kvalifikationer, typer av acceptanstest eller numeriska värden på de olika specifika egenskaperna.</p>
SS-IEC 739	<p>Titel Kärnteknisk mätutrustning – Digitala pulsratmätare – Fordringar och provningsmetoder.</p> <p>Beskrivning Innefattar generella villkor för test, egenskaper och testmetoder, testprocedurer, tillförlitlighet och hållbarhet.</p>
SS-IEC 808	<p>Titel Kärnteknisk mätutrustning – Kompletterande instrumentering för användning tillsammans med pulsratmätare – Specifikationer och provningsmetoder.</p> <p>Beskrivning Innefattar generella villkor för test, strömförsörjning, inverkan på dosratsmätning, brus, tillförlitlighet och hållbarhet.</p>

Bilaga till strålskyddsförordningen (1988:293) – Undantagsgränser

Bilaga SFS 2000:809

Högsta sammanlagda aktivitet eller högsta specifika aktivitet för att undantag enligt 2 § 1 skall vara tillämpligt

Nuklider med beteckningen + eller sec representerar modernuklider i jämvikt med sina dotternuklider. I dessa fall hänför sig värdena i tabellen endast till modernukliden, men tar hänsyn till förekommande dotternuklider.

Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)	Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)
H-3	10 ⁹	10 ⁶	Mn-56	10 ⁵	10
Be-7	10 ⁷	10 ³	Fe-52	10 ⁶	10
C-14	10 ⁷	10 ⁴	Fe-55	10 ⁶	10 ⁴
O-15	10 ⁹	10 ²	Fe-59	10 ⁶	10
F-18	10 ⁶	10	Co-55	10 ⁶	10
Na-22	10 ⁶	10	Co-56	10 ⁵	10
Na-24	10 ⁵	10	Co-57	10 ⁶	10 ²
Si-31	10 ⁶	10 ³	Co-58	10 ⁶	10
P-32	10 ⁵	10 ³	Co-58m	10 ⁷	10 ⁴
P-33	10 ⁸	10 ⁵	Co-60	10 ⁵	10
S-35	10 ⁸	10 ⁵	Co-60m	10 ⁶	10 ³
Cl-36	10 ⁶	10 ⁴	Co-61	10 ⁶	10 ²
Cl-38	10 ⁵	10	Co-62m	10 ⁵	10
Ar-37	10 ⁸	10 ⁶	Ni-59	10 ⁸	10 ⁴
Ar-41	10 ⁹	10 ²	Ni-63	10 ⁸	10 ⁵
K-40	10 ⁶	10 ²	Ni-65	10 ⁶	10
K-42	10 ⁶	10 ²	Cu-64	10 ⁶	10 ²
K-43	10 ⁶	10	Zn-65	10 ⁶	10
Ca-45	10 ⁷	10 ⁴	Zn-69	10 ⁶	10 ⁴
Ca-47	10 ⁶	10	Zn-69m	10 ⁶	10 ²
Sc-46	10 ⁶	10	Ga-72	10 ⁵	10
Sc-47	10 ⁶	10 ²	Ge-71	10 ⁸	10 ⁴
Sc-48	10 ⁵	10	As-73	10 ⁷	10 ³
V-48	10 ⁵	10	As-74	10 ⁶	10
Cr-51	10 ⁷	10 ³	As-76	10 ⁵	10 ²
Mn-51	10 ⁵	10	As-77	10 ⁶	10 ³
Mn-52	10 ⁵	10	Se-75	10 ⁶	10 ²
Mn-52m	10 ⁵	10	Br-82	10 ⁶	10
Mn-53	10 ⁹	10 ⁴	Kr-74	10 ⁹	10 ²
Mn-54	10 ⁶	10	Kr-76	10 ⁹	10 ²

SFS 2000:809

Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)	Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)
Kr-77	10 ⁹	10 ²	Tc-97	10 ⁸	10 ³
Kr-79	10 ⁵	10 ³	Tc-97m	10 ⁷	10 ³
Kr-81	10 ⁷	10 ⁴	Tc-99	10 ⁷	10 ⁴
Kr-83m	10 ¹²	10 ⁵	Tc-99m	10 ⁷	10 ²
Kr-85	10 ⁴	10 ⁵	Ru-97	10 ⁷	10 ²
Kr-85m	10 ¹⁰	10 ³	Ru-103	10 ⁶	10 ²
Kr-87	10 ⁹	10 ²	Ru-105	10 ⁶	10
Kr-88	10 ⁹	10 ²	Ru-106+	10 ⁵	10 ²
Rb-86	10 ⁵	10 ²	Rh-103m	10 ⁸	10 ⁴
Sr-85	10 ⁶	10 ²	Rh-105	10 ⁷	10 ²
Sr-85m	10 ⁷	10 ²	Pd-103	10 ⁸	10 ³
Sr-87m	10 ⁶	10 ²	Pd-109	10 ⁶	10 ³
Sr-89	10 ⁶	10 ³	Ag-105	10 ⁶	10 ²
Sr-90+	10 ⁴	10 ²	Ag-108m+	10 ⁶	10
Sr-91	10 ⁵	10	Ag-110m	10 ⁶	10
Sr-92	10 ⁶	10	Ag-111	10 ⁶	10 ³
Y-90	10 ⁵	10 ³	Cd-109	10 ⁶	10 ⁴
Y-91	10 ⁶	10 ³	Cd-115	10 ⁶	10 ²
Y-91m	10 ⁶	10 ²	Cd-115m	10 ⁶	10 ³
Y-92	10 ⁵	10 ²	In-111	10 ⁶	10 ²
Y-93	10 ⁵	10 ²	In-113m	10 ⁶	10 ²
Zr-93+	10 ⁷	10 ³	In-114m	10 ⁶	10 ²
Zr-95	10 ⁶	10	In-115m	10 ⁶	10 ²
Zr-97+	10 ⁵	10	Sn-113	10 ⁷	10 ³
Nb-93m	10 ⁷	10 ⁴	Sn-125	10 ⁵	10 ²
Nb-94	10 ⁶	10	Sb-122	10 ⁴	10 ²
Nb-95	10 ⁶	10	Sb-124	10 ⁶	10
Nb-97	10 ⁶	10	Sb-125	10 ⁶	10 ²
Nb-98	10 ⁵	10	Te-123m	10 ⁷	10 ²
Mo-90	10 ⁶	10	Te-125m	10 ⁷	10 ³
Mo-93	10 ⁸	10 ³	Te-127	10 ⁶	10 ³
Mo-99	10 ⁶	10 ²	Te-127m	10 ⁷	10 ³
Mo-101	10 ⁶	10	Te-129	10 ⁶	10 ²
Tc-96	10 ⁶	10	Te-129m	10 ⁶	10 ³
Tc-96m	10 ⁷	10 ³	Te-131	10 ⁵	10 ²

Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)	Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)
Te-131m	10 ⁶	10	Pr-143	10 ⁶	10 ⁴
Te-132	10 ⁷	10 ²	Nd-147	10 ⁶	10 ²
Te-133	10 ⁵	10	Nd-149	10 ⁶	10 ²
Te-133m	10 ⁵	10	Pm-147	10 ⁷	10 ⁴
Te-134	10 ⁶	10	Pm-149	10 ⁶	10 ³
I-123	10 ⁷	10 ²	Sm-151	10 ⁸	10 ⁴
I-125	10 ⁶	10 ³	Sm-153	10 ⁶	10 ²
I-126	10 ⁶	10 ²	Eu-152	10 ⁶	10
I-129	10 ⁵	10 ²	Eu-152m	10 ⁶	10 ²
I-130	10 ⁶	10	Eu-154	10 ⁶	10
I-131	10 ⁶	10 ²	Eu-155	10 ⁷	10 ²
I-132	10 ⁵	10	Gd-153	10 ⁷	10 ²
I-133	10 ⁶	10	Gd-159	10 ⁶	10 ³
I-134	10 ⁵	10	Tb-160	10 ⁶	10
I-135	10 ⁶	10	Dy-165	10 ⁶	10 ³
Xe-131m	10 ⁴	10 ⁴	Dy-166	10 ⁶	10 ³
Xe-133	10 ⁴	10 ³	Ho-166	10 ⁵	10 ³
Xe-135	10 ¹⁰	10 ³	Er-169	10 ⁷	10 ⁴
Cs-129	10 ⁵	10 ²	Er-171	10 ⁶	10 ²
Cs-131	10 ⁶	10 ³	Tm-170	10 ⁶	10 ³
Cs-132	10 ⁵	10	Tm-171	10 ⁸	10 ⁴
Cs-134m	10 ⁵	10 ³	Yb-175	10 ⁷	10 ³
Cs-134	10 ⁴	10	Lu-177	10 ⁷	10 ³
Cs-135	10 ⁷	10 ⁴	Hf-181	10 ⁶	10
Cs-136	10 ⁵	10	Ta-182	10 ⁴	10
Cs-137+	10 ⁴	10	W-181	10 ⁷	10 ³
Cs-138	10 ⁴	10	W-185	10 ⁷	10 ⁴
Ba-131	10 ⁶	10 ²	W-187	10 ⁶	10 ²
Ba-140+	10 ⁵	10	Re-186	10 ⁶	10 ³
La-140	10 ⁵	10	Re-188	10 ⁵	10 ²
Ce-139	10 ⁶	10 ²	Os-185	10 ⁶	10
Ce-141	10 ⁷	10 ²	Os-191	10 ⁷	10 ²
Ce-143	10 ⁶	10 ²	Os-191m	10 ⁷	10 ³
Ce-144+	10 ⁵	10 ²	Os-193	10 ⁶	10 ²
Pr-142	10 ⁵	10 ²	Ir-190	10 ⁶	10

SFS 2000:809

Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)	Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)
Ir-192	10 ⁴	10	Ac-228	10 ⁶	10
Ir-194	10 ⁵	10 ²	Th-226+	10 ⁷	10 ³
Pt-191	10 ⁶	10 ²	Th-227	10 ⁴	10
Pt-193m	10 ⁷	10 ³	Th-228+	10 ⁴	1
Pt-197	10 ⁶	10 ³	Th-229+	10 ³	1
Pt-197m	10 ⁶	10 ²	Th-230	10 ⁴	1
Au-198	10 ⁶	10 ²	Th-231	10 ⁷	10 ³
Au-199	10 ⁶	10 ²	Th-232sec	10 ³	1
Hg-197	10 ⁷	10 ²	Th-234+	10 ⁵	10 ³
Hg-197m	10 ⁶	10 ²	Pa-230	10 ⁶	10
Hg-203	10 ⁵	10 ²	Pa-231	10 ³	1
Tl-200	10 ⁶	10	Pa-233	10 ⁷	10 ²
Tl-201	10 ⁶	10 ²	U-230+	10 ⁵	10
Tl-202	10 ⁶	10 ²	U-231	10 ⁷	10 ²
Tl-204	10 ⁴	10 ⁴	U-232+	10 ³	1
Pb-203	10 ⁶	10 ²	U-233	10 ⁴	10
Pb-210+	10 ⁴	10	U-234	10 ⁴	10
Pb-212+	10 ⁵	10	U-235+	10 ⁴	10
Bi-206	10 ⁵	10	U-236	10 ⁴	10
Bi-207	10 ⁶	10	U-237	10 ⁶	10 ²
Bi-210	10 ⁶	10 ³	U-238+	10 ⁴	10
Bi-212+	10 ⁵	10	U-238sec	10 ³	1
Po-203	10 ⁶	10	U-239	10 ⁶	10 ²
Po-205	10 ⁶	10	U-240	10 ⁷	10 ³
Po-207	10 ⁶	10	U-240+	10 ⁶	10
Po-210	10 ⁴	10	Np-237+	10 ³	1
At-211	10 ⁷	10 ³	Np-239	10 ⁷	10 ²
Rn-220+	10 ⁷	10 ⁴	Np-240	10 ⁶	10
Rn-222+	10 ⁸	10	Pu-234	10 ⁷	10 ²
Ra-223+	10 ⁵	10 ²	Pu-235	10 ⁷	10 ²
Ra-224+	10 ⁵	10	Pu-236	10 ⁴	10
Ra-225	10 ⁵	10 ²	Pu-237	10 ⁷	10 ³
Ra-226+	10 ⁴	10	Pu-238	10 ⁴	1
Ra-227	10 ⁶	10 ²	Pu-239	10 ⁴	1
Ra-228+	10 ⁵	10	Pu-240	10 ³	1

Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)	Nuklid	Aktivitet (Bq)	Specifik aktivitet (kBq/kg)
Pu-241	10 ⁵	10 ²	Bk-249	10 ⁶	10 ³
Pu-242	10 ⁴	1	Cf-246	10 ⁶	10 ³
Pu-243	10 ⁷	10 ³	Cf-248	10 ⁴	10
Pu-244	10 ⁴	1	Cf-249	10 ³	1
Am-241	10 ⁴	1	Cf-250	10 ⁴	10
Am-242	10 ⁶	10 ³	Cf-251	10 ³	1
Am-242m+	10 ⁴	1	Cf-252	10 ⁴	10
Am-243+	10 ³	1	Cf-253	10 ⁵	10 ²
Cm-242	10 ⁵	10 ²	Cf-254	10 ³	1
Cm-243	10 ⁴	1	Es-253	10 ⁵	10 ²
Cm-244	10 ⁴	10	Es-254	10 ⁴	10
Cm-245	10 ³	1	Es-254m	10 ⁶	10 ²
Cm-246	10 ³	1	Fm-254	10 ⁷	10 ⁴
Cm-247	10 ⁴	1	Fm-255	10 ⁶	10 ³
Cm-248	10 ³	1			

Vid samtidig förekomst av flera nuklider gäller undantag om

$$\sum_k A_k/L_k \leq 1$$

där A_k är den totala aktiviteten respektive specifika aktiviteten för nukliden k , och L_k är motsvarande undantagsgräns för nukliden k .

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning

Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling



ISSN 2000-0987

Utgivare: Ulf Yngvesson

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning;

SSMFS 2011:2

Utkom från trycket
den DD MMMM 2011

beslutade den 20 oktober 2011.

Strålsäkerhetsmyndigheten föreskriver¹ följande med stöd av 4, 7 och 8 §§ strålskyddsförordningen (1988:293) och 15 a § förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet.

Inledande bestämmelser

1 § Syftet med dessa föreskrifter är att på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt möjliggöra en rationell hantering och användning av material, lokaler, byggnader och mark som kan ha förorenats med radioaktivt ämne vid verksamhet med joniserande strålning.

2 § Med friklassning avses i dessa föreskrifter att strålskyddslagen (1988:220) och lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet inte längre ska tillämpas på material, lokaler, byggnader eller mark.

Termer och uttryck som används i dessa föreskrifter har samma betydelse som i strålskyddslagen (1988:220), lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet och avfallsförordningen (2011:927).

Tillämpningsområde

3 § Dessa föreskrifter är tillämpliga på material (inklusive avfall), lokaler, byggnader och mark som kan ha förorenats med radioaktivt ämne vid verksamhet med joniserande strålning som bedrivs eller har bedrivits med tillstånd enligt strålskyddslagen (1988:220) eller lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

4 § Föreskrifterna är inte tillämpliga på

1. utsläpp av radioaktiva ämnen till luft eller vatten,

¹ Anmälan har gjorts enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 98/34/EG av den 22 juni 1998 om ett informationsförfarande beträffande tekniska standarder och föreskrifter och beträffande föreskrifter för informationssamhällets tjänster (EGT L 204, 21.7.1998, s. 37, Celex 31998L0034), senast ändrat genom rådets direktiv 2006/96/EG (EUT L 363, 20.12.2006, s. 81, Celex 32006L0096).

2. naturligt förekommande radioaktiva ämnen som inte omfattas av tillståndet för den aktuella verksamheten med joniserande strålning,
3. verksamhet som endast omfattar naturligt förekommande radioaktiva ämnen och som bedrivs utan att syfta till användning av radioaktiva, fissila eller fertila egenskaper hos dessa, och
4. radioaktiva ämnen från patienter till följd av nukleärmedicinsk undersökning eller behandling.

Friklassning

5 § Material som har kontrollerats i enlighet med 7–9 §§ och vars innehåll av radioaktiva ämnen understiger de friklassningsnivåer som anges i 11–14 §§ är friklassat.

Avfall som har friklassats omfattas av bestämmelser i miljöbalken och avfallsförordningen (2011:927).

För visst material som har friklassats finns bestämmelser i lagen (2006:263) om transport av farligt gods eller i kommissionens förordning (Euratom) nr 302/2005 av den 8 februari 2005 om genomförandet av Euratoms kärnämneskontroll².

6 § När en tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning avvecklas eller flyttas ska tillståndshavaren vidta de åtgärder som krävs för att lokaler, byggnader och mark ska kunna friklassas.

Beslut om friklassning av lokaler, byggnader och mark fattas av Strålsäkerhetsmyndigheten på ansökan av tillståndshavaren.

Lokaler och byggnader som har kontrollerats i enlighet med 7–9 §§ och i vilka förekomsten av radioaktiva ämnen understiger de friklassningsnivåer som anges i 15 §, får utan beslut om friklassning användas av tillståndshavaren för andra ändamål än verksamhet med joniserande strålning. Ansökan om friklassning ska dock göras senast i samband med att tillståndshavaren upphör med att använda den aktuella lokalen eller byggnaden, om inte Strålsäkerhetsmyndigheten begär att ansökan ska göras tidigare.

Åtgärder för friklassning

7 § Material, lokaler, byggnader och mark ska kontrolleras med avseende på förekomst av radioaktiva ämnen innan friklassning kan ske. Kontrollen ska göras genom mätning eller beräkning som har verifierats med mätning.

För material som friklassas med tillämpning av 12 eller 13 § ska mätning göras på hela mängden material eller på en representativ delmängd av detta.

Metoderna för och omfattningen av kontrollen ska anpassas till den bedömda förekomsten av radioaktiv förorening och till materialets, lokalens, byggnadens eller markens egenskaper samt stå i överensstämmelse

² EUT L 54, 28.2.2005, s. 1 (Celex 32005R0302).

med svensk eller internationell standard eller riktlinjer som har beslutats av Strålsäkerhetsmyndigheten.

8 § Inför genomförandet av en kontroll som avses i 7 §, ska ett skriftligt kontrollprogram upprättas. Kontrollprogrammet ska

1. beskriva metoderna för och omfattningen av kontrollen,
2. ange vem som är behörig att utföra kontrollen, och
3. innehålla uppgifter om kvalitetssäkring, egenkontroll och dokumentation av resultaten.

Ett kontrollprogram för friklassning av mer än 100 ton material per kalenderår från en enskild tillståndshavare eller för lokaler, byggnader eller mark som har förorenats med radioaktiva ämnen, ska anmälas till Strålsäkerhetsmyndigheten innan kontrollen genomförs.

9 § Genomförandet och resultatet av en kontroll ska dokumenteras. Dokumentationen ska bevaras tills friklassning har skett och därefter i tio år eller under den tid som anges av Strålsäkerhetsmyndigheten i ett särskilt beslut om friklassning.

Vad som sägs i första stycket gäller inte material som har friklassats med stöd av 14 §.

10 § Det är inte tillåtet att späda ut radioaktivt förorenat material om syftet med detta är att materialet ska kunna friklassas. Vätskor ska så långt som det är praktiskt möjligt renas från radioaktiva ämnen i partikel-form inför friklassning.

Friklassningsnivåer

11 § För radioaktiv förorening på ytan av ett material gäller friklassningsnivån 40 kilobecquerel per kvadratmeter sammanlagt för de i verksamheten vanligast förekommande beta- och gammastrålande nukliderna beräknat som ett medelvärde över högst 0,03 kvadratmeter. För de i verksamheten förekommande alfastrålande nukliderna gäller 4 kilobecquerel per kvadratmeter beräknat som ett medelvärde över högst 0,03 kvadratmeter. Vid friklassning av föremål som är mindre än 0,03 kvadratmeter får 0,03 kvadratmeter ansättas för den totala arean vid medelvärdesberäkningen.

Friklassningsnivåerna enligt första stycket är inte tillämpliga på vätskor, finfördelat material eller annat material som saknar yta som kan kontrolleras.

12 § För annat material än som avses i 13 och 14 §§ gäller de friklassningsnivåer som anges för radioaktiva ämnen på ytor i 11 § i den utsträckning som dessa är tillämpliga. Därutöver gäller för koncentrationen av radioaktiva ämnen de friklassningsnivåer som anges i bilaga 1, med tillämpning av vad som anges i bilaga 4.

13 § För spillolja som lämnas till förbränning och för farligt avfall som lämnas till bortscaffande gäller de friklassningsnivåer som anges för radioaktiva ämnen på ytor i 11 § i den utsträckning som dessa är tillämpliga. Därutöver gäller för koncentrationen av radioaktiva ämnen de friklassningsnivåer som anges i bilaga 2, med tillämpning av vad som anges i bilaga 4.

14 § För verktyg och utrustningar som tillfälligt har använts i verksamhet med joniserande strålning och som efter friklassning är avsedda att användas i annan verksamhet, gäller de friklassningsnivåer som anges för radioaktiva ämnen på ytor i 11 § om

1. föremålen endast har kunnat förorenas på de ytor som är åtkomliga för mätning, och
2. den totala föroreningen av radioaktiva ämnen inte överstiger undantagsgränserna för total aktivitet enligt 2 § första stycket 1 strålskyddsförordningen (1988:293).

15 § För lokaler och byggnader gäller de friklassningsnivåer som anges i bilaga 3, med tillämpning av vad som anges i bilaga 4.

16 § För mark gäller de friklassningsnivåer som beslutas av Strålsäkerhetsmyndigheten i det enskilda fallet.

Kompetens

17 § Personal som utför kontroll och tillämpar dessa föreskrifter ska ha för ändamålet tillräcklig kompetens. Personalen ska ha god kännedom om vilka radioaktiva ämnen som förekommer i verksamheten och i vilken utsträckning som radioaktiv förorening kan förekomma samt ha genomgått en utbildning som minst omfattar

1. skadliga effekter och risker med joniserande strålning,
2. regler och rutiner för friklassning, och
3. metoder för provtagning och mätning, med osäkerheter och begränsningar.

Personalens utbildning ska vara dokumenterad.

Rapportering

18 § Tillståndshavare som under ett kalenderår har friklassat mer än 1 000 kilogram material med tillämpning av 12 eller 13 § ska senast den 31 mars påföljande år lämna en skriftlig rapport till Strålsäkerhetsmyndigheten. Rapporten ska för det friklassade materialet ange

1. materialmängder och materialslag,
2. nuklidspecifik koncentration av radioaktiva ämnen, och
3. mottagare av friklassad spillolja och farligt avfall.

Annan friklassning och dispens

19 § Strålsäkerhetsmyndigheten kan i enskilda fall besluta om andra friklassningsnivåer än de som anges i dessa föreskrifter.

20 § Strålsäkerhetsmyndigheten kan ge dispens från dessa föreskrifter om särskilda skäl föreligger och om det kan ske utan att syftet med föreskrifterna åsidosätts.

Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 januari 2012, då Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:39) om utförsel av gods och olja från zonindelade områden vid kärntekniska anläggningar ska upphöra att gälla.

STRÅLSÄKERHETSMYNDIGHETEN

ANN-LOUISE EKSBORG

Henrik Efraimsson

Bilaga 1

Friklassningsnivåer för material

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)	Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
H-3	100	Zr-93	10
Be-7	10	Zr-95+	0,1
C-14	10	Nb-93m	100
Na-22	0,1	Nb-94	0,1
P-32	100	Nb-95	1
P-33	100	Mo-93	10
S-35	100	Mo-99+	1
Cl-36	1	Tc-96	0,1
K-40	1	Tc-97	10
Ca-45	100	Tc-97m	10
Ca-47	1	Tc-99	1
Sc-46	0,1	Ru-97	1
Sc-47	10	Ru-103+	1
Sc-48	0,1	Ru-106+	1
V-48	0,1	Rh-105	10
Cr-51	10	Pd-103+	1 000
Mn-52	0,1	Ag-105	1
Mn-53	1 000	Ag-108m+	0,1
Mn-54	0,1	Ag-110m+	0,1
Fe-55	100	Ag-111	10
Fe-59	0,1	Cd-109+	10
Co-56	0,1	Cd-115+	1
Co-57	1	Cd-115m+	10
Co-58	0,1	In-111	1
Co-60	0,1	In-114m+	1
Ni-59	100	Sn-113+	1
Ni-63	100	Sn-125	1
Zn-65	1	Sb-122	1
Ge-71	10 000	Sb-124	0,1
As-73	100	Sb-125+	1
As-74	1	Te-123m	1
As-76	1	Te-125m	100
As-77	100	Te-127m+	10
Se-75	1	Te-129m+	10
Br-82	0,1	Te-131m+	1
Rb-86	10	Te-132+	0,1
Sr-85	1	I-125	1
Sr-89	10	I-126	1
Sr-90+	1	I-129	0,1
Y-90	100	I-131+	1
Y-91	10	Cs-129	1

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)	Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
Cs-131	1 000	Pt-191	1
Cs-132	1	Pt-193m	100
Cs-134	0,1	Au-198	1
Cs-135	10	Au-199	10
Cs-136	0,1	Hg-197	10
Cs-137+	1	Hg-203	1
Ba-131	1	Tl-200	1
Ba-140	0,1	Tl-201	10
La-140	0,1	Tl-202	1
Ce-139	1	Tl-204	10
Ce-141	10	Pb-203	1
Ce-143	1	Pb-210+	0,01
Ce-144+	10	Bi-206	0,1
Pr-143	100	Bi-207	0,1
Nd-147	10	Bi-210	10
Pm-147	100	Po-210	0,01
Pm-149	100	Ra-223+	1
Sm-151	100	Ra-224+	1
Sm-153	10	Ra-225	1
Eu-152	0,1	Ra-226+	0,01
Eu-154	0,1	Ra-228+	0,01
Eu-155	10	Ac-227+	0,01
Gd-153	10	Th-227	1
Tb-160	0,1	Th-228+	0,1
Dy-166	10	Th-229+	0,1
Ho-166	10	Th-230	0,1
Er-169	100	Th-231	100
Tm-170	10	Th-232+	0,01
Tm-171	100	Th-234+	10
Yb-175	10	Pa-230	1
Lu-177	10	Pa-231	0,01
Hf-181	1	Pa-233	1
Ta-182	0,1	U-230+	1
W-181	10	U-231	10
W-185	100	U-232+	0,1
Re-186	100	U-233	1
Os-185	1	U-234	1
Os-191	10	U-235+	1
Os-193	10	U-236	1
Ir-190	0,1	U-237	10
Ir-192	0,1	U-238+	1

Bilaga 1

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)	Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
Np-237+	0,1	Cm-245	0,1
Np-239	10	Cm-246	0,1
Pu-236	0,1	Cm-247+	0,1
Pu-237	10	Cm-248	0,1
Pu-238	0,1	Bk-249	10
Pu-239	0,1	Cf-246	10
Pu-240	0,1	Cf-248	1
Pu-241	1	Cf-249	0,1
Pu-242	0,1	Cf-250	0,1
Pu-244+	0,1	Cf-251	0,1
Am-241	0,1	Cf-252	0,1
Am-242m+	0,1	Cf-253+	1
Am-243+	0,1	Cf-254	0,1
Cm-242	1	Es-253	1
Cm-243	0,1	Es-254+	0,1
Cm-244	0,1	Es-254m+	1

Friklassningsnivåer för spillolja och farligt avfall

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)	Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
H-3	1 000	Zr-93	100
Be-7	100	Zr-95+	1
C-14	100	Nb-93m	1 000
Na-22	1	Nb-94	1
P-32	1 000	Nb-95	10
P-33	1 000	Mo-93	100
S-35	1 000	Mo-99+	10
Cl-36	10	Tc-96	1
K-40	10	Tc-97	100
Ca-45	1 000	Tc-97m	100
Ca-47	10	Tc-99	10
Sc-46	1	Ru-97	10
Sc-47	100	Ru-103+	10
Sc-48	1	Ru-106+	10
V-48	1	Rh-105	100
Cr-51	100	Pd-103+	1 000
Mn-52	1	Ag-105	10
Mn-53	10 000	Ag-108m+	1
Mn-54	1	Ag-110m+	1
Fe-55	1 000	Ag-111	100
Fe-59	1	Cd-109+	100
Co-56	1	Cd-115+	10
Co-57	10	Cd-115m+	100
Co-58	1	In-111	10
Co-60	1	In-114m+	10
Ni-59	1 000	Sn-113+	10
Ni-63	1 000	Sn-125	10
Zn-65	10	Sb-122	10
Ge-71	10 000	Sb-124	1
As-73	1 000	Sb-125+	10
As-74	10	Te-123m	10
As-76	10	Te-125m	1 000
As-77	1 000	Te-127m+	100
Se-75	10	Te-129m+	100
Br-82	1	Te-131m+	10
Rb-86	100	Te-132+	1
Sr-85	10	I-125	10
Sr-89	100	I-126	10
Sr-90+	10	I-129	1
Y-90	1 000	I-131+	10
Y-91	100	Cs-129	10

Bilaga 2

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)	Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
Cs-131	1 000	Pt-191	10
Cs-132	10	Pt-193m	1 000
Cs-134	1	Au-198	10
Cs-135	100	Au-199	100
Cs-136	1	Hg-197	100
Cs-137+	10	Hg-203	10
Ba-131	10	Tl-200	10
Ba-140	1	Tl-201	100
La-140	1	Tl-202	10
Ce-139	10	Tl-204	100
Ce-141	100	Pb-203	10
Ce-143	10	Pb-210+	0,1
Ce-144+	100	Bi-206	1
Pr-143	1 000	Bi-207	1
Nd-147	100	Bi-210	100
Pm-147	1 000	Po-210	0,1
Pm-149	1 000	Ra-223+	10
Sm-151	1 000	Ra-224+	10
Sm-153	100	Ra-225	10
Eu-152	1	Ra-226+	0,1
Eu-154	1	Ra-228+	0,1
Eu-155	100	Ac-227+	0,1
Gd-153	100	Th-227	10
Tb-160	1	Th-228+	1
Dy-166	100	Th-229+	1
Ho-166	100	Th-230	1
Er-169	1 000	Th-231	1 000
Tm-170	100	Th-232+	0,1
Tm-171	1 000	Th-234+	100
Yb-175	100	Pa-230	10
Lu-177	100	Pa-231	0,1
Hf-181	10	Pa-233	10
Ta-182	1	U-230+	10
W-181	100	U-231	100
W-185	1 000	U-232+	1
Re-186	1 000	U-233	10
Os-185	10	U-234	10
Os-191	100	U-235+	10
Os-193	100	U-236	10
Ir-190	1	U-237	100
Ir-192	1	U-238+	10

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
Np-237+	1
Np-239	100
Pu-236	1
Pu-237	100
Pu-238	1
Pu-239	1
Pu-240	1
Pu-241	10
Pu-242	1
Pu-244+	1
Am-241	1
Am-242m+	1
Am-243+	1
Cm-242	10
Cm-243	1
Cm-244	1

Nuklid	Friklassningsnivå (Bq/g)
Cm-245	1
Cm-246	1
Cm-247+	1
Cm-248	1
Bk-249	100
Cf-246	100
Cf-248	10
Cf-249	1
Cf-250	1
Cf-251	1
Cf-252	1
Cf-253+	10
Cf-254	1
Es-253	10
Es-254+	1
Es-254m+	10

Bilaga 3

Friklassningsnivåer för lokaler och byggnader

”Friklassningsnivå för användning” gäller för lokaler som avses att användas efter friklassning och ”Friklassningsnivå för rivning” gäller för byggnader som avses att rivas efter friklassning.

Nuklid	Friklassningsnivå för användning (kBq/m ²)	Friklassningsnivå för rivning (kBq/m ²)
H-3	100 000	100 000
C-14	10 000	100 000
Na-22	10	100
S-35	10 000	1 000 000
Cl-36	1 000	1 000
K-40	100	100
Ca-45	10 000	1 000 000
Sc-46	10	100
Mn-53	100 000	100 000
Mn-54	10	100
Fe-55	100 000	100 000
Co-56	10	100
Co-57	100	1 000
Co-58	100	100
Co-60	10	10
Ni-59	1 000 000	1 000 000
Ni-63	100 000	1 000 000
Zn-65	10	100
As-73	10 000	100 000
Se-75	100	1 000
Sr-85	100	1 000
Sr-90+	1 000	1 000
Y-91	10 000	1 000 000
Zr-93	10 000	10 000
Zr-95+	10	100
Nb-93m	10 000	1 000 000
Nb-94	10	100
Mo-93	1 000	10 000
Tc-97	1 000	10 000
Tc-97m	1 000	10 000
Tc-99	1 000	1 000
Ru-106+	100	1 000
Ag-108m+	10	100
Ag-110m+	10	100
Cd-109+	1 000	100 000
Sn-113+	100	1 000
Sb-124	10	100

Nuklid	Friklassningsnivå för användning (kBq/m ²)	Friklassningsnivå för rivning (kBq/m ²)
Sb-125+	10	100
Te-123m	100	1 000
Te-127m+	1 000	100 000
I-125	1 000	100 000
I-129	100	100
Cs-134	10	100
Cs-135	10 000	100 000
Cs-137+	10	100
Ce-139	100	1 000
Ce-144+	100	1 000
Pm-147	10 000	100 000
Sm-151	100 000	100 000
Eu-152	10	100
Eu-154	10	100
Eu-155	100	1 000
Gd-153	100	1 000
Tb-160	10	100
Tm-170	10 000	100 000
Tm-171	10 000	1 000 000
Ta-182	10	100
W-181	1 000	10 000
W-185	10 000	10 000 000
Os-185	100	100
Ir-192	100	1 000
Tl-204	10 000	10 000
Pb-210+	10	10
Bi-207	10	100
Po-210	100	1 000
Ra-226+	10	10
Ra-228+	10	100
Th-228+	1	10
Th-229+	1	10
Th-230	10	10
Th-232	1	10
Pa-231	1	1
U-232	1	10
U-233	10	100
U-234	10	100
U-235+	10	100
U-236	10	100

Bilaga 3

Nuklid	Friklassningsnivå för användning (kBq/m ²)	Friklassningsnivå för rivning (kBq/m ²)
U-238+	10	100
Np-237+	10	100
Pu-236	10	100
Pu-238	10	10
Pu-239	1	10
Pu-240	1	10
Pu-241	100	1 000
Pu-242	10	10
Pu-244+	10	10
Am-241	10	10
Am-242m+	10	10
Am-243+	10	10
Cm-242	10	1 000
Cm-243	10	100
Cm-244	10	100
Cm-245	1	10
Cm-246	10	10
Cm-247+	10	10
Cm-248	1	10
Bk-249	1 000	10 000
Cf-248	10	100
Cf-249	1	10
Cf-250	10	100
Cf-251	1	10
Cf-252	10	100
Cf-254	10	100
Es-254+	10	100

Regler för tillämpning av nuklidspecifika friklassningsnivåer

1. Vid tillämpningen av de nuklidspecifika friklassningsnivåerna ska summan av förekommande nuklidens andelar av friklassningsnivån vara mindre än eller lika med 1, dvs. följande summaformel ska tillämpas.

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{c_{FNi}} \leq 1$$

där

- c_i är den totala aktiviteten av nuklid i per massenhet eller ytenhet (Bq/g eller kBq/m²),
 c_{FNi} är friklassningsnivån för nuklid i , och
 n är antalet förekommande nuklider.
2. Vid friklassning av material får aktivitetskoncentrationen av radioaktiva ämnen beräknas som ett medelvärde för hela den aktuella mängden, dock högst 1 000 kilogram. Begränsningen på 1 000 kilogram gäller inte väl omblandad vätska.
 3. Vid friklassning av lokaler och byggnader ska friklassningsnivåerna tillämpas på varje kvadratmeter. Radioaktiva ämnen under ytan ska tillskrivas ytan och inkluderas vid jämförelse med friklassningsnivåerna.
 4. Dotternuklider enligt bilaga 5 behöver inte inkluderas om deras aktivitet är lägre än eller lika stor som aktiviteten hos modernukliden.
 5. Om det förekommer radioaktivt ämne utan någon angiven friklassningsnivå ska Strålsäkerhetsmyndigheten kontaktas för beslut om vilken friklassningsnivå som ska gälla. För nuklider med kortare halveringstid än en dag kan 0,1 becquerel per gram användas som schablon.

Bilaga 5

Beaktade dotternuklider

Dotternuklider som har antagits förekomma i samma halter som modernukliden och vars dosbidrag inkluderats vid bestämning av friklassningsnivån för modernukliden (markerade med ”+” i bilagorna 1–3).

Modernuklid	Dotternuklid(er)
Sr-90	Y-90
Zr-95	Nb-95m
Mo-99	Tc-99m
Ru-103	Rh-103m
Ru-106	Rh-106
Pd-103	Rh-103m
Ag-108m	Ag-108
Ag-110m	Ag-110
Cd-109	Ag-109m
Cd-115	In-115m
Cd-115m	In-115m
In-114m	In-114
Sn-113	In-113m
Sb-125	Te-125m
Te-127m	Te-127
Te-129m	Te-129
Te-131m	Te-131
Te-132	I-132
I-131	Xe-131m
Cs-137	Ba-137m
Ce-144	Pr-144, Pr-144m
Pb-210	Bi-210, Po-210
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-228	Ac-228
Ac-227	Th-227, Fr-223, Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Tl-209, Pb-209
Th-232	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
Th-234	Pa-234m, Pa-234
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
U-235	Th-231

Modernuklid	Dotternuklid(er)
U-238	Th-234, Pa-234m, Pa-234
Np-237	Pa-233
Pu-244	U-240, Np-240m, Np-240
Am-242m	Np-238
Am-243	Np-239
Cm-247	Pu-243
Cf-253	Cm-249
Es-254	Bk-250
Es-254m	Fm-254

Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning

**Strålsäkerhetsmyndighetens
författningssamling**

ISSN 2000-0987

Utgivare: Ulf Yngvesson



Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning (SSMFS 2011:2);

SSMFS 2011:2

Utkom från trycket
den DD MMMM 2011

beslutade den 20 oktober 2011.

Strålsäkerhetsmyndigheten beslutar följande allmänna råd.

Till 7 §

Saneringsåtgärder bör övervägas vid kontroll av material, lokaler och byggnader. Löst sittande radioaktiv förorening bör avlägsnas om det kan ske med enkla metoder såsom avtorkning eller tvättning. Löst sittande radioaktiv förorening bör kontrolleras med stickprovsmässig provtagning. Vid saneringen bör en tiondel av de friklassningsnivåer som anges i 11 § eftersträvas.

Inför friklassning av lokaler eller byggnader bör system, utrustningar och komponenter som kan vara förorenade med radioaktiva ämnen och som inte avses att användas efter friklassningen, demonteras och avlägsnas i syfte att underlätta sanering och kontrollmätning.

Dessa allmänna råd börjar gälla den 1 januari 2012.

STRÅLSÄKERHETSMYNDIGHETEN

ANN-LOUISE EKSBORG

Henrik Efraimsson