

R-13-37

Låg- och medelaktivt avfall i SFR
Referensinventarium för avfall 2013

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2013

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-13-37

ID 1395456

Uppdaterad 2021-01

Låg- och medelaktivt avfall i SFR

Referensinventarium för avfall 2013

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2013

Uppdateringsmeddelande

Den ursprungliga rapporten, daterad december 2013, visade sig innehålla både redaktionella fel och sakfel som har korrigerats i denna uppdaterade version. De korrigerade sakfelen presenteras nedan.

Uppdaterad 2015-03

Plats	Ursprunglig text	Korrigerad text
Sid 32, tabell 5-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden

Uppdaterad 2014-11

Plats	Ursprunglig text	Korrigerad text
Sid 35, tabell 6-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 38, tabell 7-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 40, tabell 8-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 71, tabell D2-2, näst sista raden, kolumn BMA	R.99:2	Borttaget
Sid 72, stycke 6, rad 2	...sker i Triumf NG med korrelationsfaktorer...	...sker med korrelationsfaktorer...
Sid 75, tabell D2-6, nuklid Pu-241	1×10^2	$1,2 \times 10^2$
Sid 79, tabell D2-9	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 83, tabell D4-1	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 86, avsnitt D5.4, stycke 6, rad 2	...standardavvikelse på 20 % på 1σ -nivån har ansatts...	...standardavvikelse på 20 % har ansatts...
Sid 90, tabell D5-4, nuklid Cs-134, kolumn 2	0,2	1,2
Sid 231, tabell E60-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 235, tabell E62-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 237, tabell E63-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 239, tabell E64-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden

Uppdaterad 2014-07

Plats	Ursprunglig text	Korrigerad text
Sid 61, tabell B5-1		
BTF Minsta volym	13 820	14 000
BTF Största volym	14 846	15 026
Totalt Minsta volym	62 665	62 845
Totalt Största volym	75 791	75 971
Sid 86, avsnitt D5.4		
Stycke 6, rad 2	33 %	20 %
Stycke 6, rad 4	20 %	33 %
Sid 88, tabell D5-2	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 89, tabell D5-3	Fel värden i tabell	Tabell uppdaterad med korrekta värden
Sid 132, tabell E11-3, rad Cl-36, kolumn B.23:D [Bq]	2,64E+02	3,64E+02
Sid 166, tabell E29-3, rad U-235, kolumn F.4K23:D [Bq]	1,45E-01	4,37E-01

Redaktionella korrigeringar 2021-01

Sammanfattning

I denna rapport beskrivs det avfall som förväntas finnas deponerat i SFR vid förslutning av anläggningen år 2075. Rapporten ligger till grund för dimensioneringen av utbyggnaden av SFR samt de spridnings- och dosberäkningar som redovisas i analysen av SFR:s långsiktiga säkerhet.

Avfallsinventariet är beräknat för det låg- och medelaktiva avfall som uppkommer från drift- och rivning av de svenska kärntekniska anläggningarna, och som förväntas omhändertas i SFR. Inventariet omfattas av avfall från kärnkraftföretagen BKAB, FKA, OKG och RAB samt från den kärntekniska anläggningen Clab/Clink och från den kärnverksamhet som bedrivs av SNAB och Svafo.

I rapporten ges uppgifter om antal kollin, deponeringsvolym, materialinnehåll och radionuklidinnehåll för befintliga och framtida avfallstyper. Utifrån givna förutsättningar diskuteras risker och osäkerheter i det uppskattade inventariet.

Inventariet för driftavfall har beräknats med hjälp av rapport- och prognosverktyget Triumph NG och inventariet för rivningsavfall har uppskattats utifrån rivningsstudier och prognosunderlag från avfallsleverantörerna.

Definitionslista

Avfallsbehållare	Ett emballage i vilket avfall placeras för att sedan kunna deponeras.
Avfallsbeskrivning	En avfallsbeskrivning är en enklare/avskalad variant av en typbeskrivning. Dessa kan användas då det som exempel endast rör sig om några enstaka avfallskollin.
Avfallsform	Avser materialsammansättning (inklusive ingjutning och kringgjutning), aktivitet och nuklidsammansättning för avfallet.
Avfallskategori	Avfallets materialsammansättning, anges i kodform.
Avfallskolli	Avfall, matris och emballage utgörande en enhet för behandling, transport, lagring eller förvaring.
Avfallstyp	Indelning och gruppering av avfall. Avfallstypen beskrivs i en typ- eller avfallsbeskrivning.
BKAB	Barsebäck kraft AB.
BLA	Bergssal för lågaktivt avfall (befintlig bergssal 1BLA och planerade bergssalar XBLA).
BMA	Bergssal för medelaktivt avfall (befintlig bergssal 1BMA och planerade bergssalar XBMA).
BRT	Bergssal för reaktortankar (planerad).
BTF	Bergssal för betongtankar (befintliga bergssalar 1BTF och 2BTF).
Clab	Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, beläget i Oskarshamn.
Clink	Central anläggning för mellanlagring och inkapsling av det använda kärnbränslet (Clab samt inkapslingsanläggning, där inkapslingsanläggningen är planerad att uppföras).
Deponeringsvolym	Totala volymen för avfallskollit, inklusive den volym kring kollit som upptas vid deponering.
ESS	European Spallation Source (planerat).
FKA	Forsmarks kraftgrupp AB.
Inventarie/Inventarium	Innebär i detta dokument antal kollin, volymer, materialmängder samt radionuklidinnehåll.
Korrosionsyta	Den area som kan komma att utsättas för korrosion. Metallytor i kontakt med bitumen ingår inte i definitionen för korrosionsyta.
OKG	Oskarshamns kraftgrupp AB.
PSU	Projekt SFR Utbyggnad.
RAB	Ringhals AB.
Ranstad	Ranstadsverket, brytning och uranverk, brytning avslutad 1969.
SFL	Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall (planerat).
SFR	Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, beläget i Forsmark.
Silo	Silo, förvar för medelaktivt avfall.
SKB	Svensk kärnbränslehantering AB.
SNAB	Studsvik Nuclear AB.
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten.
Svafo	AB SVAFO.

Triumf	Databas för deponerat avfall i SFR.
Triumf NG	Rapport- och prognosverktyg för låg- och medelaktivt avfall.
Typbeskrivning	Säkerhetsrapport för den aktuella avfallstypen. För respektive typbeskrivning fastläggs avfallsbehållare, avfallskategori, behandlingsform respektive slutförvaringsplats för avfallet.
Ågesta	Kärnkraftvärmeverk i Ågesta, avställt sedan 1974.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	SFR	9
1.2.1	Silo	10
1.2.2	Bergssal för medelaktivt avfall (1BMA)	11
1.2.3	Bergssalar för betongtankar (1-2BTF)	11
1.2.4	Bergssal för lågaktivt avfall (1BLA)	12
1.2.5	Bergssal för reaktortankar i utbyggt SFR (BRT)	14
1.2.6	Bergssalar för medelaktivt avfall i utbyggt SFR (XBMA)	14
1.2.7	Bergssalar för lågaktivt avfall i utbyggt SFR (XBLA)	14
1.3	Förutsättningar	14
1.3.1	Driftavfall	15
1.3.2	Rivningsavfall	15
1.4	Arbets- och granskningsprocess	16
1.4.1	Driftavfall	16
1.4.2	Rivningsavfall	17
1.5	Rapportstruktur	18
2	Kvalitetssäkring	19
2.1	Existerande avfall i SFR	19
2.1.1	Avfallshandbok – låg- och medelaktivt avfall	19
2.1.2	Typbeskrivningar	20
2.1.3	Avfallsrevisioner	20
2.1.4	Avfallsregister	21
2.1.5	Kvalitetssäkring av hanteringsgången	21
2.2	Kommande avfall till befintligt SFR samt till den planerade utbyggnaden av SFR	22
2.2.1	Avfallshandbok – låg- och medelaktivt avfall	22
2.2.2	Typbeskrivningar	22
2.2.3	Avfallsrevisioner	23
2.2.4	Avfallsregister	23
3	Avfallet i SFR – allmänt	25
3.1	Avfallstyper i SFR	25
3.2	Avfallsbehållare och behandlingsmetoder	27
4	Beskrivning av avfallet i Silo	29
4.1	Avfall i Silo	29
4.2	Mängd avfall i Silo	29
4.3	Radionuklidinventarium i Silo	30
4.4	Avfallets placering i Silo	30
5	Beskrivning av avfallet i BRT	31
5.1	Avfall i BRT	31
5.2	Mängd avfall i BRT	31
5.3	Radionuklidinventarium i BRT	31
6	Beskrivning av avfallet i BMA	33
6.1	Avfall i BMA	33
6.2	Mängd avfall i BMA	33
6.3	Radionuklidinventarium i BMA	33
6.4	Avfallets placering i 1BMA	33
7	Beskrivning av avfallet i BTF	37
7.1	Avfall i BTF	37
7.2	Mängd avfall i BTF	37
7.3	Radionuklidinventarium i BTF	38

8	Beskrivning av avfallet i BLA	39
8.1	Avfall i BLA	39
8.2	Mängd avfall i BLA	39
8.3	Radionuklidinventarium i BLA	40
9	Osäkerheter	41
	Referenser	43
Bilaga A	Antal avfallskollin	45
Bilaga B	Deponeringsvolym av avfall	59
Bilaga C	Material i avfallet	63
Bilaga D	Radionuklidinventarium	69
Bilaga E	Beskrivning av avfallstyper	93

1 Inledning

1.1 Bakgrund

SFR har varit i drift sedan 1988. När myndigheterna gav sitt tillstånd till drift av SFR krävde de att säkerhetsredovisningen för förvaret ska uppdateras minst var 10:e år. En preliminär säkerhetsredovisning upprättades under 1983 och säkerhetsredovisningen för driftsättning blev klar 1987. En uppdatering av denna publicerades under 1991.

1997 initierades projekt SAFE för att göra en genomgående uppdatering av säkerhetsredovisningen. En detaljerad prognos av avfallet i SFR, inklusive material- och radionuklidinnehåll, togs fram med syftet att användas som underlag för utsläpps- och dosberäkningar (Riggare och Johansson 2001). En förnyad säkerhetsredovisning för SFR anmäldes till myndigheterna i juni 2001.

Inför att en uppdaterad säkerhetsredovisning för SFR anmäldes till myndigheten 2008, SAR-08, togs en uppdatering av det tidigare referensinventariet för avfall fram (Almkvist och Gordon 2007).

Föreliggande rapport är en uppdatering av referensinventariet för avfall 2007. Två stora skillnader är att i den här rapporten ingår även information kring rivningsavfall samt den planerade utbyggnaden av SFR. Rapporten utgör underlag för PSU, SKB:s projekt för utbyggnaden av SFR, och innehåller en bästa uppskattning av det avfall som planeras att deponeras i SFR, inklusive osäkerheter.

Även om rapporten innehåller exakta siffror bör det hållas i åtanke att det endast är en prognos. Gjorda antaganden kan ibland vara mycket förenklade på grund av de osäkerheter som föreligger, då det till stor del handlar om framtida avfall.

Syftet med rapporten är att beskriva det avfall och de avfallskollin som förväntas finnas deponerade i SFR vid förslutning av anläggningen år 2075. Det presenterade avfallsinventariet ska kunna användas som underlag för bland annat dimensioneringen av SFR samt spridnings- och dosberäkningar.

Data för driftavfall behandlas i rapport- och prognosverktyget Triumf NG. Migrering av data från databasen Triumf på SFR till Triumf NG sker en gång per år, med brytpunkt vid årsskiftet. Den här rapporten utgår från årsskiftet 2012/2013, dvs allt avfall som deponeras efter 2012-12-31 betraktas som prognostiserat.

För rivningsavfall gäller att de uppgifter som anges endast är en uppskattning av vad rivningsavfallet kan komma att innehålla och i vilka mängder. Prognoserna för rivningsavfall blir mer och mer detaljerade ju närmre i tiden den faktiska rivningen ska ske.

1.2 SFR

SFR är beläget i Forsmark i nordöstra Uppland, nära Forsmarks kärnkraftverk. Förvaringsutrymmena för avfallet är placerade i berggrunden, cirka 60 m under havsbotten och 1 km utanför kusten. Underjordsdelarna av förvaret nås idag genom två tunnlar.

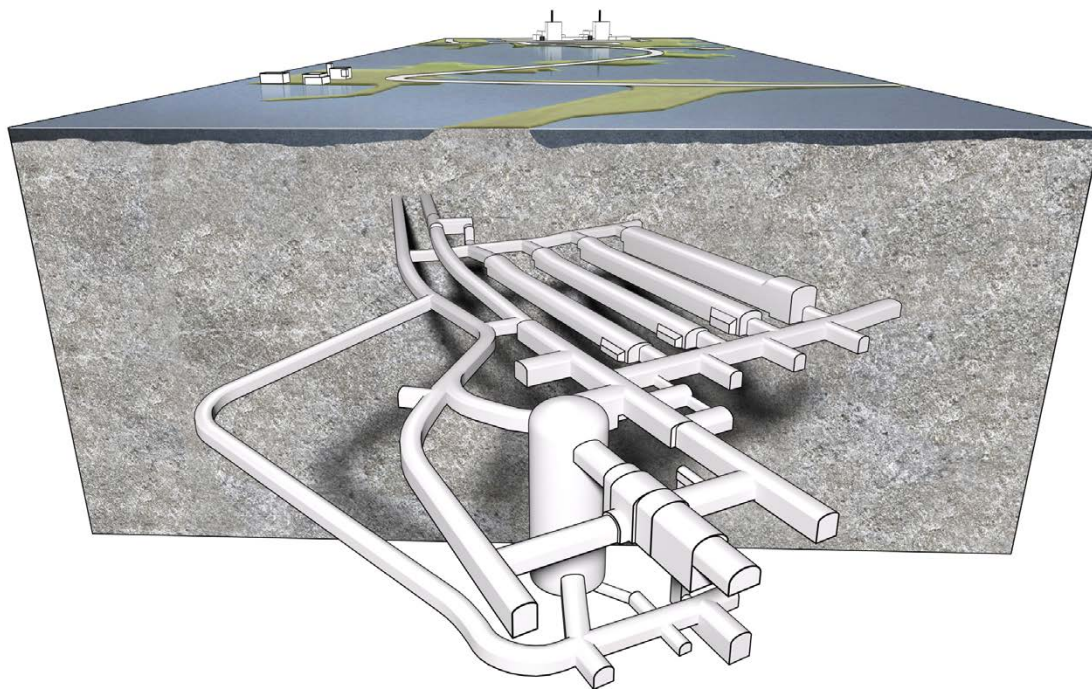
Befintligt SFR är utformat för slutlig förvaring av låg- och medelaktivt driftavfall från de svenska kärnkraftverken och Clab samt SNAB och Svafo.

Dagens anläggning är licensierad för att innehålla en radioaktivitet om totalt 10^{16} Bq. Förvaringsvolymen för avfall i de existerande delarna av anläggningen är totalt ca 60 000 m³ och av dessa är knappt 35 000 m³ utnyttjade 2012-12-31.

SFR är idag indelat i fyra typer av bergssalar:

- Silo.
- Bergssal för medelaktivt avfall (1BMA).
- Bergssalar för betongtankar (1-2BTF).
- Bergssal för lågaktivt avfall (1BLA).

Bergssalarna är sammanlänkade via ett system av tunnlar. I figur 1-1 visas utformningen av befintligt SFR.



Figur 1-1. Befintligt SFR.

För att SFR ska klara av att ta emot allt drift- och rivningsavfall som förväntas uppkomma planeras en utbyggnad av SFR. Detaljerna vad gäller utformning och omfattning av utbyggnaden är ännu inte fastställda, men följande typer av bergssalar är planerade att uppföras:

- Bergssal för reaktortankar (BRT).
- Bergssalar för medelaktivt avfall (BMA).
- Bergssalar för lågaktivt avfall (BLA).

1.2.1 Silo

Silo består av en cylindrisk betongkonstruktion med vertikala schakt i olika storlekar. Schakten är avgränsade med betongväggar. De största schakten är fyrkantiga med sidan 2,5 m. Silo är ca 70 m hög, varav ca 50 m är avsett för avfall. Silo har en diameter på ca 30 m. Ytterväggarna är gjorda av armerad betong och har en tjocklek på ca 0,8 m. Mellan ytterväggarna och det omgärdande berget finns en spalt på ca 1,2 m som är återfylld med bentonit. Det 1 m tjocka armerade betonggolvet i botten av Silo är placerad på en bädd av en blandning av sand och bentonit. Ovanför Silo, i taket på berggrummet, finns en tunnelduk uppspänd. Detta för att hindra inläckage av bergdränage i schakten. Tunnelduken kommer att tas bort inför förslutning av SFR.

I Silo deponeras medelaktivt avfall från kärnkraftverken, Clab, SNAB och Svafo. Avfallet består mestadels av jonbytarmassa ingjuten i en cement- eller bitumenmatris, men betongkringgjutna sopor och skrot förekommer också. Avfallsbehållarna är betong- och plåtkokiller samt plåtfat på fatbricka.

Avfallsbehållarna placeras i schakten med normalt fyra kokiller eller 16 fat placerade på fyra fatbrickor åt gången. Efter några deponerade nivåer återfylls tomrummet mellan avfallsbehållarna med porös betong. Schakten är försedda med betonglock vilka tillfälligt kan lyftas bort vid deponering.

Silo är utformad för att ta hand om huvuddelen av den totala aktiviteten i SFR och den har därmed de mest omfattande barriärerna i förvaret. Barriärerna ska säkerställa att transporten av radionuklider kommer vara långsam efter förslutning av förvaret.

All avfallshantering i Silo sker med fjärrmanövrerad styr- och övervakningsutrustning.

Figur 1-2 visar en principskiss av Silo.



Figur 1-2. Principskiss av Silo.

1.2.2 Bergssal för medelaktivt avfall (1BMA)

Bergssalen är ca 160 m lång, 19,5 m bred samt har en höjd på 16,5 m. Betongkonstruktionen i bergssalen består av 13 stora förvarsfack och 2 små förvarsfack. Facken är byggda som stora rektangulära rum med väggar av betong. De stora facken har en volym på $9,9 \times 14,8 \times 7,3$ m och de mindre facken har en volym på $5,0 \times 7,2 \times 7,3$ m. I taket på bergssalen finns en tunnelduk uppspänd. Detta för att hindra inläckage av bergdränage i facken. Tunnelduken kommer att tas bort inför förslutning av SFR.

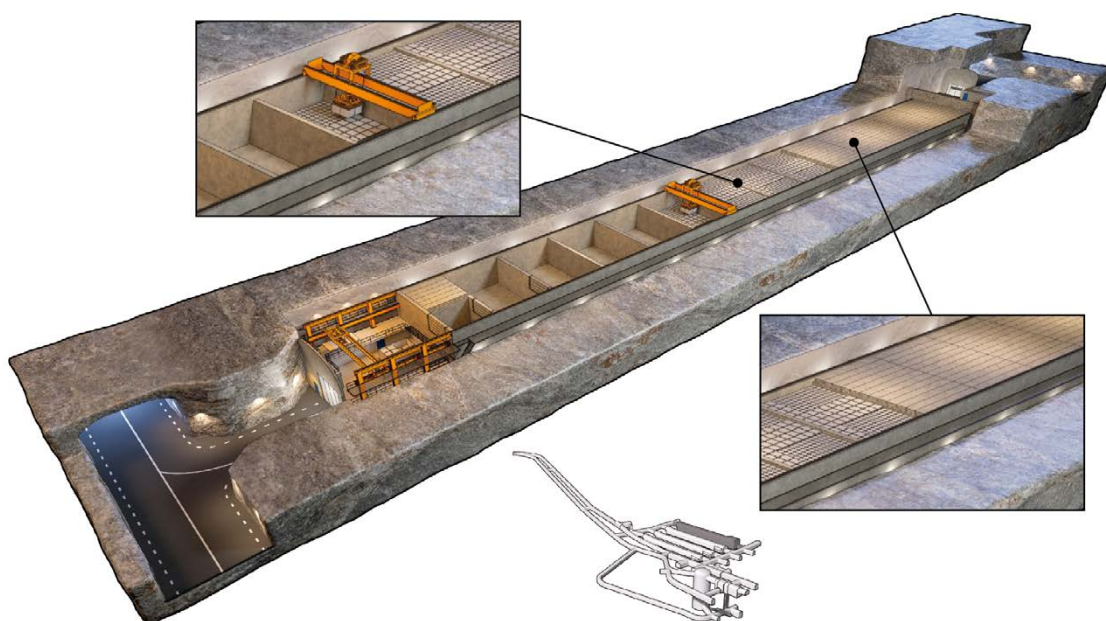
I 1BMA deponeras medelaktivt avfall från kärnkraftverken, Clab, SNAB och Svafo. Avfallet består av cement- eller bitumeninjuten jonbytarmassa, slam och indunstarkoncentrat samt betongkringgjutna sopor och skrot. Avfallsbehållarna är betong- och plåtkokiller samt plåtfat på fatbricka eller i fatlåda.

Avfallet staplas på betonggolvet på ett sätt som gör att betongkokillerna kan utgöra stöd åt betonglock. När ett fack fyllts med avfall placeras det prefabricerade betonglocket ovanpå. Efter att locket lagts på plats gjuts även ett lager med betong ovanpå locket. Möjligheten att kringgjuta tomrummet mellan avfallskollina i ett fack finns också.

Figur 1-3 visar en principskiss av 1BMA.

1.2.3 Bergssalar för betongtankar (1-2BTF)

Det finns två bergssalar för betongtankar, 1BTF och 2BTF, vilka är lika i utformningen. Bergssalarna är ca 160 m långa, 15 m breda samt har en höjd på 9,5 m.



Figur 1-3. Principskiss av IBMA.

I 1-2BTF deponeras medelaktivt avfall från kärnkraftverken, Clab, SNAB och Svafo. Avfallet består till största delen av avvattnad jonbytmassa i betongtankar. I 1BTF finns förutom betongtankar även plåtfat innehållande aska samt betongkokiller innehållande cementingjuten jonbytmassa deponerade. I 1-2BTF deponeras också en del udda avfall, t ex ett reaktortanklock.

Betongtankarna, med en volym på ca 10 m³ vardera, är placerade fyra bredvid varandra i bredd och staplade två ovanpå varandra i höjd med mellanlägg av stål för att underlätta hanteringen. Ett betonglock för skydd mot strålning placeras ovanpå betongtankarna allteftersom staplingen är klar.

Plåtfaten med aska i 1BTF placeras liggande i förvarets längdriktning och betongkokiller placeras tvärs över bergssalen som stöd. Betongtankar är placerade längs med bergväggarna och fungerar som stabiliserande väggar för askfaten. För att ytterligare stabilisera faten så betongkringgjuts de efterhand.

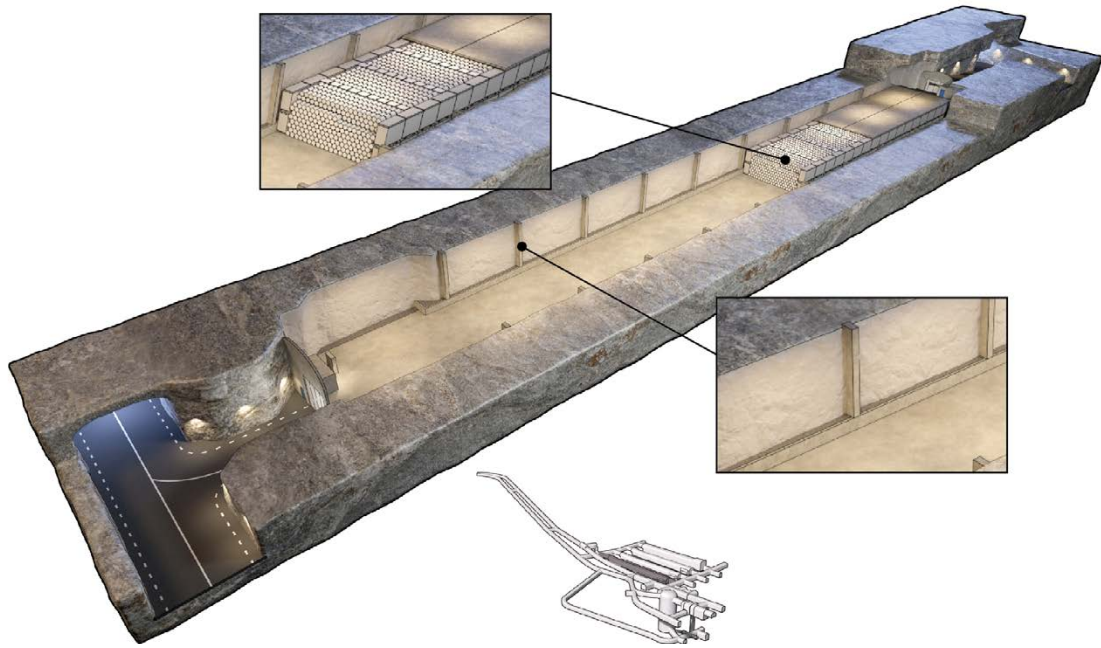
Figur 1-4 visar en principskiss av 1BTF och figur 1-5 visar en principskiss av 2BTF.

1.2.4 Bergssal för lågaktivt avfall (1BLA)

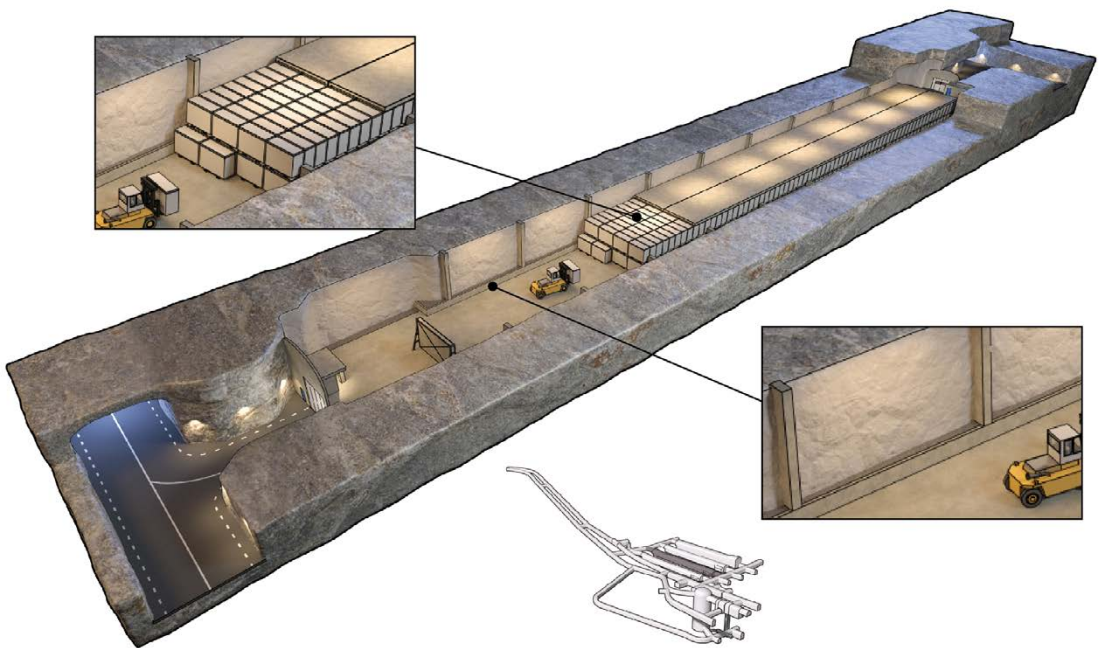
Bergssalen är ca 160 m lång, 15 m bred samt har en höjd på 13 m. Bergssalen har en enkel konstruktion med ett betonggolv på vilket containrar placeras. Sedan förvaret tagits i drift har ett tak placerats över avfallet för att minimera fukt från bergdränaget på containrarna. Taket kommer att tas bort inför förslutning av förvaret.

I 1BLA deponeras lågaktivt avfall från kärnkraftverken, Clab, SNAB och Svafo. Det avfall som deponeras i 1BLA består huvudsakligen av lågaktivt avfall i form av sopor och skrot placerade i ISO-containrar. En del av avfallet i containrarna är även placerade inuti innerbehållare såsom plåtfat och sopbalar. Containrarna är placerade två bredvid varandra i bredd och staplade tre fullhöjdscontainrar eller sex halvhöjdscontainrar ovanpå varandra i höjd.

Figur 1-6 visar en principskiss av 1BLA.



Figur 1-4. Principskiss av 1BTF.



Figur 1-5. Principskiss av 2BTF.



Figur 1-6. Principskiss av IBLA.

1.2.5 Bergssal för reaktortankar i utbyggt SFR (BRT)

En bergssal för reaktortankar är planerad att byggas vid utbyggnaden av SFR. I denna är det tänkt att hela BWR-tankar ska kunna slutförvaras.

1.2.6 Bergssalar för medelaktivt avfall i utbyggt SFR (XBMA)

En eller flera bergssalar liknande den existerande 1BMA är planerade att byggas vid utbyggnaden av SFR. Bergssalarna kommer i den här rapporten att benämnas XBMA.

Medelaktivt avfall mestadels i form av sopor och skrot, betong och sand i betong- och plåtkokiller eller fyrkokiller är tänkta att deponeras här.

1.2.7 Bergssalar för lågaktivt avfall i utbyggt SFR (XBLA)

Ett antal bergssalar liknande det existerande 1BLA är planerade att byggas vid utbyggnaden av SFR. Bergssalarna kommer i den här rapporten att benämnas XBLA.

Liknande avfall som idag deponeras i 1BLA är tänkt att deponeras här, dvs mestadels lågaktivt avfall i form av sopor och skrot placerade i ISO-containrar. Även avfall i form av sand, jord, grus, asfalt och betong är tänkt att deponeras här.

1.3 Förutsättningar

Avfallsinventariet som anges i rapporten är beräknat för låg- och medelaktivt SFR-avfall som förväntas uppkomma från drift och rivning av de svenska kärntekniska anläggningarna.

För de verksamma kärnkraftverken förväntas reaktorerna på FKA och OKG, samt reaktor R3 och R4 på RAB ha en drifttid på 60 år medan reaktorerna R1 och R2 på RAB förväntas drivas i 50 år. För BKAB där avställning redan har skett beräknas, i föreliggande rapport, servicedrift fortlöpa till år 2020 innan rivning tar vid. Anläggningarna Clab/Clink, där kärnbränsle omhändertas innan slutdeponering, antas vara i drift till år 2070. Verksamheten på SNAB och Svafo antas pågå till år 2040 respektive 2045. Avfallet från SNAB och Svafo inkluderar avfall från industrier, forskning och sjukvård. Driftavfall från Ågesta omhändertas via SNAB och Svafo. Rivningsavfall från Ågesta presenteras fristående. Avfall från Ranstad omhändertas via Svafo. Eventuellt avfall från den planerade kärntekniska anläggningen ESS (European Spallation Source) ingår inte i föreliggande rapport.

För driftavfall finns redan deponerat avfall i SFR men även en prognos för framtida avfall. Bestämningen av inventariet baseras på kunskaper och erfarenheter om befintligt avfall kompletterat med prognosunderlag från respektive avfallsleverantör. Inventariet för rivningsavfall har uppskattats utifrån rivningsstudier och prognosunderlag för de olika anläggningarna. I dessa underlag kvantifieras avfall från inventeringar och anläggningsritningar. En mindre mängd sekundäravfall antas också uppkomma under rivningen, likt det sekundäravfall som uppkommer under normal drift. I prognosunderlagen för rivningsavfall från SNAB och Svafo saknas uppgifter om aktivitetsinnehåll, vilket även gäller för denna rapport.

1.3.1 Driftavfall

Befintligt avfall i SFR

Redan deponerat avfall antas inte omplaceras.

Prognostiserat avfall till SFR

Prognostiserat avfall antas deponeras i den förvarsdelen som typbeskrivningen för avfallet anger. Driftavfall i utbyggnaden antas fördelas på samma sätt som i det befintliga SFR, dvs avfall som idag går till 1BMA respektive 1BLA kommer att gå till motsvarande förvarsdelen i utbyggnaden. Fördelningen av avfall mellan befintligt och utbyggt SFR är dock inte fastställt ännu.

Avfallet kommer att placeras i de förvarsdelen som bäst lämpar sig utifrån analys av den långsiktiga säkerheten.

Fördelning SFR/SFL

Det driftavfall som förväntas omhändertas i SFL består till största del av utbytta interndelar med hög aktivitet och stor andel långlivade nuklider.

Markförvar och friklassning

De typer av avfall som idag omhändertas i markförvar eller friklassas, antas även göra det fortsättningsvis.

Clabkassetter

Baserat på analyser och strykprovtagningar bedöms bränslekassetterna som används i Clab kunna friklassas. Dessa ingår därmed inte i inventariet i denna rapport.

Packningsgrad

Packningsgraden i driftavfallet är välkänd och bygger på lång erfarenhet inom avfallshantering. I prognoserna för framtida driftavfall har dagens packningsgrader antagits då optimeringar är gjorda i flera omgångar.

1.3.2 Rivningsavfall

Fördelning SFR/SFL

Från rivningsstudier framgår att det rivningsavfall som förväntas omhändertas i SFL är långlivat hårdnära avfall (< 1 m från hårdnen) som t ex hårdgaller och hårdinstrumentering. BWR-tankar antas deponeras i SFR medan PWR-tankar antas placeras i SFL. Ett undantag är att alla system från rivning som innehåller > 10¹⁰ Bq C-14 avses deponeras i SFL. Från underlag för rivningsavfall framgår att innehållet av C-14 kommer vara högt i några enstaka system. Det avfallet skulle med en liten volym tillföra hög aktivitet till SFR. På grund av det, samt att C-14 i tidigare säkerhetsanalys visats vara en riskdominerande nuklid i SFR, planeras därför detta avfall att deponeras i SFL.

Hela reaktortankar

Som förutsättning för denna rapport har antagits att hela reaktortankar ska deponeras, dvs de ska inte segmenteras vid rivning.

Fördelning i förvarsdelar

För rivningsavfallet planeras system som bedöms innehålla en specifik aktivitet understigande 10^6 Bq/kg och som inte kräver någon särskild strålskärning att deponeras i BLA. System med högre specifikt aktivitetsinnehåll planeras att deponeras i BMA. BWR-reaktortankar deponeras i BRT. Jonbytarmassa från systemdekontaminering inför rivning går till Silo. Fördelningen av avfall mellan befintligt och utbyggt SFR är inte fastställd ännu.

Avfall kommer att placeras i de förvarsdelar som bäst lämpar sig utifrån analys av den långsiktiga säkerheten.

Mellanlagring

I denna rapport behandlas inte en eventuell mellanlagring av långlivat låg- och medelaktivt rivningsavfall i det utbyggda SFR.

Packningsgrad

Packningsgraderna som används i rivningsstudierna för att uppskatta mängden rivningsavfall är $1,5 \text{ ton/m}^3$ för betong och $1,1 \text{ ton/m}^3$ för skrotavfall, vilket är hämtat från nationella och internationella studier och utförda projekt. Även begränsningen i totalvikt för respektive avfallsbehållare avgör hur mycket avfall som kan inrymmas i ett avfallskolli.

Systemdekontaminering

Systemdekontaminering är gjord på ytor för ett antal system givna enligt rivningsstudierna. Dekontamineringsfaktorn är ansatt till 10, dvs aktiviteten på komponenterna reduceras med 90 % efter systemdekontaminering och aktiviteten flyttas istället till jonbytarmassor.

Markförvar och friklassning

I kärnkraftverkens avvecklingsplaner ingår markförvaring av mycket lågaktivt och kortlivat rivningsavfall som ett alternativ till slutförvaring i SFR. I den aktuella framtagningen av avfallsinventariet vid förslutning av SFR är det planerat att allt material från rivning som inte friklassas ska deponeras i SFR.

1.4 Arbets- och granskningsprocess

1.4.1 Driftavfall

Med varje deponerat kolli följer en avfallsdatafil från avfallsleverantören med uppgifter om kollit enligt SSM:s krav på registrering av radioaktivt avfall. Denna fil överför information till databasen Triumph på SFR. Från Triumph migreras årligen data om deponerade kollin till rapport- och prognosverktyget Triumph NG.

För materialberäkningar kompletteras Triumph NG med information från typbeskrivningar om materialinnehållet i olika avfallstyper. För aktivitetsberäkningar kompletteras Triumph NG med icke kollibunden aktivitetsdata från mätningar och beräkningar utförda av avfallsleverantörerna och Studsvik ALARA Engineering. I Triumph NG finns också ytterligare beräkningsmetoder för bestämning av svårsmätbara nuklider och för sammanställning av nuklidinnehållet i SFR.

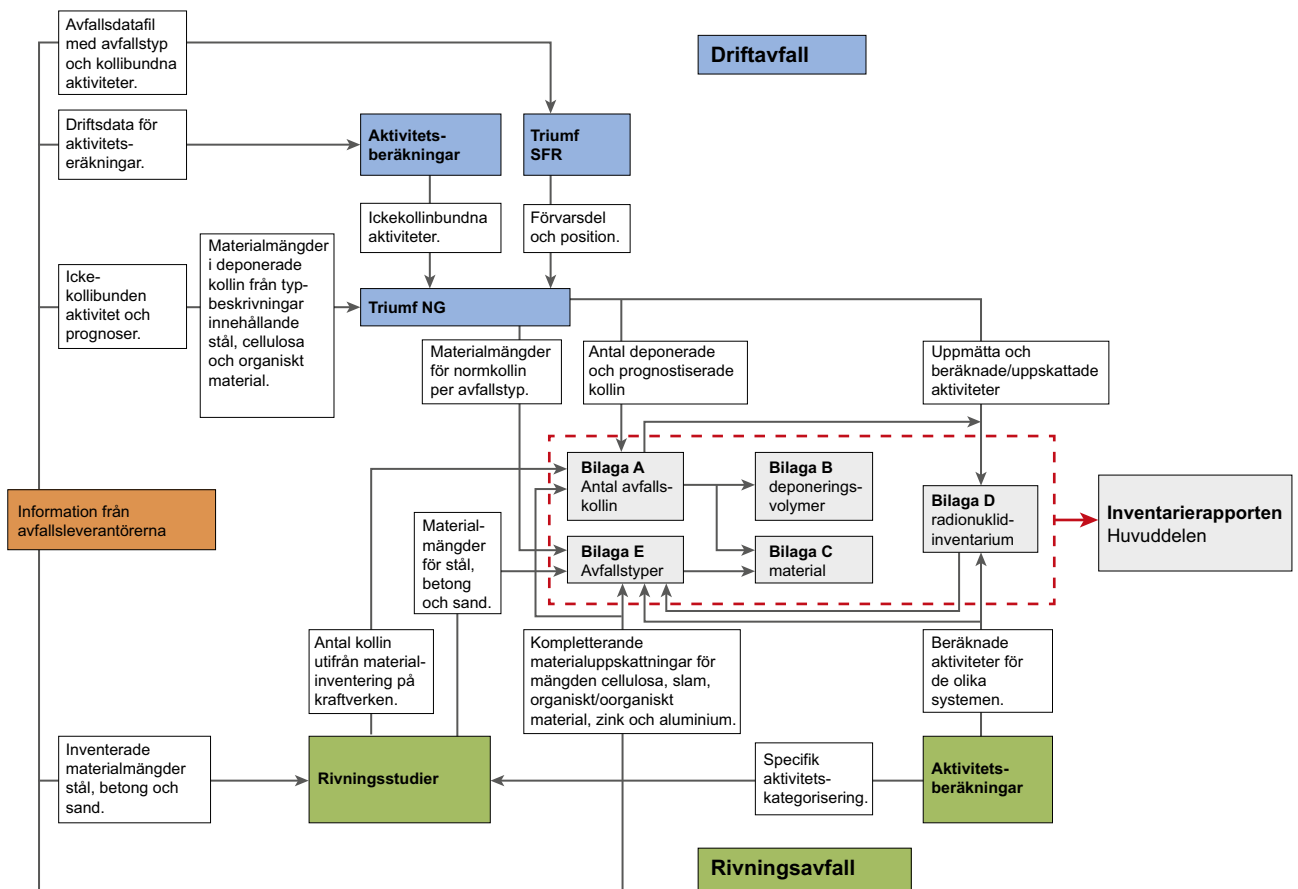
Antaganden om mellanlagrat och prognostiserat driftavfall har gjorts av respektive avfallsleverantör där uppgifter har lämnats om avfallstyp, emballagetyper, antal kollin och deponeringsår.

Inventariet för driftavfall har beräknats med hjälp av rapport- och prognosverktyget Triumph NG v1.0.1.3. Triumph NG är ett verifierat beräkningsprogram.

1.4.2 Rivningsavfall

Inventariet som beräknas uppkomma vid avvecklingen av kärnkraftverken bygger på genomförda rivningsstudier. Till grund för inventariet i studierna ligger kraftverkens inventeringar och aktivitetsberäkningar som dels återfinns i aktuella rivningsstudier och dels utförts av SKB. Aktivitetsberäkningarna har granskats av kraftverken och SKB, och slutresultat för reaktorerna (blocken) har jämförts med varandra för rimlighetsbedömning.

Data från inventeringar och aktivitetsberäkningar har sammanställts i Excel för att kunna infogas i rapporten enligt dess struktur. Dessa sammanställningar har granskats utifrån att data i angivna referenser har överförts på ett korrekt vis. Mängden avfall har jämförts på blocknivå och typ av behållare. Granskning av aktiviteten har skett block- och systemvis avseende systemets totala aktivitet. Fördelningen av aktiviteten per förvarsdelen har kontrollerats utifrån vilken behållartyp systemet är placerat i enligt rivningsstudierna.



Figur 1-7. Processbild som redovisar framtagande av inventarierapport.

1.5 Rapportstruktur

Rapporten är indelad i en huvuddel samt fem bilagor.

Huvuddelen utgörs av en beskrivning av existerande och planerade förvarsdelar, allmän information kring avfallet, avfallsbehållare och matriser samt en sammanfattning av allt avfall, både existerande och kommande, som är deponerat eller kommer att deponeras i SFR. Huvuddelen innehåller även information om kvalitetssäkring och osäkerheter.

Bilagorna utgörs av:

- Bilaga A – Antal avfallskollin.
- Bilaga B – Deponeringsvolym avfall.
- Bilaga C – Material i avfallet.
- Bilaga D – Radionuklidinventarium.
- Bilaga E – Beskrivning av avfallstyper.

Bilaga A–D beskriver beräkningar av inventariet i SFR. Bilaga E beskriver varje avfallstyp samt medelvärden för material- samt radionuklidinnehåll i respektive avfallstyp. Materialinnehållet är ett uppskattat genomsnitt och radionuklidinnehållet är ett beräknat medelvärde vid förslutning av SFR, statusdatum 2075-12-31.

2 Kvalitetssäkring

I det här kapitlet redovisas hur det säkerställs att rätt avfall hamnar i rätt emballage och i rätt förvaringsdel.

En detaljerad dokumentation av avfallet fyller följande syften:

- Den ska utgöra underlag för säkerhetsmässiga bedömningar av avfallets lämplighet för slutförvaring, dvs utgöra en tillräckligt detaljerad beskrivning av avfallet för att ligga till grund för framtida bedömningar avseende slutförvarets säkerhet.
- Den ska utgöra ett stöd för uppföljning eller granskning av verksamheten vid slutförvaret och ligga till grund för t ex beslut om transporter och annan planerad verksamhet.
- Den ska ge stöd för beslut om åtgärder i samband med oplanerade händelser.
- Den ställer krav på avfallsleverantörerna.

De kärntekniska anläggningarna som genererar avfall ansvarar för tillverkning och mellanlagring av det avfall som uppstår. SKB ansvarar för transport, deponering och slutförvaring av avfallet som uppkommit. Avfallsleverantören, det vill säga den kärntekniska anläggning där avfallet uppkommit, har dock alltid det övergripande ansvaret för sitt producerade avfall.

2.1 Existerande avfall i SFR

De verktyg som används för att säkerställa att rätt avfall har hamnat i rätt emballage och sedan i rätt förvaringsdel i SFR är Avfallshandboken för låg- och medelaktivt avfall, typbeskrivningar för respektive avfallstyp, avfallsrevisioner samt avfallsregister. Verktygen presenteras närmare i avsnitt 2.1.1–2.1.4. I avsnitt 2.1.5 ges en schematisk redovisning av hanteringsgången, från uppkomst av avfall till deponering av avfallskolli, med avseende på kvalitetssäkring.

2.1.1 Avfallshandbok – låg- och medelaktivt avfall

Avfallshandboken är ett styrande dokument för den administrativa hanteringen av låg- och medelaktivt avfall som är avsett för slutförvaring.

Avfallshandboken ger anvisningar om vilken information och annat underlag som en typbeskrivning ska innehålla, samt redovisar de krav avfallet måste uppfylla.

Acceptanskriterier

I Avfallshandboken anges acceptanskriterier för avfall som ska uppfyllas av avfallskollin avsedda för deponering i SFR. Kriterierna tar hänsyn till krav på mekaniska, fysikaliska, radiologiska och kemiska egenskaper.

Avfallskoder

Ett system för registrering och rapportering av radioaktivt avfall arbetades fram under slutet av 1970-talet. Systemet bygger på att koder tagits fram så att avfallskollit enkelt ska kunna definieras.

Nya koder har tillkommit till systemet och en anpassning har skett till dagens förhållanden. Koderna gäller för SFR, men kan även komma att gälla för markförvar samt framtida rivningsförvar för både långlivat och kortlivat låg- och medelaktivt avfall. I nuläget är gränssnittet mellan avfallsleverantörer och SKB med gemensamma koder väl etablerat via SFR. Koderna ges i Avfallshandboken.

Detaljerade koder finns för följande:

- Inneslutnings- och emballagetyper (t ex 612, Halvhöjdscontainer).
- Avfallskategori (t ex 310, Indunstarkoncentrat PWR).
- Behandlingsform (t ex 70, Betongkringgjutning).
- Avfallstyp (t ex 12, Container med sopor och skrot för deponering i IBLA).

2.1.2 Typbeskrivningar

Varje avfallstyp som deponerats i SFR ska, innan deponeringen påbörjats, inneha en godkänd typbeskrivning som beskriver hela hanteringskedjan från tillverkning till slutförvaring av avfallet. Typbeskrivningar har använts sedan slutet av 1980-talet med syfte att dokumentera avfallet som deponeras i SFR. Typbeskrivningar ingår även som en del i säkerhetsredovisningen både för SFR och för respektive kärnteknisk anläggning.

I typbeskrivningen ges förutom en översiktlig redovisning av avfallets hela hanteringskedja även en detaljerad redovisning av avfallstypens egenskaper och karaktäristika, inklusive ingående avfallskategorier, emballagetyper, behandlingsformer, etc. Dessutom visas hur avfallet uppfyller ställda krav under hela hanteringskedjan genom redovisning av tillverkningsdata, resultat av undersökningar och beräkningar samt kontrollåtgärder.

För att kunna identifiera vilka krav som är av särskild betydelse för respektive avfallstyp är det lämpligt att se till funktionen hos avfallskollit i varje steg av hanteringskedjan, inklusive slutförvaringen. En sådan analys leder fram till vilka krav, ställda utifrån det system vari kollit ingår, som är av störst betydelse. Ställda krav utgör ett viktigt underlag för den totala bedömningen av avfallstypens lämplighet samt för sättande av gränsvärden.

En beskrivning av kontrollåtgärder ska anges för avfallsbehållare, avfallsform och avfallskolli. För avfallsbehållare gäller att avfallsleverantören måste förvissa sig om att tillverkaren har ett tillräckligt program för kvalitetskontroll. Kontroll av avfallsformen görs främst genom att avfallsleverantören övervakar tillverkningen där tillverkningsprocessen omfattar både tekniska och administrativa rutiner som inverkar på avfallsformens egenskaper. För avfallskolli gäller att avfallsleverantören ska genomföra efterkontroll av det färdiga kollit med avseende på bestämning av nuklidinnehåll och dosrater.

Granskning och redovisning av typbeskrivningar för slutförvar

Framtagning och granskning av typbeskrivningar är en iterativ process mellan avfallsleverantören och SKB. Den säkerhetsgranskning som avfallsleverantörerna genomför fokuserar på tillverkning och den fortsatta hanteringen fram till transport till slutförvaret. SKB:s säkerhetsgranskning inriktas främst på säkerheten vid transport och deponering samt på den långsiktiga säkerheten för slutförvaret. Innan avfallskollin tillhörande en specifik avfallstyp får deponeras ska SSM godkänna typbeskrivningen och lämna medgivande till SKB att transport och deponering är tillåten.

2.1.3 Avfallsrevisioner

SKB utför kvalitetsrevisioner med avseende på avfallshantering hos de kärntekniska anläggningarna enligt en kontinuerlig 4-årsplanering, dvs respektive anläggning får ett revisionsbesök vart fjärde år.

Varje kärnteknisk anläggning ska ha rutiner och instruktioner för sortering och placering av avfall. Det är väl definierat vilken typ av avfall som ska placeras i respektive typ av emballage. För ingjutningsbehandlingar finns gjutrecept som ska följas.

Revisionerna syftar till att bedöma om gällande typbeskrivningar samt avfallsleverantörens egna rutiner och instruktioner för avfallshantering följs och att leverantören har ordning på sin styrning, ledning och dokumentation av avfallsprocessen, inklusive rutiner för säkerhetsgranskning.

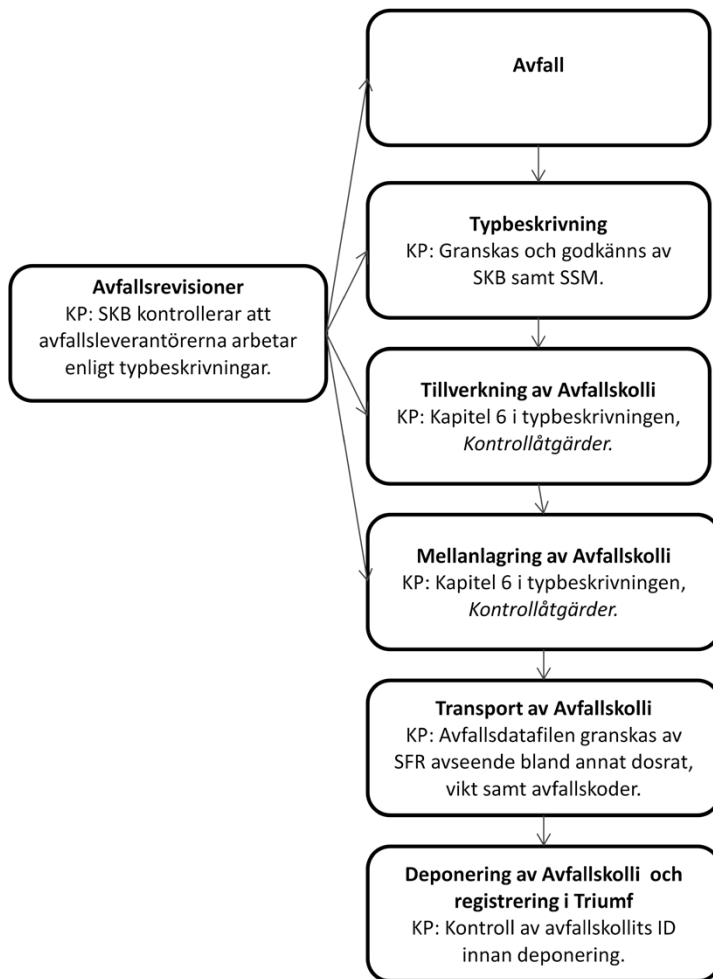
2.1.4 Avfallsregister

Allt behandlat kärnavfall som förvaras vid kärnkraftverken, Clab, SNAB och Svafo ska i enlighet med gällande krav från Strålsäkerhetsmyndigheten finnas registrerat i ett avfallsregister. Varje kolla registreras individuellt på respektive kärnteknisk anläggning och innefattar uppgifter om allmänna egenskaper, märkning, kollityp, tillverkningsdatum, uppmätt ytdosrat och nuklidinnehåll uppmätt med avseende på gamma och där alfa och beta uppskattas och räknas fram. I vissa fall genomförs mätningar av alfa och beta kopplade till avfallsströmmar, som därefter kan kopplas till specifika avfallstyper. Svårmätbara nuklider beräknas antingen separat utifrån korrelation mot s.k. nyckelnuklider (Co-60, Cs-137, Pu-239/240), alternativt med provtagning i avfallsströmmar för senare fördelning på förvarsnivå. Vidare ska registret ange platsen där kollit är förvarat.

Inför transport till SFR tas en avfallsdatafil fram. Denna innehåller avfallsdata för varje enskilt kolla i transporten. Informationen om de enskilda kollina läggs in i SKB:s avfallsdatabas tillsammans med placering i förvaret. Databasen används för att ta fram rapporter och information om det i SFR deponerade avfallet.

2.1.5 Kvalitetssäkring av hanteringsgången

I figur 2-1 ges en schematisk bild av hanteringsgången av avfall, från uppkomst till deponering. Även kontrollpunkter (KP) anges för de olika stegen.



Figur 2-1. Schematisk bild av kvalitetssäkring för hanteringsgången av avfall, från uppkomst till deponering. (KP = Kontrollpunkt.)

Avfall

Vid uppkomst av en avfallstyp som behöver deponeras måste leverantören ta fram en typbeskrivning. Detta görs med hjälp av avfallshandboken och dess avfallskoder för emballagetyp, avfall och behandling.

Typbeskrivning

En godkänd typbeskrivning innebär att avfallstypen, dess tillverkning, dess hantering i alla steg och dess kontrollåtgärder är beskrivna, kontrollerade och godkända.

Tillverkning av Avfallskolli

Tillverkning sker enligt det tillvägagångssätt som angetts i typbeskrivningen. Typbeskrivningen kan även ha brutits ner i instruktioner för t ex ingjutningsrecept eller sortering av avfall avseende dosrat.

Mellanlagring av Avfallskolli

Mellanlagring sker enligt det tillvägagångssätt som angetts i typbeskrivningen. Typbeskrivningen kan även ha brutits ner i instruktioner för t ex transport till mellanlagring.

Transport av Avfallskolli

Inför transport av avfallskollit tas ett transportmeddelande (TRAM) samt en avfallsdatafil fram. TRAM och avfallsdatafil granskas så att acceptanskriterier innehålls och att de angivna koderna är godkända för deponering.

Deponering av Avfallskolli och registrering i Triumf

Då avfallskollit lyfts ur sin transportbehållare i SFR kontrolleras dess ID-nr så att det överensstämmer med det nummer som angetts i TRAM och i den avfallsdatafil som skickats med. Efter deponering anges avfallskollits exakta deponeringsposition i databasen Triumf. Även informationen i avfallsdatafilen införs i Triumf.

Avfallsrevisioner

SKB reviderar regelbundet avfallsleverantörerna med avseende på dess avfallshantering i alla led.

2.2 Kommande avfall till befintligt SFR samt till den planerade utbyggnaden av SFR

De verktyg som används för att säkerställa att rätt avfall kommer att hamna i rätt emballage och i rätt förvaringsdel i befintligt SFR samt i den planerade utbyggnaden av SFR är samma som används idag, dvs Avfallshandboken för låg- och medelaktivt avfall, typbeskrivningar för respektive avfallstyp, avfallsrevisioner samt avfallsregister.

2.2.1 Avfallshandbok – låg- och medelaktivt avfall

Avfallshandboken inklusive acceptanskriterier och avfallskoder kommer att fortsätta gälla. Dokumentet uppdateras efter hand och kommer vid behov att utökas med nya avfallskoder för utbyggnaden av SFR. Arbetet med att ta fram acceptanskriterier för avfall till utbyggnaden av SFR pågår.

2.2.2 Typbeskrivningar

Befintliga typbeskrivningar kommer att användas där så är möjligt och nya typbeskrivningar kommer att tas fram för nya avfallstyper.

2.2.3 Avfallsrevisioner

Avfallsrevisioner planeras även fortsättningsvis att genomföras vart fjärde år.

2.2.4 Avfallsregister

Avfallsregister kommer även fortsättningsvis att användas av de kärntekniska anläggningarna och SKB. Datorprogrammet kan komma att göras om men samma avfallsdata kommer att registreras och redan befintlig data kommer att bevaras.

3 Avfallet i SFR – allmänt

3.1 Avfallstyper i SFR

Det första svenska kommersiella kärnkraftverket (Oskarshamn 1) har varit i drift sedan tidigt 1970-tal. Innan reaktor O1 togs i bruk uppstod radioaktivt avfall från forskning samt från de första forskningsreaktorerna. Det svenska systemet för slutgiltig deponering av avfall var inte framtaget vid kärnkraftverkens driftsättning och som en konsekvens av detta har de olika verken använt olika behandlingsmetoder och även olika emballage till avfallet, trots att avfallet har liknande egenskaper. För att få en systematisk klassificering av avfallshanteringen har olika avfallstyper definierats och ett kodsysteem för dessa typer har tagits fram. Systemet används vid bland annat dataöverföring mellan kärnkraftverken och SFR.

Kodsysteemet består av en bokstav som anger vilken kärnteknisk anläggning som tillverkar avfallstypen, samt två siffror som ger information om vilket slags avfall det handlar om, vilken behandlingsmetod som används, vilken typ av emballage avfallet är placerat i och i vilken del av SFR avfallet ska deponeras. Ett tilläggsnummer (tillagt efter ”:”) kan användas för att ge information om egenskaper som skiljer avfallet från annat avfall av samma typ. Betydelsen av tilläggsnumret definieras för varje avfallstyp, t ex för B.05:2 betyder ”:2” att det är defekta fat som placerats i en fatlåda. Det enda tilläggsnumret som generellt betyder samma sak är ”:9” vilket betyder att avfallet är av en äldre typ. Med äldre typ avses här avfall som endast producerats innan 1988, det vill säga då SFR togs i drift.

Till exempel betyder kod R.01:9 att avfallstypen produceras av Ringhals, att det består av cementingjuten jonbytarmassa placerad i betongkokill, att avfallet är tänkt att deponeras i bergssal för medelaktivt avfall (1BMA) och att det är en äldre typ av avfall. I tabell 3-1 och tabell 3-2 ges förklaringar till de olika förkortningarna som används i kodsysteemet idag.

För varje avfallstyp ska det finnas en typbeskrivning. Detta dokument innehåller beskrivningar av avfallens ursprung, dess behandlingsprocess, eventuell mellanlagring, transport till och hantering i SFR samt slutförvaring i SFR. Dokumentet innehåller även definierade krav för varje avfallstyp gällande kemiska, fysiska, radiologiska och mekaniska egenskaper samt hur det visas att dessa krav uppfylls. Typbeskrivningar skrivs av avfallsleverantören och godkänns sedan först av SKB och sedan av SSM. Innan detta dokument är godkänt hos SSM får inget avfall av den aktuella typen deponeras i SFR.

För det rivningsavfall som är tänkt att deponeras i nuvarande SFR eller i den planerade utbyggnaden finns det i dagsläget inga fastställda avfallstyper. I denna rapport har det dock gjorts ett antagande om vilka avfallstyper som kommer att produceras vid rivning. Antagandet är baserat på rivningsstudier av kärnkraftverken, Clink och Ågesta samt prognosunderlag för rivningsavfall från SNAB och Svafö samt ett antal framtagna avfallsbeskrivningar för rivningsavfall. För merparten av rivningsavfallet går det att efterlikna det kodsysteem som idag finns för driftavfallet. Förutom de förkortningar som anges i tabell 3-1 används även Å för rivningsavfallet från Ågesta samt V för rivningsavfallet från Svafö. I tabell 3-3 ges förklaringar till de antagna förkortningarna som kommer att användas för rivningsavfallet. För att enkelt kunna särskilja på drift- och rivningsavfall har bokstaven D (D för Decommissioning) lagts till efter respektive antagen avfallstyp rörande rivningsavfall i föreliggande rapport.

För det rivningsavfall där liknande avfallstyper inte finns idag, så som avfallskollin innehållande sand eller asfalt samt hel BWR-tank, har nya benämningar på avfallstyperna antagits. I tabell 3-3 står A för ”Asphalt”, C för ”Concrete”, S för ”Sand”, 4K för fyrkokill samt BWR för BWR-tankar. Fyrkokill är den enda avfallsbehållaren som i dagsläget inte används.

Det poängteras att de avfallstyper som slutar på bokstaven ”:D”, det vill säga hela tabell 3-3, endast är antagna och används för att underlätta redovisningen av avfall i denna rapport.

Tabell 3-1. Förkortningar för kärntekniska anläggningar i kodsyste

Förkortning	Kärnteknisk anläggning
B	Barsebäck
C	Clab (i framtiden Clink)
F	Forsmark
O	Oskarshamn
R	Ringhals
S	Studsvik/Svafo

Tabell 3-2. Förkortningar för avfallstyper i kodsyste

Avfallstyp	Förvar	Avfall	Behållare	Behandling
01	1BMA	Jonbytarmassa	Betongkokill	Cementingjutning
02	Silo	Jonbytarmassa	Betongkokill	Cementingjutning
04	Silo	Jonbytarmassa	Plåtfat	Cementingjutning
05	1BMA	Jonbytarmassa	Plåtfat	Bitumeningjutning
06	Silo	Jonbytarmassa	Plåtfat	Bitumeningjutning
07	BTF	Lågaktiv Jonbytarmassa	Betongtank	Avvattning
10	1BMA	Slam	Betongkokill	Cementingjutning
11	Silo	Slam och jonbytarmassa	Plåtkokill	Cementingjutning
12	1BLA	Sopor och skrot	Container	–
13	BTF	Askfat	Plåtfat	Betongkringgjutning
14	1BLA	Sopor och skrot	Plåtfat i container	Betongkringgjutning
15	1BMA	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Cementingjutning
16	Silo	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Cementingjutning
17	1BMA	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Bitumeningjutning
18	Silo	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Bitumeningjutning
20	1BLA	Jonbytarmassa	Plåtfat i container	Bitumeningjutning
21	1BMA	Sopor och skrot	Plåtfat	Betongkringgjutning
23	1BMA	Sopor och skrot	Plåt-/Betongkokill	Betongkringgjutning
24	Silo	Sopor och skrot	Plåt-/Betongkokill	Betongkringgjutning
29	1BMA	Indunstarkoncentrat	Betongkokill	Cementingjutning
99	–	Udda avfall	–	–

Tabell 3-3. Förkortningar för antagna avfallstyper för rivningsavfall.

Avfallstyp	Förvar	Avfall	Behållare	Behandling
02:D	Silo	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Cementingjutning
12:D	XBLA	Sopor och skrot	Container	–
12A:D	XBLA	Asfalt, grus, jord	Container	–
12C:D	XBLA	Betong	Container	–
12S:D	XBLA	Sand	Container	–
16:D	Silo	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Cementingjutning
18:D	Silo	Jonbytarmassa	Plåtkokill	Bitumeningjutning
23:D	XBMA	Sopor och skrot	Betong- och plåtkokill	Betongkringgjutning
4K23:D	XBMA	Sopor och skrot	Fyrkokill i plåt	Betongkringgjutning
4K23C:D	XBMA	Betong	Fyrkokill i plåt	Betongkringgjutning
4K23S:D	XBMA	Sand	Fyrkokill i plåt	Betongkringgjutning
25:D	XBMA	Aska	Plåtfat	Betongkringgjutning
BWR:D	BRT	Reaktortank	–	–

3.2 Avfallsbehållare och behandlingsmetoder

Som framgått i tidigare avsnitt finns det många olika avfallstyper i SFR, men varianter i avfallsbehållarnas geometri och behandlingsmetoderna för avfallet är begränsade.

Avfallsbehållarna för driftavfall i befintligt SFR består av fem olika typer:

- Plåtfat. Standard 200-litersfat. Dimensionerna på faten varierar lite, men de är ca 90 cm höga och har en diameter på ca 60 cm. I 1BMA och Silo hanteras faten fyra och fyra placerade på en fatbricka eller i en fatlåda. Båda typerna tillverkas specifikt för deponeringssystemet. I BTF hanteras faten ett och ett. I BLA finns plåtfat endast som innerbehållare i containrar.
- Betongkokiller. Betongkuber med sidan 1,2 m. Väggarna har vanligtvis en tjocklek på 10 cm, men varianter med 25 cm och 35 cm förekommer också. Tjocklek för botten och lock är normalt minst 10 cm. Kokillerna deponeras i huvudsak i 1BMA och Silo. Kokiller med låg dosrat används för att bygga stabiliserande väggar i 1BTF.
- Plåtkokiller. Plåtkuber med samma ytterdimensioner som betongkokiller men bara 5 eller 6 mm tjocka väggar. Plåtkokillerna har plats för mer avfall än de i betong, men ger också mindre strålskydd. Kokillerna deponeras i 1BMA och Silo.
- Betongtankar. Tankarna har en längd på 3,3 m, en bredd på 1,3 m och en höjd på 2,3 m. Väggarna är 15 cm tjocka. Behållaren har en avvattningsanordning i botten av tanken vilken är ansluten till en avsugningsledning i locket. Tankarna används för deponering av avfall i 1BTF och 2BTF.
- ISO-containrar. Standardcontainrar med dimensionen 3,0×2,4×1,3 m (10 fots halvhöjdscontainer), 3,0×2,4×2,6 m (10 fots helhöjdscontainer), 6,1×2,5×1,3 m (20 fots halvhöjdscontainer) eller med dimensionen 6,1×2,5×2,6 m (20 fots helhöjdscontainer). Containrarna kan innehålla avfall placerat i innerbehållare såsom fat, plastsäckar eller lådor. Containrarna kan även innehålla skrot utan innerbehållare. Containrarna används för deponering i 1BLA.

Följande avfallsbehållare antas komma att användas för rivningsavfall:

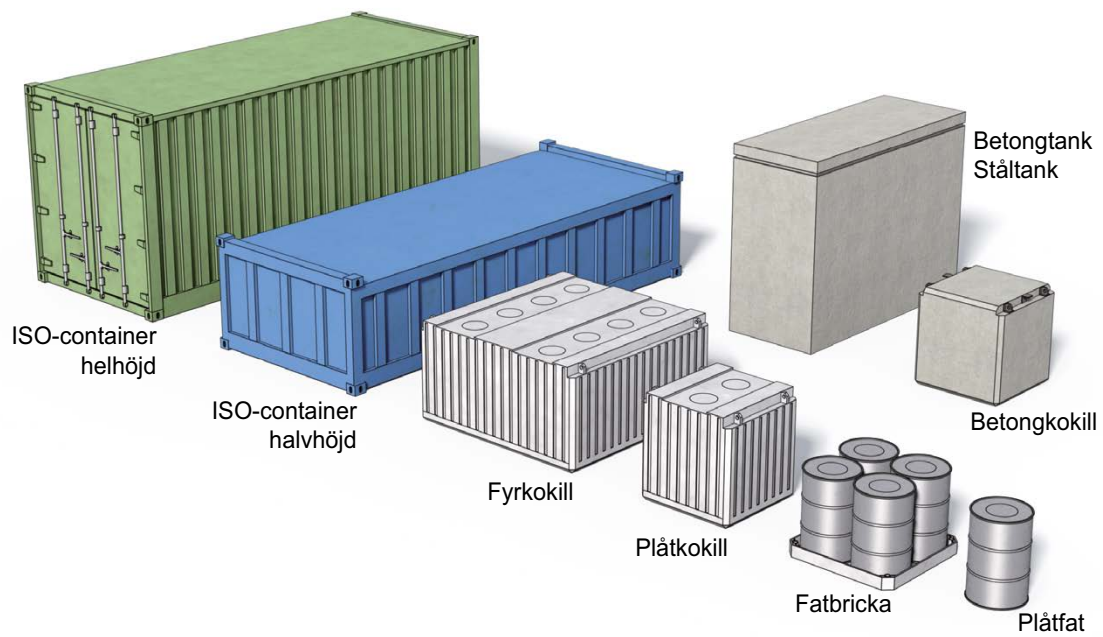
- Betongkokiller. Kubiska betongbehållare med sidan 1,2 m. Kokillerna deponeras i Silo och BMA.
- Plåtkokiller. Kubiska plåtbehållare med sidan 1,2 m. Kokillerna deponeras i Silo och BMA.
- Fyrkokiller. Plåtbehållare med dimensionen 2,4×2,4×1,2 m, dvs samma yttervolym som fyra kokiller. Deponeras i BMA.
- Plåtfat. Standard 200-litersfat. Placeras fyra och fyra på en fatbricka. Deponeras i BMA.
- ISO-containrar. Standardcontainrar med dimensionen 6,1×2,5×1,3 m (20 fots halvhöjdscontainer). Deponeras i BLA.

För de hela BWR-tankar som är tänkta att deponeras i BRT kommer ingen avfallsbehållare att användas.

I figur 3-1 visas avfallsbehållarna som används i befintligt SFR samt den fyrkokill som planeras tillkomma för rivningsavfall.

De olika behandlingsmetoderna för avfall är:

- Cementingjutning. Jonbytarmassa, slam eller indunstarkoncentrat blandas med cement i fat eller kokiller.
- Betongkringgjutning. Sopor och skrot placeras i kokiller eller plåtfat och betong hålls över. Avfallstyperna 13 och 14 skiljer sig en del då avfallet där placeras i 100-liters fat, vilka sedan placeras inuti standard 200-liters-fat och betong hålls sedan i utrymmet mellan faten.
- Bitumeningjutning. Jonbytarmassa eller indunstarkoncentrat torkas och blandas med bitumen och hålls sedan i plåtkokiller. Bitumeningjutning har även använts i plåtfat, men det är en behandlingsmetod som inte används längre.
- Avvattning. Blöt jonbytarmassa eller slam pumpas in i en betongtank. Vatten förs sedan bort i botten av tanken genom sugning.
- Obehandlat. En del avfall deponeras obehandlat direkt i containrar.



Figur 3-1. Avfallsbehållare SFR.

Inga ytterligare behandlingsmetoder än de som anges ovan har antagits för rivningsavfallet. Betongkringgjutning och obehandlat är de behandlingsmetoder som huvudsakligen planeras att användas för rivningsavfallet. För dekontamineringsavfall till Silo antas både cement- och bitumeningjutning.

4 Beskrivning av avfallet i Silo

4.1 Avfall i Silo

I Silo deponeras medelaktivt avfall. Avfallet innehåller bitumen- och cementingjuten jonbytarmassa samt mindre mängder av betongkringgjutna sopor och skrot. En liten del cementingjutet slam ingår också. Avfallet deponeras i betong- eller plåtkokiller och i plåtfat på fatbricka.

4.2 Mängd avfall i Silo

Antal avfallskollin som förväntas deponeras i Silo presenteras per avfallstyp i tabell 4-1. Hur antalet kollin har uppskattats presenteras i bilaga A. I tabellen redovisas även den totala deponeringsvolymen per avfallstyp. Volymberäkningarna beskrivs i bilaga B.

Den totala deponeringsvolymen beräknas bli 16 459 m³ vilket kan jämföras med Silons totala kapacitet på 17 740 m³.

Den uppskattade mängden material som förväntas deponeras i Silo presenteras i tabell 4-2. Mängderna innefattar material i avfall, matris och emballage hos avfallskollina. Även beräknad korrosionsyta för metaller samt uppskattad void, dvs tomrum, i kollina anges. Materialberäkningarna beskrivs i bilaga C. Medelvärden för materialinnehållet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

Tabell 4-1. Antal kollin av olika avfallstyper i Silo vid förslutning av SFR år 2075.

Avfallstyp	Behållare	Kollin i SFR [antal]	Deponeringsvolym [m ³]
B.04	Plåtfat	768	249
B.06	Plåtfat	1 776	575
C.02	Betongkokill	1 361	2 352
C.16:D	Plåtkokill	7	12
C.24	Betongkokill	350	605
F.18	Plåtkokill	804	1 389
F.18:D	Plåtkokill	21	36
O.02/O.02:9	Betongkokill	1 944	3 359
O.16:D	Plåtkokill	28	48
O.24	Plåtkokill	204	353
R.02/R.02:9	Betongkokill	371	641
R.02:D	Plåtkokill	42	73
R.16	Plåtkokill	2 839	4 906
R.24	Plåtkokill	60	104
S.04	Plåtfat	452	146
S.11	Plåtkokill	106	183
S.24	Betong- eller plåtkokill	826	1 427

Tabell 4-2. Summerade mängder material i Silo vid förslutning av SFR år 2075.

Material	Vikt [kg]	Korrosionsyta [m ²]	Void [m ³]
Aluminium/zink	8,26E+03	1,22E+03	–
Betong	1,17E+07	–	–
Bitumen	1,06E+06	–	–
Cellulosa	1,80E+04	–	–
Cement	1,22E+07	–	–
Filterhjälpmedel	1,01E+04	–	–
Jonbytarmassa	3,31E+06	–	–
Järn/stål	4,93E+06	2,21E+05	–
Slam	3,53E+04	–	–
Övrigt oorganiskt	1,07E+06	–	–
Övrigt organiskt	5,31E+04	–	–
Void	–	–	2,14E+03

4.3 Radionuklidinventarium i Silo

Inventariet av radionuklider i Silo vid förslutning av SFR presenteras i tabell 4-3. Hur aktiviteten av de olika radionukliderna har beräknats beskrivs i bilaga D. Medelvärden för aktivitet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

Silo beräknas innehålla totalt $6,71 \times 10^{14}$ Bq vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31. Det är ca 69 % av det totala radionuklidinventariet i SFR vid förslutning.

4.4 Avfallets placering i Silo

Fördelning av avfallsbehållarna görs utifrån huvudprincipen att bitumeningjutet avfall placeras i mitten av Silo.

Tabell 4-3. Total aktivitet av olika radionuklider i Silo vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Aktivitet [Bq]	Nuklid	Aktivitet [Bq]
H-3	8,97E+09	U-238	3,28E+07
Be-10	9,89E+05	Np-237	5,36E+08
C-14 org	7,55E+11	Pu-238	7,29E+10
C-14 oorg	2,72E+12	Pu-239	1,70E+10
C-14 ind	0,00E+00	Pu-240	2,39E+10
Cl-36	8,94E+08	Pu-241	3,07E+11
Ca-41	0,00E+00	Pu-242	1,23E+08
Fe-55	2,73E+12	Am-241	2,32E+13
Co-60	1,29E+13	Am-242m	3,22E+08
Ni-59	6,86E+12	Am-243	1,59E+09
Ni-63	5,47E+14	Cm-243	1,89E+08
Se-79	1,05E+09	Cm-244	9,26E+09
Sr-90	3,61E+12	Cm-245	1,49E+07
Zr-93	4,48E+09	Cm-246	4,29E+06
Nb-93m	9,31E+12		
Nb-94	8,65E+10		
Mo-93	9,46E+09		
Tc-99	5,00E+10		
Pd-107	2,75E+08		
Ag-108m	2,30E+11		
Cd-113m	9,58E+09		
In-115	0,00E+00		
Sn-126	2,05E+08		
Sb-125	1,32E+11		
I-129	9,84E+08		
Cs-134	2,20E+11		
Cs-135	4,47E+09		
Cs-137	5,97E+13		
Ba-133	6,16E+08		
Pm-147	3,58E+11		
Sm-151	4,63E+11		
Eu-152	8,64E+08		
Eu-154	5,24E+11		
Eu-155	9,96E+10		
Ho-166m	6,82E+09		
U-232	6,20E+05		
U-234	3,58E+07		
U-235	1,42E+07		
U-236	1,58E+07		

5 Beskrivning av avfallet i BRT

5.1 Avfall i BRT

BRT är tänkt att utformas så att den rymmer BWR-tankarna från de svenska kärnkraftverken. Avfallet består av järn/stål.

5.2 Mängd avfall i BRT

Antal reaktortankar som förväntas deponeras i BRT presenteras per avfallstyp i tabell 5-1. I tabellen redovisas även den totala deponeringsvolymen per avfallstyp. Förutsättningar och beräkningar beskrivs i bilaga A och B.

Den totala deponeringsvolymen beräknas bli 8 765 m³.

Den uppskattade mängden material som förväntas deponeras i BRT presenteras i tabell 5-2. Även beräknad korrosionsyta för metallen samt uppskattad void, dvs tomrum, i reaktortankarna anges. Materialberäkningarna beskrivs i bilaga C. Materialinnehåll för respektive reaktortank presenteras i bilaga E.

Tabell 5-1. Antal kollin för olika avfallstyper i BRT vid förslutning av SFR år 2075.

Avfallstyp	Behållare	Kollin i SFR [antal]	Deponeringsvolym [m ³]
B.BWR:D	Reaktortank	2	1 720
F.BWR:D	Reaktortank	3	3 570
O.BWR:D	Reaktortank	3	2 625
R.BWR:D	Reaktortank	1	850

Tabell 5-2. Summerade mängder material i BRT vid förslutning av SFR år 2075.

Material	Vikt [kg]	Korrosions- yta [m ²]	Void [m ³]
Järn/stål	5,55E+06	7,24E+03	–
Void	–	–	4,67E+03

5.3 Radionuklidinventarium i BRT

Inventariet av radionuklider i BRT vid förslutning av SFR presenteras i tabell 5-3. Hur aktiviteten av de olika radionukliderna har beräknats beskrivs i bilaga D. Aktivitet för respektive reaktortank presenteras i bilaga E.

BRT beräknas innehålla totalt $1,59 \times 10^{13}$ Bq vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31. Det är ca 1,6 % av det totala radionuklidinventariet i SFR vid förslutning.

Tabell 5-3. Total aktivitet av olika radionuklider i BRT vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Aktivitet [Bq]
H-3	0,00E+00
Be-10	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00
C-14 ind	1,02E+10
Cl-36	7,20E+06
Ca-41	0,00E+00
Fe-55	1,49E+10
Co-60	1,93E+11
Ni-59	1,60E+11
Ni-63	1,44E+13
Se-79	0,00E+00
Sr-90	2,32E+10
Zr-93	1,84E+08
Nb-93m	1,06E+12
Nb-94	7,94E+09
Mo-93	2,99E+09
Tc-99	4,50E+08
Pd-107	0,00E+00
Ag-108m	1,62E+09
Cd-113m	0,00E+00
In-115	0,00E+00
Sn-126	7,52E+05
Sb-125	1,34E+07
I-129	0,00E+00
Cs-134	0,00E+00
Cs-135	0,00E+00
Cs-137	0,00E+00
Ba-133	0,00E+00
Pm-147	1,37E+06
Sm-151	3,42E+08
Eu-152	5,41E+05
Eu-154	9,26E+07
Eu-155	2,40E+06
Ho-166m	8,00E+03
U-232	6,86E+03
U-234	0,00E+00
U-235	1,49E+01
U-236	3,92E+05
U-238	0,00E+00
Np-237	4,70E+05
Pu-238	2,71E+09
Pu-239	4,16E+08
Pu-240	5,93E+08
Pu-241	9,06E+09
Pu-242	3,11E+06
Am-241	1,99E+09
Am-242m	1,32E+07
Am-243	4,14E+07
Cm-243	6,38E+06
Cm-244	6,74E+08
Cm-245	6,82E+05
Cm-246	2,24E+05

6 Beskrivning av avfallet i BMA

6.1 Avfall i BMA

Befintlig förvarsdela, 1BMA, är utformad för medelaktivt avfall med en lägre dosrat än avfall placerat i Silo eller för avfall som på något annat sätt inte passar att deponeras i Silo. Avfallet består huvudsakligen av bitumen- eller cementingjuten jonbytarmassa och betongkringgjutna sopor och skrot. En liten mängd bitumen- eller cementingjutet slam och indunstarkoncentrat deponeras också. Allt avfall i 1BMA är förpackat i betong- och plåtkokiller eller plåtfat på fatbricka eller i fatlåda.

Utbyggd förvarsdela, XBMA, är tänkt att utformas för medelaktivt avfall i form av sopor, skrot och betong. Förutom det kan mindre mängder av slam och jonbytarmassa komma att deponeras. Avfallet i BMA kommer normalt emballeras i betong-, plåt- eller fyrkokiller. Även plåtfat placerade på fatbrickor kan användas som emballage.

6.2 Mängd avfall i BMA

Antal avfallskollin som förväntas deponeras i BMA presenteras per avfallstyp i tabell 6-1. Hur antalet kollin har uppskattats presenteras i bilaga A. I tabellen redovisas även den totala deponeringsvolymen per avfallstyp. Volymberäkningarna beskrivs i bilaga B.

Den totala deponeringsvolymen beräknas bli 24 791 m³ vilket kan jämföras med den totala kapaciteten för 1BMA som är 13 090 m³.

Den uppskattade mängden material som förväntas deponeras i BMA presenteras i tabell 6-2. Mängderna innefattar material i avfall, matris och emballage hos avfallskollina. Även beräknad korrosionsyta för metaller samt uppskattad void, dvs tomrum, i kollina anges. Materialberäkningarna beskrivs i bilaga C. Medelvärden för materialinnehållet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

6.3 Radionuklidinventarium i BMA

Inventariet av radionuklider i BMA vid förslutning av SFR presenteras i tabell 6-3. Hur aktiviteten av de olika radionukliderna har beräknats beskrivs i bilaga D. Medelvärden för aktivitet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

BMA beräknas innehålla totalt $2,74 \times 10^{14}$ Bq vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31. Det är ca 28 % av det totala radionuklidinventariet i SFR vid förslutning.

6.4 Avfallets placering i 1BMA

I tabell 6-4 visas fördelningen av olika avfallstyper i de olika facken i 1BMA för avfall som har deponerats fram till 2012-12-31. Fack 1–5 samt fack 7 och 9 är fulla och därmed förslutna.

Tabell 6-1. Antal kollin av olika avfallstyper i BMA vid förslutning av SFR år 2075.

Avfallstyp	Behållare	Kollin i SFR [antal]	Deponeringsvolym [m ³]
B.05/B.05:9	Plåtfat	3 360	1 089
B.05:2	Fatlåda	224	387
B.23	Plåtkokill	33	57
B.23:D	Plåtkokill	608	1 051
C.01:9	Betongkokill	68	118
C.23	Betongkokill	161	278
C.4K23:D	Fyrkokill	3	21
F.05:1/F.05:2	Plåtfat	1 712	555
F15	Plåtkokill	11	19
F.17/F.17:1	Plåtkokill	1 382	2 388
F.23	Betong- eller plåtkokill	527	911
F.4K23:D	Fyrkokill	237	1 638
F.4K23C:D	Fyrkokill	70	484
F.99:1	Plåtkokill	2	3
O.01:9	Betongkokill	675	1 166
O.23/O.23:9	Betongkokill	609	1 052
O.4K23:D	Fyrkokill	198	1 369
O.4K23C:D	Fyrkokill	82	567
O.4K23S:D	Fyrkokill	15	104
R.01/R.01:9	Betongkokill	1 689	2 919
R.10	Betongkokill	121	209
R.15	Plåtkokill	254	439
R.23	Betong- eller plåtkokill	606	1 047
R.23:D	Plåtkokill	153	264
R.4K23:D	Fyrkokill	314	2 170
R.4K23C:D	Fyrkokill	149	1 030
R.29	Betongkokill	380	657
S.21	Plåtfat	488	158
S.23	Betongkokill	718	1 241
S.23:D	Betongkokill	164	283
S.25:D	Plåtfat	2 384	772
Å.4K23:D	Fyrkokill	45	311
Å.4K23C:D	Fyrkokill	5	35

Tabell 6-2. Summerade mängder material i BMA vid förslutning av SFR år 2075.

Material	Vikt [kg]	Korrosionsyta [m ²]	Void [m ³]
Aluminium/zink	2,77E+04	4,07E+03	–
Aska	1,51E+05	–	–
Betong	2,58E+07	–	–
Bitumen	1,93E+06	–	–
Cellulosa	1,51E+05	–	–
Cement	4,84E+06	–	–
Filterhjälpmedel	8,37E+04	–	–
Indunstarkoncentrat	4,34E+05	–	–
Jonbytarmassa	2,13E+06	–	–
Järn/stål	1,21E+07	5,51E+05	–
Sand	1,06E+05	–	–
Slam	1,03E+05	–	–
Övrigt oorganiskt	1,16E+05	–	–
Övrigt organiskt	3,55E+05	–	–
Void	–	–	4,33E+03

Tabell 6-3. Total aktivitet av olika radionuklider i BMA vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Aktivitet [Bq]
H-3	3,31E+12
Be-10	2,43E+05
C-14 org	1,51E+11
C-14 oorg	1,91E+12
C-14 ind	5,09E+09
Cl-36	5,36E+08
Ca-41	1,56E+10
Fe-55	1,58E+11
Co-60	2,39E+12
Ni-59	3,05E+12
Ni-63	2,39E+14
Se-79	2,17E+08
Sr-90	9,09E+11
Zr-93	1,43E+09
Nb-93m	1,31E+13
Nb-94	9,49E+10
Mo-93	5,02E+09
Tc-99	7,64E+09
Pd-107	2,60E+09
Ag-108m	6,01E+10
Cd-113m	8,91E+08
In-115	3,13E+05
Sn-126	4,37E+07
Sb-125	3,06E+08
I-129	1,54E+08
Cs-134	3,70E+08
Cs-135	8,95E+08
Cs-137	9,05E+12
Ba-133	1,92E+08
Pm-147	7,78E+08
Sm-151	1,18E+11
Eu-152	1,33E+11
Eu-154	3,01E+10
Eu-155	1,40E+09
Ho-166m	1,93E+09
U-232	2,35E+05
U-234	9,71E+06
U-235	3,08E+06
U-236	8,65E+06
U-238	7,18E+06
Np-237	3,49E+07
Pu-238	5,17E+10
Pu-239	9,55E+09
Pu-240	1,31E+10
Pu-241	1,90E+11
Pu-242	7,02E+07
Am-241	7,04E+10
Am-242m	2,28E+08
Am-243	8,64E+08
Cm-243	1,21E+08
Cm-244	1,14E+10
Cm-245	1,21E+07
Cm-246	3,87E+06

Tabell 6-4. Antal kollin per avfallstyp deponerat i de olika facken i 1BMA fram till 2012-12-31.

Avfallstyp	Behållare	Matris	Fack 1	Fack 2	Fack 3	Fack 4	Fack 5	Fack 6	Fack 7	Fack 8	Fack 9	Fack 10	Fack 11	Fack 12	Fack 13	Fack 14	Fack 15	Totalt
B.05/B.05:9	Fat på fatbricka	Bitumen			1 168		2 000	192										3 360
B.05:2	Fat i fatlåda	Bitumen		382	270		96	144										892
C.01:9	Betongkokill	Cement							2			5						7
C.01:9	Betongkokill masonit	Cement				20			10	1	21	9						61
C.23	Betongkokill	Betong				1				12	30							43
F.05:1	Fat på fatbricka	Bitumen		1 454														1 454
F.05:2	Fat på fatbricka	Bitumen		258														258
F.15	Plåtkokill	Cement				8		3										11
F.17	Plåtkokill	Bitumen			144		8	247				16						415
F.17:1	Plåtkokill	Bitumen					20	12										32
F.23	Betongkokill	Betong				49			2	4		2						57
F.23	Plåtkokill	Betong				15			10	88		38						151
F.99:1	Plåtkokill	–						2										2
O.01:9	Betongkokill	Cement				11			209	10	28	134						392
O.01:9	Betongkokill masonit	Cement				45			43	19	156	15						278
O.23/O.23:9	Betongkokill	Betong				35			36	134	137	113						455
R.01/R.01:9	Betongkokill	Cement	576	148	144	144	144	144	144	146	88			8				1 686
R.10	Betongkokill	Cement								36	48							84
R.15	Plåtkokill	Cement				124												124
R.23	Betongkokill	Betong				124			120	38	52			4				338
R.23	Plåtkokill	Betong								80	16							96
Totalt	–	–	576*	2 242*	1 726*	576*	2 268*	744	576*	568	576*	332	0	12	0	0	0	10 196

*Fack 1-5 samt fack 7 och 9 är fulla.

7 Beskrivning av avfallet i BTF

7.1 Avfall i BTF

1BTF är utformat för att huvudsakligen ta emot avvattnad jonbytarmassa, men även cementingjutna jonbytarmassor och aska finns deponerat. Allt avfall som deponeras i 1BTF ligger i betongtankar, betongkokiller eller i plåtfat.

2BTF är utformat för att huvudsakligen ta emot avvattnad jonbytarmassa. Allt avfall deponerat i 2BTF ligger i betongtankar.

7.2 Mängd avfall i BTF

Antal avfallskollin som förväntas deponeras i BTF presenteras per avfallstyp i tabell 7-1. Hur antalet kollin har uppskattats presenteras i bilaga A. I tabellen redovisas även den totala deponeringsvolymen per avfallstyp. Volymberäkningarna beskrivs i bilaga B.

Den totala deponeringsvolymen uppskattas bli 14 513 m³ vilket kan jämföras med BTF:s totala kapacitet på 15 310 m³.

Den uppskattade mängden material som förväntas deponeras i BTF presenteras i tabell 7-2. Mängderna innefattar material i avfall, matris och emballage hos avfallskollina. Även beräknad korrosionsyta för metaller samt uppskattad void, dvs tomrum, i kollina anges. Materialberäkningarna beskrivs i bilaga C. Medelvärden för materialinnehållet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

Tabell 7-1. Antal kollin av olika avfallstyper i BTF vid förslutning av SFR år 2075.

Avfallstyp	Behållare	Kollin i SFR [antal]	Deponeringsvolym [m ³]
B.07/B.07:9	Betongtank	232	2 320
F.99:2	Plåtlåda	18	180
O.01:9	Betongkokill	28	48
O.07/O.07:9	Betongtank	890	8 900
O.99:1	Corténlåda	40	135
R.01/R.01:9	Betongkokill	91	157
R.10	Betongkokill	4	7
R.23	Betongkokill	21	36
R.99:1	Reaktortanklock	1	100
S.13	Plåtfat	8 116	2 630

Tabell 7-2. Summerade mängder material i BTF vid förslutning av SFR år 2075.

Material	Vikt [kg]	Korrosionsyta [m ²]	Void [m ³]
Aluminium/zink	5,28E+04	7,81E+03	–
Aska	5,15E+05	–	–
Betong	1,44E+07	–	–
Cellulosa	1,05E+03	–	–
Cement	2,37E+05	–	–
Filterhjälpmedel	2,04E+05	–	–
Jonbytarmassa	1,25E+06	–	–
Järn/stål	3,11E+06	1,17E+05	–
Slam	6,90E+04	–	–
Övrigt organiskt	1,32E+05	–	–
Void	–	–	1,15E+03

7.3 Radionuklidinventarium i BTF

Inventariet av radionuklider i BTF vid förslutning av SFR presenteras i tabell 7-3. Hur aktiviteten av de olika radionukliderna har beräknats beskrivs i bilaga D. Medelvärden för aktivitet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

BTF beräknas innehålla totalt $6,37 \times 10^{12}$ Bq vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31. Det är ca 0,7 % av det totala radionuklidinventariet i SFR vid förslutning.

Tabell 7-3. Total aktivitet av olika radionuklider i 1BTF vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Aktivitet [Bq]	Nuklid	Aktivitet [Bq]
H-3	1,75E+08	Pu-240	7,84E+08
Be-10	3,85E+04	Pu-241	9,72E+09
C-14 org	1,59E+10	Pu-242	4,32E+06
C-14 oorg	4,58E+11	Am-241	7,97E+09
C-14 ind	0,00E+00	Am-242m	1,05E+07
Cl-36	3,10E+07	Am-243	5,03E+07
Ca-41	0,00E+00	Cm-243	4,24E+06
Fe-55	1,98E+08	Cm-244	2,96E+08
Co-60	4,04E+10	Cm-245	4,30E+05
Ni-59	7,13E+10	Cm-246	1,14E+05
Ni-63	4,30E+12		
Se-79	3,11E+07		
Sr-90	9,24E+10		
Zr-93	6,43E+07		
Nb-93m	3,78E+09		
Nb-94	6,66E+08		
Mo-93	2,45E+08		
Tc-99	2,85E+09		
Pd-107	7,78E+06		
Ag-108m	3,72E+09		
Cd-113m	1,40E+08		
In-115	0,00E+00		
Sn-126	3,89E+06		
Sb-125	1,78E+07		
I-129	3,29E+07		
Cs-134	1,59E+05		
Cs-135	1,21E+08		
Cs-137	1,34E+12		
Ba-133	1,02E+07		
Pm-147	8,41E+06		
Sm-151	1,27E+10		
Eu-152	6,85E+07		
Eu-154	3,78E+09		
Eu-155	1,08E+08		
Ho-166m	2,47E+08		
U-232	2,29E+04		
U-234	1,44E+06		
U-235	1,85E+07		
U-236	7,57E+05		
U-238	1,73E+06		
Np-237	3,04E+06		
Pu-238	2,55E+09		
Pu-239	6,58E+08		

8 Beskrivning av avfallet i BLA

8.1 Avfall i BLA

1BLA är utformat för att innehålla lågaktiva sopor och skrot. Även en del betongkringgjutna sopor och skrot i plåtfat och bitumeninjuten jonbytarmassa i plåtfat deponeras. Allt avfall är placerat i ISO-containrar. Som nämnts i tidigare kapitel kan containrarna innehålla olika mindre innerbehållare som t ex plåtfat eller plåtlådor.

XBLA är tänkt att utformas för lågaktivt avfall i form av sopor och skrot, sand, betong, grus, jord och asfalt. Avfallet i XBLA kommer deponeras i ISO-containrar. I containrarna kan avfallet vara placerat i innerbehållare som t ex plåtfat eller plåtlådor.

8.2 Mängd avfall i BLA

Antal avfallskollin som förväntas deponeras i BLA presenteras per avfallstyp i tabell 8-1. Hur antalet kollin har uppskattats presenteras i bilaga A. I tabellen redovisas även den totala deponeringsvolymen per avfallstyp. Volymberäkningarna beskrivs i bilaga B.

Den totala deponeringsvolymen beräknas bli 90 230 m³ vilket kan jämföras med 1BLA:s totala kapacitet på 14 280 m³.

Tabell 8-1. Antal kollin av olika avfallstyper i BLA vid förslutning av SFR år 2075.

Avfallstyp	Behållare	Kollin i SFR [antal]	Deponeringsvolym [m ³]
B.12/B.12:1	Container 20 m ³	193	3 860
B.12	Container 40 m ³	61	2 440
B.12:D	Container 20 m ³	297	5 940
B.12C:D	Container 20 m ³	389	7 780
B.12S:D	Container 20 m ³	190	3 800
B.20	Container 20 m ³	12	240
C.12:D	Container 20 m ³	11	220
C.12C:D	Container 20 m ³	7	140
F.12	Container 10 m ³	27	270
F.12	Container 20 m ³	43	860
F.12:D	Container 20 m ³	529	10 580
F.12C:D	Container 20 m ³	152	3 040
F.12S:D	Container 20 m ³	53	1 060
F.20	Container 20 m ³	15	300
O.12/O.12:1	Container 20 m ³	81	1 620
O.12	Container 40 m ³	10	400
O.12:D	Container 20 m ³	457	9 140
O.12C:D	Container 20 m ³	160	3 200
O.12S:D	Container 20 m ³	37	740
O.99:3	Container 40 m ³	5	200
R.12/R.12:1	Container 20 m ³	33	660
R.12	Container 40 m ³	118	4 720
R.12:D	Container 20 m ³	389	7 780
R.12C:D	Container 20 m ³	60	1 200
R.12S:D	Container 20 m ³	32	640
S.12	Container 20 m ³	260	5 200
S.12:D	Container 20 m ³	63	1 260
S.12C:D	Container 20 m ³	26	520
S.14	Container 20 m ³	87	1 740
V.12:D	Container 20 m ³	82	1 640
V.12A:D	Container 20 m ³	200	4 000
V.12C:D	Container 20 m ³	227	4 540
Å.12:D	Container 20 m ³	10	200
Å.12C:D	Container 20 m ³	15	300

Den uppskattade mängden material som förväntas deponeras i BLA presenteras i tabell 8-2. Mängderna innefattar material i avfall, matris och emballage hos avfallskollina. Även beräknad korrosionsyta för metaller samt uppskattad void, dvs tomrum, i kollina anges. Materialberäkningarna beskrivs i bilaga C. Medelvärden för materialinnehållet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

Tabell 8-2. Summerade mängder material i BLA vid förslutning av SFR år 2075.

Material	Vikt [kg]	Korrosionsyta [m ²]	Void [m ³]
Aluminium/zink	1,33E+05	1,97E+04	–
Asfalt, grus, jord	3,60E+06	–	–
Betong	1,81E+07	–	–
Bitumen	1,18E+05	–	–
Cellulosa	6,66E+05	–	–
Cement	7,50E+04	–	–
Indunstarkoncentrat	2,70E+02	–	–
Jonbytarmassa	9,74E+04	–	–
Järn/stål	3,89E+07	2,08E+06	–
Sand	5,26E+06	–	–
Slam	7,25E+02	–	–
Övrigt oorganiskt	4,35E+05	–	–
Övrigt organiskt	3,50E+06	–	–
Void	–	–	3,90E+04

8.3 Radionuklidinventarium i BLA

Inventariet av radionuklider i BLA vid förslutning av SFR presenteras i tabell 8-3. Hur aktiviteten av de olika radionukliderna har beräknats beskrivs i bilaga D. Medelvärden för aktivitet i respektive avfallstyp presenteras i bilaga E.

BLA beräknas innehålla totalt $2,39 \times 10^{12}$ Bq vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31. Det är ca 0,2 % av det totala radionuklidinventariet i SFR vid förslutning.

Tabell 8-3. Total aktivitet av olika radionuklider i BLA vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Aktivitet [Bq]	Nuklid	Aktivitet [Bq]	Nuklid	Aktivitet [Bq]
H-3	1,95E+11	Pd-107	1,82E+06	U-234	5,71E+05
Be-10	1,91E+03	Ag-108m	1,72E+09	U-235	6,21E+08
C-14 org	3,04E+08	Cd-113m	8,09E+06	U-236	2,46E+05
C-14 oorg	4,95E+09	In-115	0,00E+00	U-238	9,10E+08
C-14 ind	1,19E+09	Sn-126	7,98E+06	Np-237	3,28E+05
Cl-36	6,77E+07	Sb-125	4,94E+06	Pu-238	1,87E+09
Ca-41	3,91E+09	I-129	2,37E+06	Pu-239	3,43E+08
Fe-55	4,54E+08	Cs-134	1,41E+06	Pu-240	3,63E+08
Co-60	2,70E+10	Cs-135	1,79E+08	Pu-241	7,03E+09
Ni-59	1,55E+10	Cs-137	5,14E+11	Pu-242	2,11E+06
Ni-63	1,43E+12	Ba-133	1,28E+07	Am-241	2,46E+09
Se-79	6,34E+06	Pm-147	1,49E+06	Am-242m	5,86E+06
Sr-90	2,47E+10	Sm-151	6,06E+09	Am-243	2,26E+07
Zr-93	3,06E+07	Eu-152	1,74E+10	Cm-243	4,16E+06
Nb-93m	1,34E+11	Eu-154	3,07E+08	Cm-244	3,34E+08
Nb-94	1,01E+09	Eu-155	1,32E+07	Cm-245	2,58E+05
Mo-93	9,18E+07	Ho-166m	9,45E+07	Cm-246	7,66E+04
Tc-99	2,35E+09	U-232	1,17E+04		

9 Osäkerheter

Mängden avfall i SFR, samt dess material- och aktivitetsinnehåll, både det som har deponerats fram till idag samt de uppskattade mängderna som avses deponeras i framtiden, omfattas av en rad osäkerheter. Dessa bör beaktas för att göra så korrekta kvantitativa bedömningar som möjligt, framförallt vad gäller dimensioneringen av ett utbyggt SFR och för den långsiktiga säkerheten. En del osäkerheter är svåra att förutse och dessutom omöjliga att kvantifiera. Ändringar i lagar och politiska beslut kan resultera i ändrade förutsättningar och ge andra avfallsmängder än vad som har uppskattats i dagsläget. Andra ändrade förutsättningar som kan ha betydelse för de prognostiserade avfallsmängderna till SFR, både vad gäller volym, material och aktivitet, är ändrade driftbetingelser. Exempelvis kan antalet framtida bränsleskador, högre anrikning av U-235 i kärnbränslet och effekthöjningar ha stor påverkan. Stängningen av dagens reaktorer kan tänkas tidigare- eller senareläggas mot vad som antas i dagsläget och beslut om ny kärnkraft kan inte heller uteslutas.

I detta avsnitt presenteras de mest betydande osäkerheterna översiktligt. I bilagorna A-D diskuteras osäkerheter för antal avfallskollin, deponeringsvolym, material respektive radionuklidinventariet för både deponerat och framtida avfall mer detaljerat.

Prognostiserad kolliproduktion för driftavfall redovisas i form av ett min- och maxintervall och utgör det huvudsakliga bidraget till osäkerhet vid uppskattning av antal driftavfallskollin. Prognosen baseras på drifterfarenheter och kunskap kring hur kolliproduktionen har fluktuerat under tidigare driftår. För rivningsavfall är min- och maxintervall för antal kollin baserat på osäkerheten i den inventerade avfallsmängden som presenteras i rivningsstudierna. För avfall från BKAB anges dock inget ytterligare osäkerhetspåslag, då mängderna från BKAB redan är konservativt uppskattade. Andra faktorer som kan påverka de framtida avfallsmängderna är i vilken utsträckning olika typer av efterbehandling görs. Detta gäller främst rivningsavfallet, då det i dagsläget inte finns några etablerade rutiner kring dess hantering. Exempel på detta är vilken packningsgrad som i slutändan kan åstadkommas och om ytterligare volymreduceringar kan uppnås genom smältning av lågaktiva processsystem. Avfallsmängderna till SFR styrs även av hur friklassningsarbetet och användandet av markförvar kommer att se ut på sikt. Möjligheten till att deponera det mycket lågaktiva rivningsavfallet i markförvar istället för i SFR skulle innebära en avsevärt minskad avfallsvolym till BLA.

Materialinnehållet i driftavfall baseras på kunskaper om dagens avfall. Kollin med jonbytarmassa har ett väldefinierat materialinnehåll medan kollin innehållande sopor och skrot kan variera mer. För driftavfallet finns dock typbeskrivningar som kollina måste följa. Rivningsavfallet består huvudsakligen av skrotavfall, betong och sand. Skrotavfallet antas vara järn/stål men mindre mängder av övriga material kan förekomma. Under rivning antas även sekundäravfall uppstå. I föreliggande rapport har uppskattade mängder sekundäravfall adderats till de i rivningsstudierna inventerade materialmängderna. Det sekundära avfallet har en högre grad av osäkerhet än det inventerade materialet.

Radionuklidinventariet har uppskattats utifrån olika nuklidspecifika mätningar, beräkningar och korrelationer mot nyckelnuklider. Osäkerheten i dessa metoder påverkar därmed det totala inventariet. Vidare är aktiviteten i rivningsavfall från SNAB och Svafo inte beräknad och saknas därmed i sammanställningen av radionuklidinventariet. Detta leder till att inventariet till viss del är underskattat, även om det sannolikt handlar om lägre aktivitetsmängder i dessa anläggningar än vad som uppstår vid avveckling av kärnkraftverken.

Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer. Referenser till SKB:s opublicerade dokument finns samlade i slutet av referenslistan. Opublishade dokument lämnas ut vid förfrågan till dokument@skb.se.

- Almkvist L, Gordon A, 2007.** Low and intermediate level waste in SFR 1 Reference waste inventory 2007. SKB R-07-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Anunti Å, Larsson H, Edelborg M, 2013.** Decommissioning study of Forsmark NPP. SKB R-13-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Carlsson M, 2011.** SKB – Rivningsstudier, Ytdosratberäkningar av rivningsavfall packat i ISO-containrar. SEW 11-079, rev 0, Westinghouse Electric Sweden AB.
- Cronstrand P, 2005.** Assessment of uncertainty to correlation factors. SKB R-05-76, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Edelborg M, Anunti Å, Oliver L, Lundkvist N, Leveau N, 2014.** Decommissioning study of Clink. SKB R-13-36, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Fariás I, Johnsson H, Nyström K, 2008.** Rivningsstudie av demontage, lyft, transport, mellanlagring och slutförvaring av hel reaktortank. SEW 07-182, rev 0, Westinghouse Electric Sweden AB.
- Firestone R B, Baglin C M, Chu S Y F, 1998.** Table of isotopes: 1998 update. 8. uppl. New York: Wiley.
- Forsyth R, 1997.** The SKB fuel corrosion programme. An evaluation of results from the experimental programme performed in the Studsvik Hot Cell Laboratory. SKB TR 97-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Hansson T, Norberg T, Knutsson A, Fors P, Sandebert C, 2013.** Ringhals Site Study 2013 – An assessment of the decommissioning cost for the Ringhals site. SKB R-13-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Haynes W M (ed), 2010.** CRC handbook of chemistry and physics: a ready-reference book of chemical and physical data. 91. uppl. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ingemansson T, 2000a.** Osäkerheter vid uppskattning av Sr-90 och aktinidinventariet i SFR 1. SKB R-00-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Ingemansson T, 2000b.** Aktinidfördelningen i SFR 1. SKB R-00-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Jiselmark J, Viertel M, 2011.** Ågesta – Assessment of radioactivity at decommissioning. 10-0057R, rev 2, ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012a.** Barsebäck 1 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0034R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012b.** Barsebäck 2 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0035R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012c.** Oskarshamn 1 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0046R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012d.** Oskarshamn 2 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0037R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012e.** Oskarshamn 3 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0041R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012f.** Forsmark 1 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0043R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012g.** Forsmark 2 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0042R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012h.** Forsmark 3 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0045R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.

- Jonasson L, 2012i.** Ringhals 2 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0032R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jonasson L, 2012j.** Ringhals 3 – Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0033R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Jönsson L-O, 2013.** Barsebäck 1 och 2. Avfallsvolymer för slutförvaring. B1021987 / 0, Barsebäck Kraft AB.
- Jörg G, Bühnemann R, Hollas S, Kivel N, Kossert K, Van Winkel S, von Gostmoski C L, 2010.** Preparation of radiochemically pure ⁷⁹Se and highly precise determination of its half-life. Applied Radiation and Isotopes 68, 2339–2351.
- Larsson H, Anunti Å, Edelborg M, 2013.** Decommissioning study of Oskarshamn NPP. SKB R-13-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 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 SFR1. SKB R-07-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Lindow V, 2012.** Ågesta rivningsstudie – Samlad bedömning och uppskattning av rivningskostnaden för Ågesta kraftvärmeverk. Dok.ID AE-NPR 2012-027 (PN-S 12-072), Vattenfall AB.
- Lundgren K, 2012a.** Ringhals 1- Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0030R, Studsvik ALARA Engineering.
- Lundgren K, 2012b.** Ringhals 4- Aktivitetsinventarium vid rivning. 12-0027R, Studsvik ALARA Engineering.
- Lundgren K, 2012c.** Svenska LWR – Aktivitetsinventarier vid rivning – Modellbeskrivning. 12-0028R, rev 0, Studsvik ALARA Engineering.
- Lundgren K, 2012d.** Svenska LWR – Aktivitetsinventarier vid rivning – Utvärdering av onoggrannheter. 12-0007R, Studsvik ALARA Engineering.
- Riggare P, Johansson C, 2001.** Project SAFE. Low and intermediate level waste in SFR-1. Reference Waste Inventory. SKB R-01-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Schrader H, 2004.** Half-life measurements with ionization chambers – a study of systematic effects and results. Applied Radiation and Isotopes 60, 317–323.
- Thierfeldt S, Deckert A, 1995.** Radionuclides difficult to measure in waste packages: final report. Aachen: Brenk Systemplanung.

Opublicerade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1339709 ver 1.0	C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants	SKB, 2012
1341356 ver 1.0	Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Uppdatering till och med 2011	ALARA Engineering, 2012
1393365 ver 1.0	Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Metodik	ALARA Engineering, 2012
1393443 ver 1.0	Assessing uncertainty to correlation factors for 14C, 36Cl, 59Ni, 63Ni, 93Mo, 99Tc, 129I, and 135Cs in operational waste for SFR 1	Vattenfall Power Consultant, 2007
1393446 ver 1.0	Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktorn R2 i Studsvik	ALARA Engineering, 2008
1393449 ver 1.0	Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR	ALARA Engineering, 2005
1393496 ver 1.0	Mo-93, Tc-99 och Cs-135: Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR, Clab och Studsvik	ALARA Engineering, 2010
1393796 ver 1.0	Measurement of 14C in process water from CLAB and estimation of the accumulated amount in spent ion exchange resins	Lund University, 2007
1400742 ver 1.0	Kontroll av SFR-avfall. Delprojekt mätteknik	Gammadata mätteknik AB, 1990
1403739 ver 1.0	Decommissioning cost analysis for Barsebäck nuclear station. Document S33-1567-002, rev 0	Griffiths G M, Garrett T J, Cloutier W A, Adler J J, TLG Services, Inc. 2008

Antal avfallskollin

A1 Bakgrund och syfte

Antal deponerade och prognostiserade avfallskollin ligger till grund för volym-, material- och aktivitetsberäkningarna i bilaga B–E. Syftet med sammanställningen av antal kollin är att ge en prognos över vilken typ av kortlivat låg- och medelaktivt avfall som antas uppkomma vid drift- och rivning av de svenska kärntekniska anläggningarna, samt att beskriva de huvudsakliga osäkerheterna.

A2 Driftavfall

A2.1 Tillgängliga informationskällor

Information om antal deponerade och prognostiserade kollin till SFR finns i rapport- och prognosverktyget Triumf NG. Underlaget till Triumf NG baseras på följande källor:

- Till Triumf NG migreras årligen data om deponerade avfallskollin, så som bland annat avfallstyp och förvarsdal, från databasen Triumf på SFR. I Triumf lagras kolli-information direkt från avfallsleverantörernas avfallsdatafiler i samband med deponeringen.
- Prognoserna för kommande kollin baseras på de kunskaper och erfarenheter som finns om avfallshantering på respektive kärnteknisk anläggning. Prognosunderlag har lämnats av respektive avfallsleverantör.

A2.2 Förutsättningar

Befintligt avfall i SFR är avfall deponerat till och med den sista december 2012. I prognosen ingår avfall som kommer att deponeras från och med den 1 januari 2013.

I SFR deponeras driftavfall som levereras från de svenska kärnkraftsföretagen BKAB, FKA, OKG och RAB, samt från verksamheterna på SNAB, Svafo och Clab/Clink. Eventuellt driftavfall från den planerade kärntekniska anläggningen ESS (European Spallation Source) ingår inte i föreliggande rapport.

För uppskattning av framtida driftavfall till SFR inkluderas sådant avfall som i dagsläget kategoriseras som SFR-avfall, dvs kortlivat låg- och medelaktivt avfall. Det prognostiserade avfallet antas följa befintliga eller kommande typbeskrivningar. Sådant avfall som idag friklassas, placeras i markförvar eller klassas som SFL-avfall antas inte heller i framtiden omhändertas i SFR.

I prognosunderlaget från avfallsleverantörerna anges en uppskattad årlig produktion av avfallskollin per avfallstyp, samt antal kollin med avfall som i dagsläget finns mellanlagrat hos avfallsleverantörerna, behandlat såväl som obehandlat. Prognosen för driftavfall sträcker sig till och med ett förväntat slutår per avfallsleverantör, se tabell A2-1. Beroende på hur kolliprognosen har utformats kan slutåret vara det år som det sista driftavfallskollit förväntas produceras, eller så kan slutåret vara ett beräknat medelår för när reaktorerna på ett anläggningsområde stänger, vilket gäller FKA och OKG. I föreliggande rapport antas tillverkning av avfall pågå fram till sista december givet slutår.

Tabell A2-1. Prognostiserat slutår för produktion av driftavfall.

Avfallsleverantör	Prognostiserat slutår
BKAB	2020
FKA	2042
OKG	2037
RAB	2044
Clink	2070
SNAB	2040
Svafo	2045

BKAB stängde den sista reaktorn år 2005. På anläggningen bedrivs nu servicedrift fram tills rivning påbörjas. Dekontamineringsavfall som genereras under servicedriften behandlas som driftavfall. För övriga kärnkraftverk förväntas tiden mellan avställning och rivning vara kortare än för BKAB, och dekontamineringen ingår istället i rivningsavfallet.

För de verksamma kärnkraftverken förväntas reaktorerna på FKA och OKG ha en drifttid på 60 år. På RAB förväntas reaktor R1 och R2 drivas i 50 år medan R3 och R4 drivas i 60 år.

Mellanlagrat avfall antas deponeras under år 2013 och prognostiserat avfall antas deponeras samma år som avfallet uppstår. Mellanlagrade och prognostiserade kollin antas placeras i de typer av förvarsdelar som motsvarande typbeskrivning anger.

A2.3 Beräkningsmetoder

Beräkning av antal kollin görs i rapport- och prognosverktyget Triumf NG v1.0.1.3. I Triumf NG registreras deponerade, mellanlagrade och prognostiserade kollin per avfallstyp och emballagekod, samt slutförvarsdel.

A2.4 Resultat

I tabell A2-2 redovisas antal kollin per avfallstyp i respektive förvarsdel vid förslutning av SFR. I tabellen presenteras även deponerade, mellanlagrade och prognostiserade kollin var för sig.

I tabellen har avfallstyper av olika kolonvarianter eller med olika emballage, undantaget udda avfall med numrering 99, slagits samman. Avfallsinnehåll, matris- och emballagematerial kan därför variera inom den redovisade avfallstypen. Skillnaderna i de olika varianterna presenteras i bilaga E. Containerar kan ha olika storlek varför deponeringsvolymen anges i tabellen, annars gäller standardmått enligt bilaga B.

Avfall ifrån Clab har tidigare producerats under avfallstyper med bokstaven O, men har nu generellt egna avfallstyper med bokstaven C. Här redovisas antalet deponerade kollin ifrån Clab under avfallstyper med bokstaven C även om de tidigare har deponerats som avfallstyper med bokstaven O.

A3 Rivningsavfall

A3.1 Tillgängliga informationskällor

Information om antal kollin som uppstår vid rivning av de kärntekniska anläggningarna BKAB, FKA, OKG, RAB, Ågesta och Clink presenteras i rivningsstudier (Jönsson 2013, Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Hansson et al. 2013, Lindow 2012, Edelborg et al. 2014). Westinghouse har genomfört rivningsstudierna för FKA, OKG och Clink och TLG Services har genomfört rivningsstudierna för BKAB och Ågesta, samt levererat underlag till RAB. Rivningsstudierna bygger på följande inventeringar:

- BWR-reaktorerna B1 och B2 är systerreaktorer. Respektive reaktor har en termisk effekt på 1 800 MW_t och en elektrisk effekt på 615 MW_e. Inventering har gjorts på respektive block.
- BWR-reaktorerna F1 och F2 är systerreaktorer. Reaktorerna har en termisk effekt på 2 928 MW_t och en elektrisk effekt på 987 MW_e respektive 1 000 MW_e. Komplet inventering har gjorts på respektive block.
- BWR-reaktorn O1 har en termisk effekt på 1 375 MW_t och elektrisk effekt på 491 MW_e. Komplet inventering har gjorts på blocket.
- BWR-reaktorn O2 är systerreaktor med reaktorerna B1 och B2. O2 har en termisk effekt på 1 800 MW_t och en elektrisk effekt på 620 MW_e. Rivningsstudien bygger på den inventering som har genomförts på B1 och B2 med korrigering och granskning av OKG.
- BWR-reaktorn O3 är systerreaktor med reaktorn F3. O3 har en termisk effekt på 3 900 MW_t och elektrisk effekt på 1 465 MW_e. Rivningsstudien bygger på tidigare referensstudier, vilka har kompletterats efter revision 2006, samt utifrån en analys av skillnaderna mot F3.

Tabell A2-2. Antal kollin driftavfall som förväntas deponeras i SFR.

Förvarsdel	Avfallstyp	Behållare	Deponerade 2012-12-31	Mellanlagrade 2012-12-31	Prognos 2013-2075	Totalt antal kollin driftavfall 2075-12-31
Silo	B.04	Plåtfat	96	672	0	768
	B.06	Plåtfat	1 776	0	0	1 776
	C.02	Betongkokill	150	251	960	1 361
	C.24	Betongkokill	0	54	296	350
	F.18	Plåtkokill	264	90	450	804
	O.02/O.02:9	Betongkokill	874	445	625	1 944
	O.24	Plåtkokill	0	204	0	204
	R.02/R.02:9	Betongkokill	348	23	0	371
	R.16	Plåtkokill	1 164	349	1 326	2 839
	R.24	Plåtkokill	0	15	45	60
	S.04	Plåtfat	32	22	398	452
	S.11	Plåtkokill	96	10	0	106
	S.24	Betong- eller plåtkokill	0	17	809	826
BMA	B.05/B.05:9	Plåtfat	3 360	0	0	3 360
	B.05:2	Fatlåda	224	0	0	224
	B.23	Plåtkokill	0	25	8	33
	C.01:9	Betongkokill	68	0	0	68
	C.23	Betongkokill	43	15	103	161
	F.05:1/F.05:2	Plåtfat	1 712	0	0	1 712
	F15	Plåtkokill	11	0	0	11
	F.17/F.17:1	Plåtkokill	447	185	750	1 382
	F.23	Betong- eller plåtkokill	208	19	300	527
	F.99:1	Plåtkokill	2	0	0	2
	O.01:9	Betongkokill	670	5	0	675
	O.23/O.23:9	Betongkokill	455	29	125	609
	R.01/R.01:9	Betongkokill	1 686	3	0	1 689
	R.10	Betongkokill	84	5	32	121
	R.15	Plåtkokill	124	50	80	254
	R.23	Betong- eller plåtkokill	434	54	118	606
	R.29	Betongkokill	0	0	380	380
	S.21	Plåtfat	0	488	0	488
S.23	Betongkokill	0	0	718	718	
BTF	B.07/B.07:9	Betongtank	216	12	4	232
	F.99:2	Plåtlåda	18	0	0	18
	O.01:9	Betongkokill	28	0	0	28
	O.07/O.07:9	Betongtank	537	3	350	890
	O.99:1	Corténlåda	0	40	0	40
	R.01/R.01:9	Betongkokill	91	0	0	91
	R.10	Betongkokill	4	0	0	4
	R.23	Betongkokill	21	0	0	21
	R.99:1	Reaktortanklock	1	0	0	1
	S.13	Plåtfat	4 800	1 711	1 605	8 116
BLA	B.12/B.12:1	Container 20 m ³	193	0	0	193
	B.12	Container 40 m ³	33	12	16	61
	B.20	Container 20 m ³	12	0	0	12
	F.12	Container 10 m ³	0	21	6	27
	F.12	Container 20 m ³	24	4	15	43
	F.20	Container 20 m ³	15	0	0	15
	O.12/O.12:1	Container 20 m ³	1	30	50	81
	O.12	Container 40 m ³	5	5	0	10
	O.99:3	Container 40 m ³	0	5	0	5
	R.12/R.12:1	Container 20 m ³	26	7	0	33
	R.12	Container 40 m ³	44	21	53	118
	S.12	Container 20 m ³	0	50	210	260
	S.14	Container 20 m ³	75	12	0	87

- BWR-reaktorn F3 är systerreaktor med reaktorn O3. F3 har en termisk effekt på 3 300 MW_t och elektrisk effekt på 1 170 MW_e. Rivningsstudien bygger på O3:s referensstudie, kompletterat med inventering och korrigerat av FKA.
- BWR-reaktorn R1 har en termisk effekt på 2 500 MW_t och elektrisk effekt på 843 MW_e. Inventering har gjorts på blocket.
- PWR-reaktorerna R2, R3, R4 har en termisk effekt på 2 652 MW_t, 2 992 MW_t, 2 775 MW_t och en elektrisk effekt på 870 MW_e, 1 040 MW_e, 907 MW_e. Rivningsstudien bygger på underlag från PWR-reaktorer i USA som är systerreaktorer.

Information till inventeringen har utgått från dokumentation (sammanställningsritningar, datablad och FSAR) eller härletts från 3D-modeller från respektive block. I de fall där det finns svagheter i underlaget har tillämpning av kriterier, antaganden och extrapolering använts. Även ingenjörsmässiga bedömningar har gjorts i de fall det tillgängliga underlaget är bristfälligt.

Underlag för antal kollin från SNAB och Svafo kommer från avfallsleverantörernas egna prognoser. Prognoserna är av enklare karaktär än rivningsstudierna. I prognoserna anges avfallsmängder som antas genereras vid rivning av de olika enheterna på anläggningarna, så som byggnader, hanteringsenheter för avfall och forskningsreaktorn S-R2.

A3.2 Förutsättningar

Rivningsavfall kommer att omhändertas från de svenska kärntekniska anläggningarna BKAB, FKA, OKG, RAB, Ågesta, Clink, SNAB och Svafo (inklusive Ranstad). Eventuellt rivningsavfall från den planerade kärntekniska anläggningen ESS ingår inte i föreliggande rapport.

Rivningsavfall som omhändertas i SFR är låg- och medelaktivt kortlivat avfall. Långlivat härdnära (<1 m från härden) avfall planeras att omhändertas i SFL. I föreliggande rapport antas även avfall med högt innehåll av C-14 (system >10¹⁰ Bq) omhändertas i SFL, oavsett vad som anges i rivningsunderlagen. BWR-reaktortankarna deponeras hela i SFR medan PWR-reaktortankarna kommer att deponeras i SFL på grund av högt aktivitetsinnehåll. För den nedre aktivitetsgränsen gäller att allt avfall som inte kan friklassas (> 500 Bq/kg) antas deponeras i SFR. Inga markförvar förväntas användas för rivningsavfall. För BKAB inkluderas även en mängd avfall < 500 Bq/kg, detta enligt rivningsstudien.

Det lågaktiva avfallet deponeras i BLA och det medelaktiva avfallet deponeras i BMA. Vissa system kommer enligt rivningsstudierna att dekontamineras innan rivning och jonbytarmassorna från dekontamineringen antas deponeras i Silo. BWR-reaktortankarna deponeras i BRT.

I dagsläget finns inga färdiga typbeskrivningar för rivningsavfall, däremot finns det preliminära avfallsbeskrivningar. De kodsyste som idag finns för driftavfall appliceras i denna rapport även på rivningsavfall, men för att kunna särskilja på drift- och rivningsavfall har bokstaven D (decommissioning) adderats efter respektive avfallstyp med rivningsavfall. Den första bokstaven i koden anger anläggning som rivningsavfallet kommer ifrån, dvs B, F, O och R för respektive kärnkraftverk samt C för Clink, S för SNAB, V för Svafo och Å för Ågesta.

Som grundprincip benämns rivningsavfall till BLA med siffran 12 och rivningsavfall till BMA med siffran 23, baserat på driftavfallstyperna X.12 och X.23 (där X kan vara B, C, O, R eller S) vilka är sopor och skrot i containrar respektive kokiller till nämnda förvarsdelar. Skrotavfall och sekundäravfall från rivningen, dvs ”sopor och skrot”, får därmed koden 12:D eller 23:D. Till BLA och BMA kommer även kollin med betong, sand och kontaminerad mark från rivningen. Sådana avfallstyper existerar inte för driftavfall. För betongavfall adderas därmed bokstaven C (concrete) vilket ger koderna 12C:D eller 23C:D. På samma sätt står bokstaven S för sand och A för mark (asphalt). För rivningsavfallet har dessutom fyrkokill, motsvarande fyra kokiller, tillkommit som en behållartyp i BMA. För att särskilja det avfall som emballeras i fyrkokill från det avfall som emballeras i vanlig kokill betecknas fyrkokillen med 4K, exempelvis 4K23:D. Fyrkokillen kan komma att ersättas av fyra stycken vanliga kokiller utan att det mer än marginellt påverkar transport och deponering. Ett undantag från siffrorna 12 och 23 i BMA är askfat från SNAB som benämns S.25:D enligt den driftavfallstyp som SNAB likställt avfallet med i prognosunderlaget (S.25).

Utöver 12, 23 och 25 finns avfallstyperna C.16:D, F.18:D, O.16:D, R.02:D och X.BWR:D. X.BWR:D har skapats för reaktortankarna och övriga avfallstyper är dekontamineringsavfall som har benämnts utifrån driftavfallstyper innehållande jonbytarmassa till Silo.

De avfallstyper som redovisas för rivningsavfallet är endast fiktiva för denna rapport för att underlätta redovisningen.

A3.3 Beräkningsmetoder

I rivningsstudierna för BKAB, FKA, OKG, RAB, Ågesta och Clink anges antal plåtkokiller och fyrkokiller med skrotavfall, betong och sand. Dessa deponeras i BMA. För BKAB anges även ett antal BFA-tankar med interndelar. BFA-tankar antas inte användas som emballage i SFR varför detta avfallsmaterial, i föreliggande rapport, istället beräknas placeras i plåtkokiller, och deponeras i BMA. Vidare anges, i rivningsstudierna, antal ISO-containrar (20-fots halvhöjd) med skrotavfall, betong och sand. Dessa deponeras i BLA. Utöver detta anges ett antal plåtkokiller med dekontamineringsavfall vilket går till Silo, och så deponeras BWR-reaktortankarna hela i BRT.

I prognosunderlagen från SNAB och Svafo anges den deponeringsvolym som avfall från olika enheter antas generera, inklusive reaktorn S-R2. SNAB anger även vilka avfallstyper som antas motsvaras, liksom de som finns för driftavfall (S.12, S.23 och S.25). För att få en stringens med de avfallstyper som har antagits för rivningsavfall från kraftverken och Clink så kategoriseras även avfallet från prognosunderlagen för SNAB och Svafo i kategorierna skrotavfall och betong. För Svafo läggs även kategorin asfalt till då Svafo uppger asfalt, grus och jord från sanering runt anläggningarna. Antal kollin för olika avfallstyper beräknas därefter utifrån deponeringsvolym avfall inom respektive avfallskategori samt för respektive emballage, som i prognosunderlagen anges vara betongkokiller, ISO-containrar (20-fots halvhöjd) och plåtfat.

I rivningsstudierna för BKAB, RAB och Ågesta presenteras sekundäravfall som antas uppstå under rivningen, så som bland annat kläder, trasor och verktyg. För övriga anläggningar saknas mängduppskattningar av sekundäravfall vilket i denna rapport kompenseras för genom att anta ytterligare kollin i enlighet med de mängder som redovisas för RAB block R1. I rivningsstudien för RAB redovisas 25 st ISO-containrar med sekundäravfall från reaktor R1. Detta antal antas även gälla respektive reaktor på FKA och OKG samt för Svafo som tar hand om rivningen av forskningsreaktorn S-R2. Denna volym sekundäravfall motsvarar ca 11 % av den totala volymen inventerat BMA- och BLA-avfall från respektive anläggning. För Clink och SNAB har därför 2 st respektive 14 st ISO-containrar med sekundäravfall lagts till, vilket är 11 % av den totala volymen angiven i prognosunderlagen.

A3.4 Resultat

I tabell A3-1 redovisas antal prognostiserade kollin per avfallstyp i respektive förvarsdel vid förslutning av SFR.

Avfallsinnehåll, matris- och emballagematerial kan variera inom den redovisade avfallstypen. Skillnaderna i de olika varianterna presenteras i bilaga E. Containrar kan ha olika storlek varför deponeringsvolymen anges i tabellen, annars gäller standardmått enligt bilaga B.

A4 Totalt antal kollin

I tabell A4-1 redovisas det totala antalet kollin drift- och rivningsavfall, per avfallstyp, som förväntas finnas deponerade i SFR vid förslutning av förvaret.

I tabellen har avfallstyper av olika kolonvarianter eller med olika emballage, undantaget udda avfall med numrering 99, slagits samman. Avfallsinnehåll, matris- och emballagematerial kan därför variera inom den redovisade avfallstypen. Skillnaderna i de olika varianterna presenteras i bilaga E. Containrar kan ha olika storlek varför deponeringsvolymen anges i tabellen, annars gäller standardmått enligt bilaga B.

Tabell A3-1. Antal kollin rivningsavfall som förväntas deponeras i SFR.

Förvarsdel	Avfallstyp	Behållare	Antal kollin rivningsavfall 2075-12-31
Silo	C.16:D	Plåtkokill	7
	F.18:D	Plåtkokill	21
	O.16:D	Plåtkokill	28
	R.02:D	Plåtkokill	42
BRT	B.BWR:D	Reaktortank	2
	F.BWR:D	Reaktortank	3
	O.BWR:D	Reaktortank	3
	R.BWR:D	Reaktortank	1
BMA	B.23:D	Plåtkokill	608
	C.4K23:D	Fyrkokill	3
	F.4K23:D	Fyrkokill	237
	F.4K23C:D	Fyrkokill	70
	O.4K23:D	Fyrkokill	198
	O.4K23C:D	Fyrkokill	82
	O.4K23S:D	Fyrkokill	15
	R.23:D	Plåtkokill	153
	R.4K23:D	Fyrkokill	314
	R.4K23C:D	Fyrkokill	149
	S.23:D	Betongkokill	164
	S.25:D	Plåtfat	2 384
	Å.4K23:D	Fyrkokill	45
	Å.4K23C:D	Fyrkokill	5
BLA	B.12:D	Container 20 m ³	297
	B.12C:D	Container 20 m ³	389
	B.12S:D	Container 20 m ³	190
	C.12:D	Container 20 m ³	11
	C.12C:D	Container 20 m ³	7
	F.12:D	Container 20 m ³	529
	F.12C:D	Container 20 m ³	152
	F.12S:D	Container 20 m ³	53
	O.12:D	Container 20 m ³	457
	O.12C:D	Container 20 m ³	160
	O.12S:D	Container 20 m ³	37
	R.12:D	Container 20 m ³	389
	R.12C:D	Container 20 m ³	60
	R.12S:D	Container 20 m ³	32
	S.12:D	Container 20 m ³	63
	S.12C:D	Container 20 m ³	26
	V.12:D	Container 20 m ³	82
	V.12A:D	Container 20 m ³	200
	V.12C:D	Container 20 m ³	227
	Å.12:D	Container 20 m ³	10
Å.12C:D	Container 20 m ³	15	

Tabell A4-1. Antal kollin drift- och rivningsavfall som förväntas deponeras i SFR.

Förvarsdel	Avfallstyp	Behållare	Antal kollin drift- och rivningsavfall 2075-12-31
Silo	B.04	Plåtfat	768
	B.06	Plåtfat	1 776
	C.02	Betongkokill	1 361
	C.16:D	Plåtkokill	7
	C.24	Betongkokill	350
	F.18	Plåtkokill	804
	F.18:D	Plåtkokill	21
	O.02/O.02:9	Betongkokill	1 944
	O.16:D	Plåtkokill	28
	O.24	Plåtkokill	204
	R.02/R.02:9	Betongkokill	371
	R.02:D	Plåtkokill	42
	R.16	Plåtkokill	2 839
	R.24	Plåtkokill	60
	S.04	Plåtfat	452
	S.11	Plåtkokill	106
	S.24	Betong- eller plåtkokill	826
BRT	B.BWR:D	Reaktortank	2
	F.BWR:D	Reaktortank	3
	O.BWR:D	Reaktortank	3
	R.BWR:D	Reaktortank	1
BMA	B.05/B.05:9	Plåtfat	3 360
	B.05:2	Fatlåda	224
	B.23	Plåtkokill	33
	B.23:D	Plåtkokill	608
	C.01:9	Betongkokill	68
	C.23	Betongkokill	161
	C.4K23:D	Fyrkokill	3
	F.05:1/F.05:2	Plåtfat	1 712
	F15	Plåtkokill	11
	F.17/F.17:1	Plåtkokill	1 382
	F.23	Betong- eller plåtkokill	527
	F.4K23:D	Fyrkokill	237
	F.4K23C:D	Fyrkokill	70
	F.99:1	Plåtkokill	2
	O.01:9	Betongkokill	675
	O.23/O.23:9	Betongkokill	609
	O.4K23:D	Fyrkokill	198
	O.4K23C:D	Fyrkokill	82
	O.4K23S:D	Fyrkokill	15
	R.01/R.01:9	Betongkokill	1 689
	R.10	Betongkokill	121
	R.15	Plåtkokill	254
	R.23	Betong- eller plåtkokill	606
	R.23:D	Plåtkokill	153
	R.4K23:D	Fyrkokill	314
	R.4K23C:D	Fyrkokill	149
	R.29	Betongkokill	380
	S.21	Plåtfat	488
	S.23	Betongkokill	718
	S.23:D	Betongkokill	164
	S.25:D	Plåtfat	2 384
	Å.4K23:D	Fyrkokill	45
	Å.4K23C:D	Fyrkokill	5

Tabell A4-1. Fortsättning.

Förvarsdel	Avfallstyp	Behållare	Antal kollin drift- och rivningsavfall 2075-12-31
BTF	B.07/B.07:9	Betongtank	232
	F.99:2	Plåtlåda	18
	O.01:9	Betongkokill	28
	O.07/O.07:9	Betongtank	890
	O.99:1	Corténlåda	40
	R.01/R.01:9	Betongkokill	91
	R.10	Betongkokill	4
	R.23	Betongkokill	21
	R.99:1	Reaktortanklock	1
S.13	Plåtfat	8 116	
BLA	B.12/B.12:1	Container 20 m ³	193
	B.12	Container 40 m ³	61
	B.12:D	Container 20 m ³	297
	B.12C:D	Container 20 m ³	389
	B.12S:D	Container 20 m ³	190
	B.20	Container 20 m ³	12
	C.12:D	Container 20 m ³	11
	C.12C:D	Container 20 m ³	7
	F.12	Container 10 m ³	27
	F.12	Container 20 m ³	43
	F.12:D	Container 20 m ³	529
	F.12C:D	Container 20 m ³	152
	F.12S:D	Container 20 m ³	53
	F.20	Container 20 m ³	15
	O.12/O.12:1	Container 20 m ³	81
	O.12	Container 40 m ³	10
	O.12:D	Container 20 m ³	457
	O.12C:D	Container 20 m ³	160
	O.12S:D	Container 20 m ³	37
	O.99:3	Container 40 m ³	5
	R.12/R.12:1	Container 20 m ³	33
	R.12	Container 40 m ³	118
	R.12:D	Container 20 m ³	389
	R.12C:D	Container 20 m ³	60
	R.12S:D	Container 20 m ³	32
	S.12	Container 20 m ³	260
	S.12:D	Container 20 m ³	63
	S.12C:D	Container 20 m ³	26
	S.14	Container 20 m ³	87
	V.12:D	Container 20 m ³	82
	V.12A:D	Container 20 m ³	200
V.12C:D	Container 20 m ³	227	
Å.12:D	Container 20 m ³	10	
Å.12C:D	Container 20 m ³	15	

A5 Osäkerheter

Det framtida avfallet kommer att omfatta både driftavfall och rivningsavfall från kärnkraftverken, Clink, SNAB, Svafo och Ågesta. För att dimensionera utbyggnaden av SFR, måste kvantitativa bedömningar göras för mängden avfall som kommer att uppstå. I de kommande avsnitten diskuteras tänkbara osäkerheter och risker som kan vara av betydelse för den uppskattade mängden framtida avfall.

I avsnitt A5.1 presenteras osäkerheter som enbart berör driftavfall och i avsnitt A5.2 presenteras osäkerheter som berör rivningsavfall. Avsnitt A5.3–A5.5 behandlar osäkerheter som är övergripande för drift- såväl som rivningsavfall.

A5.1 Driftavfall

För driftavfallet finns både befintligt avfall och prognostiserat avfall. Det deponerade avfallet i SFR finns väl dokumenterat i databasen Triumf på SFR. Mellanlagrat avfall kan vara färdigtillverkat kollin eller obehandlat avfall. För det obehandlade avfallet finns ett visst mått av osäkerhet, men störst är givetvis osäkerheten i det ännu ej producerade avfallet.

Uppskattningarna av antal kollin ligger till grund för beräkningarna av volym, material och aktivitet, se bilaga B, C och D, vilka därmed också påverkas av nedan nämnda osäkerheter.

A5.1.1 Prognostiserad kolliproduktion

Prognostiserad kolliproduktion för driftavfall har uppskattats utifrån erfarenheter av det hittills producerade avfallet, med antaganden om kärnkraftverkens framtida verksamhet. Varje avfallsleverantör har uppskattat en årlig produktion av avfallskollin per avfallstyp, samt det antal kollin som finns mellanlagrade på respektive anläggning. Det har också funnits en möjlighet att ange ett osäkerhetsintervall för minsta respektive största antal prognostiserade kollin per avfallstyp. Resultatet för detta osäkerhetsintervall presenteras i tabell A5-1, tillsammans med det antal prognostiserade kollin som anges i avsnitt A2.4, benämnt "förväntat" antal kollin.

De prognostiserade mängderna driftavfall har uppskattats med utgångspunkt från anläggningarnas historik samt erfarenhet av hantering och produktion av avfall. Packningsgraden i driftavfallet är välkänd och bygger på lång erfarenhet inom avfallshantering. I prognoserna för framtida driftavfall har dagens packningsgrader antagits då optimeringar är gjorda i flera omgångar.

Det är möjligt att nya avfallstyper kan komma att produceras i framtiden. Den osäkerheten kan påverka en viss avfallstyp men bör dock inte påverka den totala mängden avfall nämnvärt.

Avvikelser från de prognostiserade mängderna driftavfall kommer naturligtvis att förekomma, men till viss del kan avvikelserna inom en anläggning och även mellan anläggningarna ta ut varandra i ett längre tidsperspektiv. De prognostiserade slutåren för stängning av kärnkraftverken kan tidigare- eller senareläggas, vilket innebär att mängden avfall som då produceras kan avvika mer eller mindre från prognoserna.

Vid stängning av respektive kärnkraftsreaktor tillkommer dessutom avfall från några års avställnings- och servicedrift innan rivning av anläggningen sker. Att inga individuella mängduppskattningar har gjorts för servicedriften beror på att tiden för detta är kort relativt de sammanlagda driftåren samt att mindre mängd nytt avfall produceras när reaktorn är avställd. Avfallsmängderna från servicedriften kan antas ingå i verkens uppskattade osäkerhetsintervall där hänsyn bland annat har tagits till revisioner, såväl planerade som oplanerade. Avfallet från systemdekontamineringen som sker efter avställning är dessutom medräknat i rivningsavfallet för respektive reaktor, förutom för B1 och B2 där systemdekontamineringar redan är gjorda och inkluderas i driftavfallet.

Hittills har de deponerade avfallsvolymer till SFR varit mindre än tidigare prognostiserat. Detta är resultatet av nya metoder och krav samt färre bränsleskador med mindre uranupplösning, vilket också i framtiden kan komma att ge ytterligare avfallsreducering.

A5.1.2 Clabkassetter

Baserat på analyser och strykprovtagningar bedöms bränslekassetterna som används i Clab kunna friklassas. Volymen för dessa är således inte med i föreliggande prognos. Dock krävs viss efterbehandling för att friklassning ska vara möjlig. Dekontaminering/avspolning sker vid uttag från förvaringsbassängen för att bli av med partikulär aktivitet som har ansamlats i botten av kassetten. Den extra mängd jonbytomassa som behandlingen kan tänkas generera beaktas i dagsläget inte i inventariesammanställningen. Vid behov kan materialet även smältas. Därigenom skulle mängden avfall till SFR som tillkommer endast omfatta det sekundära avfallet som uppkommer vid smältning, vilket har uppskattats till 140 m³ eller ca sju halvhöjdscontainrar. Det sekundära avfallet från eventuell smältning är dock inte heller med i föreliggande prognos.

Tabell A5-1. Antal kollin driftavfall som förväntas deponeras i SFR, inklusive min/max-intervall.

Förvarsdel	Avfallstyp	Behållare	Minst antal kollin 2075-12-31	Förväntat antal kollin 2075-12-31	Max antal kollin 2075-12-31
Silo	B.04	Plåtfat	668	768	868
	B.06	Plåtfat	1 776	1 776	1 776
	C.02	Betongkokill	1 241	1 361	1 361
	C.24	Betongkokill	168	350	350
	F.18	Plåtkokill	444	804	804
	O.02/O.02:9	Betongkokill	1 874	1 944	2 624
	O.24	Plåtkokill	204	204	204
	R.02/R.02:9	Betongkokill	371	371	371
	R.16	Plåtkokill	2 834	2 839	2 894
	R.24	Plåtkokill	52	60	63
	S.04	Plåtfat	447	452	457
	S.11	Plåtkokill	106	106	106
	S.24	Betong- eller plåtkokill	786	826	897
BMA	B.05/B.05:9	Plåtfat	3 360	3 360	3 360
	B.05:2	Fatlåda	224	224	224
	B.23	Plåtkokill	28	33	38
	C.01:9	Betongkokill	68	68	68
	C.23	Betongkokill	115	161	168
	F.05:1/F.05:2	Plåtfat	1 712	1 712	1 712
	F15	Plåtkokill	11	11	11
	F.17/F.17:1	Plåtkokill	1 232	1 382	1 532
	F.23	Betong- eller plåtkokill	377	527	527
	F.99:1	Plåtkokill	2	2	2
	O.01:9	Betongkokill	675	675	675
	O.23/O.23:9	Betongkokill	584	609	734
	R.01/R.01:9	Betongkokill	1 689	1 689	1 689
	R.10	Betongkokill	121	121	127
	R.15	Plåtkokill	246	254	262
	R.23	Betong- eller plåtkokill	599	606	619
	R.29	Betongkokill	360	380	410
	S.21	Plåtfat	488	488	488
S.23	Betongkokill	668	718	768	
BTF	B.07/B.07:9	Betongtank	232	232	232
	F.99:2	Plåtlåda	18	18	18
	O.01:9	Betongkokill	28	28	28
	O.07/O.07:9	Betongtank	840	890	940
	O.99:1	Corténlåda	40	40	40
	R.01/R.01:9	Betongkokill	91	91	91
	R.10	Betongkokill	4	4	4
	R.23	Betongkokill	21	21	21
	R.99:1	Reaktortanklock	1	1	1
	S.13	Plåtfat	8 076	8 116	8 156
	BLA	B.12/B.12:1	Container 20 m ³	193	193
B.12		Container 40 m ³	53	61	69
B.20		Container 20 m ³	12	12	12
F.12		Container 10 m ³	21	27	81
F.12		Container 20 m ³	34	43	88
F.20		Container 20 m ³	15	15	15
O.12/O.12:1		Container 20 m ³	56	81	156
O.12		Container 40 m ³	10	10	10
O.99:3		Container 40 m ³	5	5	5
R.12/R.12:1		Container 20 m ³	33	33	33
R.12		Container 40 m ³	118	118	135
S.12		Container 20 m ³	190	260	330
S.14		Container 20 m ³	87	87	87

A5.1.3 S.13

Till förvardsdelen BTF prognostiseras för en framtida deponering av fat av avfallstypen S.13. Med dagens hanteringssätt staplas dessa fat i fack med betongkokiller som mellanväggar. Som prognosen nu anger kommer dock inga fler kokiller att deponeras i BTF. Den framtida lösningen kan vara att S.13-avfall, istället för att packas i plåtfat, packas i kokiller. Detta skulle innebära enklare hantering i förvaret och en minskad deponeringsvolym.

A5.1.4 S.14

Containrar i IBLA innehållande fat av avfallstypen S.14 (totalt 75 containrar) kan komma att återtas ur förvaret eftersom deras material- och radionuklidinnehåll kan vara felaktigt uppskattade. Detta beskrivs närmare i avsnitt D5.8 i bilaga D.

A5.2 Rivningsavfall

Eftersom det än så länge finns begränsad erfarenhet av att riva kärntekniska anläggningar i Sverige är osäkerheten stor i uppskattningen av mängden avfall som uppkommer. För SNAB och Svafo finns ännu inga detaljerade rivningsstudier varför de uppskattade avfallsmängderna baseras på avfallsleverantörernas egna prognoser.

A5.2.1 Inventering

I rivningsstudierna för respektive kärnkraftverk finns den inventerade mängden material som uppstår vid rivning presenterad. Inventeringen utgår från bland annat ritningsunderlag och med hjälp av aktivitetsberäkningar har avfallsmängderna till SFR uppskattats. Materialets kontamineringsgrad har beräknats utifrån aktivitetsmätningar i anläggningarna. Ju längre bort från reaktorn (härden) desto svårare är det att bedöma aktivitetsinnehållet, och därmed även huruvida materialet är friklassningsbart eller behöver omhändertas i SFR.

Enligt rivningsstudierna för FKA och OKG uppskattas en osäkerhet på ca ± 5 –20 % i de inventerade mängderna (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013). För Ågesta anges en osäkerhet på +0–20 % (Lindow 2012) och för Clink anges ett osäkerhetsintervall på ± 20 % (Edelborg et al. 2014). SNAB bedömer att deras prognostiserade rivningsmängder kan variera med ± 35 %. Svafo uppskattar osäkerheten till åtminstone + 50 %. I rivningsstudierna för BKAB och RAB anges inget osäkerhetsintervall.

Som förutsättning i rivningsstudien för BKAB har all potentiellt kontaminerad betong och mark uppskattats (konsekvenserna av spill, läckage och händelser under driftperiod). Till skillnad från övriga verk som har en avfallskategori med friklassningsbart material, har även avfall med den specifika aktiviteten <500 Bq/kg medtagits i dimensioneringsunderlaget från BKAB. Totalt handlar det om ca 240 st kollin till BLA vilket motsvarar en volym på knappt 5 000 m³.

Mängden inventerat rivningsavfall kan tänkas vara överskattad då den är uppskattad utifrån hela system. Efter viss behandling av material (såsom segmentering och separering av icke-kontaminerade delar från kontaminerade delar inom samma system) kan de prognostiserade avfallsvolymerna tänkas minska, vilket då medför ett reducerat antal kollin.

A5.2.2 Packningsgrad

I rivningsstudierna antas processavfallet packas med en packningsgrad på ca 1,1 ton/m³ (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013, Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Lindow 2012). Om packningsgraden inte skulle användas utan istället den maximala viktkapaciteten för respektive avfallsbehållare innehållande skrot, skulle antalet kollin minska signifikant.

Den maximalt tillåtna avfallsvikten för fyrkokiller och ISO-containrar är 18 ton och för plåtkokiller antas maxvikten vara ca 4 ton (beroende på väggtjocklek). Detta innebär att vid maximal viktkapacitet skulle packningsgraden vara 2,8 ton/m³ för fyrkokiller, 1,2 ton/m³ för ISO-containrar och 2,4 ton/m³ för plåtkokiller. Om den maximala vikten skulle användas för skrotavfall för alla kärnkraftverk skulle antalet fyrkokiller minska med ca 450 st, antalet plåtkokiller med ca 340 st och antalet

ISO-containrar med ca 120 st, vilket motsvarar en volymminskning på ca 3 700 m³ till BMA och 2 400 m³ till BLA. I BMA finns dock krav på att avfallet ska betongkringgjutas vilket inte har tagits hänsyn till i dessa beräkningar.

Utfallet ovan bedöms som osannolikt men påvisar ändå potentialen för att minska antalet avfallskollin genom utveckling av avfallsbehållare och hanteringsutrustning. Till skillnad från driftavfallet kommer packningen av rivningsavfall att bli en större industrialiserad process där stora mängder avfall uppstår och måste tas om hand på kort tid. För rivningsavfallet är det således miljö- och optimeringskrav samt dos till personal kontra kostnad och tid som avgör vilken packningsgrad som uppnås. Packningsgraden 1,1 ton/m³ i rivningsstudierna är vald utifrån erfarenheter från andra rivningsprojekt och anses representera det mest troliga utfallet.

A5.2.3 Segmenterade BWR-reaktortankar

Som alternativ till att deponera hela BWR-reaktortankar kan dessa segmenteras inför slutdeponering i SFR. Underlag om detta finns för reaktorerna B1, B2 i (SKBdoc 1403739). För F1–F3, O1–O3, och R1 har underlag A, B och C i tabell A5-2 använts som arbetsmaterial. Segmenterade reaktortankar placeras i fyrkokiller (undantag för B1 och B2) som deponeras i BMA. BKAB:s reaktortankar placeras istället i kokiller och ISO-containrar till följd av att andra förutsättningar rådde då rivningsstudier för dessa reaktorer togs fram. Om segmentering av reaktortankar skulle bli aktuellt, ökar antalet fyrkokiller med ca 650 st (4 500 m³) och kokiller med ca 80 st (140 m³) i BMA och antalet ISO-containrar ökar med 50 st (1 000 m³) i BLA. Samtidigt blir BRT tillgängligt för deponering av annat avfall.

A5.2.4 Smältning

Visst lågaktivt skrotavfall skulle kunna volymreduceras genom smältning. Om smältning skulle ske enligt dagens förutsättningar (krav från SNAB:s smältningsanläggning) så gäller att ytdosraten på materialet inte får överskrida 0,2 mSv/h och den specifika aktiviteten får inte överskrida 5×10⁵ Bq/kg.

I rivningsstudierna för BKAB och RAB beräknas antalet kollin till SFR med utgångspunkt att smältning kommer ske (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013).

I rivningsstudierna för FKA och OKG ingår totalt ca 700 st ISO-containrar som enligt ovan kriterier skulle kunna vara aktuella för smältning (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013). Vid smältning antas en volymreduktion om 75 % vilket skulle minska antalet containrar ner till 162 st, alltså en minskning på drygt 10 000 m³ till BLA. För optimal hantering av götet behöver en ny avfallsbehållare tas fram så att volyminnehållet kan maximeras i förhållande till den tillåtna vikten.

A5.2.5 Biologisk skärm

Genom att deponera de biologiska skärmarna i form av större block utan behållare kan volymen som antalet kollin upptar reduceras. Detta beror på att voiden ökar då materialet sönderdelas för att kunna inrymmas i befintliga avfallsbehållare. I tänkta avfallsbehållare antas betongen packas med en packningsgrad på 1,1–1,5 ton/m³ (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013, Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Londow 2012). För att beräkna volymen för avfallet utan behållare har densiteten 2,46 ton/m³ ansatts för betongen. Ingen hänsyn har då tagits till den faktiska deponeringsvolymen i SFR för de större blocken. En viktig förutsättning för detta är dock att transport och hantering på SFR är möjlig.

Om deponering av större block antas för samtliga kärnkraftverk skulle den totala volymen minska med ca 800 m³ i BMA och 5 000 m³ i BLA.

Tabell A5-2. Underlag segmentering av reaktortankar.

Löpnummer	Underlag
A	Westinghouse, Decommissioning study of Forsmark 1-3, rev 0, 2011
B	Westinghouse, Decommissioning study of Oskarshamn 1-3, rev 0, 2011
C	TLG Services Inc, Decommissioning waste package analysis for the Ringhals Unit 1, rev 2, 2012

A5.2.6 Systemdekontaminering

Systemdekontaminering av primärsystemen kommer att göras för att sänka aktivitetsnivåerna i anläggningen och därigenom underlätta hanteringen under nedmontering och rivning. En effekt av detta är att fördelningen av avfallet mellan förvarsdelarna i SFR kan komma att påverkas. Avfallet kommer nämligen att kunna deponeras i olika förvarsdelar beroende på hur väl dekontamineringen görs. Dekontamineringsfaktorn är ansatt till 10, dvs aktiviteten på komponenterna kommer att reduceras med 90 % efter systemdekontaminering och aktiviteten flyttas istället till jonbytmassor. Oftast är dock dekontamineringen mer effektiv än den ansatta faktorn och en underskattad dekontamineringsfaktor kan resultera i att visst prognostiserat BMA-avfall eventuellt kan deponeras i BLA istället. Den frigiorda aktiviteten från dekontamineringen kommer dock att deponeras i Silo oavsett vilken dekontamineringsfaktor som uppnås.

A5.2.7 Sekundäravfall

I rivningsstudier och prognosunderlag ingår huvudsakligen inventerat material så som skrotavfall och betong. Under rivningen kommer dock även sekundäravfall att uppstå, så som kläder, trasor och verktyg. I rivningsstudierna för BKAB, RAB och Ågesta presenteras mängder sekundäravfall som antas uppstå under rivningen men för övriga anläggningar saknas mängduppskattningar av sekundäravfall. Mängderna sekundäravfall är givetvis underordnat det inventerade avfallet, men ligger i rivningsstudierna för BKAB, RAB och Ågesta på ca 5-20 % av den totala volymen skrot, betong och sandavfall. För att inte underskatta den totala mängden avfall som kan komma att behöva omhändertas i SFR antas därför övriga anläggningar leverera sekundäravfall i paritet med BKAB, RAB och Ågesta, se avsnitt A3.3.

I föreliggande rapport har totalt ca 200 st ISO-containrar med avfall till BLA (motsvarande 4 000 m³) lagts till för att kompensera för eventuella mängder sekundäravfall från FKA, OKG, Clink, SNAB och Svafö.

Det bör beaktas att uppskattningarna av sekundäravfall är förknippade med stora osäkerheter vilket kan innebära både mer eller mindre avfall än de beräknade mängderna. Det finns en möjlighet att mycket utav sekundäravfallet har så pass lågt aktivitetsinnehåll att det inte behöver omhändertas i SFR. Enligt rivningsstudierna för RAB antas ca 35 vikt-% av sekundäravfallet vara ”mjukt avfall” och 65 vikt-% ”hårt avfall”. En del av det mjuka avfallet kan eventuellt brännas och det hårda smältas för en maximal volymreduktion.

Enligt erfarenhet av förbränning av driftavfall återstår cirka 4 % av den ursprungliga råvolymen och cirka 10 % av ursprungsvikten efter förbränning. Den resulterande askan är kemiskt stabil och kan antas motsvara avfallstyp S.13.

A5.3 Friklassning och återvinning

Prognoserna för hur stora mängder drift- och rivningsavfall som ska komma att deponeras i SFR är gjorda utifrån de tidigare gränsvärdena för friklassning.

Sedan den 1 januari 2012 gäller nya nuklidspecifika gränsvärden med en generell tillåten gräns på 100 Bq/kg per nuklid, jämfört med tidigare 500 Bq/kg. För enstaka nuklider har samtidigt den tillåtna gränsen istället höjts till 1000 Bq/kg.

Sakkunniga på kärnkraftverken har tillfrågats huruvida mängden avfall till SFR kommer att öka till följd av den nya friklassningsföreskriften. Både FKA och OKG bedömer att sänkningen av gränsvärdena inte kommer att påverka deras möjlighet till att friklassa i någon större utsträckning. Det som snarare styr i vilken omfattning friklassning kommer att göras är ekonomi och miljökrav. Friklassningsarbetet kommer att innebära förhöjda arbetsinsatser för att separera kontaminerat material från icke-kontaminerat material, dekontaminera material samt utföra mer mätningar. För rivningsavfall är det dessutom extra viktigt att friklassningsarbetet kan genomföras på ett effektivt sätt, då rivningen av kärnkraftverken kommer att generera stora mängder avfall under en relativt kort tidsperiod. För närvarande pågår dock anpassningsarbete till de nya föreskrifterna på kärnkraftverken, såsom införskaffande av mer avancerad mätutrustning, utbildning av personal och iordningsställande av lämpliga lokaler.

A5.4 Markförvar

Deponering av mycket lågaktivt driftavfall i markförvar förutsätts vara möjligt under reaktoreernas återstående drifttider. Därmed är mängden mycket lågaktivt driftavfall inte med i föreliggande rapports avfallsinventarium. Ur kärnkraftverkens avfallsplaner, vilka ingår som underlag till respektive reaktors SAR, framgår hur stor volym mycket lågaktivt driftavfall som årligen deponeras i markförvar. För FKA och OKG är en normal medelårsproduktion runt 300 m³, varav åtminstone två tredjedelar utgörs av kompakterbart/brännbart material. För RAB ligger medelårsproduktionen mellan 260 och 450 m³. Dessutom har RAB cirka 3 000 m³ mycket lågaktivt driftavfall i lager.

Förutsättningen i denna rapport gällande mycket lågaktivt rivningsavfall är att markförvar inte finns tillgängligt för slutförvaring. Istället avses detta avfall att deponeras i BLA. Kärnkraftverken efterfrågar dock möjligheten till deponering av mycket lågaktivt rivningsavfall i markförvar. Mängden avfall är uppskattad utifrån det nuklidinventarium som är beräknat i rivningsstudierna (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Hansson et al. 2013). SSM:s föreskrifter och allmänna råd om friklassning av material, lokaler, byggnader och mark vid verksamhet med joniserande strålning, samt kärnkraftverkens befintliga tillstånd angående markförvar har legat till grund för bakomliggande gränsvärden för att uppskatta mängden rivningsavfall för eventuell deponering i markförvar. Om detta utfall skulle appliceras på de kärnkraftverk som har befintligt markförvar (FKA, OKG och RAB) skulle den totala mängden rivningsavfall till BLA från dessa avfallsleverantörer minska till cirka hälften.

A5.5 Övrigt avfall

Den planerade forskningsanläggningen ESS (European Spallation Source) i Lund kommer att generera radioaktivt avfall som skulle kunna bli aktuellt för slutförvaring i SFR. Detta avfall är inte beaktat i det beräknade inventariet i föreliggande rapport.

Deponeringsvolym avfall

B1 Bakgrund och syfte

Syftet med denna bilaga är att presentera en sammanställning över vilka deponeringsvolym som kommer upptas av avfallet till SFR, samt att beskriva de huvudsakliga osäkerheterna.

Den redovisade volymen baseras på yttervolymen för respektive kolli, alternativt ett rätblock som inrymmer kollit, så kallad deponeringsvolym. I tabell B1-1 ges information om deponeringsvolym för respektive avfallsbehållare som används eller planeras att användas för avfall till befintligt och utbyggt SFR samt volymen för BWR-reaktortankar.

B2 Driftavfall

B2.1 Tillgängliga informationskällor

Deponeringsvolymen i SFR är framtagen utifrån det antal deponerade och prognostiserade kollin som presenteras i avsnitt A2 i bilaga A samt de deponeringsvolym som anges i tabell B1-1.

B2.2 Förutsättningar

I tabell B2-1 redovisas den deponeringsvolym som befintliga förvarsdelar i SFR rymmer. I övrigt gäller de förutsättningar som angavs i bilaga A.

B2.3 Beräkningsmetoder

Den totala deponeringsvolymen beräknas i rapport- och prognosverktyget Triumf NG v1.0.1.3. Volymen har beräknats genom att multiplicera det antal kollin som presenteras i bilaga A med motsvarande deponeringsvolym för respektive avfallsbehållare, se tabell B1-1.

Tabell B1-1. Deponeringsvolym för olika typer av avfallsbehållare och BWR-reaktortankar.

Emballage	Deponeringsvolym [m ³]
Fyrkokill	6,912
Betong-/plåtkokill	1,728
Betongtank	10
BWR-reaktortank B1	860
BWR-reaktortank B2	860
BWR-reaktortank O1	645
BWR-reaktortank O2	790
BWR-reaktortank O3	1 190
BWR-reaktortank F1	1 190
BWR-reaktortank F2	1 190
BWR-reaktortank F3	1 190
BWR-reaktortank R1	850
Container, 10-fot halvhöjd	10
Container, 10-fot helhöjd/20-fots halvhöjd	20
Container, 20-fot helhöjd	40
Corténlåda	3,375
Plåtfat (på fatbricka)	0,324
Fatlåda	1,728
Plåtlåda	10
Reaktortanklock	100

Tabell B2-1. Förvarsutrymmen i befintligt SFR.

Förvarsdel	Deponeringsvolym [m ³]
Silo	17 740
1BMA	13 090
1BTF	7 655
2BTF	7 655
1BLA	14 280
Totalt	60 420

B2.4 Resultat

I tabell B2-2 redovisas deponeringsvolym driftavfall per förvarsdel vid förslutning av SFR. I tabellen presenteras hur stora volymer avfall som finns deponerat i SFR idag samt hur stora volymer avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantörerna eller prognostiseras uppkomma.

Tabell B2-2. Deponeringsvolym driftavfall.

Förvarsdel	Deponerat	Mellanlagrat	Prognos	Total volym driftavfall
	[m ³] 2012-12-31	[m ³] 2012-12-31	[m ³] 2013-2075	[m ³] 2075-12-31
Silo	5 621	2 744	7 924	16 289
BMA	9 343	832	4 517	14 692
BTF	9 614	839	4 060	14 513
BLA	10 200	3 990	8 320	22 510
Totalt	34 779	8 406	24 821	68 005

B3 Rivningsavfall

B3.1 Tillgängliga informationskällor

Deponeringsvolymen i SFR är framtagen utifrån de antal kollin som presenteras i avsnitt A3 i bilaga A samt de deponeringsvolymer som anges för avfallsbehållare och BWR-reaktortankar i tabell B1-1.

B3.2 Förutsättningar

Utöver de emballage som idag används för deponering av driftavfall antas rivningsavfall packas i den nya fyrkokillen med en deponeringsvolym som motsvarar fyra kokiller. BWR-reaktortankarnas deponeringsvolymer har uppskattats utifrån ett rätblock som inrymmer reaktortanken och eventuella flänsar eller rördelar som står ut från reaktortanken. I övrigt gäller de förutsättningar som anges i bilaga A.

B3.3 Beräkningsmetoder

Beräkningar har gjorts i Excel genom att multiplicera det antal kollin som presenteras i bilaga A med motsvarande deponeringsvolym för respektive avfallsbehållare, se tabell B1-1.

B3.4 Resultat

I tabell B3-1 redovisas deponeringsvolym rivningsavfall per förvarsdel vid förslutning av SFR.

Tabell B3-1. Deponeringsvolym rivningsavfall.

Förvarsdel	Volym rivningsavfall [m ³] 2075-12-31
Silo	169
BRT	8 765
BMA	10 098
BLA	67 720
Totalt	86 753

B4 Total deponeringsvolym

I tabell B4-1 redovisas en sammanställning av deponeringsvolym drift- och rivningsavfall per förvarsdel vid förslutning av SFR.

Tabell B4-1. Total deponeringsvolym drift- och rivningsavfall.

Förvarsdel	Total volym drift- och rivningsavfall [m ³] 2075-12-31
Silo	16 459
BRT	8 765
BMA	24 791
BTF	14 513
BLA	90 230
Totalt	154 758

B5 Osäkerheter

Volymberäkningarna baserar sig på det prognostiserade antalet kollin som presenteras i bilaga A och de specifikt angivna deponeringsvolymerna för varje emballagetyp i tabell B1-1. De olika osäkerheterna som diskuteras i bilaga A berör således även volymerna. Osäkerheten i deponeringsvolym för respektive kolli är däremot begränsad.

B5.1 Driftavfall

I avsnitt A5.1.1 i bilaga A presenteras ett osäkerhetsintervall i prognosen av antal kollin till SFR, utifrån uppskattningar gjorda av respektive avfallsleverantör. Utifrån de variationer i antal kollin som visas där har ett intervall för minsta och största deponeringsvolym till SFR beräknats. Därtill presenteras även den förväntade volym som anges i avsnitt B2.4.

Utöver intervallet i tabell B5-1 berörs driftavfallet även av de osäkerheter som presenteras för clabkassetter, avfallstyperna S.13 och S.14 samt markförvar i bilaga A.

Tabell B5-1. Deponeringsvolym driftavfall enligt min/max-intervall av prognostiserat antal kollin.

Förvarsdel	Minsta volym [m ³] 2075-12-31	Förväntad volym [m ³] 2075-12-31	Största volym [m ³] 2075-12-31
Silo	14 899	16 289	17 721
BMA	13 896	14 692	15 373
BTF	14 000	14 513	15 026
BLA	20 050	22 510	27 850
Totalt	62 845	68 005	75 971

B5.2 Rivningsavfall

I avsnitt A5.2.1 i bilaga A diskuteras uppskattade osäkerhetsintervall för antal kollin som anges i rivningsstudier och prognosunderlag. Utifrån de osäkerhetsintervallen har en minsta och största deponeringsvolym till SFR beräknats, se tabell B5-2. Intervallet beräknas utifrån en osäkerhet på $\pm 20\%$ för avfall från FKA, OKG, RAB och Clink och en osäkerhet på $\pm 35\%$ för avfall från SNAB. För Svafo beräknas ett osäkerhetspåslag om $+20\%$ och för Ågesta $+50\%$. För BKAB har avfall med en aktivitet på <500 Bq/kg tagits bort i beräkningarna av minsta volym (se bilaga A).

Utöver intervallet i tabell B5-2 berörs rivningsavfallet även av de osäkerheter som presenteras för systemdekontaminering, friklassning, markförvar, sekundäravfall, packningsgrader och volymreducerande åtgärder i bilaga A.

Tabell B5-2. Deponeringsvolym rivningsavfall enligt min/max-intervall av prognostiserat antal kollin.

Förvarsdel	Minsta volym [m ³] 2075-12-31	Förväntad volym [m ³] 2075-12-31	Största volym [m ³] 2075-12-31
Silo	135	169	203
BRT	8 765	8 765	8 765
BMA	8 200	10 098	12 066
BLA	54 629	67 720	81 081
Totalt	71 729	86 753	102 116

Material i avfallet

C1 Bakgrund och syfte

Avfallskollin till SFR innefattar avfallstyper med olika material från avfall, matris och emballage. Materialet kan på längre sikt påverka de kemiska och fysikaliska förhållandena som råder i förvaret. Förändrade betingelser kan resultera i degraderade barriärer vilket kan påskynda transporten av radionuklider till omgivningen. Materialegenskaper som är viktiga att beakta är bland annat sådana som påverkar komplexbildande förmåga, gasbildning och svällning, vilket omfattar material så som organiska ämnen, metaller och bitumeningjutet avfall.

Syftet med denna bilaga är att ge en prognos över vilka material och mängder som antas deponeras i SFR samt att beskriva de huvudsakliga osäkerheterna i prognosen. Redovisningen av materialmängder omfattar endast material för de avfallskollin som deponeras och inte material i tekniska barriärer eller andra konstruktioner i förvaret.

C2 Driftavfall

C2.1 Tillgängliga informationskällor

De totala materialmängderna i SFR är beräknade utifrån det antal deponerade och prognostiserade kollin som presenteras i avsnitt A2 i bilaga A, samt materialmängder, void och korrosionsyta som presenteras per avfallstyp i bilaga E.

C2.2 Förutsättningar

Materialinnehållet per avfallstyp i bilaga E är en uppskattning av vad ett genomsnittligt kolli består av och baseras på drifterfarenheter och typbeskrivningar. Materialmängderna innefattar såväl avfalls-material som matris- och emballagematerial för kollina.

Bland avfallsmaterialen finns jonbytmassa, järn/stål, aluminium/zink, aska, betong, industrikoncentrat, cellulosa, slam, filterhjälpmedel, övrigt organiskt material och övrigt oorganiskt material. Övrigt organiskt material innefattar t ex luftfilter, olja och brännbara eller icke brännbara sopor. Övrigt oorganiskt material kan vara t ex blästersand, elkablar, mässing eller vatten- och oljefilter.

Som emballage- och matrismaterial finns betong, cement, järn/stål, bitumen, övrigt organiskt och övrigt oorganiskt material. Uppgifter finns även om tomrum, så kallad void, som uppstår i kollit, framförallt då hårt material packas.

För materialen aluminium/zink och järn/stål beräknas, förutom massa, även den yta som kan komma att utsättas för korrosion. Ytor för emballage beräknas enligt verkliga dimensioner. Ytor för avfall beräknas enligt ett antagande om att materialet är en 5 mm tjock plåt. Metalltytor i kontakt med bitumen antas inte korrodera och ingår därför inte i beräkningarna av korrosionsyta.

För antalet kollin per avfallstyp gäller de förutsättningar som anges i bilaga A.

C2.3 Beräkningsmetoder

Summering av materialmängder driftavfall till respektive förvarsdel görs med rapport- och prognosverktyget Triumf NG v1.0.1.3 med antal deponerade och prognostiserade kollin per avfallstyp multiplicerat med materialinnehållet per avfallstyp.

C2.4 Resultat

Tabell C2-1 visar deponerat material från driftavfall, inklusive matris- och emballagematerial, vid förslutning av SFR år 2075.

Materialmängderna presenteras i enheten kg. I tabellen redovisas även korrosionsyta och void med enheterna m² och m³.

Tabell C2-1. Materialmängd driftavfall, inklusive matris- och emballagematerial.

Material	Deponerat avfall					Prognostiserat avfall				Total
	Silo	1BMA	1BTF	2BTF	1BLA	Silo	BMA	BTF	BLA	
Aluminium/zink [kg]	0,00E+00	3,22E+03	3,12E+04	0,00E+00	4,68E+04	8,26E+03	8,54E+03	2,16E+04	5,23E+04	1,72E+05
Aluminium/zink [m ²]	0,00E+00	4,46E+02	4,62E+03	0,00E+00	6,88E+03	1,22E+03	1,26E+03	3,19E+03	7,82E+03	2,54E+04
Aska [kg]	0,00E+00	0,00E+00	3,05E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,11E+05	0,00E+00	5,15E+05
Betong [kg]	3,11E+06	7,28E+06	1,84E+06	7,72E+06	2,42E+05	8,61E+06	4,20E+06	4,84E+06	3,99E+04	3,79E+07
Bitumen [kg]	5,20E+05	1,16E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,18E+05	5,18E+05	7,67E+05	0,00E+00	0,00E+00	3,08E+06
Cellulosa [kg]	2,88E+02	6,31E+04	8,04E+02	0,00E+00	2,11E+05	1,77E+04	8,26E+04	2,46E+02	2,87E+05	6,63E+05
Cement [kg]	4,71E+06	3,86E+06	1,75E+05	0,00E+00	0,00E+00	7,31E+06	9,81E+05	6,16E+04	7,50E+04	1,72E+07
Filterhjälpmedel [kg]	2,84E+03	2,72E+04	7,04E+03	1,29E+05	0,00E+00	7,23E+03	5,66E+04	6,79E+04	0,00E+00	2,98E+05
Indunstarkonc. [kg]	0,00E+00	5,54E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,78E+05	0,00E+00	2,70E+02	4,34E+05
Jonbytarmassa [kg]	1,37E+06	1,43E+06	8,10E+04	7,90E+05	8,80E+04	1,86E+06	7,00E+05	3,81E+05	9,43E+03	6,71E+06
Järn/stål [kg]	1,17E+06	1,78E+06	3,44E+05	1,75E+06	2,70E+06	3,72E+06	1,48E+06	1,01E+06	3,33E+06	1,73E+07
Järn/stål [m ²]	5,22E+04	8,56E+04	3,62E+04	3,86E+04	1,82E+05	1,67E+05	5,49E+04	4,20E+04	1,81E+05	8,39E+05
Slam [kg]	3,20E+04	6,46E+04	4,10E+03	4,28E+04	0,00E+00	3,33E+03	3,85E+04	2,21E+04	7,25E+02	2,08E+05
Övrigt oorganiskt [kg]	8,88E+02	1,15E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,29E+05	1,07E+06	1,05E+05	0,00E+00	1,71E+05	1,49E+06
Övrigt organiskt [kg]	1,37E+04	1,55E+05	6,40E+03	8,27E+04	9,89E+05	3,94E+04	1,88E+05	4,32E+04	1,50E+06	3,02E+06
Void [m ³]	6,70E+02	1,46E+03	1,27E+02	6,23E+02	3,21E+03	1,45E+03	6,57E+02	4,05E+02	3,92E+03	1,25E+04

C3 Rivningsavfall

C3.1 Tillgängliga informationskällor

I rivningsstudierna för FKA, OKG, Ågesta och Clink presenteras massan skrotavfall, betong, sand och dekontamineringsavfall som antas uppkomma vid rivning (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Lindow 2012, Edelborg et al. 2014). Ingen närmare materialspecifikation ges.

I rivningsstudierna för BKAB och RAB anges antal kollin skrotavfall, betong, sand och dekontamineringsavfall, samt packningsgrad för kollina (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013). För BKAB, RAB och Ågesta presenteras även antal kollin med sekundäravfall. Ingen närmare materialspecifikation ges.

I prognosunderlagen från SNAB och Svafo presenteras antal kollin och deponeringsvolym för det avfall som antas uppstå. Uppgifterna ges per byggnad/hanteringsenhet samt för reaktorn S-R2. SNAB anger planerade avfallstyper och avfallskategorier likt driftavfall men för övrigt finns inte någon närmare materialspecifikation.

C3.2 Förutsättningar

Materialspecifikationen i rivningsstudier och prognosunderlag är inte lika detaljerad som för driftavfallet. I föreliggande rapport görs därför ett antal antaganden för beräkning av materialmängder till SFR.

Prognostiserat avfall från SNAB och Svafo kategoriseras i skrotavfall och betong likt rivningsstudierna. Kategoriseringen baseras på antaganden utifrån den specifikation som finns i prognosunderlaget. Utöver dessa två kategorier finns aska och kontaminerad mark redovisat vilket hanteras som ytterligare materialkategorier.

Skrotavfall, både från rivningsstudier och prognosunderlag, samt BWR-reaktortankarna antas helt och hållet bestå av järn/stål. För BKAB, RAB, SNAB och Svafo beräknas avfallsvikten järn/stål till SFR utifrån antal kollin och packningsgraden 1,1 ton/m³ (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013).

Massan betong och sand beräknas för BKAB och RAB utifrån antal kollin och packningsgraden 1,1 ton/m³ (Jönsson 2013, Hansson et al. 2013). För SNAB och Svafo beräknas massan betong utifrån packningsgraden 1,5 ton/m³ baserat på uppgifter från rivningsstudierna för FKA och OKG (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013). Den volym avfall som redovisas för Svafo som kontaminerad mark bestående av asfalt, grus och jord beräknas med packningsgraden 1,5 ton/m³.

Medelaktivt avfall packas i fyrkokiller, plåtkokiller eller i betongkokiller och förväntas kringgjutas med betong. Massan betong för kringgjutning beräknas utifrån emballagets innervolym, antagen void, dvs tomrum i kollit, och densiteten för avfalls- och matrismaterialet. Innervolumen ansätts till 6,5 m³ för fyrkokill, 1,7 m³ för plåtkokill och 0,92 m³ för betongkokill (kokill med tjock botten och lock). Densiteten ansätts till 2,4 ton/m³ för betong, 7,8 ton/m³ för järn/stål och 1,54 ton/m³ för sand. Void antas enligt drifterfarenheter vara ca 25 % men anpassas även för att kollit inte ska överskrida den maximala viktkapaciteten på 5 ton respektive 20 ton. Emballagematerial för plåt- och betongkokillerna antas vara detsamma som för driftavfall och materialmängder för fyrkokill baseras på en preliminär avfallsbeskrivning.

Lågaktivt avfall packas i ISO-containerer av järn/stål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Ingen kringgjutning görs av avfallet i BLA. Void beräknas utifrån containerns innervolym, 15 m³, samt avfallsmaterialens densitet, dvs betong, sand och järn/stål.

Dekontamineringsavfall består av jonbytmassa. Vikten jonbytmassa beräknas utifrån antal kollin och ett antagande om att avfallet ingjuts med lika del cement eller bitumen. Densiteten för jonbytmassa ansätts till 1,05 ton/m³, cement till 2,4 ton/m³ och bitumen 1,1 ton/m³. Voiden antas vara 10 % enligt erfarenheter från hanteringen av driftavfall.

Reaktortankarna antas bestå av järn/stål och massan anges i respektive rivningsstudie. Void beräknas utifrån angivna dimensioner av reaktortankarna.

Den aska som kommer att levereras av SNAB (S.25:D) antas likna avfallstypen S.13 som finns för driftavfall, se bilaga E.

Mängder sekundäravfall anges endast i rivningsstudierna för BKAB, RAB och Ågesta. För övriga anläggningar har mängder sekundäravfall uppskattats utifrån rivningsstudien för RAB, se bilaga A för uppskattningen av antal kollin. I rivningsstudien för RAB anges att sekundäravfallet består av torrt aktivt avfall så som papper, plast och liknande material, rivningsverktyg och liknande icke permanenta anläggningsverktyg samt byggnadsställningar. För block R1 redovisas 25 containrar med sekundäravfall som innehåller 143 ton verktyg och byggnadsställningar och 78 ton torrt aktivt avfall (Hansson et al. 2013). Motsvarande antal containrar av avfallstypen R.12 med sopor och skrot från driftavfall innehåller 125 ton skrot och övrigt oorganiskt material samt 88 ton cellulosa och övrigt material. Då mängderna ”hårt” respektive ”mjukt” avfall överrensstämmer relativt väl i rivningsstudien jämfört med driftavfallet antas lågaktivt sekundäravfall materialmässigt likna avfallstypen R.12. Materialsammansättningen för allt lågaktivt sekundäravfall, oavsett anläggning, antas likna avfallstypen R.12. I rivningsstudien för BKAB redovisas även medelaktivt sekundäravfall. Det medelaktiva sekundäravfallet antas likna avfallstypen B.23 driftavfall. B.23 är sopor och skrot som deponeras i BMA.

För materialen aluminium/zink och järn/stål beräknas, förutom massa, även den yta som kan komma att utsättas för korrosion. Ytor för emballage beräknas enligt verkliga dimensioner. Ytor för avfall beräknas enligt ett antagande om att materialet är en 5 mm tjock plåt. Metallytor i kontakt med bitumen antas inte korrodera och ingår därför inte i beräkningarna av korrosionsyta.

För antalet kollin per avfallstyp gäller de förutsättningar som anges i bilaga A.

C3.3 Beräkningsmetoder

Avfallsvikter beräknas, utifrån rivningsstudier och prognosunderlag, per kolli vartefter uppskattningar av matrismaterial och emballagematerial görs, se avsnitt C3.2. Utöver det avfall som redovisas i underlagsrapporter antas ytterligare sekundäravfall uppkomma vilket beräknats utifrån antal kollin och antagande om material enligt liknande driftavfallstyper, se avsnitt C3.2. Den totala materialmängden summeras för samtliga avfallstyper inom varje förvarsdela. Beräkningarna har gjorts i Excel.

C3.4 Resultat

Tabell C3-1 visar deponerat material från rivningsavfall, inklusive matris- och emballagematerial, vid förslutning av SFR år 2075.

Materialmängderna presenteras i enheten kg. I tabellen redovisas även korrosionsyta och void med enheterna m² och m³.

Beräknat materialinnehåll för respektive avfallstyp redovisas i bilaga E.

Tabell C3-1. Materialmängd rivningsavfall, inklusive matris- och emballagematerial.

Material	Silo	BRT	BMA	BLA	Total
Aluminium/zink [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,60E+04	3,36E+04	4,96E+04
Aluminium/zink [m ²]	0,00E+00	0,00E+00	2,37E+03	5,04E+03	7,41E+03
Asfalt, grus, jord [kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,60E+06	3,60E+06
Aska [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,51E+05	0,00E+00	1,51E+05
Betong [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,43E+07	1,79E+07	3,22E+07
Bitumen [kg]	1,77E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,77E+04
Cellulosa [kg]	0,00E+00	0,00E+00	5,37E+03	1,68E+05	1,73E+05
Cement [kg]	1,41E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,41E+05
Jonbytarmassa [kg]	7,87E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,87E+04
Järn/stål [kg]	4,43E+04	5,55E+06	8,86E+06	3,29E+07	4,74E+07
Järn/stål [m ²]	1,76E+03	7,24E+03	4,10E+05	1,71E+06	2,13E+06
Sand [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,06E+05	5,26E+06	5,37E+06
Övrigt oorganiskt [kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,34E+05	1,34E+05
Övrigt organiskt [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,22E+04	1,01E+06	1,02E+06
Void [m ³]	1,67E+01	4,67E+03	2,22E+03	3,19E+04	3,88E+04

C4 Total materialmängd

I tabell C4-1 visas den totala mängden material från drift- och rivningsavfall, inklusive matris- och emballagematerial, per försvarsdel vid förslutning av SFR år 2075.

Materialmängderna presenteras i enheten kg. I tabellen redovisas även korrosionsyta och void med enheterna m² och m³.

Tabell C4-1. Materialmängd drift- och rivningsavfall, inklusive matris- och emballagematerial.

Material	Silo	BRT	BMA	BTF	BLA	Total
Aluminium/zink [kg]	8,26E+03	0,00E+00	2,77E+04	5,28E+04	1,33E+05	2,21E+05
Aluminium/zink [m ²]	1,22E+03	0,00E+00	4,07E+03	7,81E+03	1,97E+04	3,28E+04
Asfalt, grus, jord [kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,60E+06	3,60E+06
Aska [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,51E+05	5,15E+05	0,00E+00	6,67E+05
Betong [kg]	1,17E+07	0,00E+00	2,58E+07	1,44E+07	1,81E+07	7,00E+07
Bitumen [kg]	1,06E+06	0,00E+00	1,93E+06	0,00E+00	1,18E+05	3,10E+06
Cellulosa [kg]	1,80E+04	0,00E+00	1,51E+05	1,05E+03	6,66E+05	8,36E+05
Cement [kg]	1,22E+07	0,00E+00	4,84E+06	2,37E+05	7,50E+04	1,73E+07
Filterhjälpmedel [kg]	1,01E+04	0,00E+00	8,37E+04	2,04E+05	0,00E+00	2,98E+05
Indunstarkonc. [kg]	0,00E+00	0,00E+00	4,34E+05	0,00E+00	2,70E+02	4,34E+05
Jonbytarmassa [kg]	3,31E+06	0,00E+00	2,13E+06	1,25E+06	9,74E+04	6,78E+06
Järn/stål [kg]	4,93E+06	5,55E+06	1,21E+07	3,11E+06	3,89E+07	6,47E+07
Järn/stål [m ²]	2,21E+05	7,24E+03	5,51E+05	1,17E+05	2,08E+06	2,97E+06
Sand [kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,06E+05	0,00E+00	5,26E+06	5,37E+06
Slam [kg]	3,53E+04	0,00E+00	1,03E+05	6,90E+04	7,25E+02	2,08E+05
Övrigt oorganiskt [kg]	1,07E+06	0,00E+00	1,16E+05	0,00E+00	4,35E+05	1,62E+06
Övrigt organiskt [kg]	5,31E+04	0,00E+00	3,55E+05	1,32E+05	3,50E+06	4,04E+06
Void [m ³]	2,14E+03	4,67E+03	4,33E+03	1,15E+03	3,90E+04	5,13E+04

C5 Osäkerheter

Materialuppskattningarna i avfallet är beräknade utifrån det prognostiserade antalet kollin som presenteras i avsnitt A2 och A3 i bilaga A, och de uppskattade medelvärdena för de olika ingående materialerna för varje avfallstyp, se bilaga E. De osäkerheter som diskuteras i bilaga A berör således även materialuppskattningarna. Därutöver tillkommer osäkerheterna i det uppskattade materialinnehållet i varje avfallstyp.

C5.1 Driftavfall

Materialinnehållet i de olika avfallstyperna för driftavfall baseras huvudsakligen på värden från motsvarande typbeskrivning. Typbeskrivningen ska ange ett medelvärde för alla kollin inom avfallstypen. Dessa värden är fastställda efter bästa förmåga av sakkunniga på respektive anläggning med lång erfarenhet inom avfallshantering. Trots detta måste materialinnehållet ändå anses vara grovt uppskattat och kan variera mycket mellan enskilda kollin av samma avfallstyp. En komponent består ofta av en rad olika ingående material som är svåra att urskilja och viktuppskatta. Vid invägning av olika komponenter och material kan även fukthalten ha en stor inverkan på vikten.

Materialuppskattningar för avfallstyper innehållande jonbytarmassa är baserade på recept för konditionering av avfallet. Ingjutningen är en styrd process som kräver en given mängd material för bra resultat. Detta medför att större variationer från de uppskattade mängderna i recepten inte är rimliga och att osäkerheterna för dessa avfallstyper därmed är någorlunda begränsade. Generellt lämnas en void på 5–15 % i dessa kollin beroende på konditioneringssätt och avfallstyp. Detta kan dock variera något från kolli till kolli eftersom den maximalt tillåtna ytdosraten måste beaktas när ett avfallskolli skapas.

Avfallskollin innehållande sopor och skrot har generellt grövre uppskattade materialsammansättningar än avfallstyper innehållande jonbytarmassa, eftersom det vanligtvis är större variationer i skrotkollin. Till stor del består ändå avfallskollit av en materialmässigt väldefinierad avfallsbehållare, som ofta utgör huvuddelen utav den uppskattade mängden järn/stål för hela kollit. Mängden aluminium/zink som anges för avfallstyperna kan dock antas vara överskattad. Zink förekommer främst i form av ett galvaniseringssskikt på stålkomponenter men den vikt som anges baseras normalt på hela komponentens vikt. Den mängd aluminium och zink som anges i typbeskrivningarna representerar heller inte ett medelvärde för respektive avfallstyp, utan är snarare vald för att kunna inrymma enstaka variationer. För Silo finns även ett riktvärde för aluminiummängden som inte får överskridas. Voiden i avfallskollin med sopor och skrot ligger generellt på minst 20 % och kan variera i högre grad än för kollin med jonbytarmassa eftersom skrot delar inte kan tätpackas på samma sätt. Kringgjutning av sopor och skrot i kokiller görs för att uppnå stabilitet vid transport, men även för att minska den tillgängliga voiden och därmed flödesvägarna genom avfallet, samt för att öka sorptionskapaciteten.

Plåtfat som innehåller aska har en hög osäkerhet i void, då askan binder in luft vid påfyllning och därefter sjunker ihop till en mindre volym.

C5.1.1 S.14

De halvhöjdscontainrar i 1BLA som innehåller fat av avfallstyp S.14 (totalt 75 containrar) kan komma att återtas ur förvaret eftersom deras material- och radionuklidinnehåll kan vara felaktigt uppskattade. Detta beskrivs närmare i avsnitt D5.8 i bilaga D.

C5.2 Rivningsavfall

Materialuppskattningarna för rivningsavfallet baseras på inventerade materialmängder från rivningsstudier och prognosunderlag men innehåller även en mängd antaganden enligt avsnitt C3.2. Eftersom det finns begränsade erfarenheter av hur mycket avfall och vilken typ av avfall som genereras i samband med rivning är materialuppskattningarna för rivningsavfallet behäftade med stora osäkerheter.

De totala mängderna rivningsavfall berörs huvudsakligen av de osäkerheter som presenteras i avsnitt A5 i bilaga A. Mängderna avfallsmaterial påverkas av osäkerheter i inventeringen, osäkerheter i den planerade systemdekontamineringen samt osäkerheterna kring vilket avfall som kommer att kunna deponeras i markförvar eller friklassas. Packningsgrader eller volymreducerande åtgärder påverkar matris- och emballagematerial. Noteras bör också att mängden kontaminerad mark i dagsläget enbart redovisas för Svafö, men eventuellt kan kontaminerad mark behöva beaktas i samband med rivningen av övriga anläggningar också. Att hanteringen av jord ännu inte är fastställd medför ytterligare osäkerheter.

För kategorin skrotavfall antas hela materialmängden bestå av järn/stål. I skrotavfallet kan naturligtvis andra material ingå. Detsamma gäller rivningsmaterial från SNAB och Svafö där avfall från olika byggnader har antagits bestå av järn/stål eller betong trots att ytterligare material förekommer. Exempelvis finns aluminium ifrån reaktortanken S-R2.

Materialinnehållet i sekundäravfall från rivningen har antagits efterlikna avfallstyper med sopor och skrot från driftavfallet, vilket medför stora osäkerheter. Utöver de kollin med sekundäravfall som anges i rivningsstudierna för BKAB, RAB och Ågesta, har i denna rapport ytterligare sekundäravfall lagts till för FKA, OKG, Clink, SNAB och Svafö, se bilaga A.

Radionuklidinventarium

D1 Bakgrund och syfte

Syftet med denna bilaga är att presentera beräkningsmetoder och resultat för prognosen av radionuklidinventariet i SFR vid förslutning av förvaret år 2075, samt att beskriva de huvudsakliga osäkerheterna.

D2 Driftavfall

D2.1 Tillgängliga informationskällor

Beräkningar utförs med rapport- och prognosverktyget Triumph NG. Underlaget till Triumph NG baseras på följande källor:

- Antal kollin per avfallstyp som prognostiseras vara deponerade i SFR vid förslutning år 2075, se avsnitt A2 i bilaga A.
- Till Triumph NG migreras årligen data för det senaste årets deponerade kollin från databasen Triumph på SFR. I Triumph lagras uppmätta aktivitetsdata direkt från avfallsleverantörernas avfallsdatafiler i samband med deponeringen.
- Icke kollibunden data för bestämning av innehållet av transuraner, Sr-90, nickel, C-14, Cl-36, Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i avfallet erhålls årligen från avfallsleverantörerna samt från Studsvik ALARA Engineering. Äldre data för transuraner och Sr-90 har sammanställts av SKB. Data för C-14 har beräknats utifrån rapporterna "C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants" (SKBdoc 1339709), "Measurement of ¹⁴C in process water from CLAB and estimation of the accumulated amount in spent ion exchange resins" (SKBdoc 1393796) och "Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktorn R2 i Studsvik" (SKBdoc 1393446). Data för Cl-36 kommer från "Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktorn R2 i Studsvik" (SKBdoc 1393446) och "Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR" (SKBdoc 1393449). Data för Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 härstammar från "Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Uppdatering till och med 2011" (SKBdoc 1341356).
- Generella korrelationsfaktorer som används är hämtade från Lindgren et al. (2007) med undantag för korrelationsfaktorn för Tc-99 som baseras på "Mo-93, Tc-99 och Cs-135: Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR, Clab och Studsvik" (SKBdoc 1393496) och korrelationsfaktorn för Pu-241 som erhålls från Thierfeldt och Deckert (1995).
- Uppskattade aktivitetsdata som används för prognostiserade kollin som tidigare aldrig har deponerats är hämtade från typbeskrivningar. Prognostiserade värden för avfallstyper från SNAB härstammar från mätningar gjorda på mellanlagrat avfall på SNAB.
- Halveringstider erhålls från (Firestone et al. 1998) med undantag av Se-79 (Jörg et al. 2010) och Ag-108m (Schrader 2004).

D2.2 Förutsättningar

Databasen och beräkningsverktyget Triumph NG v1.0.1.3 används för beräkningar av aktivitet i SFR.

D2.3 Beräkningsmetoder

I Triumph NG finns beräkningsmetoder för att hantera olika typer av indata, då vissa nuklider kan bestämmas genom direkta mätningar medan flertalet nuklider bestäms med indirekta mätmetoder och beräkningsmodeller.

Tabell D2-1 visar översiktligt vilka metoder som används för att aktivitetsbestämma det redan deponerade driftavfallet, det vill säga deponerat till och med 2012-12-31. Närmare förklaring av detta behandlas i avsnitt D2.3.1–D2.3.3. Aktivitetinnehållet i prognostiserade kollin, samt kollin som finns mellanlagrade hos avfallsleverantörerna, beräknas enligt metodik beskriven i avsnitt D2.3.4. Avklingning och kedjesönderfall beskrivs i avsnitt D2.3.5.

Tabell D2-1. Metod för aktivitetsbestämning i deponerat driftavfall.

Nuklid	Avfallsets ursprung	Avfallsklass		
		Jonbytmassa	Sopor och skrot	Övrigt
Co-60, Cs-137	KKV, Clab, SNAB, Svafo	Gammamätning på avfallskolli	Gammamätning på avfallskolli	Gammamätning på avfallskolli
TRU, Sr-90	KKV, Clab	α/β -provtagning i vattensystem hos avfallsleverantör. Fördelningsnuklid Co-60	Specifik korrelation hos avfallsleverantör utifrån mätningar i vattensystem. Fördelningsnuklid Co-60.	Generella korrelationsfaktorer mot Pu-239/Pu-240
	SNAB, Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137 eller Pu-239/Pu-240	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137 eller Pu-239/Pu-240	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137 eller Pu-239/Pu-240
Ni-63	FKA, OKG, RAB	α/β -provtagning i vattensystem hos avfallsleverantör. Fördelningsnuklid Co-60	Specifik korrelation hos avfallsleverantör utifrån mätningar i vattensystem. Fördelningsnuklid Co-60.	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
	BKAB, Clab, SNAB, Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
Ni-59	FKA, OKG, RAB	Specifik korrelation hos avfallsleverantör utifrån mätningar på Ni-63 i vattensystem. Fördelningsnuklid Co-60	Specifik korrelation hos avfallsleverantör utifrån mätningar på Ni-63 i vattensystem. Fördelningsnuklid Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
	BAKB, Clab, SNAB, Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
C-14	KKV, SNAB	Beräkning baserad på reaktor-specifik energiproduktion. Fördelning kg jonbytmassa.	Inget bidrag	Inget bidrag
	Clab	Beräkning baserad på årligt upptag i jonbytmassa. Fördelning kg jonbytmassa.	Inget bidrag	Inget bidrag
	Svafo	Inget bidrag	Inget bidrag	Inget bidrag
Cl-36	KKV, SNAB	Beräkning baserad på reaktor-specifik energiproduktion. Fördelning kg jonbytmassa.	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
	Clab, Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60
Mo-93, Tc-99	KKV, Clab, SNAB	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Co-60	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Co-60	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Co-60
	Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60 och Cs-137	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60 och Cs-137	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60 och Cs-137
I-129, Cs-135	KKV, Clab, SNAB	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Cs-137	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Cs-137	Beräkning utförd av Studsvik ALARA Engineering. Fördelningsnuklid Cs-137
	Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137	Generella korrelationsfaktorer mot Cs-137
Övriga nuklider	KKV, Clab, SNAB, Svafo	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60, Cs-137 och Pu-239/Pu-240	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60, Cs-137 och Pu-239/Pu-240	Generella korrelationsfaktorer mot Co-60, Cs-137 och Pu-239/Pu-240

D2.3.1 Nuklidspecifik mätning på avfallskolli

SKB kravställer att varje avfallskolli som deponeras i SFR mäts hos avfallsleverantören med gammaspakrometri. Vid mätningen kan aktivitet för ett antal gammastrålande nuklider, bland annat Co-60 och Cs-137, detekteras. Dessa värden registreras i Triumf NG för varje kolli tillsammans med information om kollits tillverkningsdatum och mätdatum.

Aktiveringsprodukten Co-60 och fissionsprodukten Cs-137 är förhållandevis enkla att mäta och används i flertalet beräkningsmetoder för att aktivitetsbestämma eller fördela andra svårsmätbara nuklider i SFR. Med anledning av den viktiga roll Co-60 och Cs-137 spelar benämns de ”nyckel-nuklider”.

Den aktivitet som är intressant vid nyttjandet av nyckelnukliderna är den ursprungliga aktiviteten vid avfallets uppkomst. Datumet för avfallets uppkomst kan dock vara svårt att entydigt bestämma för ett kolli varför aktiviteten vid kollits tillverkningsdatum ansätts som ursprungsaktivitet i Triumf NG. Den aktivitet som har uppmätts beräknas i Triumf NG om, med hjälp av halveringstider, till den aktivitet som kollit hade vid tillverkningsdatum, se ekvation D2-1 i avsnitt D2.3.5. Nyckelnuklidernas aktivitet vid tillverkningsdatum används sedan i flertalet beräkningsmetoder i Triumf NG.

D2.3.2 Icke kollibunden data

Det är inte möjligt att mäta alla nuklider i varje avfallskolli. Nuklider som inte kan detekteras med gammaspectrometri bestäms generellt på kolli med korrelation, se avsnitt D2.3.3. För aktivitetsbestämning av flertalet transuraner, Sr-90, Ni-59, Ni-63, C-14, Cl-36, Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 har dock särskilda mät- och beräkningsmetoder utformats. Gemensamt för dessa metoder är att mätningar och beräkningar av mängd aktivitet görs på aktiva system i de olika anläggningarna istället för på enskilda kollin. Dessa data benämns därför som "icke kollibunden data".

Den uppmätta eller beräknade icke kollibundna aktiviteten registreras per avfallsleverantör i Triumf NG. Aktiviteten fördelas därefter på deponerade kollin enligt en fördelningsmetodik som grundar sig på avfallets ursprung, karaktär, samt varje kollis innehåll av jonbytmassa eller av nyckelnukliderna Co-60 eller Cs-137, vid tillverkningsdatum.

För att kunna följa hur aktiviteten fördelas är det viktigt att förstå hur de olika avfallstyperna indelas i avfallsklasser och kopplar till så kallade avfallsströmmar, se tabell D2-2. Avfallet indelas i avfallsklasserna "Jonbytmassa", "Sopor och skrot" samt "Övrigt" utifrån avfallets karaktär. Inom avfallsklassen "Jonbytmassa" finns avfallsströmmarna "CCU" (avfall från kondensatreningen, Condensate Clean-Up), "Rest" (avfall från övriga reningssystem), "Total Silo" (avfall till Silo) och "Total Övrigt" (övrigt avfall). Dessa avfallsströmmar är anpassade för att fördela aktivitet C-14 och Cl-36. En mer detaljerad beskrivning av hur fördelningen görs finns att läsa i de följande avsnitten.

Tabell D2-2. Avfallstypernas koppling till avfallsklasser och avfallsströmmar.

Avfallsklass	Avfallsström	Silo	BMA	BTF	BLA		
Jonbytmassa	CCU		F.17	B.07 O.07			
		Rest	B.04 B.06 F.18 O.02	B.05 F.05 F.15 O.01	O.01 O.99:1 O99:3	B.20 F.20	
	Total Silo		C.02 R.02 R.16 S.04 S.11	C.01			
		Total Övrigt		R.01	R.01		
				R.15			
		Sopor och skrot	–	B.24 C.24 F.24 O.24 R.24 S.24	B.23 C.23 F.23 O.23 R.23 S.23	R.23	B.12 F.12 O.12 R.12 S.12 S.14
				Övrigt	–	F.99:1 R.10 R.29 S.21	F.99:2 R.99:1 R.10 S.13

Transuraner, strontium och nickel

Varje år tar SKB emot information från kärnkraftverken och Clab om det senaste årets uppkomna aktivitetsmängder av de alfastrålande transuranerna Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Am-243, Cm-242, Cm-243, Cm-244 samt de betastrålande nukliderna Sr-90, Ni-59 och Ni-63 i avfall inom avfallsklasserna "Jonbytarmassa" och "Sopor och skrot".

I de olika reningssystemen tas vattenprover för att kvantifiera upptagen aktivitetsmängd i jonbytarmassor det innevarande året. För nickel-nukliderna gäller att mätningar görs på Ni-63, vartefter den svårsmätbara Ni-59 beräknas av avfallsleverantörerna med specifika korrelationsfaktorer utifrån resultatet av mätningarna på Ni-63. För att bestämma aktiviteten i "Sopor och skrot" använder avfallsleverantörerna specifika korrelationsfaktorer mot Co-60. Dessa korrelationsfaktorer tas fram utifrån nuklidförhållandena i vattenproverna, dvs samma aktivitetsförhållande antas gälla för "Sopor och skrot" som för jonbytarmassorna.

Pu-239 och Pu-240 samt Pu-238 och Am-241 har alfaenergier som sammanfaller, vilket gör dem svåra att separera. Nukliderna samrapporteras därför vanligtvis. I Triumf NG separeras Pu-239 och Pu-240 med förhållandet 1:1,4 enligt relationen mellan dessa nuklider i en beräknad jämviktshärd. I de fall Pu-238 och Am-241 samrapporteras antas konservativt att all aktivitet är Pu-238 och Am-241 beräknas istället med korrelation, se avsnitt D2.3.3.

I Triumf NG registreras de årligt inrapporterade aktivitetsmängderna per nuklid, system, avfallsklass och avfallsleverantör. Prover har registrerats för transuraner och Sr-90 sedan 1988. Den mängd som återfinns i driftavfall till och med 1987 har sammanställts verkspecifikt, baserat på kunskap och uppskattningar hos kraftproducenterna från driftstart. Från FKA och RAB finns inrapporterade värden för nickel sedan år 2010 och från OKG finns värden sedan år 2007. För övriga avfallsleverantörer, samt för FKA och RAB före år 2010 och OKG före år 2007, bestäms aktiviteten för dessa nuklider istället genom korrelation mot nyckelnukliden Co-60, se avsnitt D2.3.3.

Fördelningen av de inrapporterade årsproduktionerna, på deponerade kollin i SFR, sker på följande sätt. Samtliga inrapporterade årsproduktioner summeras nuklidspecifikt per avfallsleverantör och avfallsklass, dvs "Jonbytarmassa" eller "Sopor och skrot". Därefter fördelas de summerade årsproduktionerna ut på de avfallskollin som matchar rätt avfallsleverantör och avfallsklass. Fördelningen sker proportionellt mot den uppmätta aktiviteten Co-60, vid tillverkningsdatum, i varje enskilt kolli.

Aktivitetsbestämning av transuraner, Sr-90 och nickel i avfall inom avfallsklassen "Övrigt" samt i avfall från SNAB och Svafo sker med korrelationsfaktorer enligt avsnitt D2.3.3. Detta beror på att det är ett något udda avfall som ovan nämnd metodik ej tillämpas på. På SNAB och Svafo pågår ett arbete med att ta fram specifika nuklidvektorer för att korrelera transuraner på de kollin som skickas till deponering i SFR.

C-14 och Cl-36

Nukliderna C-14 och Cl-36 återfinns huvudsakligen i reningsmassor och bestäms därför särskilt för avfall inom avfallsklassen "Jonbytarmassa". C-14 uppstår vid neutronbestrålning av kol, kväve och syre som finns i bl a styrstavar, reaktorvatten och andra interna delar. Cl-36 bildas genom aktivering av kloridjoner som finns i reaktorvattnet. Beräkningsmetoderna för aktivitetsbestämning av nukliderna baseras på att produktionen av C-14 och Cl-36 är proportionell mot den termiska energiproduktionen i en reaktor. Ytterligare variabla parametrar för Cl-36 är kloridhalten i reaktorvattnet och fukthalten i den bildade ångan.

De två beräkningsmodellerna för C-14 och Cl-36 introducerades 2008 och beskrivs i "C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants" (SKBdoc 1339709) och "Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR" (SKBdoc 1393449). Idag rapporterar FKA, OKG och RAB årligen in de variabla parametrarna. Tidigare aktivitetsmängder baseras på historiska data från "C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants" (SKBdoc 1339709) och "Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR" (SKBdoc 1393449). För de stängda reaktorerna på SNAB och BKAB används en beräknad pott av totalt producerad aktivitet C-14 och Cl-36 under respektive reaktors drifttid. För C-14 härstammar data från "Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktorn R2 i Studsvik" (SKBdoc 1393446) och "C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants"

(SKBdoc 1339709) och för Cl-36 härstammar data från ”Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktor R2 i Studsvik” (SKBdoc 1393446) och ”Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR ” (SKBdoc 1393449). C-14 antas även finnas i bränslebassängerna i Clab. Då ingen energi produceras i Clab har istället en uppskattning av årligt upptag i jonbytar massan gjorts, baserat på mätningar enligt ”Measurement of ¹⁴C in process water from CLAB and estimation of the accumulated amount in spent ion exchange resins” (SKBdoc 1393796).

C-14 kan bilda organiska eller oorganiska föreningar. Organiskt och oorganiskt C-14 har olika egenskaper, vilket behöver beaktas i analysen av den långsiktiga säkerheten. Med anledning av detta delas C-14 upp i organisk och oorganisk aktivitet. Andelen organisk aktivitet för de svenska kärnkraftsreaktorerna har hämtats från ”C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants” (SKBdoc 1339709) och varierar mellan ca 1-28 %, se tabell D2-3. För avfall från Clab och SNAB antas konservativt andelen organisk aktivitet vara 30 %.

Fördelningen av de beräknade årsproduktionerna, på deponerade kollin i SFR, sker på följande sätt. Samtliga årsproduktioner summeras nuklidspecifikt per avfallsleverantör. Därefter fördelas de summerade årsproduktionerna ut på avfallskollin från motsvarande avfallsleverantör som tillhör avfallsklassen ”Jonbytar massa”. Dessutom styrs aktiviteten till specifika avfallstyper enligt så kallade avfallsströmmar, och inom varje avfallsström sker fördelningen av aktivitet proportionellt mot andelen jonbytar massa i varje kolli.

För avfall som härstammar enbart från BWR-reaktorer, dvs från BKAB, FKA och OKG, registreras aktiviteten på avfallsströmmarna ”CCU” och ”Rest”, där ”CCU” är aktivitet upptagen på jonbytar massa från kondensatreningen (Condensate Clean-Up), och ”Rest” är aktivitet upptagen på jonbytar massa från övriga reningssystem, så som bland annat reaktorvattenreningen och systemdränage. Aktivitet från RAB, med blandade jonbytar massor från BWR och PWR, samt aktivitet i avfall från Clab och SNAB, indelas i avfallsströmmar benämnda efter den bestämda slutförvarsdelen, ”Total Silo” eller ”Total Övrigt”. Egenskaperna avfallsklass och avfallsström finns angivna på varje avfallstyp och fungerar som ett sätt att koppla den icke kollibundna aktiviteten till rätt avfallstyper och rätt slutförvarsdel.

Cl-36 återfinns även i avfall inom avfallsklasserna ”Sopor och skrot” och ”Övrigt”, samt i avfall från Clab och Svafo, och aktiviteten bestäms där med korrelationsfaktorer, se tabell D2-4 i avsnitt D2.3.3. C-14 antas försumbart i annat avfall än jonbytar massa och bestäms endast med ovan nämnd metodik.

Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135

Mo-93 är en aktiveringsprodukt som främst uppkommer vid neutronbestralning av bränslecrud. Tc-99 är både en aktiveringsprodukt från bränslecrud och en fissionsprodukt. I-129 och Cs-135 är båda fissionsprodukter. Aktiviteten Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 som deponeras i SFR bestäms utifrån beräkningar utförda av Studsvik ALARA Engineering för avfall från kärnkraftverken, Clab och SNAB. Sedan år 2008 inrapporteras årlig produktion av dessa nuklider och för historiskt uppkommen aktivitet har en sammanställning gjorts till och med år 2007 i ”Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Uppdatering till och med 2011” (SKBdoc 1341356).

Tabell D2-3. Andel organisk aktivitet C-14 per reaktor.

Reaktor	Andel organisk C-14 [%]
B1, B2	3,7
C*	30
F1, F2	1,1
F3	2,6
O1, O2	3,7
O3	1,2
R1	1,5
R2, R3, R4	28
Studsvik R2	30

* Bokstaven C ansätts för avfall från Clab, obs ingen reaktor.

Tabell D2-4. Nuklider korrelerade mot Co-60.

Nuklid	Generella korrelationsfaktorer för avfall från BWR, Clab, SNAB och Svafo	Generella korrelationsfaktorer för avfall från PWR
H-3	1×10^{-4}	
Be-10	6×10^{-10}	
Cl-36	6×10^{-7}	
Fe-55	1	
Ni-59	1×10^{-3}	3×10^{-2}
Ni-63	8×10^{-2}	4
Mo-93	1×10^{-6}	
Zr-93	1×10^{-6}	
Nb-93m	1×10^{-3}	
Nb-94	1×10^{-5}	
Tc-99	3×10^{-6}	
Ag-108m	6×10^{-5}	
Sb-125	1×10^{-1}	
Ba-133	1×10^{-5}	
Ho-166m	4×10^{-6}	

Fördelningen av de inrapporterade årsproduktionerna, på deponerade kollin i SFR, sker på följande sätt. Samtliga årsproduktioner summeras nuklidspecifikt per avfallsleverantör. Därefter fördelas de summerade årsproduktionerna ut på de avfallskollin som matchar rätt avfallsleverantör. Fördelningen sker proportionellt mot den uppmätta aktiviteten Co-60 eller Cs-137, vid tillverkningsdatum, i varje kulli. Mo-93 och Tc-99 följer innehållet av Co-60 medan I-129 och Cs-135 följer innehållet av Cs-137.

Aktiviteten för Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i avfall från Svafo korreleras enligt avsnitt D2.3.3.

D2.3.3 Korrelationsfaktorer

De nuklider som inte kan mätas eller beräknas med tidigare nämnda metoder, bestäms med korrelationsfaktorer där nuklider korreleras utifrån aktiviteten på nyckelnukliderna Co-60, Cs-137 eller summan av Pu-239 och Pu-240. De aktuella korrelationsfaktorerna som används vid framtagning av nuklidinventariet redovisas i tabell D2-4 till tabell D2-6. Generella korrelationsfaktorer som används är hämtade från Lindgren et al. (2007) med undantag för Tc-99 som baseras på ”Mo-93, Tc-99 och Cs-135: Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR, Clab och Studsvik” (SKBdoc 1393496) och Pu-241 som härstammar från Thierfeldt och Deckert (1995).

Allmänt korreleras aktiveringsprodukter mot Co-60, fissionsprodukter mot Cs-137 och transuraner mot summan av Pu-239 och Pu-240. Korrelation beräknas mot aktivitetsdata för nyckelnukliderna vid kollits tillverkningsdatum.

Bland nukliderna med korrelationsfaktorer finns även nuklider som kan bestämmas med särskilda mät- eller beräkningsmetoder, se avsnitt D2.3.1–D2.3.2. Korrelationsfaktorerna för dessa nuklider används endast i fall där kollin saknar uppmätta eller på annat sätt beräknade värden.

För nukliderna Ni-59 och Ni-63 har olika korrelationsfaktorer tagits fram för avfall som härstammar från BWR respektive PWR, då nickelproduktionen är avsevärt högre i PWR-reaktorer jämfört med BWR-reaktorer. Avfall från RAB, som har uppkommit från båda typerna av reaktorer, korreleras därav med båda korrelationsfaktorerna. Enligt mätningar gjorda på jonbytarmassor från RAB mellan år 1988–2005 härstammar i genomsnitt 65 % av aktiviteten Co-60 i avfallet från BWR-reaktorn och 35 % från PWR-reaktorerna. 65 % av avfallet från RAB ansätts därför BWR-faktorn och 35 % ansätts PWR-faktorn. Nickel som korreleras för avfall från övriga avfallsleverantörer, inklusive Clab och Svafo, beräknas till 100 % med korrelation enligt BWR-faktorn.

Tabell D2-5. Nuklider korrelerade mot Cs-137.

Nuklid	Generella korrelationsfaktorer	Specifika korrelationsfaktorer för visst avfall från SNAB och Svafo
Se-79	4×10^{-6}	
Sr-90	1×10^{-1}	
Tc-99	1×10^{-4}	
Pd-107	1×10^{-6}	
Cd-113m	6×10^{-4}	
Sn-126	5×10^{-7}	
I-129	3×10^{-6}	
Cs-134	1	
Cs-135	1×10^{-5}	
Pm-147	9×10^{-1}	
Sm-151	3×10^{-3}	
Eu-152	7×10^{-5}	
Eu-154	1×10^{-1}	
Eu-155	7×10^{-2}	
Pu-238	0	1×10^{-2}
Pu-239	0	5×10^{-3}
Pu-240	0	5×10^{-3}
Am-241	0	4×10^{-2}
Cm-242 ¹	0	1×10^{-2}
Cm-244	0	1×10^{-2}

¹ Nukliden är av vikt för kedjesönderfallsberäkningar men redovisas ej i resultat på grund av den korta halveringstiden.

Tabell D2-6. Nuklider korrelerade mot Pu-239 och Pu-240.

Nuklid	Generella korrelationsfaktorer
U-232	3×10^{-5}
U-234	1×10^{-3}
U-235	2×10^{-5}
U-236	3×10^{-4}
U-238	4×10^{-4}
Np-237	4×10^{-4}
Pu-238	4
Pu-241	$1,2 \times 10^2$
Pu-242	3×10^{-3}
Am-241	1
Am-242m	1×10^{-2}
Am-243	3×10^{-2}
Cm-243	2×10^{-2}
Cm-244	3
Cm-245	3×10^{-4}
Cm-246	8×10^{-5}

Tc-99 korreleras både mot Co-60 och Cs-137, eftersom nukliden kan uppkomma i samband med aktivering av material såväl som vid fission, och bidraget från de två korrelationerna adderas, detta enligt ”Mo-93, Tc-99 och Cs-135: Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR, Clab och Studsvik” (SKBdoc 1393496).

Från Cs-137 korreleras även ett antal transuraner för avfall från SNAB och Svafo.

D2.3.4 Prognoser

Till prognoserna används uppskattningar om förväntad deponering av kollin från avfallsleverantörerna enligt bilaga A. Vid aktivitetsberäkningarna antas alla kollin som finns mellanlagrade på verk deponeras under det första prognostiserade året, dvs år 2013. Deponering av dessa kollin samt framtida kollin antas ske 1 juli varje år. Alla framtida kollin ges också samma tillverkningsdatum som deponeringsdatum.

För varje avfallstyp som finns deponerad har kollibunden aktivitet uppmätts med gammaspectrometri, se avsnitt D2.3.1. Från dessa data beräknas nuklidspecifika medelvärden, vid varje kollis tillverkningsdatum, per avfallstyp. Prognostiserade kollin med samma avfallstyp tilldelas dessa medelvärden. Häribland finns medelvärden av nyckelnukliderna Co-60 och Cs-137. Dessa medelvärden utgör grunden för prognosen av alla övriga nuklider, förutom C-14.

Det finns ett antal avfallstyper i prognoserna som aldrig tidigare har deponerats. Aktiviteten för dessa kollin bestäms utifrån uppskattade medelvärden för Co-60 och Cs-137, manuellt registrerade per avfallstyp. Manuella medelvärden har också använts för prognostiserat avfall som levereras av SNAB, trots att deponerade kollin existerar. Detta beror på att SNAB har uppmätt högre aktivitet på kollin som finns mellanlagrade i dagsläget än vad medelaktiviteten på redan deponerade kollin är. SNAB anser att den uppmätta aktiviteten på de mellanlagrade kollina bättre representerar det framtida avfallet, varför dessa värden används i beräkningarna. SNAB har angivit fler nuklider än Co-60 och Cs-137 och alla de nuklider som SNAB anger används i beräkningarna.

För avfall inom avfallsklasserna ”Jonbytarmassa” och ”Sopor och skrot” från kärnkraftverken och Clab/Clink, beräknas den prognostiserade aktiviteten av transuraner, Sr-90 och nickel fram utifrån inrapporterade årsproduktioner av dessa nuklider, i enlighet med den metodik som beskrivs för deponerat avfall i avsnitt D2.3.2. Det förhållande som råder mellan nämnda nuklider och Co-60 i deponerat avfall antas även gälla för prognostiserat avfall. Förhållandet beräknas innan avklingning, det vill säga med aktivitetsdata vid tillverkningsdatum. Det prognostiserade avfallet tilldelas transuraner, Sr-90 och nickel enligt samma förhållande, med kännedom om den prognostiserade mängden Co-60 i framtida avfall. Förhållandet beräknas separat inom varje avfallsklass och för respektive avfallsleverantör. För avfall inom avfallsklassen ”Övrigt” eller avfall från SNAB och Svafo tilldelas värden av transuraner genom manuellt registrerade värden eller korrelation, se avsnitt D2.3.3

Prognostiserad aktivitet C-14 beräknas på samma sätt som för deponerade kollin, se avsnitt D2.2.2, med prognostiserade värden för den årliga energiproduktionen. Den prognostiserade energiproduktionen baseras konservativt på maximal tillgänglighet för varje reaktor. Det prognostiserade upptaget av C-14 i jonbytarmassa från Clab/Clink antas vara detsamma som dagens årsproduktioner för avfall från Clab. Fördelningen av aktivitet på prognostiserade kollin sker precis som för deponerade kollin, med en uppskattning av mängden jonbytarmassa i varje avfallstyp. Avfallstyper som aldrig tidigare har deponerats tilldelas dock ingen aktivitet C-14.

Resterande nuklider bestäms med korrelation på samma sätt som beskrivs i avsnitt D2.3.3, med beräknade värden för nyckelnukliderna enligt ovan.

D2.3.5 Radioaktivt sönderfall

För att beräkna radionuklidinnehållet i SFR vid tiden för förslutning av förvaret måste hänsyn tas till nuklidernas respektive sönderfall. Aktivitet vid en given tidpunkt, t , beräknas enligt ekvation D2-1, där t_0 representerar kollits tillverkningsdatum och $T_{1/2}$ nuklidens halveringstid (Firestone et al. 1998, Jörg et al. 2010, Schrader 2004), se tabell D2-7.

$$a) A(t) = A(t_0)e^{-\lambda t} \quad \text{D2-1}$$

$$b) \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$c) \tau = t - t_0$$

$$A = \text{Aktivitet [Bq]}$$

$$t = \text{Tid [år]}$$

$$T_{1/2} = \text{Halveringstid [år]}$$

Tabell D2-7. Halveringstid för beräknade radionuklider.

Nuklid	Halveringstid [år]	Nuklid	Halveringstid [år]	Nuklid	Halveringstid [år]
H-3	$1,23 \times 10^1$	Cd-113m	$1,41 \times 10^1$	U-236	$2,34 \times 10^7$
Be-10	$1,51 \times 10^6$	In-115 ¹	$4,41 \times 10^{14}$	U-238	$4,47 \times 10^9$
C-14	$5,73 \times 10^3$	Sn-126	$1,00 \times 10^5$	Np-237	$2,14 \times 10^6$
Cl-36	$3,01 \times 10^5$	Sb-125	$2,76 \times 10^0$	Pu-238	$8,77 \times 10^1$
Ca-41 ¹	$1,03 \times 10^5$	I-129	$1,57 \times 10^7$	Pu-239	$2,41 \times 10^4$
Fe-55	$2,73 \times 10^0$	Cs-134	$2,06 \times 10^0$	Pu-240	$6,56 \times 10^3$
Co-60	$5,27 \times 10^0$	Cs-135	$2,30 \times 10^6$	Pu-241	$1,44 \times 10^1$
Ni-59	$7,60 \times 10^4$	Cs-137	$3,01 \times 10^1$	Pu-242	$3,73 \times 10^5$
Ni-63	$1,00 \times 10^2$	Ba-133	$1,05 \times 10^1$	Am-241	$4,32 \times 10^2$
Se-79	$3,27 \times 10^5$	Pm-147	$2,62 \times 10^0$	Am-242m	$1,41 \times 10^2$
Sr-90	$2,88 \times 10^1$	Sm-151	$9,00 \times 10^1$	Am-243	$7,37 \times 10^3$
Zr-93	$1,53 \times 10^6$	Eu-152	$1,35 \times 10^1$	Cm-242 ²	$0,45 \times 10^0$
Nb-93m	$1,61 \times 10^1$	Eu-154	$8,59 \times 10^0$	Cm-243	$2,91 \times 10^1$
Nb-94	$2,03 \times 10^4$	Eu-155	$4,76 \times 10^0$	Cm-244	$1,81 \times 10^1$
Mo-93	$4,00 \times 10^3$	Ho-166m	$1,20 \times 10^3$	Cm-245	$8,50 \times 10^3$
Tc-99	$2,11 \times 10^5$	U-232	$6,89 \times 10^1$	Cm-246	$4,73 \times 10^3$
Pd-107	$6,50 \times 10^6$	U-234	$2,46 \times 10^5$		
Ag-108m	$4,38 \times 10^2$	U-235	$7,04 \times 10^8$		

¹ Nuklider förekommer endast i rivningsavfall.

² Nukliden är av vikt för kedjesönderfallsberäkningar men redovisas ej i resultat på grund av den korta halveringstiden.

Vid varje sönderfall ges upphov till en ny nuklid, en dotternuklid. Sönderfall som ger upphov till en ny radioaktiv nuklid, med betydande halveringstid för tidsspannet fram till förslutning av förvaret, hanteras genom att aktivitetstillskott ges till redan registrerad aktivitet. Kedjesönderfall beräknas i Triumf NG enligt den teori som presenteras i ekvation D2-2. Index m står för modernuklid, d för dotternuklid och dd för dotterdotternuklid. t_0 representerar kollits tillverkningsdatum och $T_{1/2}$ är nuklidens halveringstid enligt tabell D2-7. De sönderfallskedjor som inkluderas visas i tabell D2-8.

$$a) A_d(t) = A_d(t_0)e^{-\lambda_d t} + \frac{\lambda_d}{\lambda_d - \lambda_m} A_m(t_0)(e^{-\lambda_m t} - e^{-\lambda_d t}) \quad \text{D2-2}$$

$$b) A_{dd}(t) = A_{dd}(t_0)e^{-\lambda_{dd} t} + \frac{\lambda_{dd}}{\lambda_{dd} - \lambda_d} A_d(t_0)(e^{-\lambda_d t} - e^{-\lambda_{dd} t}) + \frac{\lambda_{dd} \lambda_d}{\lambda_d - \lambda_m} A_m(t_0) \left(\left(\frac{e^{-\lambda_m t} - e^{-\lambda_{dd} t}}{\lambda_{dd} - \lambda_m} \right) - \left(\frac{e^{-\lambda_d t} - e^{-\lambda_{dd} t}}{\lambda_{dd} - \lambda_d} \right) \right)$$

$$c) \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$d) \tau = t - t_0$$

A = Aktivitet [Bq]

t = Tid [år]

$T_{1/2}$ = Halveringstid [år]

m = modernuklid

d = dotternuklid

dd = dotterdotternuklid

Tabell D2-8. Sönderfallskedjor i Triumf NG.

Modernuklid	Dotternuklid	Dotterdotternuklid
Pu-239	U-235	
Pu-240	U-236	
Pu-241	Am-241	Np-237
Am-241	Np-237	
Am-243	Pu-239	U-235
Cm-242	Pu-238	
Cm-243	Pu-239	U-235
Cm-244	Pu-240	U-236

D2.4 Resultat

I tabell D2-9 redovisas det beräknade nuklidinventariet för driftavfall vid förslutning av SFR. Aktivitet presenteras vid tidpunkten 2075-12-31, för avfall som finns deponerat i SFR till och med år 2012 samt för prognostiserat avfall som förväntas deponeras under år 2013–2075.

D3 Rivningsavfall

D3.1 Tillgängliga informationskällor

För FKA, OKG, RAB och Clink finns underlag om aktivitet i rivningsstudierna (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Hansson et al. 2013, Edelborg et al. 2014). Aktiviteterna för BKAB och Ågesta är baserade på Jönsson (2013) och Lindow (2012). För reaktorerna F1, F2, F3, R3 och R4 har aktivitetsberäkningarna till föreliggande rapport uppdaterats med hänsyn till förlängd drifttid (60 år). Beräkningarna har genomförts enligt metoden som beskrivs i Lundgren (2012c), men med antagandet att aktiviteten i avgassystem ökar proportionellt mot mängd upplöst uran.

Det finns inga underlag innehållande aktivitetsdata för anläggningar som drivs av SNAB och Svafo.

D3.2 Förutsättningar

I rivningsstudierna presenteras nuklidspecifik aktivitet per system för respektive block. Den beräknade aktiviteten är den aktivitet som finns vid ett antaget referensdatum. I tabell D3-1 visas aktuellt stängningsdatum och referensdatum för respektive block.

För Clink skiljer sig uppgifterna om stängningsdatum mellan drift- och rivningsavfall, där prognos för driftavfall sträcker sig fram till 2070. Detta beror på att respektive underlag är framtaget vid olika tidpunkter med olika förutsättningar. Detta bedöms inte ha en signifikant påverkan varför underlagen har använts i befintlig utformning.

I dagsläget finns inget rivningsavfall och därför har inga acceptanskriterier vad gäller radiologiska egenskaper definierats för denna typ av avfall. Däremot antas rivningsavfallet uppfylla de acceptanskriterier som idag gäller för driftavfallet så som maximal ytdosrat och ytkontaminering samt möjlighet att bestämma innehåll av radionuklider. Beräkningar visar att sambandet mellan ytdosraten på en ISO-container och den specifika aktiviteten är linjärt och att en ytdosrat på 2 mSv/h motsvaras av ca 7×10^6 Bq/kg (Carlsson 2011). Det antagna värdet för gränsdragning mellan låg- och medelaktivt avfall är konservativt antagen som 10^6 Bq/kg. För enstaka system frångås detta men utan att överskrida nivån om 7×10^6 Bq/kg för avfall som klassas som lågaktivt.

Aktiviteten för rivningsavfallet beräknas med förutsättningen att BWR-reaktortankar deponeras hela. PWR-reaktortankarna från RAB och Ågesta kommer på grund av sitt höga aktivitetsinnehåll att deponeras i SFL och är enligt inriktning tänkta att mellanlagras på RAB respektive på Studsviks-anläggningen. System med en total aktivitet på $C-14 > 10^{10}$ Bq, som tidigare var tänkt att deponeras i BMA, har i denna rapport uteslutits och antas istället komma att omhändertas i det planerade slutförvaret för långlivat avfall, SFL.

Tabell D2-9. Aktivitet driftavfall per nuklid och förvarsdel år 2075.

Nuklid	Deponerat avfall [Bq]					Prognostiserat avfall [Bq]				Total [Bq]
	Silo	1BMA	1BTF	2BTF	1BLA	Silo	BMA	BTF	BLA	
H-3	7,03E+08	2,05E+08	1,77E+06	4,62E+07	6,69E+05	8,27E+09	8,47E+08	1,27E+08	2,34E+08	1,04E+10
Be-10	3,81E+05	1,73E+05	1,32E+03	2,47E+04	3,60E+02	6,08E+05	6,65E+04	1,25E+04	7,12E+02	1,27E+06
C-14 org	2,92E+11	1,33E+11	6,85E+09	5,39E+09	7,92E+07	4,62E+11	1,68E+10	3,67E+09	0,00E+00	9,20E+11
C-14 oorg	1,12E+12	1,15E+12	3,47E+10	2,14E+11	4,02E+09	1,60E+12	7,57E+11	2,10E+11	0,00E+00	5,09E+12
Cl-36	2,52E+08	2,86E+08	8,13E+06	1,03E+07	2,14E+07	6,42E+08	6,65E+07	1,25E+07	7,11E+05	1,30E+09
Fe-55	3,39E+06	2,99E+05	2,02E+03	2,22E+05	2,21E+03	2,68E+12	1,34E+11	1,97E+08	1,89E+07	2,81E+12
Co-60	2,23E+10	3,57E+09	3,44E+07	1,56E+09	1,96E+07	1,14E+13	7,54E+11	3,88E+10	2,13E+09	1,22E+13
Ni-59	2,77E+12	1,92E+12	1,46E+10	3,80E+10	2,79E+09	3,72E+12	3,06E+11	1,87E+10	3,18E+09	8,80E+12
Ni-63	1,95E+14	1,32E+14	9,96E+11	2,12E+12	2,01E+11	3,16E+14	2,50E+13	1,19E+12	2,57E+11	6,73E+14
Se-79	5,16E+08	1,75E+08	1,36E+06	1,96E+07	3,10E+05	5,25E+08	4,17E+07	1,01E+07	3,03E+05	1,29E+09
Sr-90	8,26E+11	3,24E+11	1,59E+09	4,39E+10	1,61E+08	2,66E+12	2,68E+11	4,69E+10	2,07E+09	4,17E+12
Zr-93	6,34E+08	2,88E+08	2,30E+06	4,11E+07	6,01E+05	1,13E+09	1,11E+08	2,09E+07	1,19E+06	2,23E+09
Nb-93m	2,00E+10	6,49E+09	5,46E+07	1,30E+09	1,91E+07	1,39E+11	1,48E+10	2,42E+09	1,23E+08	1,84E+11
Nb-94	6,33E+09	2,88E+09	2,29E+07	4,10E+08	5,99E+06	1,01E+10	1,11E+09	2,33E+08	1,04E+08	2,12E+10
Mo-93	1,98E+09	7,60E+08	4,00E+07	1,84E+08	4,35E+07	1,65E+09	1,10E+08	2,07E+07	1,17E+06	4,79E+09
Tc-99	1,05E+10	5,24E+09	1,85E+09	6,87E+08	2,15E+09	3,66E+10	1,37E+09	3,16E+08	1,11E+07	5,87E+10
Pd-107	1,29E+08	4,38E+07	3,41E+05	4,90E+06	7,75E+04	1,31E+08	1,04E+07	2,54E+06	7,58E+04	3,22E+08
Ag-108m	3,35E+10	1,50E+10	1,22E+08	2,17E+09	1,97E+08	5,62E+10	6,15E+09	1,43E+09	4,66E+07	1,15E+11
Cd-113m	1,04E+09	3,01E+08	2,22E+06	3,33E+07	7,79E+05	8,53E+09	5,74E+08	1,05E+08	3,92E+06	1,06E+10
Sn-126	6,45E+07	2,19E+07	1,70E+05	2,45E+06	3,87E+04	6,56E+07	5,21E+06	1,27E+06	3,79E+04	1,61E+08
Sb-125	4,04E+05	3,62E+04	2,44E+02	3,01E+04	1,45E+02	1,32E+11	1,18E+08	1,78E+07	1,11E+06	1,32E+11
I-129	5,97E+08	1,21E+08	1,22E+07	1,31E+07	3,87E+05	3,82E+08	3,13E+07	7,61E+06	2,27E+05	1,17E+09
Cs-134	4,86E+02	1,69E+01	8,09E-02	1,06E+01	3,23E-01	2,20E+11	3,66E+08	1,59E+05	6,02E+04	2,20E+11
Cs-135	3,11E+09	7,66E+08	7,86E+07	1,75E+07	2,99E+06	1,29E+09	1,04E+08	2,54E+07	7,58E+05	5,40E+09
Cs-137	1,66E+13	5,34E+12	4,05E+10	5,88E+11	1,13E+10	4,22E+13	3,30E+12	7,08E+11	2,33E+10	6,89E+13
Ba-133	3,30E+07	8,83E+06	7,76E+04	2,17E+06	3,11E+04	5,83E+08	5,75E+07	7,99E+06	3,98E+05	6,93E+08
Pm-147	1,12E+05	6,86E+03	3,72E+01	1,71E+03	7,11E+01	3,58E+11	7,59E+08	8,41E+06	1,06E+06	3,59E+11
Sm-151	1,94E+11	6,49E+10	5,01E+08	7,22E+09	1,22E+08	2,67E+11	2,12E+10	4,95E+09	1,53E+08	5,60E+11
Eu-152	1,12E+08	2,93E+07	1,51E+07	3,24E+06	9,09E+07	7,49E+08	7,37E+07	5,02E+07	5,53E+07	1,18E+09
Eu-154	1,23E+10	3,01E+09	2,20E+07	3,46E+08	1,29E+07	5,11E+11	2,36E+10	3,41E+09	7,02E+07	5,54E+11
Eu-155	5,04E+07	7,50E+06	5,01E+04	1,06E+06	4,38E+04	9,95E+10	1,26E+09	1,07E+08	4,66E+06	1,01E+11
Ho-166m	2,42E+09	1,10E+09	8,74E+06	1,57E+08	2,29E+06	4,40E+09	4,31E+08	8,10E+07	4,60E+06	8,60E+09
U-232	1,80E+05	6,62E+04	7,41E+03	6,04E+03	8,91E+01	3,92E+05	7,85E+04	9,50E+03	1,01E+04	7,50E+05
U-234	1,32E+07	5,47E+06	4,42E+05	4,57E+05	6,97E+03	2,25E+07	4,24E+06	5,42E+05	5,64E+05	4,75E+07
U-235	5,87E+06	1,68E+06	1,09E+07	1,04E+05	2,15E+08	8,30E+06	1,40E+06	7,54E+06	4,06E+08	6,57E+08
U-236	5,98E+06	2,28E+06	1,43E+05	3,51E+05	2,05E+03	7,46E+06	1,28E+06	2,63E+05	1,70E+05	1,79E+07
U-238	1,27E+07	4,18E+06	1,90E+05	8,75E+05	7,15E+08	2,01E+07	3,01E+06	6,65E+05	1,95E+08	9,52E+08
Np-237	5,23E+07	1,51E+07	2,87E+05	1,96E+06	7,99E+03	4,81E+08	1,36E+07	8,02E+05	2,58E+05	5,65E+08
Pu-238	1,24E+10	5,02E+09	1,09E+09	4,17E+08	1,20E+07	4,47E+10	1,05E+10	1,04E+09	1,50E+09	7,67E+10
Pu-239	5,51E+09	2,27E+09	2,18E+08	1,90E+08	3,19E+06	9,37E+09	1,77E+09	2,49E+08	2,81E+08	1,99E+10
Pu-240	7,68E+09	3,17E+09	2,25E+08	2,65E+08	3,83E+06	1,32E+10	2,48E+09	2,93E+08	2,85E+08	2,76E+10
Pu-241	3,79E+10	8,70E+09	3,41E+09	1,17E+09	1,48E+07	2,25E+11	5,55E+10	5,14E+09	5,69E+09	3,42E+11
Pu-242	3,97E+07	1,64E+07	1,33E+06	1,37E+06	2,09E+04	6,75E+07	1,27E+07	1,62E+06	1,69E+06	1,42E+08
Am-241	5,45E+10	2,31E+10	3,08E+09	1,85E+09	4,41E+07	2,31E+13	2,00E+10	3,04E+09	2,15E+09	2,32E+13
Am-242m	9,00E+07	3,51E+07	3,32E+06	3,06E+06	4,59E+04	1,72E+08	3,34E+07	4,16E+06	4,38E+06	3,46E+08
Am-243	4,21E+08	1,73E+08	1,32E+07	1,79E+07	2,14E+05	9,52E+08	1,24E+08	1,92E+07	1,69E+07	1,74E+09
Cm-243	3,62E+07	1,18E+07	2,24E+06	3,83E+05	1,82E+04	1,20E+08	2,64E+07	1,61E+06	3,31E+06	2,02E+08
Cm-244	4,53E+08	1,80E+08	1,47E+08	1,52E+07	1,40E+06	5,30E+09	2,02E+09	1,34E+08	2,35E+08	8,49E+09
Cm-245	3,95E+06	1,63E+06	1,32E+05	1,36E+05	2,08E+03	6,72E+06	1,27E+06	1,62E+05	1,68E+05	1,42E+07
Cm-246	1,05E+06	4,32E+05	3,51E+04	3,62E+04	5,51E+02	1,79E+06	3,37E+05	4,30E+04	4,48E+04	3,76E+06
Total	2,17E+14	1,41E+14	1,11E+12	3,03E+12	2,23E+11	4,06E+14	3,07E+13	2,24E+12	3,00E+11	8,02E+14

Det avfall som är planerat att deponeras i Silo kommer från systemdekontaminering vid kärnkraftverken och består av jonbytarmassor. För detta avfall antas samma fördelning mellan organiskt och oorganiskt C-14 som för jonbytarmassor i driftavfallet, se tabell D2-3. Samma fördelning av C-14 gäller för rivningsavfall innehållande betong då kontamineringen huvudsakligen består av läckage från kylvattnet. För enstaka berörda processsystem samt för reaktortankarna är aktiviteten för C-14 inducerad i stålet och därmed görs ingen uppdelning mellan organiskt och oorganiskt C-14. Rivningsavfall med sand antas inte innehålla någon C-14 aktivitet.

Utöver nukliderna som redovisas för driftavfall tillkommer Ca-41 och In-115 för rivningsavfallet. Anledning till att dessa endast finns i rivningsavfallet är för att Ca-41 finns i stora mängder betong i den biologiska skärmen och In-115 kommer från legeringarna i styrstavarna från PWR-reaktorn i Ågesta. Aktiviteten för de naturliga uranisotoperna U-234, U-235 och U-238 beaktas inte i rivningsstudierna då den naturliga halten av dessa nuklider i rivningsmaterialen överskrider den halt som förekommer till följd av kärnteknisk verksamhet. Den aktivitet U-235 som tillkommer från kedjesönderfall redovisas dock för rivningsavfall.

Den totala mängden beräknad aktivitet för rivningsavfallet innefattar aktivitetsbidrag från neutroninducerad aktivitet, kontamination på systemytor och kontaminerad betong. Bidragen från dessa tre kategorier beräknas enligt nedan beskrivna metoder.

Aktiveringsberäkningar för den neutroninducerade aktiviteten görs med tre olika energigrupper; termiska, epitermiska och snabba neutroner. Neutronflödestätheterna bestäms generellt genom tredimensionella beräkningsmetoder av typen MCNP (Monte Carlo N-Particle Transport Code). Neutronflödena används sedan tillsammans med typiska materialsammansättningar och aktiverings-tvårsnitt enligt tregrupsmodellen för att bestämma den neutroninducerade aktiviteten i olika komponenter.

Aktiviteten från kontamination på systemytor innefattar bidrag från följande källor:

- Aktiverade korrosionsprodukter.
Uppbyggnad av korrosionsprodukter på bränslet, aktivering och frigivning av dessa från bränslet samt den resulterande systemkontamineringen beräknas med kalkylmodellen CrudAct. Det finns separata modeller för BWR och PWR.
- Rester från bränsleläckage.
Systemoxiderna innehåller förutom aktiverade korrosionsprodukter även små mängder av aktinider och svårlösliga fissionsprodukter. Mängderna är beroende av bränsleskadehistoriken, speciellt perioder med sekundärskador där upplösning av bränslet har skett. För att uppskatta aktiviteten används en läckagemodell för uran, den uppskattade mängden upplöst uran som fastnar på systemytor samt nuklidvektorn för aktivitetsfördelningen i bränslet.
- Kvarvarande jonbytarmassa.
Restmängder jonbytarmassa förväntas ge upphov till den huvudsakliga kontamineringen i de system som hanterar jonbytarmassa. Den årligt ackumulerade aktiviteten i jonbytarmassor samt den årliga förbrukningen av jonbytarmassor i de olika systemen ligger till grund för beräkningarna. Det antas även att 0,1 kg/m² jonbytarmassa kvarstår i systemen baserat på den totala ytan för system som hanterar jonbytarmassa.
- Avgassystem.
I reaktorernas avgassystem ackumuleras flyktiga långlivade nuklider samt vissa ädelgasdöttrar som funktion av bränsleskadestatistiken och mängden upplöst uran som leder till fritt uran på härden.

Aktiviteten i mängden kontaminerad betong bestäms enligt följande modell:

- Ytkontamination i Bq/m² erhålls för Co-60 och Cs-137 ifrån erfarenhetsdata från B1 och B2.
- Övriga nuklider bestäms utgående från nuklidvektor för jonbytarmassa från system 342 (systemdränage) för respektive reaktor, där aktiverade korrosionsprodukter korreleras mot Co-60 och fissionsprodukter och aktinider korreleras mot Cs-137.

De källstyrkor som erhålls från ovanstående aktivitetskällor sammanställs av Studsvik ALARA Engineering för att bestämma det totala rivningsinventariet. I modellen framgår också vilka källstyrkor som respektive system är kopplat till samt en skalningsfaktor för denna koppling. Skalningsfaktorerna baseras på ungefärliga ursprungliga strålningsnivåer i de olika systemen, vilka är hämtade från databaser för dosratmätningar. Utöver detta tillkommer för varje system en uppskattad osäkerhetsfaktor.

Utifrån detta erhålls aktivitet för respektive system vid referensdatum och en summering av alla system ger det totala aktivitetsinventariet. En mer detaljerad beskrivning av teorin samt beräkningarna bakom de olika källstyrkorna finns i en separat metodrapport (Lundgren 2012c).

D3.3 Beräkningsmetoder

Redovisad aktivitet vid förslutning av förvaret, år 2075, har beräknats i Excel genom att utgå ifrån angivet referensdatum för respektive block. För att beräkna radionuklidinnehållet i SFR år 2075 måste hänsyn tas till nuklidernas respektive sönderfall. Aktivitet vid tidpunkten för förslutning beräknas enligt ekvation D2-1, där t_0 representerar det referensdatum som presenteras i tabell D3-1 och $T_{1/2}$ är nuklidens halveringstid enligt tabell D2-7.

Vid varje sönderfall ges upphov till en ny nuklid, en dotternuklid. Sönderfall som ger upphov till en ny radioaktiv nuklid, med betydande halveringstid för tidsspannet fram till förslutning av förvaret, hanteras genom att aktivitetstillskott ges för nämnd nuklid. Kedjesönderfallsberäkningar för rivningsavfallet görs enligt ekvation D2-2. t_0 representerar det referensdatum som presenteras i tabell D3-1 och $T_{1/2}$ är nuklidens halveringstid enligt tabell D2-7. De sönderfallskedjor som inkluderas visas i tabell D2-8.

För att beräkna den totala aktiviteten i SFR vid förslutning summeras alla nuklidaktiviteter per förvarsdal. För beräkning av aktivitetsinnehållet i ett medelkolli för respektive avfallstyp, som presenteras i bilaga E, summeras system till avfallstypen varpå den totala aktiviteten för avfallstypen divideras med antalet kollin av avfallstypen.

Tabell D3-1. Stängnings- och referensdatum.

Block	Stängningsdatum	Referensdatum
B1, B2	1999, 2005	2015
F1, F2	2040, 2041	2042
F3	2045	2046
O1	2032	2036
O2	2035	2036
O3	2045	2046
R1	2025	2034
R2	2025	2034
R3	2041	2043
R4	2043	2044
Clink	2075	2075
Ågesta	1974	2020

D3.4 Resultat

I tabell D3-2 redovisas det beräknade nuklidinventariet för rivningsavfall vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31.

D4 Total aktivitet

I tabell D4-1 redovisas det totala beräknade nuklidinventariet för drift- och rivningsavfall vid förslutning av SFR, tidpunkt 2075-12-31.

Tabell D3-2. Aktivitet rivningsavfall per nuklid och förvarsdel år 2075.

Nuklid	Silo [Bq]	BRT [Bq]	BMA [Bq]	BLA [Bq]	Total [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	3,31E+12	1,94E+11	3,51E+12
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	3,33E+03	8,41E+02	4,17E+03
C-14 org	1,03E+09	0,00E+00	9,91E+08	2,25E+08	2,25E+09
C-14 oorg	2,82E+09	0,00E+00	3,17E+09	9,27E+08	6,92E+09
C-14 ind	0,00E+00	1,02E+10	5,09E+09	1,19E+09	1,65E+10
Cl-36	1,98E+05	7,20E+06	1,83E+08	4,56E+07	2,36E+08
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	1,56E+10	3,91E+09	1,95E+10
Fe-55	5,14E+10	1,49E+10	2,38E+10	4,35E+08	9,06E+10
Co-60	1,49E+12	1,93E+11	1,64E+12	2,48E+10	3,34E+12
Ni-59	3,68E+11	1,60E+11	8,19E+11	9,56E+09	1,36E+12
Ni-63	3,61E+13	1,44E+13	8,18E+13	9,67E+11	1,33E+14
Se-79	1,11E+07	0,00E+00	3,69E+04	5,73E+06	1,68E+07
Sr-90	1,20E+11	2,32E+10	3,18E+11	2,25E+10	4,84E+11
Zr-93	2,71E+09	1,84E+08	1,03E+09	2,88E+07	3,96E+09
Nb-93m	9,16E+12	1,06E+12	1,31E+13	1,34E+11	2,34E+13
Nb-94	7,00E+10	7,94E+09	9,09E+10	9,03E+08	1,70E+11
Mo-93	5,83E+09	2,99E+09	4,15E+09	4,72E+07	1,30E+10
Tc-99	2,88E+09	4,50E+08	1,03E+09	1,95E+08	4,55E+09
Pd-107	1,49E+07	0,00E+00	2,55E+09	1,67E+06	2,57E+09
Ag-108m	1,40E+11	1,62E+09	3,89E+10	1,48E+09	1,82E+11
Cd-113m	1,45E+07	0,00E+00	1,58E+07	3,39E+06	3,37E+07
In-115	0,00E+00	0,00E+00	3,13E+05	0,00E+00	3,13E+05
Sn-126	7,49E+07	7,52E+05	1,66E+07	7,90E+06	1,00E+08
Sb-125	4,74E+08	1,34E+07	1,88E+08	3,83E+06	6,79E+08
I-129	4,61E+06	0,00E+00	1,13E+06	1,75E+06	7,49E+06
Cs-134	3,26E+07	0,00E+00	4,15E+06	1,35E+06	3,81E+07
Cs-135	6,99E+07	0,00E+00	2,47E+07	1,75E+08	2,69E+08
Cs-137	8,43E+11	0,00E+00	4,20E+11	4,79E+11	1,74E+12
Ba-133	9,62E+04	0,00E+00	1,25E+08	1,24E+07	1,38E+08
Pm-147	7,23E+06	1,37E+06	1,88E+07	4,29E+05	2,78E+07
Sm-151	1,91E+09	3,42E+08	3,21E+10	5,79E+09	4,02E+10
Eu-152	2,67E+06	5,41E+05	1,33E+11	1,72E+10	1,51E+11
Eu-154	5,01E+08	9,26E+07	3,53E+09	2,24E+08	4,35E+09
Eu-155	1,19E+07	2,40E+06	1,25E+08	8,46E+06	1,48E+08
Ho-166m	3,39E+04	8,00E+03	4,02E+08	8,76E+07	4,89E+08
U-232	4,74E+04	6,86E+03	8,99E+04	1,52E+03	1,46E+05
U-235	8,00E+01	1,49E+01	1,99E+02	2,09E+00	2,96E+02
U-236	2,41E+06	3,92E+05	5,09E+06	7,46E+04	7,96E+06
Np-237	2,72E+06	4,70E+05	6,20E+06	6,18E+04	9,45E+06
Pu-238	1,59E+10	2,71E+09	3,61E+10	3,55E+08	5,51E+10
Pu-239	2,11E+09	4,16E+08	5,51E+09	5,80E+07	8,09E+09
Pu-240	3,04E+09	5,93E+08	7,42E+09	7,41E+07	1,11E+10
Pu-241	4,41E+10	9,06E+09	1,26E+11	1,32E+09	1,80E+11
Pu-242	1,57E+07	3,11E+06	4,11E+07	3,97E+05	6,03E+07
Am-241	1,16E+10	1,99E+09	2,73E+10	2,65E+08	4,12E+10
Am-242m	5,92E+07	1,32E+07	1,59E+08	1,44E+06	2,33E+08
Am-243	2,22E+08	4,14E+07	5,68E+08	5,48E+06	8,37E+08
Cm-243	3,27E+07	6,38E+06	8,30E+07	8,28E+05	1,23E+08
Cm-244	3,51E+09	6,74E+08	9,18E+09	9,68E+07	1,35E+10
Cm-245	4,21E+06	6,82E+05	9,22E+06	8,70E+04	1,42E+07
Cm-246	1,46E+06	2,24E+05	3,10E+06	3,13E+04	4,82E+06
Total	4,85E+13	1,59E+13	1,02E+14	1,87E+12	1,68E+14

Tabell D4-1. Aktivitet drift- och rivningsavfall per nuklid och förvarsdel år 2075.

Nuklid	Silo [Bq]	BRT [Bq]	BMA [Bq]	BTF [Bq]	BLA [Bq]	Total [Bq]
H-3	8,97E+09	0,00E+00	3,31E+12	1,75E+08	1,95E+11	3,52E+12
Be-10	9,89E+05	0,00E+00	2,43E+05	3,85E+04	1,91E+03	1,27E+06
C-14 org	7,55E+11	0,00E+00	1,51E+11	1,59E+10	3,04E+08	9,22E+11
C-14 oorg	2,72E+12	0,00E+00	1,91E+12	4,58E+11	4,95E+09	5,09E+12
C-14 ind	0,00E+00	1,02E+10	5,09E+09	0,00E+00	1,19E+09	1,65E+10
Cl-36	8,94E+08	7,20E+06	5,36E+08	3,10E+07	6,77E+07	1,54E+09
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	1,56E+10	0,00E+00	3,91E+09	1,95E+10
Fe-55	2,73E+12	1,49E+10	1,58E+11	1,98E+08	4,54E+08	2,91E+12
Co-60	1,29E+13	1,93E+11	2,39E+12	4,04E+10	2,70E+10	1,55E+13
Ni-59	6,86E+12	1,60E+11	3,05E+12	7,13E+10	1,55E+10	1,02E+13
Ni-63	5,47E+14	1,44E+13	2,39E+14	4,30E+12	1,43E+12	8,06E+14
Se-79	1,05E+09	0,00E+00	2,17E+08	3,11E+07	6,34E+06	1,31E+09
Sr-90	3,61E+12	2,32E+10	9,09E+11	9,24E+10	2,47E+10	4,66E+12
Zr-93	4,48E+09	1,84E+08	1,43E+09	6,43E+07	3,06E+07	6,19E+09
Nb-93m	9,31E+12	1,06E+12	1,31E+13	3,78E+09	1,34E+11	2,36E+13
Nb-94	8,65E+10	7,94E+09	9,49E+10	6,66E+08	1,01E+09	1,91E+11
Mo-93	9,46E+09	2,99E+09	5,02E+09	2,45E+08	9,18E+07	1,78E+10
Tc-99	5,00E+10	4,50E+08	7,64E+09	2,85E+09	2,35E+09	6,33E+10
Pd-107	2,75E+08	0,00E+00	2,60E+09	7,78E+06	1,82E+06	2,89E+09
Ag-108m	2,30E+11	1,62E+09	6,01E+10	3,72E+09	1,72E+09	2,97E+11
Cd-113m	9,58E+09	0,00E+00	8,91E+08	1,40E+08	8,09E+06	1,06E+10
In-115	0,00E+00	0,00E+00	3,13E+05	0,00E+00	0,00E+00	3,13E+05
Sn-126	2,05E+08	7,52E+05	4,37E+07	3,89E+06	7,98E+06	2,61E+08
Sb-125	1,32E+11	1,34E+07	3,06E+08	1,78E+07	4,94E+06	1,32E+11
I-129	9,84E+08	0,00E+00	1,54E+08	3,29E+07	2,37E+06	1,17E+09
Cs-134	2,20E+11	0,00E+00	3,70E+08	1,59E+05	1,41E+06	2,20E+11
Cs-135	4,47E+09	0,00E+00	8,95E+08	1,21E+08	1,79E+08	5,67E+09
Cs-137	5,97E+13	0,00E+00	9,05E+12	1,34E+12	5,14E+11	7,06E+13
Ba-133	6,16E+08	0,00E+00	1,92E+08	1,02E+07	1,28E+07	8,31E+08
Pm-147	3,58E+11	1,37E+06	7,78E+08	8,41E+06	1,49E+06	3,59E+11
Sm-151	4,63E+11	3,42E+08	1,18E+11	1,27E+10	6,06E+09	6,00E+11
Eu-152	8,64E+08	5,41E+05	1,33E+11	6,85E+07	1,74E+10	1,52E+11
Eu-154	5,24E+11	9,26E+07	3,01E+10	3,78E+09	3,07E+08	5,58E+11
Eu-155	9,96E+10	2,40E+06	1,40E+09	1,08E+08	1,32E+07	1,01E+11
Ho-166m	6,82E+09	8,00E+03	1,93E+09	2,47E+08	9,45E+07	9,09E+09
U-232	6,20E+05	6,86E+03	2,35E+05	2,29E+04	1,17E+04	8,96E+05
U-234	3,58E+07	0,00E+00	9,71E+06	1,44E+06	5,71E+05	4,75E+07
U-235	1,42E+07	1,49E+01	3,08E+06	1,85E+07	6,21E+08	6,57E+08
U-236	1,58E+07	3,92E+05	8,65E+06	7,57E+05	2,46E+05	2,59E+07
U-238	3,28E+07	0,00E+00	7,18E+06	1,73E+06	9,10E+08	9,52E+08
Np-237	5,36E+08	4,70E+05	3,49E+07	3,04E+06	3,28E+05	5,75E+08
Pu-238	7,29E+10	2,71E+09	5,17E+10	2,55E+09	1,87E+09	1,32E+11
Pu-239	1,70E+10	4,16E+08	9,55E+09	6,58E+08	3,43E+08	2,80E+10
Pu-240	2,39E+10	5,93E+08	1,31E+10	7,84E+08	3,63E+08	3,87E+10
Pu-241	3,07E+11	9,06E+09	1,90E+11	9,72E+09	7,03E+09	5,23E+11
Pu-242	1,23E+08	3,11E+06	7,02E+07	4,32E+06	2,11E+06	2,03E+08
Am-241	2,32E+13	1,99E+09	7,04E+10	7,97E+09	2,46E+09	2,33E+13
Am-242m	3,22E+08	1,32E+07	2,28E+08	1,05E+07	5,86E+06	5,79E+08
Am-243	1,59E+09	4,14E+07	8,64E+08	5,03E+07	2,26E+07	2,57E+09
Cm-243	1,89E+08	6,38E+06	1,21E+08	4,24E+06	4,16E+06	3,25E+08
Cm-244	9,26E+09	6,74E+08	1,14E+10	2,96E+08	3,34E+08	2,19E+10
Cm-245	1,49E+07	6,82E+05	1,21E+07	4,30E+05	2,58E+05	2,84E+07
Cm-246	4,29E+06	2,24E+05	3,87E+06	1,14E+05	7,66E+04	8,58E+06
Total	6,71E+14	1,59E+13	2,74E+14	6,37E+12	2,39E+12	9,70E+14

D5 Osäkerheter

De beräknade aktiviteterna från driftavfall baseras huvudsakligen på aktiviteten hos de redan deponerade avfallskollina, det prognostiserade antalet framtida kollin och medelaktiviteten Co-60 och Cs-137 per avfallstyp vid tillverkningsdatum. Osäkerheten i antalet prognostiserade kollin som diskuteras i bilaga A kommer därför även att kunna influera osäkerheterna i aktivitet. Aktiviteten för framtida avfallskollin kan komma att ändras till följd av effekthöjningar eller ändringar i tillåtna ytdosrater, varpå medelvärdet för deponerade kollin inte längre skulle vara representativt för nyproducerade kollin.

De uppskattade aktivitetsmängderna i rivningsavfall från de svenska kärnkraftsverken presenteras i rivningsstudierna (Anunti et al. 2013, Larsson et al. 2013, Hansson et al. 2013, Edelborg et al. 2014), varefter SKB har uppdaterat beräkningarna F1, F2, F3, R3 och R4 med avseende på den förlängda drifttiden till 60 år, se avsnitt D3.1. För BKAB och Ågesta presenteras beräkningarna i Jönsson (2013) respektive Lindow (2012). Osäkerheterna har uppskattats på systemnivå. Aktiviteter i rivningsavfall från anläggningarna SNAB och Svafo beaktas inte i nuläget eftersom det saknas aktivitetsberäkningar för dessa, vilket medför underskattning.

D5.1 Gammamätningar

Innan varje tillverkat avfallskolli skickas till SFR gammamäts det för att aktivitetsbestämma nyckelnukliderna Co-60 och Cs-137. Aktiviteten för svärmätbara nuklider som inte bestäms genom provanalyser eller särskilda beräkningar korreleras fram utifrån aktiviteten för dessa nyckelnuklider. Osäkerheten i gammamätningar avspeglas således i aktiviteten för de nuklider som korreleras fram, eftersom korrelationerna baseras på aktiviteten för Co-60 och Cs-137. Prognostiserade aktiviteter är också korrelerade till nyckelnuklidernas aktivitet, vilket betyder att osäkerheten i gammamätningar utgör en felkälla även vid prognoser.

Mätfelen kan delas in i de tre kategorierna tillfälliga fel, systematiska fel och grova fel enligt ”Kontroll av SFR-avfall. Delprojekt mätteknik” (SKBdoc 1400742). De tillfälliga felen kan i sin tur brytas ned i provtagning, kalibrering, mättid, inhomogeniteten i prov och strålkällans intensitet och geometri. Systematiska fel innefattar exempelvis kalibreringsstrålkällornas bestämda osäkerhet, fel i avståndsmätningen mellan kalibreringsstrålkällan och detektorn samt fel i den tillämpade beräkningsmodellen. Grova fel är oftast förknippade med manuell inmatning av uppmätta data. Manuell inmatning är dock inte längre lika vanligt men görs fortfarande på BKAB och FKA.

Osäkerheten vid mätning av Co-60 och Cs-137 på de svenska kärntekniska anläggningarna har fastställts i en utförligt genomförd studie, ”Kontroll av SFR-avfall. Delprojekt mätteknik” (SKBdoc 1400742), och är av storleksordningen $\pm 10\text{--}20\%$ (1σ) för homogent avfall. För inhomogena kollin är osäkerheten betydligt större. För inhomogena kollin med många punktkällor eller utbredd aktivitetsfördelning och där gammastrålning mäts från alla sidor däremot, är det totala felet inte mycket större än för homogena kollin. För kollin med ett litet antal koncentrerade aktivitetskällor såsom fat eller kokiller innehållande skrot är felet av större betydelse. Från bedömningar gjorda på SNAB och FKA uppskattas att felet för dessa kan vara av samma storlek som mätvärdet. Schablonmässigt ansätts $+100\%$ och -50% av värdet i ”Kontroll av SFR-avfall. Delprojekt mätteknik” (SKBdoc 1400742). Ett typiskt systematiskt fel är att mängden Cs-137 kan undgå att detekteras på grund av detektorns låga känslighet vid aktivitetsmätning hos nuklider med låg gammaenergi, såsom Cs-137, i närvaro av nuklider med hög gammaenergi, såsom Co-60. MDA (minsta detekterbara aktivitet) för Cs-137 kan variera mellan 1 och 6 % av aktiviteten för Co-60, beroende på vilken detektor som används, enligt ”Kontroll av SFR-avfall. Delprojekt mätteknik” (SKBdoc 1400742).

D5.2 Aktinider

De så kallade transuranerna innefattar alla nuklider som har masstal högre än uran och tillhör grundämnesserien aktinider. Vattenprovtagningar med efterföljande alfa-mätningar görs för att bestämma aktiviteten för dessa i avfallsklassen ”jonbytarmassa” i driftavfall. De nuklider som kärnkraftverken i regel mäter är Pu-238/Am-241, Pu-239/Pu-240, Am-243, Cm-242 och Cm-243/Cm-244, där somliga har sammanfallande alfaenergier och därför i vissa fall samrapporteras. Resterande aktinider aktivitetsbestäms genom korrelation mot Pu-239/Pu-240, för vilka osäkerheterna presenteras i avsnitt D5.5.

Osäkerheten i aktinidinventariet i SFR har beräknats till $\pm 10\%$ eller $\pm 14\%$ (1σ) beroende på vilken provtagningsmetod som används (kontinuerlig provtagning eller intermittenta stickprover) (Ingemansson 2000a). Tidigare bedömningar gjorda av kemisterna på kraftverken resulterade i ca $\pm 25\%$ osäkerhet, varav hälften härstammar från provtagningen och andra hälften från mätanalysen av proverna. På kärnkraftverken och Clab korreleras mängden aktinider i avfallsklassen ”sopor och skrot” mot mängden Co-60 och osäkerheten för detta har beräknats till $\pm 20\%$ (1σ) (Ingemansson 2000a).

Prognostiserad mängd aktinider i driftavfallet är konservativt uppskattad då den årligt uppkomna aktiviteten transuraner fördelas ut över redan deponerade kollin i SFR och inte på det avfall som faktiskt uppstått och som fortfarande kan finnas mellanlagrat hos avfallsleverantören. Denna dubbelräkning av aktivitet bidrar i större utsträckning till den totala osäkerheten för aktinidinventariet då andelen kollin som i dagsläget mellanlagras på kärnkraftverken utgör ca 25 % av det hittills deponerade avfallet i SFR.

D5.2.1 Bränsleskador

Bränsleskador medför att aktinider läcker ut i reaktorvattnet, vilket belastar jonbyttarmassorna och därmed driftavfallet med aktivitet från dessa nuklider. Dessutom fastnar aktivitet på reaktorns systemtor, vilket då även påverkar aktiviteten i rivningsavfallet. Utveckling och optimering av bränslet görs kontinuerligt, såsom dess storlek och form, men även de enskilda bränsleelementens placering i härden med avseende på ålder och utbränningsgrad. Historiskt sett har antalet bränsleskador minskat med tiden. Exempelvis har kärnkraftverken i begynnelsen använt bränslestavar i matriser om 8×8 i ett bränsleelement för BWR-reaktorer. Dessa bränsletyper genererade mycket skador i BWR-reaktorer och har successivt fasats ut och ersatts med bränsle med ett större antal stavar i ett bränsleelement (exempelvis 96 stycken i Svea 96). Då antalet bränslestavar i ett element ökades, minskades diametern på varje bränslestav. I och med detta erhålls en jämnare radiell temperatur över varje enskild kuts och således mindre termiska spänningar i kutsarna. Detta har lett till ökad hållbarhet av bränslet och färre skador. I dagsläget beror de flesta bränsleskadorna på att skräp förekommer i härden som kan ge upphov till skadeverkan snarare än att bränslet har dålig hållbarhet. Trenden att antalet bränsleskador har minskat beräknas fortsätta även framöver.

Den prognostiserade aktivitetsmängden aktinider i driftavfall som direktmäts och som i framtiden ska deponeras i SFR baseras på förhållandet mellan inrapporterade data för dessa och Co-60-aktiviteten vid tillverkningsdatum. Prognoserna tar därmed hänsyn till bränsleskadehistoriken så att mängden framtida aktinider kan betraktas som konservativt uppskattad för driftavfallet även ur denna aspekt, eftersom antalet bränsleskador bedöms fortsätta vara lägre i framtiden. Aktiviteten för aktinider i rivningsavfall är beräknad utifrån en modell som baserar sig på reaktorspecifika mängder I-131 och Cs-137 i reaktorvatten. Även för rivningsavfallet har historiken för bränsle-skador legat till grund för den beräknade framtida driften och bildandet av aktinider, vilket kan anses vara en konservativ uppskattning.

D5.3 Ni-59/63 och Sr-90

På kärnkraftverken i drift tas vattenprover för att bestämma aktiviteten för Ni-63 och Sr-90 i driftavfall medan BKAB och Clab endast tar vattenprover för att bestämma aktiviteten för Sr-90. Aktiviteten för Ni-59 beräknas utifrån mängden Ni-63. I och med dessa nuklidspecifika mätningar blir osäkerheten för aktivitetsuppskattningarna förhållandevis låg. Nickelmätningarna har dock endast pågått i några år, vilket betyder att den huvudsakliga osäkerheten för aktiviteten Ni-63 och Ni-59 härstammar ifrån korrelationen mot Co-60 som gjordes dessförinnan och som fortfarande görs i prognosen, se avsnitt D5.5.

På OKG har metoden för mätning av Ni-63 utvärderats. Den interfererande mängden Co-60 gammamäts och subtraheras ifrån mätvärdet för Ni-63. Utvärderingen visade att Ni-63 ändå överskattades med nästan en faktor 4. Detta berodde på att proverna inte tilläts avklinga några månader inför mätning, med interferens från Co-58 som följd. Utvärderingen resulterade i att överskattningen kan minskas genom dubbelseparering av proverna inför mätning, vilket reducerar mängden kobolt. I kombination med att låta proverna avklinga några månader inför mätning bedöms mängden Ni-63 överskattas med högst 20 %.

Sr-90 aktivitetsbestäms på liknande sätt som Ni-63, dvs genom vätskescintillation. Däremot detekteras egentligen dotternukliderna Y-90, varifrån mängden Sr-90 kan bestämmas (på grund av sekulär jämvikt). Inventariet för Sr-90 har utvärderats tillsammans med aktinider och omfattas av osäkerheter av samma storleksordning som för dessa, dvs $\pm 10 - 14 \%$ (1σ) för jonbytarmassor och $\pm 20 \%$ (1σ) för sopor och skrot (Ingemansson 2000a). Aktiviteten för Sr-90 i sopor och skrot korreleras av kärnkraftverken och Clab mot aktiviteten för Co-60.

D5.4 Beräknade aktiviteter

För vissa nuklider beräknas aktiviteten i driftavfall med hjälp av specifikt framtagna beräkningsmodeller. Detta gäller nukliderna C-14, Cl-36, Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135.

På uppdrag av SKB beräknas det årliga tillskottet av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 av Studsvik ALARA Engineering, tidigare med Excel-baserade beräkningsprogram och numera med SciLab/FISPACT, vilket beskrivs i "Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Uppdatering till och med 2011" (SKBdoc 1341356).

Beräkningsmodellen för I-129 bygger på värden för de mätbara nukliderna I-131 och Cs-137 i kombination med läckagemodeller för BWR- respektive PWR-bränsle. Mängden I-129 som härstammar ifrån Clab uppskattas också utifrån mängden Cs-137 samt kvoten I-129/Cs-137 i gap-inventariet. Mängden I-129 ifrån SNAB:s R2-reaktor (driftavfall från R2 tillhör SNAB medan rivningsavfallet tillhör Svafo) beräknas på ett liknande sätt, men både mängden Cs-137 och kvoten för I-129/Cs-137 är betydligt grövre uppskattad.

Beräkningsmodellen för Mo-93, Tc-99 och Cs-135 bygger på modellen för I-129 och använder nukliderna Mo-99, Tc-99m och Cs-137 som indikatorer.

Bortsett från R2-reaktorn på SNAB gäller beräkningarna endast det avfall som produceras på kärnkraftverken och Clab och inte det avfall som levereras från SNAB och Svafo.

Osäkerheten i beräkningsmodellerna har analyserats för de olika ingående parametrarna och en generell standardavvikelse på 20 % har ansatts för dessa enligt "Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Metodik" (SKBdoc 1393365). Detta resulterar i en osäkerhet för beräknade aktiviteter på $\pm 33 \%$ på 2σ -nivån enligt "Uppskattning av Mo-93, Tc-99, I-129 och Cs-135 i driftavfall – Uppdatering till och med 2011" (SKBdoc 1341356).

För att bestämma aktiviteten för C-14 används beräknade produktionsrater i Bq/MWh_t för BWR respektive PWR som tillsammans med den förväntade reaktorspecifika energiproduktionen ger en uppskattad mängd C-14. Upptaget i jonbytarmassorna bestäms genom provtagning och kvantifiering där prov tas på förvarstankar för jonbytarmassor efter luftnedbubbling och omblandning. Provet filtreras därefter och blandas med vatten och syra så att koldioxid bildas av karbonaterna i provet. Endast organiska C-14 föreningar kvarstår därefter i provet, som då oxideras katalytiskt för att bilda koldioxid. Kvantifiering av organiska föreningar sker med vätskescintillation. Koldioxiden som har bildats av oorganiskt C-14 kvantifieras på motsvarande sätt. Osäkerheten i provtagningarna för C-14 har uppskattat till $\pm 20 \%$ (1σ) baserat på de provtagningar som görs sedan några år tillbaka på kärnkraftverken, och som redovisas i "C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants" (SKBdoc 1339709). På Clab har ingen aktivitet för C-14 kunnat detekteras och därför ansätts konservativt en andel av detektionsgränsen. För SNAB:s deponerade avfall antas ingen C-14-aktivitet förekomma förutom från den aktivitetsuppskattning som görs för R2-reaktorn. Merparten av det C-14 som trots allt förekommer i SNAB:s avfall kan antas försvinna i form av gas under förbränning. Den mängd C-14 som har deponerats i SFR i äldre avfall från SNAB och Svafo är i nuläget inte med i radionuklidinventariet och utgör en osäkerhet, framförallt vad gäller det tidiga icke-kärntekniska avfallet.

Mängden Cl-36 i driftavfall aktivitetsbestäms också genom indirekta beräkningsmetoder. Metoden utgår ifrån effekt samt mängden klorid i reaktorvatten enligt "Klor-36 – Uppskattning av aktivitet i driftavfall från svenska LWR" (SKBdoc 1393449). Reaktorspecifik historik över kloridhalt sedan driftstart har beräknats och den hittills producerade Cl-36 mängden likväl som den prognostiserade framtida totalaktiviteten är konservativt beräknad och anses inte överstiga 1 GBq. På SKB registreras den årliga aktiviteten för Cl-36 utifrån denna metod samt parametrarna kloridhalt i vatten, termisk

energiproduktion och fukthalt i ånga. Prognoser görs med korrelation mot Co-60, vilket resulterar i en total Cl-36-aktivitet i driftavfall på 1,6 GBq vid stängning och kan anses vara en konservativ uppskattning.

En osäkerhetsfaktor för de beräknade aktiviteterna i rivningsavfall har uppskattats per system och gäller för samtliga reaktorer (Lundgren 2012a, b, d, Jonasson 2012a, b, c, d, e, f, g, h, i, j). Osäkerhetsfaktorn presenteras per system tillsammans med respektive identifierad kritisk faktor i tabell D5-1. För beräkningarna som är gjorda för Ågesta bedöms osäkerheten vara en faktor 3 (Jiselmark och Viertel 2011).

Den systemspecifika osäkerhetsfaktorn har därefter multiplicerats (maxfallet) eller dividerats (minfallet) med den beräknade aktiviteten för respektive system. Utifrån planerad deponeringsplats för varje system i SFR har en summering gjorts per förvarsdel över alla ingående aktiviteter. Osäkerhetsfaktorerna för rivningsavfall erhålls genom att dividera aktiviteten inklusive osäkerhet med aktiviteten exklusive osäkerhet och presenteras per nuklid och förvarsdel i tabell D5-2 och tabell D5-3.

Tabell D5-1. Osäkerhetsfaktor för rivningsavfall per system.

System	Osäkerhetsfaktor [±]	Kritisk faktor
Interndelar	0,5	Materialsammansättningen (bl a Co-halt)
Reaktortankar	2	Härddrift (hög- respektive lågläckagedrift)
Biologisk skärm och isolering	3	Härddrift och betongens sammansättning
Reaktornära processsystem	2	Framtida driftbetingelser vad beträffar kemi och korrosion
Turbinsystem	10	Framtida fukthalten i ångan samt bränsleskador
Avfallssystem	10	Framtida bränsleskador och hur väl jonbytarmassa kan avlägsnas
Kontaminerad betong	>10	Läckage (t ex bakom bassängplåtar), bränsleskadesituationen, betongens ytbehandling och möjligheten till rengöring

D5.5 Korrelationsfaktorer

Korrelationer sker mot uppmätta aktiviteter för Co-60, Cs-137 och Pu-239/Pu-240 och är behäftade med förhållandevis stora osäkerheter. Nuklider som enligt tidigare säkerhetsanalyser ger högt dosbidrag aktivitätsbestäms nu med alternativa metoder som ger mindre osäkra värden (se avsnitt D2.3.2 och D5.2–D5.4). Däremot används korrelation för samtliga nuklider förutom C-14, transuraner och Sr-90 för att prognostisera aktiviteten i det framtida avfallet. Vid prognostisering sker korrelationen mot medelaktiviteten Co-60, Cs-137 och Pu-239/Pu-240 för deponerade kollin för varje avfallstyp vid dess tillverkningsdatum. I tabell D5-4 presenteras korrelationsfaktorernas respektive osäkerhet.

Att fissionsprodukter korreleras mot aktiviteten Cs-137 innefattar ytterligare osäkerheter, då cesium är lösligt i vatten och har betydligt lägre kokpunkt än flertalet av de övriga fissionsprodukterna som aktivitätsbestäms för SFR (Haynes 2010, 4-121, 4-122). Ett undantag är dock I-129 i reaktorvatten som har ännu lägre kokpunkt och därmed förmodligen kan korreleras på ett representativt sätt mot cesium i reaktorvatten. I och med de låga kokpunkterna föreligger dessa två fissionsprodukter i gasfas innanför bränslekapslingen. Vid bränsleskador som inte resulterar i uranupplösning pyser gaser omedelbart ut och löser sig i reaktorvattnet medan de fasta ämnena till stor del blir kvar innanför kapslingen. Reaktorvattenkoncentrationen för Cs-137 och I-129 och därmed även koncentrationen i jonbytarmassorna till SFR från detta system, är således högre i förhållande till övriga fissionsprodukter. Ursprungsförhållandet mellan respektive fissionsprodukt mot Cs-137 i bränslet (utifrån vilket korrelationen är bestämd) representerar inte förhållandet i reaktorvattnet, vilket medför att aktiviteten är överskattad och de korrelerade värdena för fissionsprodukter kan anses vara de teoretiskt maximala. Eftersom jod i högre utsträckning föreligger som flyktiga föreningar övergår dock en större andel I-129 till kondensatreningen än Cs-137. Aktivitätsbestämning av I-129 genom korrelation mot Cs-137 för avfall ifrån detta system leder därmed troligtvis till en underskattning. Korrelationen av Cs-135 mot Cs-137 är även den en dålig representation av förhållandet i kondensatreningen, vilket har att göra med halveringstiden hos respektive modernuklid och huruvida de hinner övergå till sekundärsidan innan sönderfall. Det bör dock poängteras att både I-129 och Cs-135 i befintligt driftavfall aktivitätsbestäms genom beräkningar (se avsnitt D2.3.2 och D5.4) och korrelation mot Cs-137 endast görs för prognostiserat avfall.

Tabell D5-2. Maxfaktor för rivningsavfall per nuklid och förvarsdel.

Nuklid	Maxfaktor Silo	Maxfaktor BRT	Maxfaktor BMA	Maxfaktor BLA
H-3	0,00	0,00	7,19	3,17
Be-10	0,00	0,00	4,71	3,00
C-14	9,73	2,00	3,99	6,31
Cl-36	9,39	2,00	4,27	2,72
Ca-41	0,00	0,00	4,52	2,91
Fe-55	5,01	2,00	2,53	6,99
Co-60	5,16	2,00	2,20	7,81
Ni-59	4,18	2,00	2,32	7,37
Ni-63	4,20	2,00	2,31	7,42
Se-79	9,63	0,00	9,25	9,69
Sr-90	4,42	2,00	2,52	9,05
Zr-93	4,87	2,00	2,45	7,04
Nb-93m	4,65	2,00	2,10	7,65
Nb-94	4,59	2,00	2,17	7,38
Mo-93	4,68	2,00	2,17	6,23
Tc-99	8,07	2,00	3,21	9,17
Ag-108m	4,73	2,00	2,39	4,60
Pd-107	9,79	0,00	2,00	8,16
Cd-113m	9,78	0,00	3,30	9,06
In-115	0,00	0,00	3,00	0,00
Sn-126	9,50	2,00	2,48	8,19
Sb-125	5,02	2,00	2,42	7,00
I-129	9,68	0,00	10,00	9,05
Cs-134	9,88	0,00	9,29	8,00
Cs-135	9,69	0,00	11,00	8,20
Cs-137	9,71	0,00	10,68	8,44
Ba-133	9,82	0,00	4,51	3,00
Pm-147	5,61	2,00	2,03	8,42
Sm-151	4,42	2,00	4,63	3,04
Eu-152	4,76	2,00	4,14	3,00
Eu-154	4,71	2,00	3,41	3,41
Eu-155	5,03	2,00	3,12	3,34
Ho-166m	4,85	2,00	5,27	3,00
U-232	5,19	2,00	2,01	8,47
U-235	4,33	2,00	2,35	7,68
U-236	4,98	2,00	1,98	8,36
Np-237	4,38	2,00	1,98	7,94
Pu-238	4,38	2,00	1,98	7,93
Pu-239	4,31	2,00	2,20	7,80
Pu-240	4,31	2,00	2,10	7,99
Pu-241	4,36	2,00	1,92	8,10
Pu-242	4,33	2,00	1,97	7,99
Am-241	4,37	2,00	2,03	7,96
Am-242m	4,21	2,00	1,96	7,84
Am-243	4,38	2,00	1,98	8,01
Cm-243	4,35	2,00	1,97	7,96
Cm-244	4,46	2,00	1,98	8,08
Cm-245	4,47	2,00	2,04	7,87
Cm-246	4,49	2,00	2,03	8,03

Tabell D5-3. Minfaktor för rivningsavfall per nuklid och förvarsdel.

Nuklid	Minfaktor Silo	Minfaktor BRT	Minfaktor BMA	Minfaktor BLA
H-3	0,00	0,00	0,19	0,33
Be-10	0,00	0,00	0,28	0,33
C-14	0,11	0,50	0,31	0,22
Cl-36	0,11	0,50	0,30	0,30
Ca-41	0,00	0,00	0,29	0,32
Fe-55	0,22	0,50	0,47	0,18
Co-60	0,23	0,50	0,53	0,16
Ni-59	0,28	0,50	0,48	0,18
Ni-63	0,28	0,50	0,48	0,18
Se-79	0,11	0,00	0,12	0,11
Sr-90	0,27	0,50	0,55	0,12
Zr-93	0,22	0,50	0,46	0,17
Nb-93m	0,25	0,50	0,53	0,17
Nb-94	0,24	0,50	0,51	0,17
Mo-93	0,22	0,50	0,51	0,20
Tc-99	0,15	0,50	0,46	0,12
Ag-108m	0,22	0,50	0,48	0,25
Pd-107	0,11	0,00	0,50	0,16
Cd-113m	0,11	0,00	0,32	0,13
In-115	0,00	0,00	0,33	0,00
Sn-126	0,11	0,50	0,46	0,15
Sb-125	0,22	0,50	0,49	0,18
I-129	0,11	0,00	0,10	0,12
Cs-134	0,10	0,00	0,12	0,15
Cs-135	0,11	0,00	0,10	0,14
Cs-137	0,11	0,00	0,10	0,13
Ba-133	0,10	0,00	0,28	0,33
Pm-147	0,24	0,50	0,56	0,15
Sm-151	0,26	0,50	0,31	0,33
Eu-152	0,27	0,50	0,30	0,33
Eu-154	0,26	0,50	0,39	0,32
Eu-155	0,26	0,50	0,38	0,32
Ho-166m	0,26	0,50	0,26	0,33
U-232	0,24	0,50	0,55	0,14
U-235	0,26	0,50	0,53	0,17
U-236	0,25	0,50	0,56	0,15
Np-237	0,26	0,50	0,55	0,16
Pu-238	0,26	0,50	0,55	0,16
Pu-239	0,27	0,50	0,54	0,17
Pu-240	0,27	0,50	0,55	0,16
Pu-241	0,27	0,50	0,57	0,16
Pu-242	0,27	0,50	0,56	0,16
Am-241	0,26	0,50	0,55	0,16
Am-242m	0,28	0,50	0,56	0,16
Am-243	0,26	0,50	0,55	0,16
Cm-243	0,27	0,50	0,56	0,16
Cm-244	0,27	0,50	0,55	0,16
Cm-245	0,25	0,50	0,53	0,16
Cm-246	0,25	0,50	0,54	0,16

Tabell D5-4. Osäkerhet i korrelation mot nyckelnuklider.

Nuklid	Osäkerhetsfaktor	Nuklid	Osäkerhetsfaktor
H-3 ¹	50	Pm-147 ³	2
Be-10 ¹	50	Sm-151 ³	2
Cl-36 ²	6	Eu-152 ³	2
Fe-55 ¹	5	Eu-154 ³	2
Ni-59 ²	3	Eu-155 ³	2
Ni-63 ²	3	Ho-166m ³	2
Se-79 ¹	50	U-232 ³	2
Sr-90 ¹	5	U-234 ³	2
Zr-93 ¹	50	U-235 ³	2
Nb-93m ¹	20	U-236 ³	2
Mo-93 ²	20	Np-237 ³	2
Nb-94 ¹	5	Pu-238 ³	2
Tc-99 ²	5	U-238 ³	2
Pd-107 ¹	40	Pu-241 ³	2
Ag-108m ¹	50	Am-241 ¹	10
Cd-113m ¹	50	Am-242m ³	2
Sb-125 ¹	10	Pu-242 ³	2
Sn-126 ¹	40	Am-243 ³	2
I-129 ²	5	Cm-243 ³	2
Ba-133 ³	2	Cm-244 ³	2
Cs-134 ³	1,2	Cm-245 ³	2
Cs-135 ²	3	Cm-246 ³	2

¹ Cronstrand 2005. ² "Assessing uncertainty to correlation factors for ¹⁴C, ³⁶Cl, ⁵⁹Ni, ⁶³Ni, ⁹³Mo, ⁹⁹Tc, ¹²⁹I, and ¹³⁵Cs in operational waste for SFR 1" (SKBdoc 1393443). ³ (Forsyth 1997).

Avfall från SNAB och Svafo förknippas i regel också med större osäkerheter då det innehållsmässigt har en större variationsbredd än avfallet från kärnkraftverken. Detta beror på att SNAB utöver avfallet från kärnkraftsindustrin omhändertar radioaktivt avfall som uppkommer inom sjukvård och forskning medan Svafo äger historiskt kärnavfall. Eftersom provtagningar heller inte kan göras på samma sätt för att aktivitetsbestämma vissa nuklider korreleras dessa i större utsträckning mot Co-60 och Cs-137 aktiviteten från gammamätningarna. Dessutom är korrelationsfaktorerna sämre anpassade för deras avfall då de i första hand är framtagna för att representera avfall från kärnkraftverk. Även om SNAB omhändertar kärnkraftverkens avfall kan efterbehandling i form av smältning och förbränning ändra nuklidsammansättningen i avfallet.

D5.6 Systemdekontaminering

Systemdekontamineringar som utförs under drift av kärnkraftreaktorerna leder till att radioaktivitet på systemytor frigörs och uppsamlas i jonbytmassor som deponeras i SFR. Vattenprovtagningar under pågående systemdekontaminering ingår i regel inte i den ordinarie provtagningen som ligger till grund för bestämning av icke kolloiderna aktivitetsdata. De radionuklider vars aktivitet bestäms utifrån dessa vattenprovtagningar omfattar Ni-59, Ni-63, Sr-90, Mo-93, Tc-99, I-129, Cs-135 samt aktinider som därmed sannolikt underskattas. Av dessa nuklider är det främst aktiniderna som ger ett betydande aktivitetsbidrag i förhållande till vad som mätts upp under drift, vilket baseras på erfarenheter från slutdekontaminering på Barsebäcksreaktorerna. I aktivitetsinventariet för rivningsavfall är aktiviteten för aktinider och svårslösliga fissionsprodukter uppskattade utifrån den ackumulerade mängden upplöst uran för respektive reaktor fram till slutlig avställning, samt erfarenheten från systemdekontamineringarna på Barsebäck att cirka 10 % av den aktivitet som uppstår till följd av uranupplösning finns kvar på systemytor vid avställning. I denna uppskattning görs ingen justering för den aktivitet som frigjorts vid systemdekontamineringar som genomförts under drift, vilket innebär att den totala aktiviteten föreligger i rivningsinventariet.

D5.7 Produktionsdatum kontra mätdatum

Aktiviteten för Co-60 bör tillbakaräknas till avfallets produktionsdatum eftersom korrelationerna som görs mot denna avser förhållandet mellan respektive nuklid och Co-60 vid tiden för aktivitetens uppkomst. Om aktiviteten för Co-60 hinner klinga av för mycket innan gammamätningar utförs (Co-60 har en halveringstid på 5,3 år) skulle de korrelerade aktiviteterna underskattas. Om produktionsdatum (då aktiviteten uppstår) dessutom skiljer sig ifrån tillverkningsdatum (då kollit tillverkas) kan detta också utgöra en osäkerhet, eftersom enbart tillverkningsdatum och mätdatum anges. I de fall då tillverkningsdatum skiljer sig ifrån mätdatum tas hänsyn till detta vid aktivitetsberäkningar.

Kärnkraftverken och Clab tillfrågades hur mycket driftavfall respektive anläggning tillverkar som kan vara äldre än fem år vid mätdatomet, vilket skulle innebära ett fel i aktivitetsbestämningen med en faktor 2. Förutom några undantagsfall verkar detta inte vara frekvent förekommande. På Clab lagras kornformig jonbytarmassa i tankar sedan 1986 i avfallstyp C.02. All data kring backspolningar och aktivitetsupptag finns dock registrerat för varje fylld tank. Avfallstyperna C.23 och C.24, vilka är sopor och skrot, tillverkas under längre tid och gammamäts inte heller alltid omgående. För detta avfall bokförs dock när påfyllning skett, datum för kringgjutning samt mätdatum. Tiden mellan första och sista påfyllning överstiger normalt inte fem år. Även på RAB tillverkas avfallstyperna R.23 och R.24 med en periodicitet på ca fyra år. Det bör påpekas att detta avfall innehållandes sopor och skrot i regel inte bidrar med särskilt höga aktiviteter. På FKA kan indunstarkoncentrat ha en omloppstid som överstiger fem år. Enstaka udda, stora komponenter kan också bli liggande längre tid än fem år, som efter behandling och returnering av SNAB deponeras i SFR som F.12 eller F.24. På OKG har kornformiga jonbytarmassor mellanlagrats i tankar på O3 sedan driftstart 1984, vilket utgör ett problem vad gäller datum för aktivitetens uppkomst. Mängden avfall till följd av detta beräknas omfatta ca 300 st betongkokiller O.02. På BKAB kan avfall innehållande jonbytarmassor bli äldre än fem år innan gammamätningar görs.

D5.8 Fördelningsmodeller

Aktivitet som inte är knuten till särskilda kollin utan erhålls som en klumpsumma från varje avfallsleverantör och produktionsår, fördelas enligt olika modeller över de kollin som har deponerats i SFR. Nuklidaktiviteter i driftavfall som fås på detta sätt omfattar C-14, Cl-36, Ni-59, Ni-63, Sr-90, Mo-93, Tc-99, I-129, Cs-135 och aktinider. Utöver de osäkerheter som nämnts tidigare för dessa nuklider tillkommer osäkerheten i fördelningsmodellerna som används för att distribuera den beräknade aktiviteten över de olika förvarsdelarna på ett representativt sätt. Detta kan innebära att aktiviteten för en viss nuklid underskattas i någon förvarsdel och överskattas i någon annan förvarsdel.

I prognoser för framtida avfall överskattas aktiviteter som härrör från icke kollibunden data, förutom för C-14. Detta beror på att uppmätta aktiviteter för dessa nuklider fördelas på de kollin som redan är deponerade i SFR, även om en del kollin fortfarande mellanlagras på kärnkraftverken. Mellanlagrat avfall kommer därutöver aktivitetsuppskattas ytterligare en gång genom korrelation, vilket medför dubbelräkning för dessa kollin. Andelen kollin som i dagsläget mellanlagras på kärnkraftverken utgör ca 25 % av allt deponerat avfall i SFR.

Aktiviteten för aktinider, Sr-90 och Ni-59/Ni-63 fördelas efter andelen Co-60 i varje deponerat kollit innehållande jonbytarmassa för respektive anläggning. En studie över hur aktinidaktiviteten fram till år 1998 har fördelats mellan förvarsdelarna i SFR har utförts utifrån aktivitetens ursprung med avseende på avfallsström samt avfallstypernas fördelning över avfallsklasser och förvarsdelar (Ingemansson 2000b). De i studien uppskattade mängderna stämmer väl överens med de rapporterade mängderna inom en felmarginal på $\pm 10\%$ (1σ). Samma resonemang kan antas gälla för Sr-90, Ni-59/Ni-63, Mo-93 och Tc-99 som fördelas på samma sätt som aktiniderna, då dessa nuklider följer Co-60-aktiviteten rent kemiskt. Aktiviteten för I-129 och Cs-135 fördelas efter andelen Cs-137 istället. Av samma skäl som beskrevs under avsnitt D5.5 är detta en dålig representation av förhållandet mellan dessa nuklider i de olika systemen och osäkerheten bör därmed vara högre än för övriga fördelade aktiviteter.

För C-14 som kemiskt inte följer aktiviteten för Co-60 är det bättre att fördela den beräknade aktiviteten efter mängden jonbytmassa i avfallet. För BKAB, FKA och OKG återfinns aktivitet C-14 huvudsakligen i kondensatreningen och till viss del i övriga system såsom reaktorrensning, bränslebassängrensning och systemdränage. Jonbytmassor från kondensatreningen på FKA deponeras enbart i BMA medan jonbytmassor från kondensatreningen på BKAB och OKG uteslutande deponeras i BTF. Därmed tillkommer ingen ytterligare osäkerhet som resultat av fördelningen i dessa fall. Jonbytmassor från övriga system kan däremot blandas och hamna i olika avfallstyper som i sin tur deponeras i olika förvarsdelar, vilket innebär att den uppskattade aktiviteten C-14 för dessa kollin kan avvika från den faktiska. Det bör dock poängteras att 78–97 % av aktiviteten C-14 återfinns i kondensatreningen. För RAB kommer aktiviteten C-14 huvudsakligen att deponeras i Silo medan den för Clab/Clink uteslutande kommer att hamna där. Därför tillförs nästan inte någon ytterligare osäkerhet som resultat av fördelningen i dessa fall. Osäkerheten i fördelningen av C-14 aktiviteten bör således vara begränsad. Hur aktiviteten fördelas mellan de olika reningssystemen är reaktorspecifikt och har bestämts utifrån uppmätta mängder C-14 i jonbytmassa från respektive system i ”C-14 accumulated in ion exchange resins in Swedish nuclear power plants” (SKBdoc 1339709), ”Measurement of ¹⁴C in process water from CLAB and estimation of the accumulated amount in spent ion exchange resins” (SKBdoc 1393796) och ”Uppskattning av aktivitet C-14 och Cl-36 i driftavfall från forskningsreaktorn R2 i Studsvik” (SKBdoc 1393446).

Cl-36 följer inte heller aktiviteten för Co-60 kemiskt utan fördelas efter mängden jonbytmassa i avfallet istället. Till skillnad från C-14 sker dock fördelningen av aktiviteten Cl-36 i större utsträckning på olika avfallstyper och till olika förvarsdelar, vilket innebär att osäkerheten som resultat av fördelningen är betydligt större. Detta omfattar enbart avfall från BKAB, FKA och OKG. Avfall av typen jonbytmassa från övriga avfallsleverantörer som innehåller aktivitet för Cl-36 hamnar uteslutande i Silo och bidrar således inte med någon ytterligare osäkerhet till följd av fördelningsmodellen.

D5.9 S.14

Svafo slutförde i slutet av 2012 ett projekt med syfte att klarställa innehållet i ca 7 500 stycken historiska avfallsfat som finns mellanlagrade i deras anläggningar. Dessa fat är tänkta att deponeras i SFL och är således inte inkluderade i föreliggande inventarierapport. I projektet röntgades och gammamättes samtliga fat, utifrån vilket det konstaterades att fatens innehåll inte helt överensstämde med vad som angavs i dokumentationen. Bland annat identifierades fat med vätska, misstänkt kvicksilver och misstänkt safeguard-material.

Under åren 1995–2001 deponerades fat av liknande typ från Svafo i BLA, som avfallstyp S.14, varför SKB har grundad misstanke om att det kan finnas felaktigheter även i de fat som finns deponerade i BLA. Totalt rör det sig om 75 stycken deponerade halvhöjdscontainrar, innehållandes totalt 2 844 stycken fat.

SKB har konstaterat att mer information måste tas fram för att kunna göra en korrekt analys av den långsiktiga säkerheten. Då det i dagsläget inte är klargjort om S.14 helt eller delvis kan slutförvaras i BLA är avfallet inkluderat i föreliggande inventarium. Både aktivitets- och materialinnehåll är dock behäftat med stora osäkerheter.

Inför påbörjandet av ett eventuellt återtag kommer SKB behöva redovisa för SSM hur arbetet ska genomföras med beaktande av skyddet av personal liksom avfallets vidare hantering samt motiv för vald strategi.

Beskrivning av avfallstyper

Innehåll

E1	Inledning	107
E1.1	Avfall i Silo	107
	E1.1.1 Acceptanskriterier	107
E1.2	Avfall i BRT	108
	E1.2.1 Acceptanskriterier	108
E1.3	Avfall i BMA	108
	E1.3.1 Acceptanskriterier	108
E1.4	Avfall i BTF	109
	E1.4.1 Acceptanskriterier	109
E1.5	Avfall i BLA	110
	E1.5.1 Acceptanskriterier	110
E1.6	Definitioner	111
E2	B.BWR:D	111
E2.1	Beskrivning av avfallstypen	111
	E2.1.1 Avfall	112
	E2.1.2 Emballage	112
	E2.1.3 Behandling	112
	E2.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	112
	E2.1.5 Produktion av avfallstypen	112
E2.2	Medelkolli för avfallstypen	112
	E2.2.1 Material – avfall, emballage och matris	112
	E2.2.2 Radionuklidinnehåll	113
E3	B.04	114
E3.1	Beskrivning av avfallstypen	114
	E3.1.1 Avfall	114
	E3.1.2 Emballage	114
	E3.1.3 Behandling	114
	E3.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	114
	E3.1.5 Produktion av avfallstypen	114
E3.2	Medelkolli för avfallstypen	115
	E3.2.1 Material – avfall, emballage och matris	115
	E3.2.2 Radionuklidinnehåll	115
E4	B.05/B:05:2/B.05:9	116
E4.1	Beskrivning av avfallstypen	116
	E4.1.1 Avfall	116
	E4.1.2 Emballage	116
	E4.1.3 Behandling	116
	E4.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	116
	E4.1.5 Produktion av avfallstypen	116
E4.2	Medelkolli för avfallstypen	117
	E4.2.1 Material – avfall, emballage och matris	117
	E4.2.2 Radionuklidinnehåll	117
E5	B.06	118
E5.1	Beskrivning av avfallstypen	118
	E5.1.1 Avfall	118
	E5.1.2 Emballage	118
	E5.1.3 Behandling	118
	E5.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	118
	E5.1.5 Produktion av avfallstypen	118

E5.2	Medelkolli för avfallstypen	119
E5.2.1	Material – avfall, emballage och matris	119
E5.2.2	Radionuklidinnehåll	119
E6	B.07/B.07:9	120
E6.1	Beskrivning av avfallstypen	120
E6.1.1	Avfall	120
E6.1.2	Emballage	120
E6.1.3	Behandling	120
E6.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	120
E6.1.5	Produktion av avfallstypen	120
E6.2	Medelkolli för avfallstypen	121
E6.2.1	Material – avfall, emballage och matris	121
E6.2.2	Radionuklidinnehåll	121
E7	B.12/B.12:1	122
E7.1	Beskrivning av avfallstypen	122
E7.1.1	Avfall	122
E7.1.2	Emballage	122
E7.1.3	Behandling	122
E7.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	122
E7.1.5	Produktion av avfallstypen	123
E7.2	Medelkolli för avfallstypen	123
E7.2.1	Material – avfall, emballage och matris	123
E7.2.2	Radionuklidinnehåll	124
E8	B.12:D/B.12C:D/B.12S:D	124
E8.1	Beskrivning av avfallstypen	124
E8.1.1	Avfall	125
E8.1.2	Emballage	125
E8.1.3	Behandling	125
E8.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	125
E8.1.5	Produktion av avfallstypen	125
E8.2	Medelkolli för avfallstypen	125
E8.2.1	Material – avfall, emballage och matris	125
E8.2.2	Radionuklidinnehåll	126
E9	B.20	127
E9.1	Beskrivning av avfallstypen	127
E9.1.1	Avfall	127
E9.1.2	Emballage	127
E9.1.3	Behandling	127
E9.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	127
E9.1.5	Produktion av avfallstypen	127
E9.2	Medelkolli för avfallstypen	128
E9.2.1	Material – avfall, emballage och matris	128
E9.2.2	Radionuklidinnehåll	128
E10	B.23	129
E10.1	Beskrivning av avfallstypen	129
E10.1.1	Avfall	129
E10.1.2	Emballage	129
E10.1.3	Behandling	129
E10.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	129
E10.1.5	Produktion av avfallstypen	129
E10.2	Medelkolli för avfallstypen	130
E10.2.1	Material – avfall, emballage och matris	130
E10.2.2	Radionuklidinnehåll	130

E11	B.23:D	131
E11.1	Beskrivning av avfallstypen	131
	E11.1.1 Avfall	131
	E11.1.2 Emballage	131
	E11.1.3 Behandling	131
	E11.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	131
	E11.1.5 Produktion av avfallstypen	131
E11.2	Medelkolli för avfallstypen	131
	E11.2.1 Material – avfall, emballage och matris	131
	E11.2.2 Radionuklidinnehåll	132
E12	C.01:9	132
E12.1	Beskrivning av avfallstypen	132
E12.2	Medelkolli för avfallstypen	132
E13	C.02	133
E13.1	Beskrivning av avfallstypen	133
	E13.1.1 Avfall	133
	E13.1.2 Emballage	133
	E13.1.3 Behandling	133
	E13.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	133
	E13.1.5 Produktion av avfallstypen	133
E13.2	Medelkolli för avfallstypen	134
	E13.2.1 Material – avfall, emballage och matris	134
	E13.2.2 Radionuklidinnehåll	134
E14	C.12:D/C.12C:D	135
E14.1	Beskrivning av avfallstypen	135
	E14.1.1 Avfall	135
	E14.1.2 Emballage	135
	E14.1.3 Behandling	135
	E14.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	135
	E14.1.5 Produktion av avfallstypen	135
E14.2	Medelkolli för avfallstypen	135
	E14.2.1 Material – avfall, emballage och matris	135
	E14.2.2 Radionuklidinnehåll	136
E15	C.16:D	137
E15.1	Beskrivning av avfallstypen	137
	E15.1.1 Avfall	137
	E15.1.2 Emballage	137
	E15.1.3 Behandling	137
	E15.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	137
	E15.1.5 Produktion av avfallstypen	137
E15.2	Medelkolli för avfallstypen	137
	E15.2.1 Material – avfall, emballage och matris	137
	E15.2.2 Radionuklidinnehåll	138
E16	C.23	138
E16.1	Beskrivning av avfallstypen	138
	E16.1.1 Avfall	139
	E16.1.2 Emballage	139
	E16.1.3 Behandling	139
	E16.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	139
	E16.1.5 Produktion av avfallstypen	139
E16.2	Medelkolli för avfallstypen	139
	E16.2.1 Material – avfall, emballage och matris	139
	E16.2.2 Radionuklidinnehåll	140

E17 C.4K23:D	141
E17.1 Beskrivning av avfallstypen	141
E17.1.1 Avfall	141
E17.1.2 Emballage	141
E17.1.3 Behandling	141
E17.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	141
E17.1.5 Produktion av avfallstypen	141
E17.2 Medelkolli för avfallstypen	141
E17.2.1 Material – avfall, emballage och matris	141
E17.2.2 Radionuklidinnehåll	142
E18 C.24	142
E18.1 Beskrivning av avfallstypen	142
E18.1.1 Avfall	143
E18.1.2 Emballage	143
E18.1.3 Behandling	143
E18.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	143
E18.1.5 Produktion av avfallstypen	143
E18.2 Medelkolli för avfallstypen	143
E18.2.1 Material – avfall, emballage och matris	143
E18.2.2 Radionuklidinnehåll	144
E19 F.BWR:D	144
E19.1 Beskrivning av avfallstypen	144
E19.1.1 Avfall	145
E19.1.2 Emballage	145
E19.1.3 Behandling	145
E19.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	145
E19.1.5 Produktion av avfallstypen	145
E19.2 Medelkolli för avfallstypen	145
E19.2.1	
Material – avfall, emballage och matris	145
E19.2.2 Radionuklidinnehåll	146
E20 F.05:1/F.05:2	147
E20.1 Beskrivning av avfallstypen	147
E20.1.1 Avfall	147
E20.1.2 Emballage	147
E20.1.3 Behandling	147
E20.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	147
E20.1.5 Produktion av avfallstypen	147
E20.2 Medelkolli för avfallstypen	148
E20.2.1 Material – avfall, emballage och matris	148
E20.2.2 Radionuklidinnehåll	148
E21 F.12	148
E21.1 Beskrivning av avfallstypen	148
E21.1.1 Avfall	149
E21.1.2 Emballage	149
E21.1.3 Behandling	149
E21.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	149
E21.1.5 Produktion av avfallstypen	149
E21.2 Medelkolli för avfallstypen	150
E21.2.1 Material – avfall, emballage och matris	150
E21.2.2 Radionuklidinnehåll	150
E22 F.12:D/F.12C:D/F.12S:D	151
E22.1 Beskrivning av avfallstypen	151
E22.1.1 Avfall	151
E22.1.2 Emballage	151
E22.1.3 Behandling	151

E22.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	151
E22.1.5	Produktion av avfallstypen	151
E22.2	Medelkolli för avfallstypen	152
E22.2.1	Material – avfall, emballage och matris	152
E22.2.2	Radionuklidinnehåll	152
E23	F.15	153
E23.1	Beskrivning av avfallstypen	153
E23.1.1	Avfall	153
E23.1.2	Emballage	153
E23.1.3	Behandling	153
E23.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	153
E23.1.5	Produktion av avfallstypen	153
E23.2	Medelkolli för avfallstypen	154
E23.2.1	Material – avfall, emballage och matris	154
E23.2.2	Radionuklidinnehåll	154
E24	F.17/F.17:1	155
E24.1	Beskrivning av avfallstypen	155
E24.1.1	Avfall	155
E24.1.2	Emballage	155
E24.1.3	Behandling	155
E24.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	155
E24.1.5	Produktion av avfallstypen	155
E24.2	Medelkolli för avfallstypen	156
E24.2.1	Material – avfall, emballage och matris	156
E24.2.2	Radionuklidinnehåll	156
E25	F.18	157
E25.1	Beskrivning av avfallstypen	157
E25.1.1	Avfall	157
E25.1.2	Emballage	157
E25.1.3	Behandling	157
E25.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	157
E25.1.5	Produktion av avfallstypen	157
E25.2	Medelkolli för avfallstypen	158
E25.2.1	Material – avfall, emballage och matris	158
E25.2.2	Radionuklidinnehåll	158
E26	F.18:D	158
E26.1	Beskrivning av avfallstypen	158
E26.1.1	Avfall	159
E26.1.2	Emballage	159
E26.1.3	Behandling	159
E26.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	159
E26.1.5	Produktion av avfallstypen	159
E26.2	Medelkolli för avfallstypen	159
E26.2.1	Material – avfall, emballage och matris	159
E26.2.2	Radionuklidinnehåll	160
E27	F.20	160
E27.1	Beskrivning av avfallstypen	160
E27.1.1	Avfall	160
E27.1.2	Emballage	160
E27.1.3	Behandling	161
E27.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	161
E27.1.5	Produktion av avfallstypen	161
E27.2	Medelkolli för avfallstypen	161
E27.2.1	Material – avfall, emballage och matris	161
E27.2.2	Radionuklidinnehåll	162

E28 F.23	162
E28.1 Beskrivning av avfallstypen	162
E28.1.1 Avfall	162
E28.1.2	
Emballage	162
E28.1.3 Behandling	162
E28.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	163
E28.1.5 Produktion av avfallstypen	163
E28.2 Medelkolli för avfallstypen	163
E28.2.1 Material – avfall, emballage och matris	163
E28.2.2 Radionuklidinnehåll	164
E29 F.4K23:D/F.4K23C:D	164
E29.1 Beskrivning av avfallstypen	164
E29.1.1 Avfall	164
E29.1.2 Emballage	165
E29.1.3 Behandling	165
E29.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	165
E29.1.5 Produktion av avfallstypen	165
E29.2 Medelkolli för avfallstypen	165
E29.2.1 Material – avfall, emballage och matris	165
E29.2.2 Radionuklidinnehåll	166
E30 F.99:1	166
E30.1 Beskrivning av avfallstypen	166
E30.1.1 Avfall	166
E30.1.2 Emballage	167
E30.1.3 Behandling	167
E30.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	167
E30.1.5 Produktion av avfallstypen	167
E30.2 Medelkolli för avfallstypen	167
E30.2.1 Material – avfall, emballage och matris	167
E30.2.2 Radionuklidinnehåll	168
E31 F.99:2	168
E31.1 Beskrivning av avfallstypen	168
E31.1.1 Avfall	168
E31.1.2 Emballage	169
E31.1.3 Behandling	169
E31.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	169
E31.1.5 Produktion av avfallstypen	169
E31.2 Medelkolli för avfallstypen	169
E31.2.1 Material – avfall, emballage och matris	169
E31.2.2 Radionuklidinnehåll	170
E32 O.BWR:D	170
E32.1 Beskrivning av avfallstypen	170
E32.1.1 Avfall	170
E32.1.2 Emballage	171
E32.1.3 Behandling	171
E32.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	171
E32.1.5 Produktion av avfallstypen	171
E32.2 Medelkolli för avfallstypen	171
E32.2.1 Material – avfall, emballage och matris	171
E32.2.2 Radionuklidinnehåll	172
E33 O.01:9 (C.01:9)	173
E33.1 Beskrivning av avfallstypen	173
E33.1.1 Avfall	173
E33.1.2 Emballage	173
E33.1.3 Behandling	173

E33.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	173
E33.1.5 Produktion av avfallstypen	174
E33.2 Medelkolli för avfallstypen	174
E33.2.1 Material – avfall, emballage och matris	174
E33.2.2 Radionuklidinnehåll	174
E34 O.02/O.02:9	175
E34.1 Beskrivning av avfallstypen	175
E34.1.1 Avfall	175
E34.1.2 Emballage	176
E34.1.3 Behandling	176
E34.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	176
E34.1.5 Produktion av avfallstypen	176
E34.2 Medelkolli för avfallstypen	176
E34.2.1 Material – avfall, emballage och matris	176
E34.2.2 Radionuklidinnehåll	177
E35 O.07/O.07:9	177
E35.1 Beskrivning av avfallstypen	177
E35.1.1 Avfall	178
E35.1.2 Emballage	178
E35.1.3 Behandling	178
E35.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	178
E35.1.5 Produktion av avfallstypen	178
E35.2 Medelkolli för avfallstypen	179
E35.2.1 Material – avfall, emballage och matris	179
E35.2.2 Radionuklidinnehåll	179
E36 O.12	180
E36.1 Beskrivning av avfallstypen	180
E36.1.1 Avfall	180
E36.1.2 Emballage	180
E36.1.3 Behandling	180
E36.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	180
E36.1.5 Produktion av avfallstypen	181
E36.2 Medelkolli för avfallstypen	181
E36.2.1 Material – avfall, emballage och matris	181
E36.2.2 Radionuklidinnehåll	182
E37 O.12:D/O.12C:D/O.12S:D	183
E37.1 Beskrivning av avfallstypen	183
E37.1.1 Avfall	183
E37.1.2 Emballage	183
E37.1.3 Behandling	183
E37.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	183
E37.1.5 Produktion av avfallstypen	183
E37.2 Medelkolli för avfallstypen	184
E37.2.1 Material – avfall, emballage och matris	184
E37.2.2 Radionuklidinnehåll	184
E38 O.16:D	185
E38.1 Beskrivning av avfallstypen	185
E38.1.1 Avfall	185
E38.1.2 Emballage	185
E38.1.3 Behandling	185
E38.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	185
E38.1.5 Produktion av avfallstypen	185
E38.2 Medelkolli för avfallstypen	186
E38.2.1 Material – avfall, emballage och matris	186
E38.2.2 Radionuklidinnehåll	186

E39	O.23/O.23:9	186
E39.1	Beskrivning av avfallstypen	186
	E39.1.1 Avfall	187
	E39.1.2 Emballage	187
	E39.1.3 Behandling	187
	E39.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	187
	E39.1.5 Produktion av avfallstypen	187
E39.2	Medelkolli för avfallstypen	188
	E39.2.1 Material – avfall, emballage och matris	188
	E39.2.2 Radionuklidinnehåll	188
E40	O.4K23:D/O.4K23C:D/O.4K23S:D	189
E40.1	Beskrivning av avfallstypen	189
	E40.1.1 Avfall	189
	E40.1.2 Emballage	189
	E40.1.3 Behandling	189
	E40.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	189
	E40.1.5 Produktion av avfallstypen	189
E40.2	Medelkolli för avfallstypen	190
	E40.2.1 Material – avfall, emballage och matris	190
	E40.2.2 Radionuklidinnehåll	190
E41	O.24	191
E41.1	Beskrivning av avfallstypen	191
	E41.1.1 Avfall	191
	E41.1.2 Emballage	191
	E41.1.3 Behandling	191
	E41.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	191
	E41.1.5 Produktion av avfallstypen	191
E41.2	Medelkolli för avfallstypen	192
	E41.2.1 Material – avfall, emballage och matris	192
	E41.2.2 Radionuklidinnehåll	192
E42	O.99:1	193
E42.1	Beskrivning av avfallstypen	193
	E42.1.1 Avfall	193
	E42.1.2 Emballage	193
	E42.1.3 Behandling	193
	E42.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	193
	E42.1.5 Produktion av avfallstypen	193
E42.2	Medelkolli för avfallstypen	194
	E42.2.1 Material – avfall, emballage och matris	194
	E42.2.2 Radionuklidinnehåll	194
E43	O.99:3	195
E43.1	Beskrivning av avfallstypen	195
	E43.1.1 Avfall	195
	E43.1.2 Emballage	195
	E43.1.3 Behandling	195
	E43.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	195
	E43.1.5 Produktion av avfallstypen	195
E43.2	Medelkolli för avfallstypen	196
	E43.2.1 Material – avfall, emballage och matris	196
	E43.2.2 Radionuklidinnehåll	196
E44	R.BWR:D	196
E44.1	Beskrivning av avfallstypen	196
	E44.1.1 Avfall	197
	E44.1.2 Emballage	197
	E44.1.3 Behandling	197

E44.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	197
E44.1.5 Produktion av avfallstypen	197
E44.2 Medelkolli för avfallstypen	197
E44.2.1 Material – avfall, emballage och matris	197
E44.2.2 Radionuklidinnehåll	198
E45 R.01/R.01:9	198
E45.1 Beskrivning av avfallstypen	198
E45.1.1 Avfall	199
E45.1.2 Emballage	199
E45.1.3 Behandling	199
E45.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	199
E45.1.5 Produktion av avfallstypen	199
E45.2 Medelkolli för avfallstypen	200
E45.2.1 Material – avfall, emballage och matris	200
E45.2.2 Radionuklidinnehåll	200
E46 R.02/R.02:9	201
E46.1 Beskrivning av avfallstypen	201
E46.1.1 Avfall	201
E46.1.2 Emballage	201
E46.1.3 Behandling	201
E46.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	201
E46.1.5 Produktion av avfallstypen	201
E46.2 Medelkolli för avfallstypen	202
E46.2.1 Material – avfall, emballage och matris	202
E46.2.2 Radionuklidinnehåll	202
E47 R.02:D	203
E47.1 Beskrivning av avfallstypen	203
E47.1.1 Avfall	203
E47.1.2 Emballage	203
E47.1.3 Behandling	203
E47.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	203
E47.1.5 Produktion av avfallstypen	203
E47.2 Medelkolli för avfallstypen	204
E47.2.1 Material – avfall, emballage och matris	204
E47.2.2 Radionuklidinnehåll	204
E48 R.10	204
E48.1 Beskrivning av avfallstypen	204
E48.1.1 Avfall	205
E48.1.2 Emballage	205
E48.1.3 Behandling	205
E48.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	205
E48.1.5 Produktion av avfallstypen	205
E48.2 Medelkolli för avfallstypen	206
E48.2.1 Material – avfall, emballage och matris	206
E48.2.2 Radionuklidinnehåll	206
E49 R.12	207
E49.1 Beskrivning av avfallstypen	207
E49.1.1 Avfall	207
E49.1.2 Emballage	207
E49.1.3 Behandling	207
E49.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	207
E49.1.5 Produktion av avfallstypen	208
E49.2 Medelkolli för avfallstypen	208
E49.2.1 Material – avfall, emballage och matris	208
E49.2.2 Radionuklidinnehåll	208

E50	R.12:D/R.12C:D/R.12S:D	209
E50.1	Beskrivning av avfallstypen	209
	E50.1.1 Avfall	209
	E50.1.2 Emballage	209
	E50.1.3 Behandling	210
	E50.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	210
	E50.1.5 Produktion av avfallstypen	210
E50.2	Medelkolli för avfallstypen	210
	E50.2.1 Material – avfall, emballage och matris	210
	E50.2.2 Radionuklidinnehåll	211
E51	R.15	211
E51.1	Beskrivning av avfallstypen	211
	E51.1.1 Avfall	211
	E51.1.2 Emballage	211
	E51.1.3 Behandling	212
	E51.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	212
	E51.1.5 Produktion av avfallstypen	212
E51.2	Medelkolli för avfallstypen	212
	E51.2.1 Material – avfall, emballage och matris	212
	E51.2.2 Radionuklidinnehåll	213
E52	R.16	213
E52.1	Beskrivning av avfallstypen	213
	E52.1.1 Avfall	213
	E52.1.2 Emballage	213
	E52.1.3 Behandling	214
	E52.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	214
	E52.1.5 Produktion av avfallstypen	214
E52.2	Medelkolli för avfallstypen	214
	E52.2.1 Material – avfall, emballage och matris	214
	E52.2.2 Radionuklidinnehåll	215
E53	R.23	215
E53.1	Beskrivning av avfallstypen	215
	E53.1.1 Avfall	215
	E53.1.2 Emballage	215
	E53.1.3 Behandling	216
	E53.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	216
	E53.1.5 Produktion av avfallstypen	216
E53.2	Medelkolli för avfallstypen	216
	E53.2.1 Material – avfall, emballage och matris	216
	E53.2.2 Radionuklidinnehåll	217
E54	R.23:D/R.4K23:D/R.4K23C:D	218
E54.1	Beskrivning av avfallstypen	218
	E54.1.1 Avfall	218
	E54.1.2 Emballage	218
	E54.1.3 Behandling	218
	E54.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	218
	E54.1.5 Produktion av avfallstypen	218
E54.2	Medelkolli för avfallstypen	219
	E54.2.1 Material – avfall, emballage och matris	219
	E54.2.2 Radionuklidinnehåll	219
E55	R.24	220
E55.1	Beskrivning av avfallstypen	220
	E55.1.1 Avfall	220
	E55.1.2 Emballage	220
	E55.1.3 Behandling	220

E55.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	220
E55.1.5 Produktion av avfallstypen	220
E55.2 Medelkolli för avfallstypen	221
E55.2.1 Material – avfall, emballage och matris	221
E55.2.2 Radionuklidinnehåll	221
E56 R.29	222
E56.1 Beskrivning av avfallstypen	222
E56.1.1 Avfall	222
E56.1.2 Emballage	222
E56.1.3 Behandling	222
E56.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	222
E56.1.5 Produktion av avfallstypen	222
E56.2 Medelkolli för avfallstypen	223
E56.2.1 Material – avfall, emballage och matris	223
E56.2.2 Radionuklidinnehåll	223
E57 R.99:1	224
E57.1 Beskrivning av avfallstypen	224
E57.1.1 Avfall	224
E57.1.2 Emballage	224
E57.1.3 Behandling	224
E57.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	224
E57.1.5 Produktion av avfallstypen	224
E57.2 Medelkolli för avfallstypen	225
E57.2.1 Material – avfall, emballage och matris	225
E57.2.2 Radionuklidinnehåll	225
E58 S.04	225
E58.1 Beskrivning av avfallstypen	225
E58.1.1 Avfall	226
E58.1.2 Emballage	226
E58.1.3 Behandling	226
E58.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	226
E58.1.5 Produktion av avfallstypen	226
E58.2 Medelkolli för avfallstypen	227
E58.2.1 Material – avfall, emballage och matris	227
E58.2.2 Radionuklidinnehåll	227
E59 S.11	228
E59.1 Beskrivning av avfallstypen	228
E59.1.1 Avfall	228
E59.1.2 Emballage	228
E59.1.3 Behandling	228
E59.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	228
E59.1.5 Produktion av avfallstypen	228
E59.2 Medelkolli för avfallstypen	229
E59.2.1 Material – avfall, emballage och matris	229
E59.2.2 Radionuklidinnehåll	229
E60 S.12	230
E60.1 Beskrivning av avfallstypen	230
E60.1.1 Avfall	230
E60.1.2 Emballage	230
E60.1.3 Behandling	230
E60.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	230
E60.1.5 Produktion av avfallstypen	230
E60.2 Medelkolli för avfallstypen	231
E60.2.1 Material – avfall, emballage och matris	231
E60.2.2 Radionuklidinnehåll	231

E61 S.12:D/S.12C:D	232
E61.1 Beskrivning av avfallstypen	232
E61.1.1 Avfall	232
E61.1.2 Emballage	232
E61.1.3 Behandling	232
E61.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	232
E61.1.5 Produktion av avfallstypen	232
E61.2 Medelkolli för avfallstypen	233
E61.2.1 Material – avfall, emballage och matris	233
E61.2.2 Radionuklidinnehåll	233
E62 S.13	233
E62.1 Beskrivning av avfallstypen	233
E62.1.1 Avfall	233
E62.1.2 Emballage	234
E62.1.3 Behandling	234
E62.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	234
E62.1.5 Produktion av avfallstypen	234
E62.2 Medelkolli för avfallstypen	234
E62.2.1 Material – avfall, emballage och matris	234
E62.2.2 Radionuklidinnehåll	235
E63 S.14	235
E63.1 Beskrivning av avfallstypen	235
E63.1.1 Avfall	236
E63.1.2 Emballage	236
E63.1.3 Behandling	236
E63.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	236
E63.1.5 Produktion av avfallstypen	236
E63.2 Medelkolli för avfallstypen	236
E63.2.1 Material – avfall, emballage och matris	236
E63.2.2 Radionuklidinnehåll	237
E64 S.21	237
E64.1 Beskrivning av avfallstypen	237
E64.1.1 Avfall	238
E64.1.2 Emballage	238
E64.1.3 Behandling	238
E64.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	238
E64.1.5 Produktion av avfallstypen	238
E64.2 Medelkolli för avfallstypen	238
E64.2.1 Material – avfall, emballage och matris	238
E64.2.2 Radionuklidinnehåll	239
E65 S.23	239
E65.1 Beskrivning av avfallstypen	239
E65.1.1 Avfall	240
E65.1.2 Emballage	240
E65.1.3 Behandling	240
E65.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	240
E65.1.5 Produktion av avfallstypen	240
E65.2 Medelkolli för avfallstypen	240
E65.2.1 Material – avfall, emballage och matris	240
E65.2.2 Radionuklidinnehåll	241
E66 S.23:D	241
E66.1 Beskrivning av avfallstypen	241
E66.1.1 Avfall	242
E66.1.2 Emballage	242
E66.1.3 Behandling	242
E66.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider	242
E66.1.5 Produktion av avfallstypen	242

E66.2	Medelkolli för avfallstypen	242
E66.2.1	Material – avfall, emballage och matris	242
E66.2.2	Radionuklidinnehåll	243
E67	S.24/S.24:1	243
E67.1	Beskrivning av avfallstypen	243
E67.1.1	Avfall	243
E67.1.2	Emballage	243
E67.1.3	Behandling	243
E67.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	243
E67.1.5	Produktion av avfallstypen	244
E67.2	Medelkolli för avfallstypen	244
E67.2.1	Material – avfall, emballage och matris	244
E67.2.2	Radionuklidinnehåll	244
E68	S.25:D	245
E68.1	Beskrivning av avfallstypen	245
E68.1.1	Avfall	245
E68.1.2	Emballage	245
E68.1.3	Behandling	246
E68.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	246
E68.1.5	Produktion av avfallstypen	246
E68.2	Medelkolli för avfallstypen	246
E68.2.1	Material – avfall, emballage och matris	246
E68.2.2	Radionuklidinnehåll	246
E69	V.12:D/V.12A:D/V.12C:D	247
E69.1	Beskrivning av avfallstypen	247
E69.1.1	Avfall	247
E69.1.2	Emballage	247
E69.1.3	Behandling	247
E69.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	247
E69.1.5	Produktion av avfallstypen	247
E69.2	Medelkolli för avfallstypen	248
E69.2.1	Material – avfall, emballage och matris	248
E69.2.2	Radionuklidinnehåll	248
E70	Å.12:D/Å.12C:D	248
E70.1	Beskrivning av avfallstypen	248
E70.1.1	Avfall	248
E70.1.2	Emballage	248
E70.1.3	Behandling	249
E70.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	249
E70.1.5	Produktion av avfallstypen	249
E70.2	Medelkolli för avfallstypen	249
E70.2.1	Material – avfall, emballage och matris	249
E70.2.2	Radionuklidinnehåll	250
E71	Å.4K23:D/Å.4K23C:D	250
E71.1	Beskrivning av avfallstypen	250
E71.1.1	Avfall	250
E71.1.2	Emballage	251
E71.1.3	Behandling	251
E71.1.4	Aktivitetsbestämning av radionuklider	251
E71.1.5	Produktion av avfallstypen	251
E71.2	Medelkolli för avfallstypen	251
E71.2.1	Material – avfall, emballage och matris	251
E71.2.2	Radionuklidinnehåll	252

E1 Inledning

Varje kolli som deponeras i SFR tillhör en avfallstyp vilken följer en typbeskrivning som anger hanteringskedjan från tillverkning till deponering av avfallet. I denna bilaga presenteras information om de avfallstyper som antas deponeras i SFR, samt övergripande de acceptanskriterier som gäller för deponering av avfallet i SFR.

E1.1 Avfall i Silo

Förvaringsutrymmet Silo finns i befintlig anläggning på SFR.

I Silo deponeras huvudsakligen jonbytmassa men även en del sopor och skrot samt en mindre mängd slam.

E1.1.1 Acceptanskriterier

Avfallskollin som deponeras i SFR måste uppfylla allmänna, radiologiska, kemiska, fysikaliska och mekaniska krav, vilka definieras i acceptanskriterier som återfinns i Avfallshandboken för låg och medelaktivt avfall. Nedan följer en generell beskrivning av acceptanskriterierna för Silo.

- Avfallskollin ska ha emballage av typen plåt- eller betongkokill med geometrin 1,2×1,2×1,2 m alternativt fat med diametern 0,59 m och höjden 0,88 m placerade på fatbricka med basarean 1,2×1,2 m eller i fatlåda med geometrin 1,2×1,2×1,2 m.
- Kokill och fatlåda inklusive avfall får väga max 5 ton. Fyra fat inklusive fatbricka får väga max 2 ton, och max 500 kg per fat.
- Varje avfallskolli ska ha en individuell identitet i form av en unik och tydlig märkning.
- Radionuklidinnehållet av gammaemitterande nuklider i avfallskollit ska vara känt.
- Maximalt tillåten ytdosrat på avfallskollin är 500 mSv/h.
- Ytkontamination på avfallskollit ska understiga 40 kBq/m² för gamma- och betaemitterande nuklider och 4 kBq/m² för alfaemitterande nuklider.
- För avfallskollin av typen cement- eller bitumenkonditionerad jonbytmassa får den integrerade stråldosen inte överstiga 10⁶ Gy.
- Avfallsinnehållet ska vara så fördelat att de radiologiska egenskaper som tillgodoräknas ur strålskyddssynpunkt inte äventyras.
- Den kemiska sammansättningen och strukturen hos avfallsformen och behållare ska överensstämma med givna specifikationer.
- Avfallskollin som innehåller bitumen- eller cementkonditionerat avfall ska vara så homogent att de fysikaliska och kemiska egenskaper som tillgodoräknas gällande strålsäkerhet och långsiktig säkerhet inte äventyras.
- Avfallet ska vara cement-, bitumen eller betongkringgjutet inuti emballaget.
- Avfallskollit ska tåla lagring vid temperaturer mellan 0 och 30 °C samt förvaring ned till -20 °C under korta perioder.
- Avfallskollits innehåll får ej vara flytande. Avfallet ska ej innehålla fri eller innesluten vätska.
- Avfallskollit och dess innehåll får ej ge upphov till gasutveckling i sådan hastighet eller mängd så att säkerheten under drift eller långsiktigt äventyras.
- Brännbart avfall får inte ge upphov till självantändning. Kollina ska tåla en kortvarig brand utan att oacceptabel spridning av radionuklider sker. Explosiva ämnen får inte förekomma i avfallet.
- Avfallskollits innehåll av kemiska ämnen som kan bilda mobila komplex ska vara kända till såväl slag som mängd och i möjligaste mån undvikas.
- Mindre mängder bly, asbest och epoxi är tillåtet att deponera efter bedömning. Övriga miljöfarliga ämnen är i princip förbjudet att deponera.

- Kokiller ska tåla att staplas 42 st i höjd med kringgjutning.
- Avfallskollin ska klara fall på 9 m utan oacceptabel spridning av radioaktivitet.
- Svällning ska bedömas per avfallstyp.
- Avfallsemballaget ska vara tillräckligt korrosionsbeständigt så att det tål alla hanteringssteg till och med deponering.

E1.2 Avfall i BRT

BRT är en bergssal för hela reaktortankar planerad att uppföras vid utbyggnaden av SFR. Bergssalen ska rymma BWR-tankarna från BKAB, FKA, OKG och RAB.

Samtliga reaktortankar i Sverige av BWR-typ är levererade av ASEA-ATOM. Reaktortankarna liknar varandra enligt följande:

- F1 och F2.
- B1, B2 och O2.
- O1.
- R1.
- O3 och F3.

Avfallet består av järn/stål. Inget emballage är planerat att användas och ingen behandling av avfallet avses göras. Undantag är eventuellt någon form av ytbehandling för att förhindra att ytkontamination sprids.

E1.2.1 Acceptanskriterier

Avfallskollin som deponeras i SFR måste uppfylla vissa krav, vilka definieras i acceptanskriterier. Acceptanskriterier för avfall till BRT är under framtagande.

E1.3 Avfall i BMA

BMA är bergssalar för medelaktivt avfall. 1BMA är den befintliga bergssalen i SFR. XBMA är ytterligare bergssal/bergssalar som planeras att uppföras vid utbyggnaden av SFR.

I BMA deponeras huvudsakligen jonbyttarmassa samt avfall i form av metallskrot, sopor och betong, samt mindre mängder av slam och indunstarkoncentrat.

E1.3.1 Acceptanskriterier

Avfallskollin som deponeras i SFR måste uppfylla allmänna, radiologiska, kemiska, fysikaliska och mekaniska krav, vilka definieras i acceptanskriterier som återfinns i Avfallshandboken för låg och medelaktivt avfall. Nedan följer en generell beskrivning av acceptanskriterierna för 1BMA. Acceptanskriterier för avfall till XBMA är under framtagande.

- Avfallskollin ska ha emballage av typen plåt- eller betongkokill med geometrin 1,2×1,2×1,2 m alternativt fat med diametern 0,59 m och höjden 0,88 m placerade på fatbricka med basarean 1,2×1,2 m eller i fatlåda med geometrin 1,2×1,2×1,2 m.
- Kokill och fatlåda inklusive avfall får väga max 5 ton. Fyra fat inklusive fatbricka får väga max 2 ton, och max 500 kg per fat.
- Varje avfallskolli ska ha en individuell identitet i form av en unik och tydlig märkning.
- Radionuklidinnehållet av gammaemitterande nuklider i avfallskollit ska vara känt.
- Maximalt tillåten ytdosrat på avfallskolli är 100 mSv/h (högst 20 % av alla kollin >30 mSv/h).
- Ytkontamination på avfallskollit ska understiga 40 kBq/m² för gamma- och betaemitterande nuklider och 4 kBq/m² för alfaemitterande nuklider.

- För avfallskollin av typen cement- eller bitumenkonditionerad jonbytmassa får den integrerade stråldosen inte överstiga 10^6 Gy.
- Avfallsinnehållet ska vara så fördelat att de radiologiska egenskaper som tillgodoräknas ur strålskyddssynpunkt inte äventyras.
- Den kemiska sammansättningen och strukturen hos avfallsformen och behållare ska överensstämma med givna specifikationer.
- Avfallskollin som innehåller bitumen- eller cementkonditionerat avfall ska vara så homogent att de fysikaliska och kemiska egenskaper som tillgodoräknas gällande strålsäkerhet och långsiktig säkerhet inte äventyras.
- Avfallet ska vara cement-, bitumen eller betongkringgjutet inuti emballaget.
- Avfallskollit ska tåla lagring vid temperaturer mellan 0 och 30 °C samt förvaring ned till -20 °C under korta perioder.
- Avfallskollits innehåll får ej vara flytande. Avfallet ska ej innehålla fri eller innesluten vätska.
- Avfallskollit och dess innehåll får ej ge upphov till gasutveckling i sådan hastighet eller mängd så att säkerheten under drift eller långsiktigt äventyras.
- Brännbart avfall får inte ge upphov till självantändning. Kollina ska tåla en kortvarig brand utan att oacceptabel spridning av radionuklider sker. Explosiva ämnen får inte förekomma i avfallet.
- Avfallskollits innehåll av kemiska ämnen som kan bilda mobila komplex ska vara kända till såväl slag som mängd och i möjligaste mån undvikas.
- Mindre mängder bly, asbest och epoxi är tillåtet att deponera efter bedömning. Övriga miljöfarliga ämnen är i princip förbjudet att deponera.
- Kokiller ska tåla att staplas 6 st i höjd och fat ska tåla att staplas 8 st i höjd.
- Avfallskollin ska klara fall på 9 m utan oacceptabel spridning av radioaktivitet.
- Svällning ska bedömas per avfallstyp.
- Avfallsemballaget ska vara tillräckligt korrosionsbeständigt så att det tål alla hanteringssteg till och med deponering.

E1.4 Avfall i BTF

BTF består av 1BTF och 2BTF vilka är bergssalar för betongtankar i befintligt SFR.

I 1BTF deponeras askfat, lågaktiv jonbytmassa och filterhjälpmedel samt en mindre mängd sopor och skrot. I 2BTF deponeras lågaktiv jonbytmassa och filterhjälpmedel. För bägge bergssalarna gäller dock att större metallkomponenter såsom ångseparatorer eller reaktortanklock har tillåtits deponeras.

Avfallet i 1BTF är normalt förpackat i plåtfat och betongtankar, men även betongkokiller förekommer. Ett fåtal avfallskollin av avfallstyper som normalt deponeras i 1BMA (O.01, R.01, R.10 och R.23) finns i 1BTF. Dessa kollin är betongkokiller, med ett lågt aktivitetsinnehåll, som har deponerats i 1BTF för att bygga stödväggar för askfaten. I 2BTF deponeras normalt betongtankar.

E1.4.1 Acceptanskriterier

Avfallskollin som deponeras i SFR måste uppfylla allmänna, radiologiska, kemiska, fysikaliska och mekaniska krav, vilka definieras i acceptanskriterier som återfinns i Avfallshandboken för låg och medelaktivt avfall. Nedan följer en generell beskrivning av acceptanskriterierna för BTF. Udda avfall kan avvika från acceptanskriterierna och hanteras från fall till fall.

- Avfallskollin ska ha emballage av typen betongtank med yttermått $L \times B \times H = 3,3 \times 1,3 \times 2,3$ m alternativt fat med diametern 0,59 m och höjden 0,88 m.
- Betongtank får väga max 20 ton. Fat får väga max 400 kg.

- Varje avfallskolli ska ha en individuell identitet i form av en unik och tydlig märkning.
- Radionuklidinnehållet av gammaemitterande nuklider i avfallskollit ska vara känt.
- Maximalt tillåten ytdosrat på avfallskolli är 8 mSv/h.
- Ytkontamination på avfallskollit ska understiga 40 kBq/m² för gamma- och betaemitterande nuklider och 4 kBq/m² för alfaemitterande nuklider.
- Avfallsinnehållet ska vara så fördelat att de radiologiska egenskaper som tillgodoses ur strålskyddssynpunkt inte äventyras.
- Den kemiska sammansättningen och strukturen hos avfallsformen och behållare ska överensstämma med givna specifikationer.
- Avfallet ska vara betongkringgjutet inuti emballaget eller så ska emballaget utgöras av betongtank.
- Avfallskollit ska tåla lagring vid temperaturer mellan 0 och 30 °C samt förvaring ned till -20 °C under korta perioder.
- Avfallskollits innehåll får ej vara flytande. Avfallet ska ej innehålla fri eller innesluten vätska.
- Avfallskollit och dess innehåll får ej ge upphov till gasutveckling i sådan hastighet eller mängd så att säkerheten under drift eller långsiktigt äventyras.
- Brännbart avfall får inte ge upphov till självantändning. Kollina ska tåla en kortvarig brand utan att oacceptabel spridning av radionuklider sker. Explosiva ämnen får inte förekomma i avfallet.
- Avfallskollits innehåll av kemiska ämnen som kan bilda mobila komplex ska vara kända till såväl slag som mängd och i möjligaste mån undvikas.
- Mindre mängder bly, asbest och epoxi är tillåtet att deponera efter bedömning. Övriga miljöfarliga ämnen är i princip förbjudet att deponera.
- Betongtankar ska tåla att staplas 2 st i höjd med en överlast på 30 kN och fat ska tåla att staplas liggande, 10 st i höjd. Avfallskolli ska klara normal hantering med gaffeltruck.
- Betongtankar ska klara att välta, samt falla ett fall på 2,5 m utan oacceptabel spridning av radioaktivitet. Fat ska klara fall på 5 m.
- Svällning ska bedömas per avfallstyp.
- Avfallsemballaget ska vara tillräckligt korrosionsbeständigt så att det tål alla hanteringssteg till och med deponering.

E1.5 Avfall i BLA

BLA är bergssalar för lågaktivt avfall. 1BLA är den befintliga bergssalen i SFR. XBLA är ytterligare bergssalar planerade att uppföras vid utbyggnaden av SFR.

I BLA deponeras huvudsakligen avfall i form av sopor och skrot. Förutom det deponeras en mindre mängd jonbytmassa.

E1.5.1 Acceptanskriterier

Avfallskollin som deponeras i SFR måste uppfylla allmänna, radiologiska, kemiska, fysikaliska och mekaniska krav, vilka definieras i acceptanskriterier som återfinns i Avfallshandboken för låg och medelaktivt avfall. Nedan följer en generell beskrivning av acceptanskriterierna för 1BLA. Acceptanskriterier för avfall till XBLA är under framtagande.

- Avfallskollit ska ha emballage av typen ISO-container med dimension 10- eller 20-fot, hel- eller halvhöjd.
- 10-fotscontainer får väga max 10 ton. 20-fotscontainer får väga max 20 ton. Gäller oavsett höjd.
- Varje avfallskolli ska ha en individuell identitet i form av en unik och tydlig märkning.
- Radionuklidinnehållet av gammaemitterande nuklider i avfallskollit ska vara känt.
- Maximalt tillåten ytdosrat på avfallskollit är 2 mSv/h, samt 0,1 mSv/h på 2 meters avstånd.

- Ytkontamination på avfallskollit ska understiga 40 kBq/m² för gamma- och betaemitterande nuklider och 4 kBq/m² för alfaemitterande nuklider.
- För avfallskollin av typen cement- eller bitumenkonditionerad jonbytarmassa får den integrerade stråldosen inte överstiga 10⁶ Gy.
- Avfallsinnehållet ska vara så fördelat att de radiologiska egenskaper som tillgodoräknas ur strålskyddssynpunkt inte äventyras.
- Den kemiska sammansättningen och strukturen hos avfallsformen och behållare ska överensstämma med givna specifikationer.
- Avfallskollin av containertyp ska uppvisa täthet vid tvättning och mot nederbörd.
- Avfallskollit ska tåla lagring vid temperaturer mellan 0 och 30 °C samt förvaring ned till -20 °C under korta perioder.
- Avfallskollits innehåll får ej vara flytande. Avfallet ska ej innehålla fri eller innesluten vätska.
- Avfallskollit och dess innehåll får ej ge upphov till gasutveckling i sådan hastighet eller mängd så att säkerheten under drift eller långsiktigt äventyras.
- Brännbart avfall får inte ge upphov till självantändning. Kollina ska tåla en kortvarig brand utan att oacceptabel spridning av radionuklider sker. Explosiva ämnen får inte förekomma i avfallet.
- Avfallskollits innehåll av kemiska ämnen som kan bilda mobila komplex ska vara kända till såväl slag som mängd och i möjligaste mån undvikas.
- Mindre mängder bly, asbest och epoxi är tillåtet att deponera efter bedömning. Övriga miljöfarliga ämnen är i princip förbjudet att deponera.
- Helhöjdscontainrar ska tåla att staplas 3 st i höjd och halvhöjdscontainrar ska tåla att staplas 6 st i höjd.
- Avfallskolli ska klara fall på 6,5 m utan oacceptabel spridning av radioaktivitet.
- Svällning ska bedömas per avfallstyp.
- Avfallsemballaget ska vara tillräckligt korrosionsbeständigt så att det tål alla hanteringssteg till och med deponering.

E1.6 Definitioner

Avfallstyper för rivningsavfall har antagits för denna rapport och utmärks genom att de efterföljs av ett D (Decommissioning). För ytterligare förklaring av dessa avfallstyper, se bilaga A.

Korrosionsyta definieras som den area som kan komma att utsättas för korrosion. Metalltytor i kontakt med bitumen ingår inte i definitionen för korrosionsyta.

Void definieras som verkligt tomrum, det vill säga t ex porer med luft som bildas vid ingjutning/kringgjutning räknas inte med.

Övrigt organiskt material innefattar t ex luftfilter, olja, brännbara samt icke brännbara sopor.

Övrigt oorganiskt material innefattar t ex blästersand, bränsleprover, elkablar, mässing samt vatten- och oljefilter.

E2 B.BWR:D

E2.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.BWR:D är en antagen avfallstyp för reaktortankar utan interndelar från BKAB (reaktortank B1 och B2).

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på Jönsson (2013) och Fariás et al. (2008).

Acceptanskriterier för BRT är under framtagande, se avsnitt E1.2.1.

E2.1.1 Avfall

Avfallet består av ytkontaminerat och inducerat stål eller stållegeringar (C1070/SIS2333).

E2.1.2 Emballage

Ingen behållare används. Reaktortanken transporteras och lagras hel, utan emballage. Reaktortankarna B1 och B2 har höjden 20 m (utan lock) och ytterdiameter 5,9 m.

Deponeringsvolymen för en reaktortank är cirka 860 m³ baserat på ett rätblock med sidan 6,1 m och längden 23,2 m där måtten avser reaktortankmått inklusive lock och 0,1 m luft runt om.

E2.1.3 Behandling

Anslutningar försluts och strålskärning monteras vid behov. Ingen övrig behandling är planerad, med undantag av övertäckning med presenning, målning eller annan ytbehandling som kan utföras för att undvika att eventuell ytkontamination sprids.

Angiven void är baserad på respektive reaktortanks innervolym.

E2.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Färdigbehandlad reaktortank mäts med avseende på ytdosrat. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60.

Ytdosraten får högst vara 2 mSv/h. Reaktortankarna antas vara fria från ytkontamination på utsidan.

E2.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E2-1 presenteras antal kollin till SFR.

Reaktortankarna B1 och B2 planeras att deponeras under år 2023. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E2-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B1	B2
Prognostiserade	(BRT)	1	1

E2.2 Medelkoli för avfallstypen

E2.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E2-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.BWR:D. Materialdata avser en reaktortank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit. Reaktortankarna är invändigt pläterade med ett rostfritt skikt på minst 3 mm.

Tabell E2-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B1	B2
Järn/stål [kg]	Avfall	540 000	540 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	828	828
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	126	126
Void [m ³]	Matris	522	522

E2.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E2-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.BWR:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en reaktortank.

Tabell E2-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B1		B2	
	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 ind	8,05E+08	0,00E+00	8,31E+08	0,00E+00
Cl-36	6,16E+05	0,00E+00	6,35E+05	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Fe-55	1,22E+05	2,74E+04	4,34E+05	7,25E+04
Co-60	8,83E+07	1,94E+08	1,63E+08	3,60E+08
Ni-59	3,96E+09	8,31E+09	4,09E+09	1,73E+10
Ni-63	2,63E+11	6,58E+11	2,79E+11	1,42E+12
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	0,00E+00	2,83E+07	0,00E+00	1,12E+08
Zr-93	0,00E+00	6,46E+07	0,00E+00	7,05E+07
Nb-93m	1,83E+09	1,26E+10	2,23E+09	3,37E+10
Nb-94	2,63E+07	3,06E+08	2,71E+07	6,65E+08
Mo-93	1,10E+08	6,10E+06	1,13E+08	6,98E+06
Tc-99	1,47E+07	1,01E+06	1,52E+07	1,25E+06
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	0,00E+00	3,64E+08	0,00E+00	4,13E+08
Cd-113m	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	0,00E+00	1,56E+03	0,00E+00	5,61E+03
Sb-125	3,55E+00	1,01E+03	1,24E+01	4,03E+03
I-129	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-135	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pm-147	0,00E+00	1,33E-01	0,00E+00	1,75E+00
Sm-151	0,00E+00	5,18E+05	0,00E+00	1,92E+06
Eu-152	0,00E+00	2,65E+02	0,00E+00	1,17E+03
Eu-154	0,00E+00	1,49E+04	0,00E+00	7,50E+04
Eu-155	0,00E+00	3,33E+01	0,00E+00	2,33E+02
Ho-166m	0,00E+00	9,64E+00	0,00E+00	3,48E+01
U-232	0,00E+00	1,10E+01	0,00E+00	4,10E+01
U-235	0,00E+00	5,04E-02	0,00E+00	1,82E-01
U-236	0,00E+00	8,44E+02	0,00E+00	3,04E+03
Np-237	0,00E+00	8,96E+02	0,00E+00	3,19E+03
Pu-238	0,00E+00	3,68E+06	0,00E+00	1,36E+07
Pu-239	0,00E+00	8,39E+05	0,00E+00	3,02E+06
Pu-240	0,00E+00	1,45E+06	0,00E+00	5,24E+06
Pu-241	0,00E+00	4,33E+06	0,00E+00	1,89E+07
Pu-242	0,00E+00	5,95E+03	0,00E+00	2,14E+04
Am-241	0,00E+00	5,54E+06	0,00E+00	1,88E+07
Am-242m	0,00E+00	1,53E+04	0,00E+00	5,61E+04
Am-243	0,00E+00	6,55E+04	0,00E+00	2,36E+05
Cm-243	0,00E+00	5,68E+03	0,00E+00	2,23E+04
Cm-244	0,00E+00	3,37E+05	0,00E+00	1,41E+06
Cm-245	0,00E+00	7,21E+02	0,00E+00	2,60E+03
Cm-246	0,00E+00	2,21E+02	0,00E+00	7,95E+02

E3 B.04

E3.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.04 består av plåtfat innehållande cementingjutna låg- och medelaktiva jonbytar-massor från BKAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E3.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av både kornformig och pulverformig jonbytar-massa från reaktorvattenrening (system 331), rening av reaktor- och turbindränage i avfallsanläggningen (system 352 och 482), reningssystem för bränsle- och hanteringsbassänger (system 324) samt systemdekontaminering. Avfallstypen kommer även att innehålla avfall i form av jonbytar-massa från systemdekontamineringen som görs inför rivning av kärnkraftverket.

E3.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat. Fatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på 1,2 mm. Fatet har en tomvikt på ca 21 kg och är försett med en omrörare och ett bottenkors vilka tillsammans väger 10 kg.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka av kolstål. Fatbrickan har yttermått 1,2×1,2 m och väger ca 70 kg.

Max tillåten vikt för fat inklusive avfall är 450 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E3.1.3 Behandling

Jonbytar-massan homogeniseras och avvattnas innan den blandas med cement i avsedd behållare. Ca 197 kg cement och 109 kg vatten, tillsatt och bundet, används per kolli. Principen med så kallad förlorad omrörare används vilket innebär att omröraren blir kvar i behållaren efter avslutad blandning och fungerar därmed som armering. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli är ca 90 %. Efter fyllning av fatet sker lockförslutning med ett plåtlock.

E3.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, bestäms med mät- och beräkningsmetoder enligt bilaga D.

Aktivitetssinnehållet får ej överstiga 500 GBq. Normal uppmätt ytdosrat är mindre än 75 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E3.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E3-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen började produceras år 2004 och började deponeras 2012.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E3-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.04
Deponerade	Silo	96
Prognostiserade	(Silo)	672

E3.2 Medelkolli för avfallstypen**E3.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E3-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.04. Material-data avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E3-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.04
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	33
Järn/stål [kg]	Emballage	39
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	5,1
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,2
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	5,0
Cement [kg]	Matris	197
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	10
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	0,50
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,024

E3.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E3-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.04 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E3-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.04 [Bq]	Nuklid	B.04 [Bq]	Nuklid	B.04 [Bq]
H-3	5,54E+04	Cd-113m	1,26E+04	U-238	2,79E+01
Be-10	1,15E+01	Sn-126	1,86E+03	Np-237	1,60E+02
C-14 org	1,28E+04	Sb-125	8,97E+00	Pu-238	4,17E+04
C-14 oorg	3,33E+05	I-129	1,11E+03	Pu-239	1,24E+04
Cl-36	3,93E+04	Cs-134	6,09E-02	Pu-240	1,74E+04
Fe-55	2,26E+03	Cs-135	1,80E+04	Pu-241	7,57E+04
Co-60	3,86E+06	Cs-137	2,35E+08	Pu-242	4,63E+01
Ni-59	1,91E+07	Ba-133	3,01E+03	Am-241	6,02E+04
Ni-63	2,33E+09	Pm-147	2,18E+02	Am-242m	1,13E+02
Se-79	1,49E+04	Sm-151	6,93E+06	Am-243	4,61E+02
Sr-90	8,00E+07	Eu-152	1,05E+04	Cm-243	6,91E+01
Zr-93	1,74E+05	Eu-154	2,37E+06	Cm-244	4,02E+03
Nb-93m	1,28E+06	Eu-155	2,84E+04	Cm-245	4,61E+00
Nb-94	1,91E+05	Ho-166m	6,72E+05	Cm-246	1,22E+00
Mo-93	8,56E+05	U-232	2,46E-01		
Tc-99	1,80E+07	U-234	1,54E+01		
Pd-107	3,73E+03	U-235	3,03E+01		
Ag-108m	1,04E+06	U-236	3,02E+01		

E4 B.05/B:05:2/B.05:9

E4.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.05 består av plåtfat innehållande bitumeningjutna låg- och medelaktiva jonbytar-massor och indunstarkoncentrat från BKAB.

Utöver avfallstypen B.05 finns det två kolonvarianter, B.05:2 och B.05:9. Båda kolonvarianterna berör plåtfat av kolstål. Dessa visade sig vara korrosionsbenägna och därför ändrades i maj 1985 produktionen till att använda plåtfat av rostfritt stål. Avfallstyp B.05:2 är plåtfat av kolstål deponerade i fatlådor istället för på fatbrickor. Detta betyder att en större mängd järn/stål deponeras per plåtfat i B.05:2 än i B.05 och B.05:9. Den enda skillnaden mellan B.05 och B.05:9 är materialet hos plåtfatet.

Det finns godkända typteskrivningar för deponering av avfallstypen samt de två kolonvarianterna. Data baseras på uppgifter i typteskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E4.1.1 Avfall

Avfallet består av både pulverformig och mald kornformig jonbytar-massa från reaktorvattenrening (system 331), avfallsanläggningens reningssystem (system 342) samt reningssystem för bränsle- och hanteringsbassänger (system 324). Avfallet innehåller även koncentrat från indunstning av backspolningsvatten från filtren i bränslebassängernas reningssystem.

E4.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat. Fatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet har en tomvikt på ca 23 kg. Faten för avfallstyp B.05 är tillverkat av rostfritt stål medan de för avfallstyp B.05:2 och B.05:9 är gjorda av kolstål.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka eller i en fatlåda av kolstål. Fatbrickan har yttermått 1,2×1,2 m och väger 65 kg. Fatlådan har dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och väger 246 kg.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³ och för ett fat i fatlåda 0,432 m³.

E4.1.3 Behandling

Den kornformiga jonbytar-massan mals i en kvarn innan solidifieringsprocessen. Indunstarkoncentrat och pulverformig jonbytar-massa blandas och upparbetas tillsammans med den malda kornmassan. Avfallsmaterialet torkas innan det blandas med bitumen i avsedd behållare. I samband med bitumen-processen tillsätts ett emulgeringsmedel för att säkerställa att bitumen- och avfallsblandningen blir homogen. Ca 150 kg bitumen används per kolla, men innehållet kan variera mellan 123–175 kg. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolla är ca 86 %. Efter genomförd fyllning får faten svalna i ca 15 h och därefter förses de med ett plåtlock. För att i möjligaste mån undvika kontaminering påvalsas även ett ytterlock bestående av 0,3 mm plåt.

E4.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gamma-emitterande, bestäms med mät- och beräkningsmetoder enligt bilaga D.

Aktivitetensinnehållet får ej överstiga 0,2 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E4.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E4-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen B.05 började produceras 1978 och har deponerats sedan 1994. Kolonvarianten B.05:2 började produceras 1975 och har deponerats sedan 1990. Kolonvarianten B.05:9 började produceras 1976 och har deponerats sedan 1991.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E4-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.05 plåtfat på fatbricka	B.05:2 plåtfat i fatlåda	B.05:9 plåtfat på fatbricka
Deponerade	1BMA	304	892 (224 lådor)	3 056
Prognostiserade	–	0	0	0

E4.2 Medelkoli för avfallstypen

E4.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E4-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.05. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka eller ¼ fatlåda. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E4-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.05/B.05:9	B.05:2
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	50	50
Järn/stål [kg]	Emballage	39	85
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	3,7	6,6
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,2	1,2
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka el. låda)	1,0	1,0
Bitumen [kg]	Matris	150	150
Övrigt oorganiskt [kg]	Matris	0,50	0,50
Void [m ³]	Matris	0,04	0,04

E4.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E4-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.05 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E4-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.05/B.05:2/B.05:9 [Bq]	Nuklid	B.05/B.05:2/B.05:9 [Bq]	Nuklid	B.05/B.05:2/B.05:9 [Bq]
H-3	5,01E+03	Sb-125	1,95E-01	Pu-240	2,76E+03
Be-10	5,39E+00	I-129	1,24E+02	Pu-241	6,67E+03
C-14 org	5,07E+04	Cs-134	6,88E-05	Pu-242	1,42E+01
C-14 oorg	1,32E+06	Cs-135	1,40E+02	Am-241	2,14E+04
Cl-36	1,29E+04	Cs-137	8,65E+07	Am-242m	3,00E+01
Fe-55	1,62E+00	Ba-133	2,05E+02	Am-243	1,41E+02
Co-60	5,44E+04	Pm-147	2,98E-02	Cm-243	1,05E+01
Ni-59	8,97E+06	Sm-151	1,07E+06	Cm-244	1,85E+02
Ni-63	3,78E+08	Eu-152	4,55E+02	Cm-245	1,41E+00
Se-79	2,89E+03	Eu-154	4,35E+04	Cm-246	3,74E-01
Sr-90	2,19E+05	Eu-155	8,18E+01		
Zr-93	8,98E+03	Ho-166m	3,40E+04		
Nb-93m	1,69E+05	U-232	5,60E-02		
Nb-94	8,95E+04	U-234	4,74E+00		
Mo-93	1,46E+04	U-235	1,41E+02		
Tc-99	3,33E+04	U-236	1,21E+02		
Pd-107	7,23E+02	U-238	1,04E+02		
Ag-108m	4,65E+05	Np-237	7,21E+02		
Cd-113m	4,71E+03	Pu-238	2,64E+04		
Sn-126	3,61E+02	Pu-239	1,97E+03		

E5 B.06

E5.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.06 består av plåtfat innehållande bitumeningjutna låg- och medelaktiva jonbytar-massor och indunstarkoncentrat från BKAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E5.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av både pulverformig och mald kornformig jonbytar-massa från systemen reaktorvattenrening (system 331), avfallsanläggningens reningssystem (system 342) samt reningssystem för bränsle- och hanteringsbassänger (system 324). Avfallet innehåller även indunstar-koncentrat från indunstning av backspolningsvatten från filtren i bränslebassängernas reningssystem.

E5.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat. Fatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet är gjort av rostfritt stål och har en tomvikt på ca 23 kg.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka av kolstål. Fatbrickan har yttermått 1,2 × 1,2 m och väger ca 70 kg. Mellan de fyra faten placeras en svällkropp för att tillåta volymexpansion om bitumenmatrisen skulle börja svälla. Svällkroppen, vilken utgörs av en ihålig box, är gjord av stål och har en vikt på ca 20 kg.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E5.1.3 Behandling

Den kornformiga jonbytar-massan mals i en kvarn innan solidifieringsprocessen. Indunstar-koncentrat och pulverformig jonbytar-massa blandas och upparbetas tillsammans med den malda kornmassan. Avfallsmaterialet torkas innan det blandas med bitumen i avsedd behållare. I samband med bitumen-processen tillsätts ett emulgeringsmedel för att säkerställa att bitumen- och avfallsblandningen blir homogen. Ca 150 kg bitumen används per kolli, men innehållet kan variera mellan 129–165 kg (före 1993 gällde 123–175 kg). Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli är ca 86 %. Efter genomförd fyllning får faten svalna i ca 15 h och därefter förses de med ett plåtlock. För att i möjligaste mån undvika kontaminering påvalsas även ett ytterlock bestående av 0,3 mm plåt.

E5.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetssinnehållet får ej överstiga 1 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E5.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E5-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen började produceras år 1980 och har deponerats sedan 1994.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E5-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.06
Deponerade	Silo	1 776
Prognostiserade	–	0

E5.2 Medelkolli för avfallstypen

E5.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E5-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.06. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka och svällkropp. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E5-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.06
Jonbytmassa [kg]	Avfall	50
Järn/stål [kg]	Emballage	46
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	3,5
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,2
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	5,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (svällkropp)	1,0
Bitumen [kg]	Matris	150
Övrigt oorganiskt [kg]	Matris	0,50
Void [m ³]	Matris	0,035

E5.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E5-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.06 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E5-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.06 [Bq]	Nuklid	B.06 [Bq]	Nuklid	B.06 [Bq]
H-3	4,16E+04	Sn-126	2,39E+03	Pu-238	1,87E+05
Be-10	3,76E+01	Sb-125	1,72E+00	Pu-239	1,38E+04
C-14 org	5,08E+04	I-129	8,20E+02	Pu-240	1,92E+04
C-14 oorg	1,32E+06	Cs-134	4,06E-04	Pu-241	5,41E+04
Cl-36	1,29E+04	Cs-135	9,24E+02	Pu-242	9,92E+01
Fe-55	1,58E+01	Cs-137	5,91E+08	Am-241	1,50E+05
Co-60	5,50E+05	Ba-133	1,76E+03	Am-242m	2,13E+02
Ni-59	6,26E+07	Pm-147	3,14E-01	Am-243	9,84E+02
Ni-63	2,70E+09	Sm-151	7,13E+06	Cm-243	7,86E+01
Se-79	1,91E+04	Eu-152	3,25E+03	Cm-244	1,37E+03
Sr-90	1,59E+06	Eu-154	3,29E+05	Cm-245	9,85E+00
Zr-93	6,27E+04	Eu-155	7,11E+02	Cm-246	2,61E+00
Nb-93m	1,35E+06	Ho-166m	2,38E+05		
Nb-94	6,25E+05	U-232	4,03E-01		
Mo-93	1,02E+05	U-234	3,31E+01		
Tc-99	2,33E+05	U-235	9,84E+02		
Pd-107	4,78E+03	U-236	8,47E+02		
Ag-108m	3,26E+06	U-238	7,23E+02		
Cd-113m	3,35E+04	Np-237	5,04E+03		

E6 B.07/B.07:9

E6.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.07 består av betongtankar innehållande avvattnade lågaktiva jonbytmassor, filterhjälpmedel och slam från BKAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, B.07:9. B.07:9 är betongtankar tillverkade innan år 1983. Kolonvarianter har mindre avvikelser i behandling och produktsammansättning jämfört med avfallstyp B.07. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för B.07:9 som för B.07.

Avfallstypen kommer att innehålla en mindre mängd rivningsavfall i form av slam från systemdekontamineringen.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt de bägge kolonvarianterna. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna listade för BTF, i avsnitt E1.4.1, gäller för avfallstypen.

E6.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig jonbytmassa och filterhjälpmedel från kondensatreningssystemet (system 332) och reningssystem i avfallsanläggningen samt slam från dekontaminering.

E6.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongtankar med ytterdimensionen 3,3×1,3×2,3 m. Tanken är gjord av armerad betong. Väggtjockleken är 15 cm och armeringsjärnet har en diameter på ca 8 mm. Tankens tomvikt är ca 11 ton varav betongen väger ca 10,3 ton och armeringsjärnet ca 650 kg. Tanken är invändigt fodrad med en 2 mm tjock butylgummisäck som väger ca 50 kg. Tanken är försedd med ett fastbultat armerat lock med påfyllnadshål inklusive en 50 mm stålplåt som väger ca 1,7 ton.

Max tillåten vikt för en betongtank inklusive avfall är 18 ton. Deponeringsvolymen är 10 m³.

E6.1.3 Behandling

De olika avfallen blandas och pumpas in i betongtanken. Avfallet avvattnas genom ett avsugningsrör som är anslutet till filterpatronerna vilka ligger under en sandbädd i tankens koniska botten. Inpumpnings- och avsugningscykeln repeteras normalt tre gånger för att fylla tanken med avvattnat avfall. Det blir alltid ett visst tomrum högst upp i tanken. Totala fyllnadsvolymen hos ett kולי är ca 5,5 m³ jämfört med innervolymen på 6 m³.

E6.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetssinnehållet får ej överstiga 100 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 3 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E6.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E6-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen B.07 började produceras 1985 och har deponerats sedan 1988. B.07:9 började produceras 1988 och har deponerats sedan 1989.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 12 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2 kollin per år till och med år 2014. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E6-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.07	B.07:9
Deponerade	1BTF	21	3
Deponerade	2BTF	174	18
Prognostiserade	(BTF)	16	0

E6.2 Medelkoli för avfallstypen**E6.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E6-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.07. Materialdata avser en betongtank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E6-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.07/B.07:9
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	170
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	1 400
Slam [kg]	Avfall	60
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	66
Betong [kg]	Emballage	10 350
Järn/stål [kg]	Emballage	2 333
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	49
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (transportlock)	50
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	8,0
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	50
Void [m ³]	Matris	0,50

E6.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E6-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.07 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en betongtank.

Tabell E6-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.07/B.07:9 [Bq]	Nuklid	B.07/B.07:9 [Bq]	Nuklid	B.07/B.07:9 [Bq]
H-3	3,99E+04	Ag-108m	1,68E+06	U-235	5,00E+02
Be-10	1,91E+01	Cd-113m	2,17E+04	U-236	4,30E+02
C-14 org	8,23E+06	Sn-126	9,08E+02	U-238	3,67E+02
C-14 oorg	2,14E+08	Sb-125	1,01E+01	Np-237	2,56E+03
Cl-36	2,10E+04	I-129	7,01E+02	Pu-238	9,56E+04
Fe-55	3,95E+02	Cs-134	2,09E-02	Pu-239	6,98E+03
Co-60	1,56E+06	Cs-135	1,70E+03	Pu-240	9,75E+03
Ni-59	3,18E+07	Cs-137	2,84E+08	Pu-241	4,68E+04
Ni-63	1,47E+09	Ba-133	1,91E+03	Pu-242	5,04E+01
Se-79	7,27E+03	Pm-147	9,86E+00	Am-241	7,66E+04
Sr-90	9,05E+05	Sm-151	2,92E+06	Am-242m	1,14E+02
Zr-93	3,18E+04	Eu-152	2,16E+03	Am-243	5,00E+02
Nb-93m	1,10E+06	Eu-154	3,24E+05	Cm-243	5,13E+01
Nb-94	3,17E+05	Eu-155	2,04E+03	Cm-244	7,41E+02
Mo-93	5,04E+04	Ho-166m	1,22E+05	Cm-245	5,01E+00
Tc-99	1,31E+05	U-232	2,27E-01	Cm-246	1,33E+00
Pd-107	1,82E+03	U-234	1,68E+01		

E7 B.12/B.12:1

E7.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.12 består av stålcontainrar innehållande lågaktiva sopor och skrot från BKAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, B.12:1. Skillnaden mellan B.12 och B.12:1 är att i kolonvarianten packas högtryckskomprimerade fat vilket ger en avsevärt större mängd järn/stål än vad som ingår i B.12.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av både avfallstypen och kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E7.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Soporna består av komprimerade eller icke komprimerade sopsäckar innehållande t ex textilier, papper, isolering, mindre bitar av aluminium, koppar och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E7.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd eller 20-fot helhöjd.

Halvhöjdscontainern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg.

Helhöjdscontainern har en höjd på 2,6 m men i övrigt samma geometri och tjocklek som halvhöjdscontainern. Den har en tomvikt på 2 200 kg. Helhöjdscontainerns golv kan bestå av ca 15–30 mm plywood med bärande stålkonstruktion. Plywoodgolvet väger ca 310 kg.

Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en 20-fotscontainer inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen för en halvhöjdscontainer är 20 m³ och för en helhöjdscontainer 40 m³.

E7.1.3 Behandling

Brännbart avfall som till följd av för högt aktivitetsinnehåll inte får brännas blandas med komprimerbart avfall och komprimeras samt inplastas. Icke brännbart och icke komprimerbart avfall placeras i plastsäckar, plåtfat eller fatlådor alternativt placeras direkt, utan behandling, i containern.

Det eftersträvas alltid att få så hög fyllnadsvolym som möjligt, denna kan dock variera stort beroende på avfallets karaktär. Voiden i ett avfallskolli antas vara 7,5 m³ för båda typerna av emballage även om det är troligt att det är mer void i de större emballagen.

E7.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 1 GBq/container. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E7.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E7-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen B.12 började produceras 1984 och har deponerats sedan 1990. Kolonvarianten B.12:1 började produceras 1984 och har deponerats sedan 1990.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 12 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2 kollin per år till och med år 2020. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E7-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.12 halvhöjd	B.12 helhöjd	B.12:1 halvhöjd
Deponerade	1BLA	171	33	22
Prognostiserade	(BLA)	0	28	0

E7.2 Medelkoli för avfallstypen

E7.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E7-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.12. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E7-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.12 halvhöjd	B.12 helhöjd	B.12:1 halvhöjd
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	100	100	100
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	15	15	15
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	500	500	500
Järn/stål [kg]	Avfall	4 500	4 500	7 720
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	229	229	862
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	400	400	400
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	3 000	3 000	3 000
Cellulosa [kg]	Emballage	–	310	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	2 200	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	150	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5	7,5	7,5

E7.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E7-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.12 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E7-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.12/B.12:1 halvhöjd [Bq]	B.12 helhöjd [Bq]	Nuklid	B.12/B.12:1 halvhöjd [Bq]	B.12 helhöjd [Bq]
H-3	6,39E+02	2,62E+03	Pm-147	7,65E-03	1,80E+00
Be-10	3,30E-01	6,41E-01	Sm-151	1,89E+04	5,25E+04
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	1,26E+01	6,81E+01
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	1,66E+03	1,45E+04
Cl-36	3,30E+02	6,41E+02	Eu-155	6,39E+00	1,75E+02
Fe-55	1,55E+00	1,36E+02	Ho-166m	2,10E+03	4,11E+03
Co-60	1,80E+04	2,25E+05	U-232	9,22E-03	2,04E-02
Ni-59	5,50E+05	1,07E+06	U-234	6,85E-01	1,33E+00
Ni-63	2,53E+07	5,37E+07	U-235	1,37E-02	2,67E-02
Se-79	4,73E+01	1,18E+02	U-236	4,83E-03	9,09E-03
Sr-90	5,56E+04	1,47E+05	U-238	2,74E-01	5,33E-01
Zr-93	5,50E+02	1,07E+03	Np-237	3,41E-01	6,39E-01
Nb-93m	1,82E+04	6,20E+04	Pu-238	1,08E+03	2,33E+03
Nb-94	5,48E+03	1,07E+04	Pu-239	2,85E+02	5,54E+02
Mo-93	8,97E+02	1,43E+03	Pu-240	4,01E+02	7,81E+02
Tc-99	2,04E+03	4,97E+03	Pu-241	1,81E+03	6,63E+03
Pd-107	1,18E+01	2,95E+01	Pu-242	2,06E+00	4,00E+00
Ag-108m	2,91E+04	5,77E+04	Am-241	3,04E+03	5,93E+03
Cd-113m	1,28E+02	6,67E+02	Am-242m	4,63E+00	9,58E+00
Sn-126	5,91E+00	1,47E+01	Am-243	2,04E+01	3,97E+01
Sb-125	1,08E-01	4,41E+00	Cm-243	2,06E+00	5,44E+00
I-129	2,03E+00	4,34E+01	Cm-244	8,84E+01	2,82E+02
Cs-134	2,72E-05	5,66E-04	Cm-245	2,04E-01	3,97E-01
Cs-135	2,29E+00	1,39E+02	Cm-246	5,42E-02	1,06E-01
Cs-137	1,79E+06	6,24E+06			
Ba-133	2,97E+01	1,40E+02			

E8 B.12:D/B.12C:D/B.12S:D

E8.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna B.12:D, B.12C:D och B.12S:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från BKAB. B.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall. B.12C:D innehåller betong och B.12S:D innehåller sand.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Jönsson (2013) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E8.1.1 Avfall

Skrotavfallet i B.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i B.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstypen R.12 från driftavfall. Avfallet i B.12C:D består av betong från biologiska skärmen samt kontaminerad betong från kontrollerat område i anläggningen. Avfallet i B.12S:D består av sand från sandbäddarna i system 341.

E8.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containerer av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Containeren har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containerer försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E8.1.3 Behandling

Skrotavfallet, betongavfallet och sanden antas packas med en packningsgrad på 1,1 ton/ m³.

Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall.

E8.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E8.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E8-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2023–2029. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E8-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.12:D skrotavfall	B.12:D sekundäravfall	B.12C:D	B.12S:D
Prognostiserade	(BLA)	267	30	389	190

E8.2 Medelkoli för avfallstypen

E8.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E8-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.12:D, B.12C:D och B.12S:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E8-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.12:D skrotavfall	B.12:D sekundäravfall	B.12C:D	B.12S:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	16 500	–
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 500	4 500	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	846	229	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–	16 500
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	7,5	8,1	4,3

E8.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E8-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.12:D, B.12C:D och B.12S:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E8-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.12:D [Bq]	B.12C:D [Bq]	B.12S:D [Bq]	Nuklid	B.12:D [Bq]	B.12C:D [Bq]	B.12S:D [Bq]
H-3	2,49E+01	2,31E+08	0,00E+00	Cs-137	5,81E+05	1,76E+06	2,96E+06
Be-10	0,00E+00	1,74E+00	0,00E+00	Ba-133	1,42E-04	1,19E+04	0,00E+00
C-14 org	8,47E+03	4,85E+03	0,00E+00	Pm-147	2,57E-04	1,56E-02	0,00E+00
C-14 oorg	2,20E+05	1,26E+05	0,00E+00	Sm-151	3,11E+02	1,13E+07	0,00E+00
C-14 ind	2,25E+05	2,27E+06	0,00E+00	Eu-152	1,85E-01	2,26E+07	0,00E+00
Cl-36	3,04E+04	7,55E+04	0,00E+00	Eu-154	1,17E+01	1,41E+05	0,00E+00
Ca-41	8,10E+05	7,47E+06	0,00E+00	Eu-155	3,53E-02	6,60E+02	0,00E+00
Fe-55	6,10E+01	2,44E+01	0,00E+00	Ho-166m	5,66E-03	1,78E+05	0,00E+00
Co-60	7,65E+04	4,86E+04	0,00E+00	U-232	4,75E-03	2,21E-03	0,00E+00
Ni-59	2,53E+06	4,47E+05	0,00E+00	U-235	2,39E-05	3,21E-04	0,00E+00
Ni-63	1,99E+08	3,36E+07	0,00E+00	U-236	3,54E-01	1,65E-01	0,00E+00
Se-79	5,28E-02	2,65E+00	0,00E+00	Np-237	3,66E-01	1,72E-01	0,00E+00
Sr-90	2,20E+04	2,90E+04	3,59E+05	Pu-238	1,72E+03	1,11E+03	0,00E+00
Zr-93	1,34E+04	5,87E+03	0,00E+00	Pu-239	4,34E+02	5,82E+03	0,00E+00
Nb-93m	4,44E+06	1,60E+06	0,00E+00	Pu-240	7,11E+02	5,59E+02	0,00E+00
Nb-94	1,10E+05	6,47E+04	0,00E+00	Pu-241	2,13E+03	1,00E+03	0,00E+00
Mo-93	1,80E+04	5,98E+02	0,00E+00	Pu-242	2,50E+00	1,16E+00	0,00E+00
Tc-99	4,14E+03	2,39E+03	0,00E+00	Am-241	1,99E+03	1,01E+03	0,00E+00
Pd-107	7,72E-02	2,29E-01	0,00E+00	Am-242m	6,52E+00	3,03E+00	0,00E+00
Ag-108m	6,46E+04	1,36E+06	0,00E+00	Am-243	2,75E+01	1,27E+01	0,00E+00
Cd-113m	4,98E-03	3,07E+02	0,00E+00	Cm-243	2,57E+00	1,20E+00	0,00E+00
Sn-126	9,13E-01	1,10E+00	0,00E+00	Cm-244	1,60E+02	7,50E+01	0,00E+00
Sb-125	3,90E-01	1,35E-02	0,00E+00	Cm-245	3,02E-01	1,40E-01	0,00E+00
I-129	2,97E+00	6,46E+00	4,22E+00	Cm-246	9,26E-02	4,29E-02	0,00E+00
Cs-134	3,77E-05	2,05E-03	0,00E+00				
Cs-135	3,26E+01	7,64E+01	7,20E+02				

E9 B.20

E9.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.20 består av stålcontainrar innehållande plåtfat med lågaktiv bitumeningjuten jonbytarmassa från BKAB. Avfallstypen är nästan identisk med avfallstyp B.05 och B.06, skillnaden är mängden radionuklider och dosrat.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E9.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av både pulverformig och mald kornformig jonbytarmassa från systemen reaktorvattenrening (system 331), avfallsanläggningens reningssystem (system 342), reningssystem för bränsle- och hanteringsbassänger (system 324) samt kondensatreningssystemet (332).

E9.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat som placeras i en ISO-container med dimensionen 20-fot halvhöjd. Det går i snitt 39,3 fat i en container.

Plåtfatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet är gjort av kolstål och har en tomvikt på ca 23 kg.

Containern är gjord av kolstål och har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg.

Max tillåten vikt för ett plåtfat inklusive avfall är 500 kg. Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen för en container är 20 m³.

E9.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas, värmebehandlas och blandas med bitumen innan påfyllning sker i plåtfaten. Ca 150 kg bitumen används per kolla, men innehållet kan variera mellan 123–175 kg. Totala fyllnadsvolymen i ett plåtfat är ca 86 %. Efter påfyllning förses faten med lock.

E9.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetsinnehållet får ej överstiga 5 GBq/fat, dvs mindre än 200 GBq/container. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E9.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E9-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen B.20 började produceras 1974 och har deponerats sedan 1989.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E9-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.20
Deponerade	1BLA	12
Prognostiserade	–	0

E9.2 Medelkoli för avfallstypen

E9.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E9-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.20. Materialdata avser en container inklusive fat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E9-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.20
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	1 967
Järn/stål [kg]	Emballage (fat)	905
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (fat)	98
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fat)	1,2
Järn/stål [kg]	Emballage (container)	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (container)	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (container)	1,5
Bitumen [kg]	Matris	5 900
Övrigt oorganiskt [kg]	Matris	20
Void [m ³]	Matris	7,5

E9.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E9-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.20 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container inklusive fat.

Tabell E9-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.20 [Bq]	Nuklid	B.20 [Bq]	Nuklid	B.20 [Bq]
H-3	4,49E+00	Ag-108m	5,38E+02	U-235	1,64E-01
Be-10	6,27E-03	Cd-113m	2,96E-02	U-236	1,41E-01
C-14 org	1,99E+06	Sn-126	3,05E-03	U-238	1,21E-01
C-14 oorg	5,19E+07	Sb-125	1,83E-05	Np-237	8,40E-01
Cl-36	5,08E+05	I-129	1,05E-03	Pu-238	2,96E+01
Fe-55	2,20E-04	Cs-134	3,14E-11	Pu-239	2,29E+00
Co-60	3,05E+01	Cs-135	1,18E-03	Pu-240	3,21E+00
Ni-59	1,04E+04	Cs-137	6,37E+02	Pu-241	6,22E+00
Ni-63	4,27E+05	Ba-133	1,75E-01	Pu-242	1,66E-02
Se-79	2,44E-02	Pm-147	3,12E-08	Am-241	2,49E+01
Sr-90	2,27E+02	Sm-151	8,60E+00	Am-242m	3,43E-02
Zr-93	1,05E+01	Eu-152	2,82E-03	Am-243	1,64E-01
Nb-93m	1,62E+02	Eu-154	2,25E-01	Cm-243	1,10E-02
Nb-94	1,04E+02	Eu-155	2,72E-04	Cm-244	1,78E-01
Mo-93	1,70E+01	Ho-166m	3,95E+01	Cm-245	1,64E-03
Tc-99	3,88E+01	U-232	6,24E-05	Cm-246	4,35E-04
Pd-107	6,10E-03	U-234	5,52E-03		

E10 B.23

E10.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.23 består av plåtkokiller innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor och skrot från BKAB. Avfallstypen kommer även att innehålla en mindre mängd rivningsavfall i form av filter från systemdekontamineringen.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter från BKAB:s avfallsplan och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E10.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Soporna består av brännbara och icke brännbara material som t ex textilier, papper och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och ventiler. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E10.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Den är gjord av kolstål och har en vägg tjocklek på 5 mm och en botten tjocklek på 6 mm. Kokillen innehåller även pressplåtar. Plåtkokillen inklusive pressplåtar väger ca 660 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E10.1.3 Behandling

Avfallet placeras direkt i kokillen. Kompakterbart avfall kompakteras. Återfjädring och uppflytning vid efterföljande kringgjutning förhindras av speciella pressplåtar eller armeringsstänger vilka fästs i kokillväggen. När kokillen är maximalt fylld kringgjuts avfallet med betong. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 %. När betongen fått hårdna i två dygn gjuts ett lock med en tjocklek av minst 10 cm på plats.

E10.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetinnehållet får ej överstiga 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E10.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E10-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga deponerade kollin av avfallstyp B.23 i SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 25 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2 kollin per år till och med år 2016. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E10-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.23
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BMA)	33

E10.2 Medelkolli för avfallstypen

E10.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E10-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E10-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.23
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	4,0
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,60
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	44
Järn/stål [kg]	Avfall	100
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	5,1
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	100
Betong [kg]	Emballage (lock)	500
Järn/stål [kg]	Emballage	661
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	23
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Betong [kg]	Matris	1 356
Void [m ³]	Matris	0,43

E10.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E10-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E10-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.23 [Bq]	Nuklid	B.23 [Bq]	Nuklid	B.23 [Bq]
H-3	7,90E+04	Cs-135	6,10E+03	Cm-243	1,47E+02
Be-10	1,56E+01	Cs-137	1,46E+08	Cm-244	8,01E+03
C-14 org	0,00E+00	Ba-133	4,31E+03	Cm-245	9,67E+00
C-14 oorg	0,00E+00	Pm-147	4,15E+01	Cm-246	2,57E+00
Cl-36	1,56E+04	Sm-151	1,13E+06		
Fe-55	3,72E+03	Eu-152	1,77E+03		
Co-60	7,36E+06	Eu-154	4,06E+05		
Ni-59	2,60E+07	Eu-155	5,04E+03		
Ni-63	1,35E+09	Ho-166m	1,00E+05		
Se-79	2,44E+03	U-232	5,20E-01		
Sr-90	3,97E+06	U-234	3,24E+01		
Zr-93	2,60E+04	U-235	6,49E-01		
Nb-93m	1,80E+06	U-236	2,18E-01		
Nb-94	2,59E+05	U-238	1,30E+01		
Mo-93	2,57E+04	Np-237	1,53E+01		
Tc-99	1,39E+05	Pu-238	5,88E+04		
Pd-107	6,10E+02	Pu-239	1,35E+04		
Ag-108m	1,41E+06	Pu-240	1,90E+04		
Cd-113m	1,72E+04	Pu-241	1,95E+05		
Sn-126	3,05E+02	Pu-242	9,72E+01		
Sb-125	4,37E+02	Am-241	1,44E+05		
I-129	1,83E+03	Am-242m	2,39E+02		
Cs-134	5,52E-01	Am-243	9,67E+02		

E11 B.23:D

E11.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen B.23:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från BKAB. Den består av plåtkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt skrotavfall eller sekundäravfall.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för avfallet. Avfallsmaterial och aktivitetsinnehåll har beräknats baserat på Jönsson (2013) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstypen.

E11.1.1 Avfall

Skrotavfallet består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet antas bestå av sopor och skrot likt avfallstyp B.23 från driftavfall.

E11.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Den är gjord av kolstål och har en vägg tjocklek på 5 mm och en botten tjocklek på 6 mm. Kokillen innehåller även pressplåtar. Plåtkokillen inklusive pressplåtar väger ca 660 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E11.1.3 Behandling

Skrotavfallet antas packas med en packningsgrad på 1,1 ton/ m³. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden beräknas till ca 26 % av emballagets innervolym, detta för att inte överstiga maxvikten för ett kolli.

Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp B.23 från driftavfall.

E11.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från BKAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E11.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E11-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2023–2029. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E11-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	B.23:D skrotavfall	B.23:D sekundäravfall
Prognostiserade	(BMA)	486	122

E11.2 Medelkolli för avfallstypen

E11.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E11-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp B.23:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E11-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	B.23:D skrotavfall	B.23:D sekundäravfall
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	4,0
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	0,60
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	–	44
Järn/stål [kg]	Avfall	1 870	100
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	96	5,1
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	100
Betong [kg]	Emballage (lock)	500	500
Järn/stål [kg]	Emballage	661	661
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	23	23
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0	5,0–6,0
Betong [kg]	Matris	1 944	1 356
Void [m ³]	Matris	0,44	0,43

E11.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E11-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp B.23:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E11-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	B.23:D [Bq]	Nuklid	B.23:D [Bq]	Nuklid	B.23:D [Bq]
H-3	3,88E+03	Tc-99	1,56E+04	U-232	2,41E-01
Be-10	4,17E-03	Pd-107	4,19E+06	U-235	8,09E-04
C-14 org	4,12E+04	Ag-108m	6,37E+05	U-236	1,47E+01
C-14 oorg	1,07E+06	Cd-113m	6,98E-02	Np-237	1,46E+01
C-14 ind	9,35E+04	Sn-126	6,25E+00	Pu-238	6,54E+04
Cl-36	3,64E+02	Sb-125	2,86E+01	Pu-239	1,47E+04
Ca-41	0,00E+00	I-129	6,78E+00	Pu-240	2,53E+04
Fe-55	7,23E+02	Cs-134	2,96E-05	Pu-241	8,68E+04
Co-60	3,26E+06	Cs-135	4,17E+01	Pu-242	1,04E+02
Ni-59	1,53E+08	Cs-137	1,23E+06	Am-241	5,47E+04
Ni-63	1,23E+10	Ba-133	1,46E-04	Am-242m	2,70E+02
Se-79	5,52E-02	Pm-147	1,66E-03	Am-243	1,14E+03
Sr-90	5,33E+05	Sm-151	2,12E+03	Cm-243	1,06E+02
Zr-93	4,73E+05	Eu-152	1,25E+00	Cm-244	6,54E+03
Nb-93m	2,68E+08	Eu-154	7,85E+01	Cm-245	1,25E+01
Nb-94	5,63E+06	Eu-155	2,33E-01	Cm-246	9,25E+00
Mo-93	9,71E+04	Ho-166m	3,87E-02		

E12 C.01:9

E12.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från Clab. Avfallstypen har tillverkats av OKG men kollina ägs av Clab eftersom avfallet i dem kommer från Clab. För att särskilja avfallet som ägs av Clab från avfall som ägs av OKG med samma avfallstyp benämns avfallstypen i föreliggande rapport med bokstaven C. I verkligheten är avfallet deponerat med bokstaven O. Se vidare beskrivning av avfallstypen i avsnitt E33, O.01:9.

E12.2 Medelkolli för avfallstypen

Se uppgifter om medelkolli för avfallstypen i avsnitt E33, O.01:9.

E13 C.02

E13.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen C.02 består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbyttmassor och filterhjälpmedel från Clab/Clink.

Avfallstypen har tidigare deponerats som avfallstyp O.02. Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E13.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av både pulverformig och kornformig jonbyttmassa samt inert filterhjälpmedel från systemen kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger (system 313), kyl- och reningssystem för förvaringsbassänger (system 324), system för rening av processvatten (system 371) samt system för rening av golvdränage (system 372).

E13.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och vägg tjockleken 10 cm. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. Kokillen är försedd med invändigt foder i form av en expansionskassetten, en omrörare av engångstyp samt stänkplåt. Expansionskassetten består av ett 20 mm tjockt tryckupptagande skikt av plast som väger ca 10 kg. Omröraren är gjord av kolstål och väger ca 16 kg. Kokillen har en tomvikt på ca 1 600 kg, inklusive vikten för expansionskassetten, omröraren och stänkplåten.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg.

Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E13.1.3 Behandling

Avfallet placeras i tankar i avfallsbehandlingsanläggningen innan det pumpas in i betongkokillen där cement adderas under omblandning. Efter avslutad cementdosering fortgår omblandning tills en homogen avfalls- och cementmatris erhållits. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli med expansionskassetten är ca 67 %. Matrisen får härda i minst två dygn innan ett betonglock gjuts på kollit. Locktjockleken är minst 10 cm.

E13.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Clab/Clink till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetinnehållet får ej överstiga 0,55 TBq för Co-60 och 0,02 TBq för Cs-137. Högst tillåtna ytdosrat är 300 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E13.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E13-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen C.02 började produceras 1986 och har deponerats sedan 1989.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 251 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 15 kollin per år till och med år 2025 och därefter 17 kollin per år till och med år 2070. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E13-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.02
Deponerade	Silo	150
Prognostiserade	(Silo)	1 211

E13.2 Medelkoli för avfallstypen**E13.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E13-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.02. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E13-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.02
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	3,7
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	130
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 540
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E13.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E13-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.02 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E13-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.02 [Bq]	Nuklid	C.02 [Bq]	Nuklid	C.02 [Bq]
H-3	1,49E+06	Ag-108m	5,00E+06	U-235	1,78E+01
Be-10	5,35E+01	Cd-113m	3,19E+04	U-236	2,67E+02
C-14 org	1,42E+07	Sn-126	1,35E+02	U-238	3,56E+02
C-14 oorg	3,31E+07	Sb-125	2,21E+07	Np-237	3,95E+02
Cl-36	5,35E+04	I-129	4,54E+03	Pu-238	6,13E+06
Fe-55	1,23E+09	Cs-134	3,12E+06	Pu-239	3,70E+05
Co-60	4,39E+09	Cs-135	8,77E+03	Pu-240	5,21E+05
Ni-59	8,92E+07	Cs-137	1,11E+08	Pu-241	2,15E+07
Ni-63	5,32E+09	Ba-133	1,21E+05	Pu-242	2,67E+03
Se-79	1,08E+03	Pm-147	3,06E+06	Am-241	3,28E+06
Sr-90	2,07E+07	Sm-151	5,86E+05	Am-242m	7,19E+03
Zr-93	8,92E+04	Eu-152	3,55E+03	Am-243	2,46E+05
Nb-93m	2,04E+07	Eu-154	2,80E+06	Cm-243	1,45E+04
Nb-94	8,91E+05	Eu-155	7,85E+05	Cm-244	6,22E+05
Mo-93	3,58E+05	Ho-166m	3,48E+05	Cm-245	2,66E+02
Tc-99	8,07E+05	U-232	1,75E+01	Cm-246	7,07E+01
Pd-107	2,71E+02	U-234	8,89E+02		

E14 C.12:D/C.12C:D

E14.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna C.12:D och C.12C:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från Clink. C.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall och C.12C:D innehåller betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Edelborg et al. (2014) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E14.1.1 Avfall

Skrotavfallet i C.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i C.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstypen R.12 från driftavfall. Avfallet i C.12C:D kommer framförallt från kontaminerad betong bakom bassängplåten i förvaringsbassängerna.

E14.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern har en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E14.1.3 Behandling

En container C.12:D antas fyllas med ca 16 200 kg skrotavfall. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. En container C.12C:D antas fyllas med ca 15 700 kg betongavfall.

E14.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Clink till SFR genomförs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E14.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E14-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2073–2075. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E14-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.12:D skrotavfall	C.12:D sekundäravfall	C.12C:D
Prognostiserade	(BLA)	9	2	7

E14.2 Medelkolli för avfallstypen

E14.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E14-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.12:D och C.12C:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E14-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.12:D skrotavfall	C.12:D sekundäravfall	C.12C:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	15 714
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 189	4 500	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	830	229	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	7,5	8,5

E14.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E14-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.12:D och C.12C:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E14-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.12:D [Bq]	C.12C:D [Bq]	Nuklid	C.12:D [Bq]	C.12C:D [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	0,00E+00	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	Eu-155	0,00E+00	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Ho-166m	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	U-232	0,00E+00	0,00E+00
C-14 ind	0,00E+00	0,00E+00	U-235	0,00E+00	0,00E+00
Cl-36	0,00E+00	0,00E+00	U-236	0,00E+00	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	Np-237	0,00E+00	0,00E+00
Fe-55	1,54E+06	1,57E+05	Pu-238	9,53E+02	9,43E+01
Co-60	6,16E+07	6,29E+06	Pu-239	1,65E+02	1,63E+01
Ni-59	1,08E+06	1,07E+05	Pu-240	2,29E+02	2,83E+01
Ni-63	1,33E+08	1,32E+07	Pu-241	5,54E+03	5,66E+02
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	Pu-242	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	0,00E+00	1,07E+05	Am-241	1,65E+02	1,63E+01
Zr-93	4,52E+03	4,46E+02	Am-242m	0,00E+00	0,00E+00
Nb-93m	1,50E+07	1,51E+06	Am-243	1,33E+01	1,32E+00
Nb-94	5,15E+04	5,09E+03	Cm-243	0,00E+00	0,00E+00
Mo-93	6,36E+03	6,29E+02	Cm-244	2,94E+02	2,95E+01
Tc-99	9,55E+02	9,43E+01	Cm-245	0,00E+00	0,00E+00
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	Cm-246	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	1,40E+05	1,51E+04			
Cd-113m	0,00E+00	0,00E+00			
Sn-126	0,00E+00	0,00E+00			
Sb-125	8,61E+03	9,43E+02			
I-129	0,00E+00	1,26E+01			
Cs-134	0,00E+00	2,20E+02			
Cs-135	0,00E+00	0,00E+00			
Cs-137	0,00E+00	1,63E+07			
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00			
Pm-147	0,00E+00	0,00E+00			
Sm-151	0,00E+00	0,00E+00			
Eu-152	0,00E+00	0,00E+00			

E15 C.16:D

E15.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen C.16:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från Clink. Den består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor från systemdekontaminering.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Edelborg et al. (2014) kompletterat med antaganden om emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, antas gälla för avfallstypen.

E15.1.1 Avfall

Avfallet består av jonbytarmassa som uppkommit vid systemdekontaminering inför rivning.

E15.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock och botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänkplåt.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg.

Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E15.1.3 Behandling

Kokillen antas volymmässigt fyllas med lika delar jonbytarmassa och cement. Avfallsmatrisen homogeniseras med hjälp av omröraren. Voiden hos ett kolli antas vara ca 10 %. Matrisen får härda innan ett stållock placeras på kokillen.

E15.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E15.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E15-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2074. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E15-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.16:D
Prognostiserade	(Silo)	7

E15.2 Medelkolli för avfallstypen

E15.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E15-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.16:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E15-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.16:D
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	803
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	1 836
Järn/stål [kg]	Matris	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,17

E15.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E15-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.16:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E15-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.16:D [Bq]	Nuklid	C.16:D [Bq]	Nuklid	C.16:D [Bq]
H-3	0,00E+00	Sb-125	4,49E+06	Am-242m	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	I-129	0,00E+00	Am-243	6,75E+03
C-14 org	0,00E+00	Cs-134	0,00E+00	Cm-243	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	Cs-135	0,00E+00	Cm-244	1,51E+05
C-14 ind	0,00E+00	Cs-137	0,00E+00	Cm-245	0,00E+00
Cl-36	0,00E+00	Ba-133	0,00E+00	Cm-246	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	Pm-147	0,00E+00		
Fe-55	8,02E+08	Sm-151	0,00E+00		
Co-60	3,21E+10	Eu-152	0,00E+00		
Ni-59	5,46E+08	Eu-154	0,00E+00		
Ni-63	6,75E+10	Eu-155	0,00E+00		
Se-79	0,00E+00	Ho-166m	0,00E+00		
Sr-90	0,00E+00	U-232	0,00E+00		
Zr-93	2,28E+06	U-235	0,00E+00		
Nb-93m	7,71E+09	U-236	0,00E+00		
Nb-94	2,60E+07	Np-237	0,00E+00		
Mo-93	3,21E+06	Pu-238	4,82E+05		
Tc-99	4,82E+05	Pu-239	8,35E+04		
Pd-107	0,00E+00	Pu-240	1,16E+05		
Ag-108m	7,07E+07	Pu-241	2,86E+06		
Cd-113m	0,00E+00	Pu-242	0,00E+00		
Sn-126	0,00E+00	Am-241	8,35E+04		

E16 C.23**E16.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen C.23 består av betongkokiller innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor och skrot från Clab/Clink. C.23 deponerades tidigare under avfallstypen O.23.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E16.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Skrot i form av aktiva komponenter/delar såsom ventiler, rörbitar, packningar, filter och dylikt samt sopor i form av t ex plast, trasor, emballage och betong.

E16.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och vägg tjockleken 10 cm. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. Kokillen har en tomvikt på ca 1 600 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg.

Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E16.1.3 Behandling

Avfallet placeras direkt i kokiller och förankras med speciella fasthållningsanordningar för att förhindra uppflytning då betongen tillsätts. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 % av innervolymen. Efter kringgjutning får matrisen härda i två dygn innan ett betonglock gjuts på plats.

E16.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Clab/Clink till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt aktivitetsinnehåll per kokill är 5–500 GBq. Aktivitetsinnehållet får ej överstiga 0,96 TBq för Co-60 och 0,014 TBq för Cs-137. Normalt uppmätt värde på ytdosrat är 1–15 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E16.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E16-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen C.23 började produceras 1986 och har deponerats sedan 1993.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 15 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av ett kolli per år till och med år 2025 och därefter två kollin per år till och med år 2070. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E16-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.23
Deponerade	1BMA	43
Prognostiserade	(BMA)	118

E16.2 Medelkolli för avfallstypen

E16.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E16-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E16-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.23
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	3,5
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,50
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	30
Järn/stål [kg]	Avfall	105
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	5,3
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Slam [kg]	Avfall	53
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	18
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	67
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Betong [kg]	Matris	565
Void [m ³]	Matris	0,25

E16.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E16-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E16-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.23 [Bq]	Nuklid	C.23 [Bq]
H-3	9,81E+05	Pm-147	3,66E+06
Be-10	3,58E+01	Sm-151	7,05E+05
C-14 org	0,00E+00	Eu-152	4,22E+03
C-14 oorg	0,00E+00	Eu-154	3,34E+06
Cl-36	3,58E+04	Eu-155	9,38E+05
Fe-55	8,16E+08	Ho-166m	2,32E+05
Co-60	2,91E+09	U-232	1,15E+00
Ni-59	5,96E+07	U-234	5,88E+01
Ni-63	3,54E+09	U-235	1,18E+00
Se-79	1,30E+03	U-236	1,77E+01
Sr-90	1,31E+07	U-238	2,35E+01
Zr-93	5,96E+04	Np-237	2,58E+01
Nb-93m	1,34E+07	Pu-238	5,96E+05
Nb-94	5,95E+05	Pu-239	2,45E+04
Mo-93	4,96E+05	Pu-240	3,46E+04
Tc-99	1,04E+06	Pu-241	1,40E+06
Pd-107	3,26E+02	Pu-242	1,76E+02
Ag-108m	3,33E+06	Am-241	1,93E+05
Cd-113m	3,80E+04	Am-242m	4,75E+02
Sn-126	1,63E+02	Am-243	3,85E+04
Sb-125	6,74E+04	Cm-243	4,66E+02
I-129	1,18E+04	Cm-244	5,87E+04
Cs-134	2,24E+06	Cm-245	1,76E+01
Cs-135	2,09E+04	Cm-246	4,68E+00
Cs-137	1,33E+08		
Ba-133	8,01E+04		

E17 C.4K23:D

E17.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen C.4K23:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från Clink. Den består av fyrkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt skrotavfall.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Edelborg et al. (2014) kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstypen.

E17.1.1 Avfall

Avfallet består huvudsakligen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter.

E17.1.2 Emballage

Avfallet packas i fyrkokiller. Fyrkokillen är en kokill i plåt med yttermått 2,4×2,4×1,2 m. Tjockleken på väggarna är 4 mm, golvet 8 mm och locket 15 mm. Emballaget väger ca 1700 kg.

Max tillåten vikt för en fyrkokill inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 6,912 m³.

E17.1.3 Behandling

Fyrkokillen antas fyllas med ca 6 700 kg avfall. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden uppskattas till 25 % av emballagets innervolym.

E17.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Färdigbehandlat kolli mäts med avseende på gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Ytkontaminationen får inte överstiga 40 kBq/m² för lös ytkontamination.

E17.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E17-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2073–2075. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E17-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.4K23:D
Prognostiserade	(BMA)	3

E17.2 Medelkolli för avfallstypen

E17.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E17-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.4K23:D. Materialdata avser en fyrkokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E17-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.4K23:D
Järn/stål [kg]	Avfall	6 667
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	342
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Järn/stål [kg]	Emballage	1 722
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	46
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	4,0–15
Betong [kg]	Matris	9 649
Void [m ³]	Matris	1,6

E17.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E17-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.4K23:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en fyrkokill.

Tabell E17-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.4K23:D [Bq]	Nuklid	C.4K23:D [Bq]	Nuklid	C.4K23:D [Bq]
H-3	0,00E+00	Cd-113m	0,00E+00	Pu-240	2,88E+04
Be-10	0,00E+00	Sn-126	0,00E+00	Pu-241	7,12E+05
C-14 org	0,00E+00	Sb-125	1,12E+06	Pu-242	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	I-129	0,00E+00	Am-241	2,08E+04
C-14 ind	0,00E+00	Cs-134	0,00E+00	Am-242m	0,00E+00
Cl-36	0,00E+00	Cs-135	0,00E+00	Am-243	1,68E+03
Ca-41	0,00E+00	Cs-137	0,00E+00	Cm-243	0,00E+00
Fe-55	2,00E+08	Ba-133	0,00E+00	Cm-244	3,76E+04
Co-60	8,00E+09	Pm-147	0,00E+00	Cm-245	0,00E+00
Ni-59	1,36E+08	Sm-151	0,00E+00	Cm-246	0,00E+00
Ni-63	1,68E+10	Eu-152	0,00E+00		
Se-79	0,00E+00	Eu-154	0,00E+00		
Sr-90	0,00E+00	Eu-155	0,00E+00		
Zr-93	5,68E+05	Ho-166m	0,00E+00		
Nb-93m	1,92E+09	U-232	0,00E+00		
Nb-94	6,48E+06	U-235	0,00E+00		
Mo-93	8,00E+05	U-236	0,00E+00		
Tc-99	1,20E+05	Np-237	0,00E+00		
Pd-107	0,00E+00	Pu-238	1,20E+05		
Ag-108m	1,76E+07	Pu-239	2,08E+04		

E18 C.24**E18.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen C.24 består av betongkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt fast avfall i form av komponenter och skrot av stål från Clab/Clink.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E18.1.1 Avfall

Avfallet består av komponenter och skrot av stål, stållegeringar eller annat material innehållande aktivitet, t ex ventiler eller filter för rening av vatten och luft.

E18.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggarna är 10 cm tjocka. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en vikt på 274 kg. Kokillens tomvikt är ca 1 600 kg. Kokillen innehåller normalt en stålbehållare som väger ca 420 kg. Även andra innerbehållare kan komma att användas, t ex olika typer av plåtfat samt fatkorg.

Max tillåten vikt för kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E18.1.3 Behandling

När kokillen fyllts med avfall inklusive eventuella innerbehållare sker kringgjutning med betong. Voiden i ett kולי antas vara ca 25 % av innervolymen. Efter att kringgjutningsbruket härdat förses kokillen med ett lock vilket gjuts på plats.

E18.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Clab/Clink till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetinnehållet får ej överstiga 500 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 300 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E18.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E18-1 presenteras antal kollin till SFR.

Inga kollin finns deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 54 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2 kollin per år till och med år 2025 och därefter 6 kollin per år till och med år 2070. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E18-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	C.24
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(Silo)	350

E18.2 Medelkoli för avfallstypen

E18.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E18-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp C.24. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E18-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	C.24
Cellulosa [kg]	Avfall	35
Järn/stål [kg]	Avfall	17
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	0,9
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	24
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Betong [kg]	Matris	1 000
Järn/stål [kg]	Matris (stålbehållare)	420
Järn/stål yta [m ²]	Matris (stålbehållare)	21
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (stålbehållare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,25

E18.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E18-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp C.24 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E18-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	C.24 [Bq]	Nuklid	C.24 [Bq]	Nuklid	C.24 [Bq]
H-3	3,29E+06	Ag-108m	8,52E+06	U-235	2,96E+00
Be-10	9,00E+01	Cd-113m	9,93E+06	U-236	4,45E+01
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	3,25E+04	U-238	5,92E+01
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	2,90E+08	Np-237	6,33E+01
Cl-36	9,00E+04	I-129	1,95E+05	Pu-238	1,61E+06
Fe-55	2,83E+09	Cs-134	6,16E+08	Pu-239	6,17E+04
Co-60	1,01E+10	Cs-135	6,50E+05	Pu-240	8,71E+04
Ni-59	1,50E+08	Cs-137	3,15E+10	Pu-241	4,63E+06
Ni-63	9,49E+09	Ba-133	2,72E+05	Pu-242	4,44E+02
Se-79	2,60E+05	Pm-147	1,01E+09	Am-241	4,57E+05
Sr-90	3,95E+07	Sm-151	1,50E+08	Am-242m	1,25E+03
Zr-93	1,50E+05	Eu-152	1,11E+06	Am-243	9,69E+04
Nb-93m	4,38E+07	Eu-154	9,09E+08	Cm-243	1,40E+03
Nb-94	1,50E+06	Eu-155	2,58E+08	Cm-244	1,88E+05
Mo-93	1,49E+05	Ho-166m	5,88E+05	Cm-245	4,43E+01
Tc-99	6,95E+06	U-232	3,17E+00	Cm-246	1,18E+01
Pd-107	6,50E+04	U-234	1,48E+02		

E19 F.BWR:D

E19.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.BWR:D är en antagen avfallstyp för reaktortankar utan interndelar från FKA (reaktor-tank F1, F2 och F3).

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på Anunti et al. (2013).

Acceptanskriterier för BRT är under framtagande, se avsnitt E1.2.1.

E19.1.1 Avfall

Avfallet består av ytkontaminerat och inducerat stål eller stållegeringar (C1070/SIS2333).

E19.1.2 Emballage

Ingen behållare används. Reaktortanken transporteras och lagras hel, utan emballage. Reaktortankarna F1 och F2 har höjden 21,5 m och ytterdiameter 7,2 m. Reaktortank F3 har höjden 21,4 m och ytterdiameter 6,75 m.

Deponeringsvolymen för en reaktortank är cirka 1 190 m³ baserat på ett räbblock med sidan 7,4 m och längden 21,7 m där måtten avser reaktortankmått inklusive 0,1 m luft runt om.

E19.1.3 Behandling

Anslutningar försluts och strålskärning monteras vid behov. Ingen övrig behandling är planerad, med undantag av övertäckning med presenning, målning eller annan ytbehandling som kan utföras för att undvika att eventuell ytkontamination sprids.

Angiven void är baserad på respektive reaktortanks innervolym.

E19.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Färdigbehandlad reaktortank mäts med avseende på ytdosrat. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Reaktortankarna antas vara fria från ytkontamination på utsidan.

E19.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E19-1 presenteras antal kollin till SFR.

Reaktortankarna F1, F2 och F3 antas deponeras under år 2043, 2044 och 2048. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E19-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F1	F2	F3
Prognostiserade	(BRT)	1	1	1

E19.2 Medelkolli för avfallstypen

E19.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E19-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.BWR:D. Materialdata avser en reaktortank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit. Reaktortankarna är invändigt pläterade med ett rostfritt skikt på minst 3 mm.

Tabell E19-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F1	F2	F3
Järn/stål [kg]	Avfall	705 000	705 000	760 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	903	903	880
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	159	159	156
Void [m ³]	Matris	597	597	615

E19.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E19-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.BWR:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en reaktortank.

Tabell E19-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F1		F2		F3	
	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 ind	7,74E+08	0,00E+00	7,74E+08	0,00E+00	8,85E+08	0,00E+00
Cl-36	5,81E+05	0,00E+00	5,81E+05	0,00E+00	6,66E+05	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Fe-55	1,67E+09	4,85E+07	1,93E+09	5,61E+07	5,87E+09	8,30E+08
Co-60	1,04E+10	1,09E+10	1,12E+10	1,17E+10	1,68E+10	4,84E+10
Ni-59	2,82E+09	1,99E+09	2,82E+09	1,99E+09	4,24E+09	1,85E+10
Ni-63	2,18E+11	2,09E+11	2,19E+11	2,10E+11	3,43E+11	1,99E+12
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	0,00E+00	2,33E+09	0,00E+00	3,98E+09	0,00E+00	3,15E+09
Zr-93	0,00E+00	1,99E+06	0,00E+00	2,10E+06	0,00E+00	8,25E+06
Nb-93m	1,79E+10	8,58E+10	1,84E+10	8,79E+10	1,06E+10	1,38E+11
Nb-94	5,45E+07	4,54E+08	5,45E+07	4,54E+08	3,11E+07	6,65E+08
Mo-93	3,15E+08	2,08E+07	3,15E+08	2,08E+07	1,45E+08	4,79E+06
Tc-99	4,23E+07	4,98E+06	4,23E+07	6,19E+06	1,85E+07	3,08E+06
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	0,00E+00	2,12E+08	0,00E+00	2,12E+08	0,00E+00	6,24E+07
Cd-113m	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	0,00E+00	7,04E+04	0,00E+00	1,18E+05	0,00E+00	8,55E+04
Sb-125	1,19E+05	5,95E+05	1,37E+05	6,94E+05	1,72E+05	6,07E+06
I-129	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-135	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pm-147	0,00E+00	1,19E+05	0,00E+00	2,34E+05	0,00E+00	4,84E+05
Sm-151	0,00E+00	3,39E+07	0,00E+00	5,73E+07	0,00E+00	4,07E+07
Eu-152	0,00E+00	6,24E+04	0,00E+00	1,08E+05	0,00E+00	8,78E+04
Eu-154	0,00E+00	9,79E+06	0,00E+00	1,72E+07	0,00E+00	1,79E+07
Eu-155	0,00E+00	2,43E+05	0,00E+00	4,44E+05	0,00E+00	5,92E+05
Ho-166m	0,00E+00	5,57E+02	0,00E+00	9,37E+02	0,00E+00	1,37E+03
U-232	0,00E+00	5,74E+02	0,00E+00	9,72E+02	0,00E+00	8,12E+02
U-235	0,00E+00	1,30E+00	0,00E+00	2,19E+00	0,00E+00	1,36E+00
U-236	0,00E+00	3,67E+04	0,00E+00	6,18E+04	0,00E+00	4,48E+04
Np-237	0,00E+00	4,35E+04	0,00E+00	7,32E+04	0,00E+00	5,39E+04
Pu-238	0,00E+00	2,44E+08	0,00E+00	4,12E+08	0,00E+00	3,39E+08
Pu-239	0,00E+00	3,94E+07	0,00E+00	6,63E+07	0,00E+00	4,69E+07
Pu-240	0,00E+00	5,23E+07	0,00E+00	8,79E+07	0,00E+00	6,19E+07
Pu-241	0,00E+00	1,01E+09	0,00E+00	1,74E+09	0,00E+00	1,49E+09
Pu-242	0,00E+00	2,93E+05	0,00E+00	4,93E+05	0,00E+00	3,67E+05
Am-241	0,00E+00	1,89E+08	0,00E+00	3,17E+08	0,00E+00	2,14E+08
Am-242m	0,00E+00	1,12E+06	0,00E+00	1,89E+06	0,00E+00	1,33E+06
Am-243	0,00E+00	3,84E+06	0,00E+00	6,46E+06	0,00E+00	5,26E+06
Cm-243	0,00E+00	5,71E+05	0,00E+00	9,73E+05	0,00E+00	9,12E+05
Cm-244	0,00E+00	6,08E+07	0,00E+00	1,05E+08	0,00E+00	1,13E+08
Cm-245	0,00E+00	4,75E+04	0,00E+00	7,99E+04	0,00E+00	9,54E+04
Cm-246	0,00E+00	1,67E+04	0,00E+00	2,81E+04	0,00E+00	2,53E+04

E20 F.05:1/F.05:2

E20.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.05 består av standard 200-liters plåtfat innehållande bitumeningjuten låg- och medelaktiv jonbytarmassa från FKA.

Avfallstypen finns endast i två kolonvarianter, F.05:1 och F.05:2. Det vill säga det finns ingen avfallstyp F.05 för deponering. De två kolonvarianterna är så pass lika att de i detta kapitel kommer samredovisas aktivitetsmässigt, dock ej materialmässigt. F.05:1 innehåller jonbytarmassa från Forsmark 1 medan F.05:2 innehåller jonbytarmassa från Forsmark 3.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av de två kolonvarianterna. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E20.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består till största delen av pulverformig jonbytarmassa från kondensatrening (system 332) och vattenrening (system 342/1). Avfallstyp F.05:1 innehåller även pulverformig jonbytarmassa från system 324 och avfallstyp F.05:2 innehåller pulverformig jonbytarmassa från rening av golvdränage/kemivatten (system 342/2). Mald kornformig jonbytarmassa från systemen reaktorrening (system 331) och systemdränagerening (system 342) samt inert filterhjälpmedel förekommer också, i båda avfallstyperna.

E20.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtfat. Fatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet är gjort av kolstål och har en tomvikt på ca 25 kg.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka av kolstål. Fatbrickan har yttermått 1,2×1,2 m och väger ca 66 kg.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E20.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet uppsamlas i tankar i avfallsanläggningen. Härifrån pumpas avfallsmaterialet till en torkningsutrustning där det torkas. Avfallet blandas till en homogen massa tillsammans med bitumen innan påfyllning sker i faten. Till F.05:1 används ca 95 kg bitumen per kolla och till F.05:2 används ca 75 kg bitumen per kolla. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolla är ca 85–90 % i kallt tillstånd. Ett plåtlock med 0,5 mm tjocklek försluter fatet.

E20.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporterades från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll för F.05:1 är ca 0,01–0,1 GBq/kg torrt avfall och för F.05:2 ca 0,1 GBq/kg torrt avfall. Ytdosrat för F.05:1 är normalt ca 1–10 mSv/h och för F.05:2 normalt mindre än 5 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 30 mSv/h vilket baseras på tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är normalt fria från ytkontamination.

E20.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E20-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Kolonvarianten F.05:1 började produceras 1981 och har deponerats sedan 1988. Kolonvarianten F.05:2 började produceras 1986 och har deponerats sedan 1990.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E20-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.05:1	F.05:2
Deponerade	1BMA	1 454	258
Prognostiserade	–	0	0

E20.2 Medelkolli för avfallstypen**E20.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E20-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.05. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E20-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.05:1	F.05:2
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	130	140
Järn/stål [kg]	Emballage	42	42
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	4,2	4,2
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,2	1,2
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	5,0	5,0
Bitumen [kg]	Matris	95	75
Void [m ³]	Matris	0,035	0,035

E20.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E20-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.05 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E20-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.05:1/F.05:2 [Bq]	Nuklid	F.05:1/F.05:2 [Bq]	Nuklid	F.05:1/F.05:2 [Bq]
H-3	3,25E+03	Ag-108m	2,66E+05	U-235	1,04E+02
Be-10	3,06E+00	Cd-113m	4,10E+02	U-236	8,31E+00
C-14 org	1,44E+05	Sn-126	2,81E+01	U-238	1,14E+02
C-14 oorg	7,66E+06	Sb-125	8,13E-02	Np-237	9,36E+02
Cl-36	3,37E+04	I-129	1,22E+02	Pu-238	2,82E+04
Fe-55	6,44E-01	Cs-134	2,59E-06	Pu-239	1,14E+04
Co-60	3,77E+04	Cs-135	1,11E+02	Pu-240	1,61E+04
Ni-59	4,92E+06	Cs-137	7,11E+06	Pu-241	4,36E+04
Ni-63	2,22E+08	Ba-133	1,36E+02	Pu-242	8,26E+01
Se-79	2,25E+02	Pm-147	2,71E-03	Am-241	1,10E+05
Sr-90	5,67E+06	Sm-151	8,45E+04	Am-242m	1,77E+02
Zr-93	5,11E+03	Eu-152	3,98E+01	Am-243	2,19E+02
Nb-93m	1,07E+05	Eu-154	4,06E+03	Cm-243	3,20E+01
Nb-94	5,09E+04	Eu-155	8,49E+00	Cm-244	1,76E+03
Mo-93	1,49E+04	Ho-166m	1,94E+04	Cm-245	8,20E+00
Tc-99	2,54E+04	U-232	3,34E-01	Cm-246	2,18E+00
Pd-107	5,63E+01	U-234	2,75E+01		

E21 F.12**E21.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen F.12 består av stålcontainrar innehållande lågaktiva sopor och skrot från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumph NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E21.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Soporna består av kompakterade eller icke kompakterade sopsäckar innehållande t ex textilier, papper, isolering, mindre bitar av aluminium, koppar och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E21.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd eller 10-fot halvhöjd.

20-fotscontainern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg.

10-fotscontainern har en längd på 3 m, en bredd på 2,4 m och en höjd på 1,3 m. I övrigt gäller samma uppgifter som för 20-fotscontainern.

Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en 20-fotscontainer inklusive avfall är 20 ton och för en 10-fotscontainer 10 ton. Deponeringsvolymen är 20 respektive 10 m³.

E21.1.3 Behandling

Brännbart avfall, som till följd av för högt aktivitetsinnehåll inte får brännas, blandas med kompakterbart avfall och kompakteras samt inplastas. Icke brännbart och icke kompakterbart avfall placeras i plåtfat, plåtådor eller sopsäckar alternativt placeras direkt, utan behandling, i containern.

Det eftersträvas alltid att få så hög fyllnadsvolym som möjligt, denna kan dock variera stort beroende på avfallets karaktär. Voiden i ett avfallskolli antas vara 7,5 m³ för båda typerna av emballage även om det är troligt att det är mer void i de större emballagen.

E21.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 10 GBq/container. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E21.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E21-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.12 började produceras 1988 och har deponerats sedan 1991.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 25 kollin i mellanlager, varav 4 st 20-fotscontainrar och 21 st 10-fotscontainrar. Det planeras för en produktion av 0,5 st 20-fotscontainrar och 0,2 st 10-fotscontainrar per år till och med år 2042. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E21-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.12 20-fot halvhöjd	F.12 10-fot halvhöjd
Deponerade	1BLA	24	0
Prognostiserade	(BLA)	19	27

E21.2 Medelkolli för avfallstypen

E21.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E21-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.12. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E21-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.12
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	100
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	15
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	500
Järn/stål [kg]	Avfall	4 500
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	229
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	400
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	3 000
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5

E21.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E21-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.12 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E21-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.12 20-fot halvhöjd [Bq]	F.12 10-fot halvhöjd [Bq]	Nuklid	F.12 20-fot halvhöjd [Bq]	F.12 10-fot halvhöjd [Bq]
H-3	2,83E+04	3,34E+04	Pm-147	1,33E+03	1,19E+03
Be-10	4,79E+00	4,79E+00	Sm-151	3,33E+05	3,50E+05
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	6,14E+02	7,01E+02
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	2,05E+05	2,16E+05
Cl-36	4,79E+03	4,79E+03	Eu-155	9,08E+03	7,98E+03
Fe-55	9,37E+04	8,34E+04	Ho-166m	3,07E+04	3,09E+04
Co-60	9,89E+06	8,99E+06	U-232	9,32E-02	1,01E-01
Ni-59	6,34E+06	6,35E+06	U-234	6,08E+00	6,08E+00
Ni-63	3,37E+08	3,57E+08	U-235	3,43E+01	3,43E+01
Se-79	7,32E+02	7,32E+02	U-236	1,83E+00	1,83E+00
Sr-90	3,34E+06	3,88E+06	U-238	2,62E+01	2,62E+01
Zr-93	7,98E+03	7,98E+03	Np-237	1,67E+02	1,67E+02
Nb-93m	5,69E+05	6,84E+05	Pu-238	7,08E+03	7,55E+03
Nb-94	7,96E+04	7,96E+04	Pu-239	2,53E+03	2,53E+03
Mo-93	1,65E+04	7,90E+03	Pu-240	3,54E+03	3,54E+03
Tc-99	4,08E+04	4,22E+04	Pu-241	3,94E+04	4,72E+04
Pd-107	1,83E+02	1,83E+02	Pu-242	1,82E+01	1,82E+01
Ag-108m	4,30E+05	4,36E+05	Am-241	2,34E+04	2,35E+04
Cd-113m	5,87E+03	6,71E+03	Am-242m	4,36E+01	4,56E+01
Sn-126	9,15E+01	9,15E+01	Am-243	3,97E+02	3,98E+02
Sb-125	1,56E+02	9,15E+03	Cm-243	1,11E+00	1,29E+00
I-129	4,65E+02	5,49E+02	Cm-244	4,83E+02	5,76E+02
Cs-134	8,46E+00	1,08E+02	Cm-245	1,81E+00	1,82E+00
Cs-135	1,01E+03	1,83E+03	Cm-246	4,82E-01	4,83E-01
Cs-137	4,27E+07	4,80E+07			
Ba-133	1,74E+03	2,00E+03			

E22 F.12:D/F.12C:D/F.12S:D

E22.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna F.12:D, F.12C:D och F.12S:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från FKA. F.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall. F.12C:D innehåller betong och F.12S:D innehåller sand.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Anunti et al. (2013) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E22.1.1 Avfall

Skrotavfall i F.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i F.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstypen R.12 från driftavfall. Avfallet i F.12C:D består av betong från de yttre delarna av den biologiska skärmen samt kontaminerad betong från kontrollerat område i anläggningen, och avfallet i F.12S:D består av sand från sandbäddarna i system 341.

E22.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern har en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E22.1.3 Behandling

En container F.12:D antas fyllas med ca 16 500 kg skrotavfall. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. En container F.12C:D antas fyllas med ca 17 800 kg betongavfall och F.12S:D antas fyllas med ca 17 900 kg sand.

E22.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Radioaktiviteten i F.12S:D system 341 är vid tillverkning av avfallskollit dominerad av de långlivade ädelgasdöttrarna Sr-90, Cs-135 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E22.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E22-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2040–2052. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E22-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.12:D skrotavfall	F.12:D sekundäravfall	F.12C:D	F.12S:D
Prognostiserade	(BLA)	454	75	152	53

E22.2 Medelkolli för avfallstypen

E22.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E22-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.12:D, F.12C:D och F.12S:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E22-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.12:D skrotavfall	F.12:D sekundäravfall	F.12C:D	F.12S:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	17 827	–
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 474	4 500	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	845	229	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–	17 866
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	7,5	7,6	3,4

E22.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E22-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.12:D, F.12C:D och F.12S:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E22-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.12:D [Bq]	F.12C:D [Bq]	F.12S:D [Bq]	Nuklid	F.12:D [Bq]	F.12C:D [Bq]	F.12S:D [Bq]
H-3	0,00E+00	3,71E+08	0,00E+00	Cs-137	1,54E+07	1,96E+07	4,34E+09
Be-10	0,00E+00	5,22E-01	0,00E+00	Ba-133	6,83E-03	3,16E+04	0,00E+00
C-14 org	1,36E+03	3,63E+03	0,00E+00	Pm-147	2,54E+02	3,52E+02	0,00E+00
C-14 oorg	7,38E+04	1,86E+05	0,00E+00	Sm-151	3,43E+04	4,57E+06	0,00E+00
C-14 ind	0,00E+00	6,80E+05	0,00E+00	Eu-152	6,92E+01	3,03E+07	0,00E+00
Cl-36	1,68E+00	2,26E+04	0,00E+00	Eu-154	1,21E+04	6,23E+05	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	2,24E+06	0,00E+00	Eu-155	3,62E+02	3,40E+04	0,00E+00
Fe-55	1,82E+05	1,58E+05	0,00E+00	Ho-166m	6,89E-01	6,27E+04	0,00E+00
Co-60	1,56E+07	7,69E+06	0,00E+00	U-232	5,94E-01	2,16E-02	0,00E+00
Ni-59	4,47E+06	3,47E+05	0,00E+00	U-235	1,26E-03	1,45E-04	0,00E+00
Ni-63	4,79E+08	3,85E+07	0,00E+00	U-236	3,65E+01	9,22E-01	0,00E+00
Se-79	2,13E-01	1,54E+00	0,00E+00	Np-237	4,34E+01	1,15E+00	0,00E+00
Sr-90	2,72E+06	2,79E+05	1,49E+08	Pu-238	2,52E+05	1,22E+04	0,00E+00
Zr-93	2,74E+03	1,16E+03	0,00E+00	Pu-239	3,93E+04	4,66E+03	0,00E+00
Nb-93m	7,77E+07	2,56E+07	0,00E+00	Pu-240	5,20E+04	2,25E+03	0,00E+00
Nb-94	3,96E+05	1,35E+05	0,00E+00	Pu-241	1,08E+06	8,96E+04	0,00E+00
Mo-93	1,34E+04	2,90E+03	0,00E+00	Pu-242	2,93E+02	7,52E+00	0,00E+00
Tc-99	1,02E+04	1,53E+04	0,00E+00	Am-241	1,87E+05	1,11E+04	0,00E+00
Pd-107	3,48E-01	8,83E-01	0,00E+00	Am-242m	1,11E+03	3,16E+01	0,00E+00
Ag-108m	1,37E+05	4,65E+05	0,00E+00	Am-243	3,92E+03	1,07E+02	0,00E+00
Cd-113m	1,11E+01	4,46E+02	0,00E+00	Cm-243	6,14E+02	3,30E+01	0,00E+00
Sn-126	7,09E+01	4,08E+00	0,00E+00	Cm-244	6,89E+04	5,52E+03	0,00E+00
Sb-125	1,46E+03	9,98E+01	0,00E+00	Cm-245	5,40E+01	1,84E+00	0,00E+00
I-129	4,60E+01	6,28E+01	1,18E+04	Cm-246	1,75E+01	5,05E-01	0,00E+00
Cs-134	1,96E+02	1,26E+03	0,00E+00				
Cs-135	2,07E+03	5,56E+02	1,89E+06				

E23 F.15

E23.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.15 består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor, filterhjälpmedel och indunstarkoncentrat från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E23.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig jonbytarmassa, inklusive eventuellt filterhjälpmedel, från systemen kondensatrening (system 332), systemdränage (system 342/1), golvdränage/kemivattenrening (system 342/2) samt indunstarkoncentrat från indunstning av vatten (system 342/5).

E23.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock, botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänkplåt.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E23.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas och värmebehandlas och blandas sedan med vatten och cementadditiv. Slurryn pumpas in i plåtkokillen och cement tillförs. Avfallsmatrisen homogeniseras med hjälp av omröraren. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli är ca 90 %. Matrisen får härda innan ett stållock placeras på kokillen.

E23.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporterades från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll vid tillverkning är mindre än 0,08 GBq/kg. Normal uppmätt ytdosrat ligger på mindre än 1 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E23.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E23-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.15 började produceras 1988 och har deponerats sedan 1993.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E23-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.15
Deponerade	1BMA	11
Prognostiserade	–	0

E23.2 Medelkoli för avfallstypen

E23.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E23-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.15. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E23-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.15
Indunstarkoncentrat [kg]	Avfall	161
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	375
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	805
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,17

E23.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E23-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.15 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E23-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.15 [Bq]	Nuklid	F.15 [Bq]
H-3	2,48E+03	Pm-147	1,73E-01
Be-10	2,06E+00	Sm-151	3,41E+06
C-14 org	1,09E+06	Eu-152	1,75E+03
C-14 oorg	5,83E+07	Eu-154	1,89E+05
Cl-36	2,56E+05	Eu-155	4,45E+02
Fe-55	7,27E-01	Ho-166m	1,31E+04
Co-60	3,36E+04	U-232	2,30E-01
Ni-59	3,31E+06	U-234	1,86E+01
Ni-63	1,52E+08	U-235	7,00E+01
Se-79	8,94E+03	U-236	5,60E+00
Sr-90	4,04E+06	U-238	7,67E+01
Zr-93	3,44E+03	Np-237	6,31E+02
Nb-93m	7,93E+04	Pu-238	1,94E+04
Nb-94	3,43E+04	Pu-239	7,71E+03
Mo-93	1,01E+04	Pu-240	1,08E+04
Tc-99	1,71E+04	Pu-241	3,26E+04
Pd-107	2,23E+03	Pu-242	5,57E+01
Ag-108m	1,80E+05	Am-241	7,41E+04
Cd-113m	1,80E+04	Am-242m	1,21E+02
Sn-126	1,12E+03	Am-243	1,47E+02
Sb-125	9,13E-02	Cm-243	2,28E+01
I-129	4,85E+03	Cm-244	1,29E+03
Cs-134	9,01E-05	Cm-245	5,53E+00
Cs-135	4,40E+03	Cm-246	1,47E+00
Cs-137	2,96E+08		
Ba-133	1,06E+02		

E24 F.17/F.17:1

E24.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.17 består av plåtkokiller innehållande bitumeningjutna medelaktiva jonbytmassor och indunstarkoncentrat från FKA.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, F.17:1. Skillnaden för kolonvarianten jämfört med F.17 är att jonbytmassor samt indunstarkoncentrat kommer från olika system. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för F.17:1 som för F.17.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E24.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig jonbytmassa samt eventuellt filterhjälpmedel, kornformig jonbytmassa och indunstarkoncentrat, från systemen kondensatrening (system 332), avfallsanläggningarnas vattenreningssystem och indunstarkrets (system 342/1, 342/2 och 342/5) samt rening av kondensationsbassängen via 324 (systemen 324/316).

E24.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock, botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 550 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E24.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas och värmebehandlas innan det homogeniseras med bitumen. Den blandade massan hälls direkt i en plåtkokill. Ca 820 kg bitumen används per kolli. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli är ca 90 %. Avfallskollit lockas med ett stållock innan det ställs på avsvaning.

E24.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 0,2 GBq/kg torrt avfall och max uppmätt aktivitetsinnehåll är 400 GBq per kolli. Normal uppmätt ytdosrat ligger på ca 20 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är normalt fria från ytkontamination.

E24.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E24-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.17 började produceras 1988 och har deponerats sedan 1991. Kolonvarianten F.17:1 började produceras 1991 och har deponerats sedan 1992.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 185 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 25 kollin per år till och med år 2042. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E24-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.17	F.17:1
Deponerade	1BMA	415	32
Prognostiserade	(BMA)	935	0

E24.2 Medelkolli för avfallstypen**E24.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E24-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.17. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E24-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.17/F.17:1
Cellulosa [kg]	Avfall	4,3*
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	60
Indunstarkoncentrat [kg]	Avfall	120
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	650
Järn/stål [kg]	Emballage	550
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	10
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Bitumen [kg]	Matris	820
Void [m ³]	Matris	0,17

*Fram till slutet av 1980-talet användes filterhjälpmedel med cellulosa innehåll. Detta berör 195 kollin av avfallstyp F.17, deponerade i SFR under tidigt 90-tal. Övriga kollin innehåller ingen cellulosa.

E24.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E24-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.17 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E24-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.17/F.17:1 [Bq]	Nuklid	F.17/F.17:1 [Bq]	Nuklid	F.17/F.17:1 [Bq]
H-3	3,37E+05	Ag-108m	4,03E+06	U-235	1,51E+03
Be-10	4,44E+01	Cd-113m	3,45E+05	U-236	1,20E+02
C-14 org	1,92E+07	Sn-126	5,01E+03	U-238	1,65E+03
C-14 oorg	1,03E+09	Sb-125	2,79E+02	Np-237	1,36E+04
Cl-36	3,18E+04	I-129	2,62E+04	Pu-238	5,14E+05
Fe-55	1,11E+06	Cs-134	2,42E+03	Pu-239	1,66E+05
Co-60	1,23E+08	Cs-135	6,27E+04	Pu-240	2,33E+05
Ni-59	7,13E+07	Cs-137	2,40E+09	Pu-241	3,25E+06
Ni-63	3,93E+09	Ba-133	2,11E+04	Pu-242	1,20E+03
Se-79	4,01E+04	Pm-147	7,90E+04	Am-241	1,58E+06
Sr-90	1,74E+08	Sm-151	1,83E+07	Am-242m	2,95E+03
Zr-93	7,41E+04	Eu-152	3,62E+04	Am-243	3,18E+03
Nb-93m	6,52E+06	Eu-154	1,26E+07	Cm-243	9,74E+02
Nb-94	7,39E+05	Eu-155	5,65E+05	Cm-244	9,02E+04
Mo-93	1,27E+05	Ho-166m	2,86E+05	Cm-245	1,19E+02
Tc-99	8,13E+05	U-232	6,49E+00	Cm-246	3,17E+01
Pd-107	1,00E+04	U-234	3,99E+02		

E25 F.18

E25.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.18 består av plåtkokiller innehållande bitumeningjutna medelaktiva jonbyttarmassor från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E25.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformig- och pulverformig jonbyttarmassa, i vissa fall blandat med filterhjälpmedel, från systemen reaktorvattenrening (system 331), dränagerening (system 342/1), bassängvattenrening (system 324) och kondensatrening (system 332).

E25.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock och botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 550 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E25.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas och värmebehandlas innan det homogeniseras med bitumen. Ca 960 kg bitumen används per kולי. Den blandade massan hålls direkt i en plåtkokill. Totala fyllnadsvolymen hos ett kולי är ca 90 %. Avfallskollit lockas med ett stållock innan det ställs på avsvälning.

E25.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 3 GBq/kg torrt avfall. Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E25.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E25-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.18 började produceras 1992 och har deponerats sedan 1994.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 90 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 15 kollin per år till och med år 2042. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E25-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.18
Deponerade	Silo	264
Prognostiserade	(Silo)	540

E25.2 Medelkolli för avfallstypen

E25.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E25-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.18. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E25-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.18
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	600
Järn/stål [kg]	Emballage	550
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	10
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Bitumen [kg]	Matris	960
Void [m ³]	Matris	0,17

E25.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E25-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.18 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E25-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.18 [Bq]	Nuklid	F.18 [Bq]	Nuklid	F.18 [Bq]
H-3	3,60E+06	Ag-108m	3,93E+07	U-235	1,46E+04
Be-10	4,31E+02	Cd-113m	2,72E+06	U-236	1,17E+03
C-14 org	3,46E+06	Sn-126	3,22E+04	U-238	1,60E+04
C-14 oorg	1,45E+08	Sb-125	3,53E+03	Np-237	1,32E+05
Cl-36	3,64E+05	I-129	1,76E+05	Pu-238	5,11E+06
Fe-55	1,20E+07	Cs-134	2,13E+04	Pu-239	1,61E+06
Co-60	1,33E+09	Cs-135	4,75E+05	Pu-240	2,27E+06
Ni-59	6,92E+08	Cs-137	1,74E+10	Pu-241	3,45E+07
Ni-63	3,90E+10	Ba-133	2,27E+05	Pu-242	1,16E+04
Se-79	2,58E+05	Pm-147	6,64E+05	Am-241	1,53E+07
Sr-90	1,79E+09	Sm-151	1,23E+08	Am-242m	2,91E+04
Zr-93	7,19E+05	Eu-152	2,87E+05	Am-243	3,09E+04
Nb-93m	6,90E+07	Eu-154	1,04E+08	Cm-243	1,00E+04
Nb-94	7,17E+06	Eu-155	4,74E+06	Cm-244	9,48E+05
Mo-93	1,17E+06	Ho-166m	2,78E+06	Cm-245	1,16E+03
Tc-99	6,95E+06	U-232	6,48E+01	Cm-246	3,07E+02
Pd-107	6,45E+04	U-234	3,88E+03		

E26 F.18:D

E26.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.18:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från FKA. Den består av plåtkokiller innehållande bitumeninjutna medelaktiva jonbytarmassor från systemdekontaminering.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Anunti et al. (2013) kompletterat med antaganden om emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, antas gälla för avfallstypen.

E26.1.1 Avfall

Avfallet består av jonbytarmassa som uppkommit vid systemdekontaminering inför rivning.

E26.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock och botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 550 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E26.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas och värmebehandlas innan det homogeniseras med bitumen. Kokillen antas volymmässigt fyllas med lika delar jonbytarmassa och bitumen. Den blandade massan hålls direkt i en plåtkokill. Voiden hos ett kolli antas vara ca 10 %. Avfallskollit lockas med ett stållock.

E26.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E26.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E26-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2041–2042 samt 2046. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E26-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.18:D
Prognostiserade	(Silo)	21

E26.2 Medelkolli för avfallstypen

E26.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E26-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.18:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E26-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.18:D
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	803
Järn/stål [kg]	Emballage	550
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	10
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Bitumen [kg]	Matris	842
Void [m ³]	Matris	0,17

E26.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E26-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.18:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E26-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.18:D [Bq]	Nuklid	F.18:D [Bq]	Nuklid	F.18:D [Bq]
H-3	0,00E+00	Ag-108m	2,73E+07	Pu-238	5,40E+07
Be-10	0,00E+00	Cd-113m	4,70E+03	Pu-239	8,38E+06
C-14 org	6,52E+04	Sn-126	1,52E+04	Pu-240	1,11E+07
C-14 oorg	4,78E+06	Sb-125	3,38E+05	Pu-241	2,33E+08
C-14 ind	0,00E+00	I-129	9,08E+03	Pu-242	6,22E+04
Cl-36	5,99E+02	Cs-134	5,44E+04	Am-241	3,99E+07
Ca-41	0,00E+00	Cs-135	8,00E+04	Am-242m	2,35E+05
Fe-55	4,27E+07	Cs-137	2,81E+09	Am-243	8,34E+05
Co-60	3,50E+09	Ba-133	1,30E+00	Cm-243	1,32E+05
Ni-59	1,03E+09	Pm-147	6,12E+04	Cm-244	1,49E+07
Ni-63	1,11E+11	Sm-151	7,38E+06	Cm-245	1,16E+04
Se-79	7,48E+01	Eu-152	1,53E+04	Cm-246	3,73E+03
Sr-90	5,38E+08	Eu-154	2,75E+06		
Zr-93	6,10E+05	Eu-155	8,49E+04		
Nb-93m	1,66E+10	Ho-166m	1,51E+02		
Nb-94	8,41E+07	U-232	1,27E+02		
Mo-93	2,71E+06	U-235	2,68E-01		
Tc-99	3,13E+06	U-236	7,74E+03		
Pd-107	1,24E+02	Np-237	9,21E+03		

E27 F.20

E27.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.20 består av stålcontainrar innehållande plåtfat med lågaktiv bitumeningjuten jonbytarmassa från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E27.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig jonbytarmassa från avfallsanläggningens reningssystem (system 342) samt kondensatreningssystemet (332).

E27.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat som placeras i ISO-containrar av dimensionen 20-fot halvhöjd. Det går i snitt 33 fat i en container.

Plåtfatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet är gjort av kolstål och har en tomvikt på ca 25 kg.

Containern är gjord av kolstål och har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. En tom container väger ca 1 900 kg och har en tjocklek på ca 1,5 mm.

Max tillåten vikt för ett plåtfat inklusive avfall är 500 kg. Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen för en container är 20 m³.

E27.1.3 Behandling

Avfallsmaterialet torkas, värmebehandlas och blandas med bitumen innan påfyllning sker i plåtfaten. Ca 95 kg bitumen används per fat. Totala fyllnadsvolymen hos ett plåtfat är ca 85–90 % i kallt tillstånd. Fatet lockas på med ett 0,5 mm plåtlock och ställs på avsvälning.

E27.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporas från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll är mindre än 5 GBq/fat. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E27.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E27-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.20 började produceras 1981 och har deponerats sedan 1989.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E27-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.20
Deponerade	1BLA	15
Prognostiserade	–	0

E27.2 Medelkolli för avfallstypen

E27.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E27-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.20. Materialdata avser en container inklusive fat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E27-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.20
Bitumen [kg]	Avfall	33*95
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	33*130
Järn/stål [kg]	Emballage (plåtfat)	33*25
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (plåtfat)	33*2,5
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,2
Järn/stål [kg]	Emballage (container)	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (container)	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (container)	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5

E27.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E27-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.20 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container inklusive fat.

Tabell E27-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.20 [Bq]	Nuklid	F.20 [Bq]	Nuklid	F.20 [Bq]
H-3	2,47E+01	Ag-108m	2,45E+03	U-235	9,65E-01
Be-10	2,85E-02	Cd-113m	7,51E+00	U-236	7,72E-02
C-14 org	3,68E+06	Sn-126	6,19E-01	U-238	1,06E+00
C-14 oorg	2,27E+08	Sb-125	3,21E-04	Np-237	8,69E+00
Cl-36	9,95E+05	I-129	2,69E+00	Pu-238	2,55E+02
Fe-55	2,31E-03	Cs-134	1,77E-08	Pu-239	1,06E+02
Co-60	2,16E+02	Cs-135	2,44E+00	Pu-240	1,49E+02
Ni-59	4,57E+04	Cs-137	1,44E+05	Pu-241	3,40E+02
Ni-63	2,01E+06	Ba-133	9,94E-01	Pu-242	7,67E-01
Se-79	4,96E+00	Pm-147	2,10E-05	Am-241	1,02E+03
Sr-90	4,83E+04	Sm-151	1,81E+03	Am-242m	1,62E+00
Zr-93	4,74E+01	Eu-152	7,24E-01	Am-243	2,03E+00
Nb-93m	8,52E+02	Eu-154	6,59E+01	Cm-243	2,73E-01
Nb-94	4,73E+02	Eu-155	1,07E-01	Cm-244	1,43E+01
Mo-93	1,39E+02	Ho-166m	1,80E+02	Cm-245	7,62E-02
Tc-99	2,36E+02	U-232	3,00E-03	Cm-246	2,02E-02
Pd-107	1,24E+00	U-234	2,56E-01		

E28 F.23

E28.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.23 består av plåt- eller betongkokiller innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor, skrot och slam från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E28.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor, skrot och slam. Soporna består av kompakterade eller icke kompakterade sopsäckar innehållande t ex textilier, papper, isolering, mindre bitar av aluminium, koppar och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E28.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåt- eller betongkokiller. Kokillerna är bägge kubiska lådor med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Plåtkokillen är gjord av kolstål och har en vägg tjocklek på 5 mm och en botten tjocklek på 6 mm. Plåtkokillen väger ca 460 kg. Betongkokillerna är gjorda av fabriksbetong med armering och finns i två utföranden med vägg tjocklek på 10 cm respektive 25 cm. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E28.1.3 Behandling

Icke kompakterbart avfall och avvattnat torkat slamavfall placeras i en kokill och ett lock gjuts på. Kompakterbart avfall placeras i en kokill och kompakteras varefter lockgjutning sker. Uppfyllning av betong sker genom att blanda betongpasta och pumpa denna till kokillen med avfallsmaterial i samband med lockgjutning. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 %.

E28.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 0,1 GBq/kg. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E28.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E28-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.23 började produceras 1986 och har deponerats sedan 1993.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 19 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 10 kollin per år till och med år 2042. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E28-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.23 betongkokill	F.23 plåtkokill
Deponerade	1BMA	57	151
Prognostiserade	(BMA)	0	319

E28.2 Medelkolli för avfallstypen

E28.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E28-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E28-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.23 betongkokill	F.23 plåtkokill
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	5,0
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	0,70
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	29	150
Järn/stål [kg]	Avfall	30	150
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	1,5	7,6
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Slam [kg]	Avfall	–	18
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	186	450
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840	500
Järn/stål [kg]	Emballage	274	462
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12	21
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12	5,0–6,0
Betong [kg]	Matris	565	1 356
Void [m ³]	Matris	0,25	0,43

E28.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E28-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E28-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.23 plåtkokill [Bq]	F.23 betongkokill [Bq]	Nuklid	F.23 plåtkokill [Bq]	F.23 betongkokill [Bq]
H-3	8,78E+04	1,21E+04	Eu-155	1,80E+04	8,31E+02
Be-10	9,59E+00	7,66E+00	Ho-166m	6,19E+04	4,87E+04
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	U-232	2,09E-01	1,26E-01
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	U-234	1,22E+01	9,73E+00
Cl-36	9,59E+03	7,66E+03	U-235	6,88E+01	5,49E+01
Fe-55	3,05E+05	2,17E+01	U-236	3,67E+00	2,93E+00
Co-60	3,36E+07	2,74E+05	U-238	5,24E+01	4,19E+01
Ni-59	1,27E+07	1,02E+07	Np-237	4,01E+02	2,67E+02
Ni-63	7,28E+08	4,82E+08	Pu-238	1,55E+04	9,95E+03
Se-79	8,63E+02	8,91E+02	Pu-239	5,07E+03	4,05E+03
Sr-90	8,48E+06	3,40E+06	Pu-240	7,09E+03	5,65E+03
Zr-93	1,60E+04	1,28E+04	Pu-241	1,18E+05	2,16E+04
Nb-93m	1,66E+06	3,61E+05	Pu-242	3,65E+01	2,92E+01
Nb-94	1,60E+05	1,27E+05	Am-241	3,57E+06	3,80E+04
Mo-93	2,58E+04	3,73E+04	Am-242m	9,24E+01	6,46E+01
Tc-99	7,27E+04	6,35E+04	Am-243	7,97E+02	6,35E+02
Pd-107	2,16E+02	2,23E+02	Cm-243	2,81E+00	1,13E+00
Ag-108m	8,77E+05	6,71E+05	Cm-244	1,36E+03	3,48E+02
Cd-113m	9,92E+03	4,82E+03	Cm-245	3,64E+00	2,90E+00
Sn-126	1,08E+02	1,11E+02	Cm-246	9,67E-01	7,69E-01
Sb-125	8,99E+02	2,63E+00			
I-129	5,90E+02	4,84E+02			
Cs-134	6,51E+01	3,12E-02			
Cs-135	1,60E+03	4,39E+02			
Cs-137	6,13E+07	4,69E+07			
Ba-133	5,58E+03	5,47E+02			
Pm-147	2,53E+03	3,52E+00			
Sm-151	4,20E+05	3,97E+05			
Eu-152	1,05E+03	4,90E+02			
Eu-154	3,87E+05	9,56E+04			

E29 F.4K23:D/F.4K23C:D

E29.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna F.4K23:D och F.4K23C:D är antagna avfallstyper för medelaktivt rivningsavfall från FKA. F.4K23:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt skrotavfall och F.4K23C:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjuten medelaktiv betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetinnehåll har beräknats utifrån Anunti et al. (2013) kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstyperna.

E29.1.1 Avfall

Avfallet i F.4K23:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Avfallet i F.4K23C:D består av delar från den biologiska skärmen som varit nära härden.

E29.1.2 Emballage

Avfallet packas i fyrkokiller. Fyrkokillen är en kokill i plåt med yttermått 2,4×2,4×1,2 m. Tjockleken på väggarna är 4 mm, golvet 8 mm och locket 15 mm. Emballaget väger ca 1700 kg.

Max tillåten vikt för en fyrkokill inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 6,912 m³.

E29.1.3 Behandling

En fyrkokill F.4K23:D antas fyllas med ca 5 100 kg avfall och en fyrkokill F.4K23C:D antas fyllas med ca 10 000 kg avfall. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden uppskattas till ca 25 % av emballagets innervolym.

E29.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E29.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E29-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2040–2052. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E29-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.4K23:D	F.4K23C:D
Prognostiserade	(BMA)	237	70

E29.2 Medelkolli för avfallstypen

E29.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E29-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.4K23:D och F.4K23C:D. Materialdata avser en fyrkokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E29-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.4K23:D	F.4K23C:D
Betong [kg]	Avfall	–	10 003
Järn/stål [kg]	Avfall	5 106	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	262	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 722	1 722
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	46	46
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	4,0–15	4,0–15
Betong [kg]	Matris	10 129	1 697
Void [m ³]	Matris	1,6	1,6

E29.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E29-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.4K23:D och F.4K23C:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en fyrkokill.

Tabell E29-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.4K23:D [Bq]	F.4K23C:D [Bq]	Nuklid	F.4K23:D [Bq]	F.4K23C:D [Bq]
H-3	1,25E+02	7,97E+09	Ho-166m	2,17E+02	1,30E+06
Be-10	0,00E+00	1,09E+01	U-232	2,02E+02	0,00E+00
C-14 org	2,56E+02	0,00E+00	U-235	4,37E-01	1,78E-03
C-14 oorg	2,30E+04	0,00E+00	U-236	1,26E+04	0,00E+00
C-14 ind	9,40E+05	1,42E+07	Np-237	1,50E+04	0,00E+00
Cl-36	3,24E+04	4,72E+05	Pu-238	8,54E+07	0,00E+00
Ca-41	1,50E+06	4,69E+07	Pu-239	1,35E+07	5,55E+04
Fe-55	4,78E+07	1,83E+06	Pu-240	1,79E+07	0,00E+00
Co-60	4,33E+09	2,52E+07	Pu-241	3,61E+08	0,00E+00
Ni-59	1,13E+09	1,11E+05	Pu-242	1,01E+05	0,00E+00
Ni-63	1,21E+11	8,87E+06	Am-241	6,41E+07	0,00E+00
Se-79	1,11E+00	2,01E+01	Am-242m	3,83E+05	0,00E+00
Sr-90	8,19E+08	9,00E+04	Am-243	1,34E+06	0,00E+00
Zr-93	7,60E+05	3,53E+02	Cm-243	2,05E+05	0,00E+00
Nb-93m	2,44E+10	2,80E+06	Cm-244	2,25E+07	0,00E+00
Nb-94	1,26E+08	1,12E+05	Cm-245	1,77E+04	0,00E+00
Mo-93	4,91E+06	2,54E+02	Cm-246	5,90E+03	0,00E+00
Tc-99	1,44E+06	5,15E+01			
Pd-107	1,84E+00	0,00E+00			
Ag-108m	4,94E+07	9,58E+06			
Cd-113m	6,56E+01	9,21E+03			
Sn-126	2,41E+04	0,00E+00			
Sb-125	3,68E+05	2,68E+01			
I-129	5,37E+02	0,00E+00			
Cs-134	7,37E+03	4,56E+03			
Cs-135	2,01E+04	0,00E+00			
Cs-137	2,18E+08	9,80E+04			
Ba-133	2,53E-02	6,71E+05			
Pm-147	5,75E+04	1,81E+03			
Sm-151	1,16E+07	9,53E+07			
Eu-152	2,22E+04	6,51E+08			
Eu-154	3,67E+06	1,32E+07			
Eu-155	9,84E+04	7,40E+05			

E30 F.99:1

E30.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.99 finns endast i två kolonvarianter, F.99:1 vilken redovisas här, samt F.99:2 vilken redovisas i nästkommande avsnitt. Det vill säga det finns ingen avfallstyp F.99 för deponering.

Kolonvarianten F.99:1 består av udda avfall i form av plåtfat i plåtkokiller från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av F.99:1. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E30.1.1 Avfall

Avfallet består av restslurry från våtförbränningsförsök.

E30.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtfat inuti plåtkokiller. Totalt handlar det om sex plåtfat placerade i två plåtkokiller.

Plåtfatet har en diameter på 0,59 m, en höjd på 0,88 m och en tjocklek på ca 1,2 mm. Fatet är gjort av kolstål och har en tomvikt på ca 25 kg.

Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och en tjocklek på 5 mm. Kokillen väger ca 400 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E30.1.3 Behandling

Avfallet cementingjuts i plåtfaten. Kollit har en relativt stor void på ca 58 %.

E30.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E30.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E30-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.99:1 började produceras 1994 och har deponerats sedan 1995.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E30-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.99:1
Deponerade	1BMA	2
Prognostiserade	–	0

E30.2 Medelkolli för avfallstypen

E30.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E30-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.99:1. Materialdata avser en kokill inklusive 3 fat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E30-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.99:1
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	3*105
Järn/stål [kg]	Emballage (kokill)	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (kokill)	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (kokill)	5,0
Järn/stål [kg]	Emballage (plåtfat)	3*25
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (plåtfat)	3*4,4
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,5
Cement [kg]	Matris (plåtfat)	3*200
Void [m ³]	Matris	0,99

E30.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E30-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.99:1 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill inklusive fat.

Tabell E30-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.99:1 [Bq]	Nuklid	F.99:1 [Bq]
H-3	7,32E+02	U-232	0,00E+00
Be-10	4,20E-01	U-234	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	U-235	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	U-236	0,00E+00
Cl-36	4,20E+02	U-238	0,00E+00
Fe-55	7,89E-01	Np-237	0,00E+00
Co-60	1,63E+04	Pu-238	0,00E+00
Ni-59	7,00E+05	Pu-239	0,00E+00
Ni-63	3,20E+07	Pu-240	0,00E+00
Se-79	6,58E+02	Pu-241	0,00E+00
Sr-90	2,33E+06	Pu-242	0,00E+00
Zr-93	7,01E+02	Am-241	0,00E+00
Nb-93m	2,14E+04	Am-242m	0,00E+00
Nb-94	6,99E+03	Am-243	0,00E+00
Mo-93	2,05E+03	Cm-243	0,00E+00
Tc-99	3,49E+03	Cm-244	0,00E+00
Pd-107	1,64E+02	Cm-245	0,00E+00
Ag-108m	3,70E+04	Cm-246	0,00E+00
Cd-113m	1,83E+03		
Sn-126	8,22E+01		
Sb-125	9,74E-02		
I-129	3,57E+02		
Cs-134	1,54E-05		
Cs-135	3,24E+02		
Cs-137	2,53E+07		
Ba-133	3,32E+01		
Pm-147	7,21E-02		
Sm-151	2,64E+05		
Eu-152	1,80E+02		
Eu-154	2,36E+04		
Eu-155	8,51E+01		
Ho-166m	2,67E+03		

E31 F.99:2

E31.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen F.99 finns endast i två kolonvarianter, F.99:1 vilken redovisas i föregående avsnitt, samt F.99:2 vilken redovisas här. Det vill säga det finns ingen avfallstyp F.99 för deponering.

Kolonvarianten F.99:2 består av udda avfall i form av ångseparatorer i plåtlådor från FKA.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av F.99:2. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumph NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BTF, listade i avsnitt E1.4.1, gäller för avfallstypen.

E31.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av ångseparatorer med kringutrustning tillverkade i rostfritt stål. Det får plats tre ångseparatorer i varje emballage.

E31.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtlådor. Plåtlådan är gjord av 3 mm bockad plåt och 4 mm ytterplåt av rostfritt stål. Den har en ytterdimension på 3,3×1,3×2,3 m och en innerdimension på 3,1×2×1,1 m. Vikten för en tom låda är ca 1 900 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 24 ton. Deponeringsvolymen för en plåtlåda är 10 m³.

E31.1.3 Behandling

Avfallet kringgjuts med betong tills kollit är helt fyllt. Voiden i ett kolli uppskattas till 5 % av emballagets innervolym. Ett tätt lock monteras efter fyllning.

E31.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från FKA till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 70 GBq/ångseparator. Högsta tillåtna ytdosrat är 10 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E31.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E31-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen F.99:2 började produceras 1999 och har deponerats sedan 2001.

Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen.

Tabell E31-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	F.99:2
Deponerade	2BTF	18
Prognostiserade	–	0

E31.2 Medelkolli för avfallstypen

E31.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E31-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp F.99:2. Materialdata avser en plåtlåda. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E31-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	F.99:2
Järn/stål [kg]	Avfall	3 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	153
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	53
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	3,0–4,0
Betong [kg]	Matris	19 000
Void [m ³]	Matris	0,34

E31.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E31-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp F.99:2 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en plåtlåda.

Tabell E31-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	F.99:2 [Bq]	Nuklid	F.99:2 [Bq]
H-3	4,99E+05	U-234	5,24E+03
Be-10	2,18E+02	U-235	1,05E+02
C-14 org	0,00E+00	U-236	1,58E+03
C-14 oorg	0,00E+00	U-238	2,10E+03
Cl-36	2,18E+05	Np-237	3,26E+04
Fe-55	1,09E+02	Pu-238	3,63E+06
Co-60	1,60E+07	Pu-239	2,18E+06
Ni-59	3,63E+08	Pu-240	3,04E+06
Ni-63	3,02E+10	Pu-241	1,60E+07
Se-79	0,00E+00	Pu-242	1,57E+04
Sr-90	7,83E+08	Am-241	2,33E+07
Zr-93	3,64E+05	Am-242m	3,60E+04
Nb-93m	1,37E+07	Am-243	1,56E+05
Nb-94	3,63E+06	Cm-243	1,70E+04
Mo-93	1,07E+06	Cm-244	6,25E+04
Tc-99	1,81E+06	Cm-245	1,56E+03
Pd-107	0,00E+00	Cm-246	4,15E+02
Ag-108m	1,93E+07		
Cd-113m	0,00E+00		
Sn-126	0,00E+00		
Sb-125	1,71E+02		
I-129	0,00E+00		
Cs-134	0,00E+00		
Cs-135	0,00E+00		
Cs-137	0,00E+00		
Ba-133	2,37E+04		
Pm-147	0,00E+00		
Sm-151	0,00E+00		
Eu-152	0,00E+00		
Eu-154	0,00E+00		
Eu-155	0,00E+00		
Ho-166m	1,39E+06		
U-232	7,29E+01		

E32 O.BWR:D

E32.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.BWR:D är en antagen avfallstyp för reaktortankar utan interndelar från OKG (reaktortank O1, O2 och O3).

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på Larsson et al. (2013).

Acceptanskriterier för BRT är under framtagande, se avsnitt E1.2.1.

E32.1.1 Avfall

Avfallet består av ytkontaminerat och inducerat stål eller stållegeringar, O1 (A302/CN24/13), O2 och O3 (C1070/SIS2333).

E32.1.2 Emballage

Ingen behållare används. Reaktortanken transporteras och lagras hel, utan emballage. Reaktortankarna O1, O2 och O3 har höjden 18 m, 20,2 m, 21,4 m och ytterdiameter 5,3 m, 5,5 m, 6,75 m.

Deponeringsvolymen för reaktortank O1 är cirka 645 m³ baserat på ett rätblock med sidan 5,95 m och längden 18,3 m där måtten avser reaktortankmått inklusive flänsar och rördelar samt 0,1 m luft runt om.

Deponeringsvolymen för reaktortank O2 är cirka 790 m³ baserat på ett rätblock med sidan 6,2 m och längden 20,45 m där måtten avser reaktortankmått inklusive flänsar och rördelar samt 0,1 m luft runt om.

Deponeringsvolymen för reaktortank O3 är cirka 1 190 m³ baserat på ett rätblock med sidan 7,4 m och längden 21,7 m. Deponeringsvolymen antas vara densamma som för reaktortank F3 då O3 och F3 är systerreaktorer.

E32.1.3 Behandling

Anslutningar försluts och strålskärning monteras vid behov. Ingen övrig behandling är planerad, med undantag av övertäckning med presenning, målning eller annan ytbehandling som kan utföras för att undvika att eventuell ytkontamination sprids.

Angiven void är baserad på respektive reaktortanks innervolym.

E32.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Färdigbehandlad reaktortank mäts med avseende på ytdosrat. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60. Ytdosraten får högst vara 2 mSv/h.

Reaktortankarna antas vara fria från ytkontamination på utsidan.

E32.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E32-1 presenteras antal kollin till SFR.

Reaktortankarna O1, O2 och O3 antas deponeras under år 2034, 2037 och 2048. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E32-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O1	O2	O3
Prognostiserade	(BRT)	1	1	1

E32.2 Medelkolli för avfallstypen

E32.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E32-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.BWR:D. Materialdata avser en reaktortank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit. Reaktortankarna är invändigt pläterade med ett rostfritt skikt på minst 3 mm.

Tabell E32-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O1	O2	O3
Järn/stål [kg]	Avfall	414 000	530 000	760 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	578	674	880
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	125	134	156
Void [m ³]	Matris	315	386	615

E32.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E32-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.BWR:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en reaktortank.

Tabell E32-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O1		O2		O3	
	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 ind	3,49E+08	0,00E+00	2,02E+09	0,00E+00	4,58E+08	0,00E+00
Cl-36	2,22E+05	0,00E+00	1,54E+06	0,00E+00	3,44E+05	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Fe-55	2,54E+08	1,45E+07	9,04E+08	4,63E+07	2,58E+09	5,67E+08
Co-60	4,91E+09	4,21E+09	9,31E+09	9,30E+09	8,00E+09	3,61E+10
Ni-59	4,42E+09	1,54E+10	9,90E+09	2,29E+10	2,19E+09	1,12E+10
Ni-63	3,78E+11	1,49E+12	7,45E+11	2,26E+12	1,76E+11	1,20E+12
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	0,00E+00	2,02E+09	0,00E+00	5,05E+09	0,00E+00	3,41E+09
Zr-93	0,00E+00	1,04E+07	0,00E+00	1,56E+07	0,00E+00	5,08E+06
Nb-93m	4,22E+09	6,27E+10	1,19E+10	1,06E+11	5,53E+09	1,03E+11
Nb-94	2,47E+08	5,61E+08	6,57E+07	8,34E+08	1,63E+07	4,18E+08
Mo-93	3,13E+08	3,41E+06	2,75E+08	5,07E+06	7,74E+07	3,17E+06
Tc-99	4,94E+07	2,78E+06	3,67E+07	5,70E+06	9,81E+06	2,92E+06
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	0,00E+00	3,55E+07	0,00E+00	5,30E+07	0,00E+00	4,87E+07
Cd-113m	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	0,00E+00	7,58E+04	0,00E+00	1,72E+05	0,00E+00	9,29E+04
Sb-125	0,00E+00	2,43E+05	2,39E+04	7,66E+05	7,76E+04	4,47E+06
I-129	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-135	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pm-147	0,00E+00	9,48E+03	0,00E+00	6,26E+04	0,00E+00	4,55E+05
Sm-151	0,00E+00	4,54E+07	0,00E+00	6,55E+07	0,00E+00	4,67E+07
Eu-152	0,00E+00	3,59E+04	0,00E+00	9,47E+04	0,00E+00	8,47E+04
Eu-154	0,00E+00	9,32E+06	0,00E+00	1,28E+07	0,00E+00	1,87E+07
Eu-155	0,00E+00	2,18E+05	0,00E+00	2,50E+05	0,00E+00	5,89E+05
Ho-166m	0,00E+00	4,72E+02	0,00E+00	1,07E+03	0,00E+00	1,68E+03
U-232	0,00E+00	5,93E+02	0,00E+00	1,45E+03	0,00E+00	8,78E+02
U-235	0,00E+00	2,22E+00	0,00E+00	3,64E+00	0,00E+00	1,46E+00
U-236	0,00E+00	3,90E+04	0,00E+00	9,27E+04	0,00E+00	4,85E+04
Np-237	0,00E+00	5,94E+04	0,00E+00	9,09E+04	0,00E+00	5,87E+04
Pu-238	0,00E+00	3,18E+08	0,00E+00	4,67E+08	0,00E+00	3,58E+08
Pu-239	0,00E+00	5,63E+07	0,00E+00	9,23E+07	0,00E+00	4,95E+07
Pu-240	0,00E+00	7,34E+07	0,00E+00	1,59E+08	0,00E+00	6,43E+07
Pu-241	0,00E+00	9,04E+08	0,00E+00	1,42E+09	0,00E+00	1,55E+09
Pu-242	0,00E+00	3,04E+05	0,00E+00	6,54E+05	0,00E+00	3,91E+05
Am-241	0,00E+00	2,77E+08	0,00E+00	3,69E+08	0,00E+00	2,27E+08
Am-242m	0,00E+00	3,42E+06	0,00E+00	1,84E+06	0,00E+00	1,22E+06
Am-243	0,00E+00	3,08E+06	0,00E+00	7,21E+06	0,00E+00	5,67E+06
Cm-243	0,00E+00	8,69E+05	0,00E+00	1,00E+06	0,00E+00	9,18E+05
Cm-244	0,00E+00	5,70E+07	0,00E+00	8,50E+07	0,00E+00	1,22E+08
Cm-245	0,00E+00	5,98E+04	0,00E+00	7,94E+04	0,00E+00	8,54E+04
Cm-246	0,00E+00	1,83E+04	0,00E+00	2,43E+04	0,00E+00	3,59E+04

E33 O.01:9 (C.01:9)

E33.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytmassor och filterhjälpmedel från OKG och Clab. Avfallstypen har deponerats både i BMA och i IBTF, där kollina i IBTF fungerar som stödmurar till de plåtfat som deponeras där.

Avfallstypen har tillverkats av OKG men en del av kollina ägs av Clab då avfallet i dem kommer från Clab. För att särskilja avfallet som ägs av Clab benämns dessa med bokstaven C i föreliggande rapport. I verkligheten är avfallet deponerat med bokstaven O.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, O.01:9. Trots att O.01 är godkänd för deponering har det inte tillverkats några O.01:or och det kommer det inte att göras heller. Detta kapitel kommer därför enbart redovisa kolonvarianten O.01:9.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen. För de kollin som har deponerats i BTF gäller acceptanskriterierna i avsnitt E1.4.1.

E33.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig och kornformig jonbytmassa och inert filterhjälpmedel från systemen för reaktorvattenrening (system 331), behandling av vätskeformigt avfall (system 342), systemdekontaminering (system 347) och rengöring av bränslebassänger (system 324). Från systemen 331, 342 och 347 kommer kornformig jonbytmassa och från system 324 kommer pulverformig jonbytmassa och filterhjälpmedel.

E33.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggarna är normalt 10 cm tjocka men kan i vissa undantagsfall vara 25 cm tjocka. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. Kokillen är försedd med invändigt foder i form av en expansionskassett (endast 10-cm kokillen), en omrörare av engångstyp samt stänkplåt. Expansionskassetten består av ett 20 mm tjockt tryckupptagande skikt av plast och väger ca 10 kg. Omröraren är gjord av kolstål och väger ca 16 kg. 10-cm kokillen har en tomvikt på ca 1 600 kg, inklusive vikten för expansionskassetten, omröraren och stänkplåten. 25-cm kokillen har en tomvikt på ca 3 100 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E33.1.3 Behandling

Avfallet pumpas in i betongkokillen varefter cement doseras under omblandning. Omblandningen fortgår tills en homogen avfallsmatris erhållits. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli med expansionskassett är ca 67 %. Matrisen får härda i två dygn innan ett betonglock med minst 10 cm tjocklek gjuts på kokillen. Lockbetongen får härda i ett dygn.

E33.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 200–500 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 30 mSv/h vilket baseras på tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E33.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E33-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Kolonvarianten O.01:9 började produceras 1971 och har deponerats sedan 1994. Av de deponerade kollina ägs 68 st av Clab och benämns här C.01:9.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 5 kollin i mellanlager hos OKG. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E33-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.01:9	C.01:9
Deponerade	1BMA	670	68
Deponerade	1BTF	28	0
Prognostiserade	(BMA)	5	0

E33.2 Medelkoli för avfallstypen

E33.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E33-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.01:9/C.01:9. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E33-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.01:9/C.01:9
Cellulosa [kg]	Avfall	20,5*
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	130
Betong [kg]	Emballage (inkl lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 540
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

*Ingår endast i avfall med en viss typ av behållare, emballagekod 030. Detta berör 339 kollin. Övriga kollin innehåller ingen cellulosa.

E33.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E33-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.01:9/C.01:9 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E33-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.01:9 BMA [Bq]	C.01:9 BMA [Bq]	O.01:9 1BTF [Bq]	Nuklid	O.01:9 BMA [Bq]	C.01:9 BMA [Bq]	O.01:9 1BTF [Bq]
H-3	2,57E+04	3,86E+04	1,15E+02	Pm-147	9,41E+00	6,51E-06	4,71E-04
Be-10	2,45E+01	3,30E+01	2,02E-01	Sm-151	1,91E+07	5,10E+03	2,38E+05
C-14 org	3,73E+05	3,69E+07	2,37E+05	Eu-152	7,35E+03	1,39E+00	7,03E+01
C-14 oorg	1,36E+07	8,60E+07	1,35E+07	Eu-154	7,00E+05	9,79E+01	5,21E+03
Cl-36	1,02E+05	3,30E+04	1,02E+05	Eu-155	2,10E+03	9,04E-02	5,39E+00
Fe-55	9,16E+01	1,04E+01	2,50E-03	Ho-166m	1,55E+05	2,09E+05	1,27E+03
Co-60	4,42E+05	5,05E+05	5,75E+02	U-232	6,21E+00	6,77E+00	4,64E-02
Ni-59	3,64E+07	5,50E+07	3,01E+05	U-234	5,17E+02	5,48E+02	4,27E+00
Ni-63	1,76E+09	2,39E+09	1,40E+07	U-235	8,15E+00	1,10E+01	6,74E-02
Se-79	5,30E+04	1,50E+01	6,89E+02	U-236	3,44E+02	1,65E+02	2,84E+00
Sr-90	3,49E+07	3,89E+06	2,51E+05	U-238	1,10E+03	2,19E+02	9,10E+00
Zr-93	4,08E+04	5,51E+04	3,37E+02	Np-237	1,26E+03	2,75E+02	1,05E+01
Nb-93m	8,39E+05	1,24E+06	4,39E+03	Pu-238	4,51E+05	2,64E+06	3,57E+03
Nb-94	4,07E+05	5,49E+05	3,36E+03	Pu-239	2,15E+05	2,28E+05	1,78E+03
Mo-93	2,20E+05	1,56E+06	1,84E+03	Pu-240	3,00E+05	3,21E+05	2,48E+03
Tc-99	9,10E+05	3,05E+06	7,50E+03	Pu-241	8,03E+05	9,42E+05	3,96E+03
Pd-107	1,33E+04	3,74E+00	1,72E+02	Pu-242	1,55E+03	1,65E+03	1,28E+01
Ag-108m	2,12E+06	2,87E+06	1,73E+04	Am-241	2,03E+06	2,28E+06	1,66E+04
Cd-113m	7,63E+04	1,47E+01	7,40E+02	Am-242m	3,31E+03	3,55E+03	2,60E+01
Sn-126	6,62E+03	1,87E+00	8,61E+01	Am-243	2,15E+04	1,51E+05	1,78E+02
Sb-125	1,62E+00	1,31E+00	3,24E-04	Cm-243	7,96E+01	2,77E+03	5,73E-01
I-129	3,80E+04	4,78E+02	4,93E+02	Cm-244	1,43E+04	5,13E+04	9,39E+01
Cs-134	3,23E-02	5,28E-09	2,66E-07	Cm-245	1,54E+02	1,63E+02	1,27E+00
Cs-135	5,16E+04	7,96E+02	6,58E+02	Cm-246	4,08E+01	4,33E+01	3,37E-01
Cs-137	1,48E+09	3,54E+05	1,70E+07				
Ba-133	1,09E+03	1,64E+03	4,30E+00				

E34 O.02/O.02:9

E34.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.02 består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från OKG. Tidigare har även avfall från Clab ingått i denna avfallstyp. För att särskilja avfallet som ägs av Clab benämns dessa med bokstaven C i föreliggande rapport och beskrivs i kapitel 13.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, O.02:9. Skillnaderna mellan O.02 och O.02:9 berör främst behållarna och ingjutningsrecepten. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för O.02:9 som för O.02.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E34.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig och kornformig jonbytarmassa och inert filterhjälpmedel från systemen för reaktorvattenrening (system 331), behandling av vätskeformigt avfall (system 342), systemdekontaminering (system 347) och rengöring av bränslebassänger (system 324). Från systemen 331, 342 och 347 kommer kornformig jonbytarmassa och från system 324 kommer pulverformig jonbytarmassa och filterhjälpmedel.

E34.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggarna är normalt 10 cm tjocka men kan i vissa undantagsfall vara 25 cm tjocka. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. Kokillen är försedd med invändigt foder i form av en expansionskasset (endast 10-cm kokillen), en omrörare av engångstyp samt stänkplåt. Expansionskassetten består av ett 20 mm tjockt tryckupptagande skikt av plast och väger ca 10 kg. Omröraren är gjord av kolstål och väger ca 16 kg. 10-cm kokillen har en tomvikt på ca 1 600 kg, inklusive vikten för expansionskassetten, omröraren och stänkplåten. 25-cm kokillen har en tomvikt på ca 3 100 kg.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen för en kokill är 1,728 m³.

E34.1.3 Behandling

Avfallet pumpas in i betongkokillen varefter cement doseras under omblandning. Omblandningen fortgår tills en homogen avfallsmatris erhållits. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli med expansionskasset är ca 67 %. Matrisen får härda i två dygn innan ett betonglock med minst 10 cm tjocklek gjuts på kokillen.

E34.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 200–500 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 30 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E34.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E34-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen O.02 började produceras 1978 och har deponerats sedan 1989. Kolonvarianten O.02:9 började produceras 1972 och har deponerats sedan 1995.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 445 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 25 kollin per år till och med år 2037. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E34-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.02	O.02:9
Deponerade	Silo	597	277
Prognostiserade	(Silo)	1 070	0

E34.2 Medelkolli för avfallstypen

E34.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E34-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.02. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E34-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.02/O.02:9
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	2,6
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	130
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 540
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E34.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E34-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.02 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E34-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.02/O.02:9 [Bq]	Nuklid	O.02/O.02:9 [Bq]	Nuklid	O.02/O.02:9 [Bq]
H-3	4,48E+05	Ag-108m	7,07E+06	U-235	2,61E+01
Be-10	7,85E+01	Cd-113m	4,82E+05	U-236	1,10E+03
C-14 org	5,51E+05	Sn-126	1,87E+04	U-238	3,53E+03
C-14 oorg	2,76E+07	Sb-125	1,11E+03	Np-237	3,99E+03
Cl-36	7,50E+04	I-129	1,08E+05	Pu-238	1,77E+06
Fe-55	4,56E+05	Cs-134	7,75E+02	Pu-239	6,89E+05
Co-60	9,99E+07	Cs-135	1,88E+05	Pu-240	9,64E+05
Ni-59	1,17E+08	Cs-137	5,37E+09	Pu-241	1,07E+07
Ni-63	6,75E+09	Ba-133	2,64E+04	Pu-242	4,97E+03
Se-79	1,49E+05	Pm-147	2,54E+04	Am-241	6,48E+06
Sr-90	2,16E+08	Sm-151	5,73E+07	Am-242m	1,20E+04
Zr-93	1,31E+05	Eu-152	4,92E+04	Am-243	6,91E+04
Nb-93m	9,41E+06	Eu-154	1,22E+07	Cm-243	4,89E+02
Nb-94	1,31E+06	Eu-155	3,46E+05	Cm-244	1,37E+05
Mo-93	3,71E+05	Ho-166m	5,04E+05	Cm-245	4,94E+02
Tc-99	2,17E+06	U-232	2,59E+01	Cm-246	1,31E+02
Pd-107	3,74E+04	U-234	1,66E+03		

E35 O.07/O.07:9

E35.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.07 består av betongtankar innehållande avvattnade lågaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från OKG. Även mindre mängder slam från Clab kan förekomma.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, O.07:9. Skillnaderna mellan O.07 och O.07:9 berör främst utformningen av behållarna. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för O.07:9 som för O.07.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BTF, listade i avsnitt E1.4.1, gäller för avfallstypen.

E35.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av pulverformig jonbytarmassa och inert filterhjälpmedel från systemen för behandling av vätskeformigt avfall (system 342), kondensatrening (system 332) och rengöring av bränslebassänger (system 324). Även mindre mängder slam kan förekomma.

E35.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongtankar med ytterdimensionen 3,3×1,3×2,3 m. Tanken är gjord av armerad betong. Väggtjockleken är 15 cm och armeringsjärnet har en diameter på ca 8 mm. Tankens tomvikt är ca 11 ton varav betongen väger ca 10,3 ton och armeringsjärnet ca 650 kg. Tanken är invändigt fodrad med en 2 mm tjock butylgummisäck som väger ca 50 kg. Tanken är försedd med ett fastbultat armerat lock med påfyllnadshål inklusive en 50 mm stålplåt som väger ca 1,7 ton.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 18 ton.

Deponeringsvolymen för en betongtank är 10 m³.

E35.1.3 Behandling

Avfallet pumpas i slurryform till betongtanken där det avvattnas genom det filterarrangemang som varje betongtank är utrustad med. Filterutrustningen består av två rader med sandövertäckta filterstavar som ligger i betongtankens konformade botten. Filterstavarna är anslutna till avsugningsrör. Fylld betongtank förses med ett 50 mm tjockt transportlock av stål. Det blir alltid ett visst tomrum högst upp i tanken. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli är ca 5 m³ jämfört med innervolymen 6 m³.

E35.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Max uppmätt aktivitetsinnehåll per kolli är 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 8 mSv/h. Begränsningen kommer från transporten. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E35.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E35-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen O.07 började produceras under 1985 och har deponerats sedan 1988. Kolonvarianten O.07:9 började produceras under 1976 och har deponerats sedan 1991.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 3 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 14 kollin per år till och med år 2037. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E35-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.07	O.07:9
Deponerade	1BTF	4	12
Deponerade	2BTF	343	178
Prognostiserade	(BTF)	353	0

E35.2 Medelkolli för avfallstypen

E35.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E35-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.07. Materialdata avser en betongtank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E35-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.07/O.07:9
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	185
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	1 000
Slam [kg]	Avfall	60
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	66
Betong [kg]	Emballage	10 350
Järn/stål [kg]	Emballage	2 333
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	49
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (transportlock)	50
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	8,0
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	50
Void [m ³]	Matris	1,0

E35.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E35-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.07 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en betongtank.

Tabell E35-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.07/O.07:1 [Bq]	Nuklid	O.07/O.07:1 [Bq]	Nuklid	O.07/O.07:1 [Bq]
H-3	1,73E+05	Sb-125	1,99E+04	Pu-240	3,99E+05
Be-10	3,25E+01	I-129	1,93E+04	Pu-241	4,08E+06
C-14 org	8,37E+06	Cs-134	1,70E+02	Pu-242	2,06E+03
C-14 oorg	4,30E+08	Cs-135	3,48E+04	Am-241	2,68E+06
Cl-36	1,59E+04	Cs-137	1,08E+09	Am-242m	4,88E+03
Fe-55	2,19E+05	Ba-133	1,03E+04	Am-243	2,86E+04
Co-60	4,42E+07	Pm-147	8,77E+03	Cm-243	1,88E+02
Ni-59	4,83E+07	Sm-151	1,06E+07	Cm-244	5,21E+04
Ni-63	2,72E+09	Eu-152	1,17E+04	Cm-245	2,05E+02
Se-79	2,67E+04	Eu-154	3,33E+06	Cm-246	5,43E+01
Sr-90	8,32E+07	Eu-155	1,11E+05		
Zr-93	5,42E+04	Ho-166m	2,08E+05		
Nb-93m	3,59E+06	U-232	1,03E+01		
Nb-94	5,40E+05	U-234	6,86E+02		
Mo-93	1,98E+05	U-235	1,08E+01		
Tc-99	9,32E+05	U-236	4,56E+02		
Pd-107	6,68E+03	U-238	1,46E+03		
Ag-108m	2,91E+06	Np-237	1,66E+03		
Cd-113m	1,13E+05	Pu-238	7,11E+05		
Sn-126	3,34E+03	Pu-239	2,85E+05		

E36 O.12

E36.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.12 består av stålcontainrar innehållande lågaktivt fast avfall i form av sopor och skrot från OKG.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, O.12:1. Skillnaden mellan O.12 och O.12:1 är att i kolonvarianten packas delar av kokiller med ingjutet indunstarkoncentrat vilket ger ett annat materialinnehåll än vad som ingår i O.12.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E36.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Soporna består av kompakterade eller icke kompakterade sopsäckar innehållande t ex textilier, papper, isolering, mindre bitar av aluminium, koppar och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts. I O.12:1 ingår delar från tre kokiller med ingjutet indunstarkoncentrat.

E36.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd, 20-fot helhöjd eller 10-fot helhöjd.

20-fot halvhöjdscontainern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg.

20-fot helhöjdscontainern har en höjd på 2,6 m men har annars samma geometri som halvhöjdscontainern. Den har en tomvikt på 2 200 kg. Helhöjdscontainerns golv kan bestå av 15–30 mm plywood med bärande stålkonstruktion. Plywoodgolvet väger ca 310 kg.

10-fot helhöjdscontainern har en längd på 3 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 2,6 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm.

Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en 20-fotscontainer inklusive avfall är 20 ton och max tillåten vikt för en 10-fotscontainer är 10 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³ eller 40 m³.

E36.1.3 Behandling

Kompakterbart avfall kompakteras till balar som placeras i containern. Icke brännbart eller icke kompakterbart avfall placeras i berglöfsldor utan vidare behandling eller direkt i containern. Även ringlåsfat, plåtlådor, papplådor, sopsäckar samt inplastning förekommer som inneremballage.

Det eftersträvas alltid att få så hög fyllnadsvolym som möjligt, denna kan dock variera stort beroende på avfallens karaktär. Voiden i ett avfallskolli antas vara 7,5 m³ för alla typerna av emballage även om det är troligt att det är mer void i de större emballagen.

E36.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 25 GBq/container. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E36.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E36-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen O.12 började produceras 2006 och har deponerats sedan 2006. Kolonvarianten O.12:1 har ännu inte deponerats.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 35 kollin i mellanlager, varav 21 st O.12 20-fot halvhöjd, 8 st O.12 10-fot helhöjd, 5 st O.12 20-fot helhöjd och 1 st O.12:1. Det planeras för en produktion av 2 kollin per år till och med år 2037, varav 1 st O.12 20-fot halvhöjd och 1 st O.12 10-fot helhöjd. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E36-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.12 20-fot halvhöjd	O.12 10-fot helhöjd	O.12 20-fot helhöjd	O.12:1 20-fot halvhöjd
Deponerade	1BLA	0	1	5	0
Prognostiserade	(BLA)	46	33	5	1

E36.2 Medelkolli för avfallstypen

E36.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E36-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.12.

Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E36-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.12 20-fot halvhöjd/ 10-fot helhöjd	O.12 20-fot helhöjd	O.12:1 20-fot halvhöjd
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	100	100	100
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	15	15	15
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Betong [kg]	Avfall	–	–	1 170
Cellulosa [kg]	Avfall	500	500	500
Indunstarkoncentrat [kg]	Avfall	–	–	270
Järn/stål [kg]	Avfall	4 500	4 500	4 754
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	229	229	242
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	3 000	3 000	3 000
Cellulosa [kg]	Emballage	–	310	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	2 200	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	150	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5	7,5	7,5

E36.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E36-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.12 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E36-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.12/O.12:1 20-fot halvhöjd [Bq]	O.12 10-fot helhöjd [Bq]	O.12 20-fot helhöjd [Bq]
H-3	3,33E+04	6,49E+01	3,94E+03
Be-10	4,20E+00	7,20E-03	9,50E-01
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cl-36	4,20E+03	7,20E+00	9,50E+02
Fe-55	3,78E+04	8,90E+01	1,17E+02
Co-60	8,21E+06	1,82E+04	2,96E+05
Ni-59	5,13E+06	8,79E+03	1,16E+06
Ni-63	2,80E+08	4,88E+05	5,92E+07
Se-79	3,24E+02	1,80E+02	1,15E+03
Sr-90	4,53E+06	8,22E+03	7,95E+05
Zr-93	7,00E+03	1,20E+01	1,58E+03
Nb-93m	6,68E+05	1,26E+03	9,37E+04
Nb-94	6,99E+04	1,20E+02	1,58E+04
Mo-93	6,93E+03	1,35E+01	5,12E+03
Tc-99	2,91E+04	4,41E+03	3,44E+04
Pd-107	8,10E+01	4,50E+01	2,88E+02
Ag-108m	3,84E+05	6,61E+02	8,56E+04
Cd-113m	3,35E+03	2,08E+03	6,81E+03
Sn-126	4,05E+01	2,25E+01	1,44E+02
Sb-125	4,22E+03	9,93E+00	1,28E+00
I-129	2,43E+02	1,35E+02	8,44E+02
Cs-134	1,46E+01	1,12E+01	6,93E-04
Cs-135	8,10E+02	4,42E+02	1,99E+03
Cs-137	2,26E+07	1,32E+07	6,30E+07
Ba-133	2,01E+03	4,01E+00	2,08E+02
Pm-147	2,55E+02	1,95E+02	9,96E+00
Sm-151	1,58E+05	8,93E+04	5,19E+05
Eu-152	3,51E+02	2,19E+02	6,95E+02
Eu-154	1,11E+05	7,35E+04	1,45E+05
Eu-155	3,47E+03	2,53E+03	1,52E+03
Ho-166m	2,71E+04	4,65E+01	6,10E+03
U-232	6,91E-01	1,21E-03	1,41E-01
U-234	4,04E+01	6,92E-02	9,13E+00
U-235	8,08E-01	1,39E-03	1,83E-01
U-236	1,22E+01	2,08E-02	2,75E+00
U-238	1,62E+01	2,77E-02	3,65E+00
Np-237	1,84E+01	3,13E-02	4,27E+00
Pu-238	5,69E+04	9,93E+01	1,19E+04
Pu-239	1,68E+04	2,88E+01	3,80E+03
Pu-240	2,36E+04	4,04E+01	5,33E+03
Pu-241	3,52E+05	6,74E+02	4,62E+04
Pu-242	1,21E+02	2,08E-01	2,74E+01
Am-241	1,60E+05	2,73E+02	3,67E+04
Am-242m	3,07E+02	5,31E-01	6,60E+01
Am-243	2,29E+03	3,93E+00	5,18E+02
Cm-243	2,16E+02	3,91E-01	3,80E+01
Cm-244	7,60E+03	1,42E+01	1,13E+03
Cm-245	1,21E+01	2,07E-02	2,73E+00
Cm-246	3,20E+00	5,49E-03	7,24E-01

E37 O.12:D/O.12C:D/O.12S:D

E37.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna O.12:D, O.12C:D och O.12S:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från OKG. O.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall. O.12C:D innehåller betong och O.12S:D innehåller sand.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats baserat på Larsson et al. (2013) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E37.1.1 Avfall

Skrotavfallet i O.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i O.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstypen R.12 från driftavfall. Avfallet i O.12C:D består av betong från de yttre delarna av den biologiska skärmen samt kontaminerad betong från kontrollerat område i anläggningen. Avfallet i O.12S:D består av sand från sandbäddarna i gasbehandlingsystem 341.

E37.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern är tillverkad i stål med en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E37.1.3 Behandling

En container O.12:D antas fyllas med ca 16 500 kg skrotavfall. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. En container O.12C:D antas fyllas med ca 17 800 kg betongavfall och O.12S:D antas fyllas med ca 17 600 kg sand.

E37.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Radioaktiviteten i O.12S:D system 341 är vid tillverkning av avfallskollit dominerad av de långlivade ädelgasdöttrarna Sr-90, Cs-135 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E37.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E37-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2032–2039 samt 2045–2052. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E37-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.12:D skrotavfall	O.12:D sekundäravfall	O.12C:D	O.12S:D
Prognostiserade	(BLA)	382	75	160	37

E37.2 Medelkoli för avfallstypen

E37.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E37-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.12:D, O.12C:D och O.12S:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E37-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.12:D skrotavfall	O.12:D sekundäravfall	O.12C:D	O.12S:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	17 759	–
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 455	4 500	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	844	229	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–	17 605
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5	1,5

E37.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E37-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.12:D, O.12C:D och O.12S:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E37-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.12:D [Bq]	O.12C:D [Bq]	O.12S:D [Bq]	Nuklid	O.12:D [Bq]	O.12C:D [Bq]	O.12S:D [Bq]
H-3	0,00E+00	2,66E+08	0,00E+00	Cs-137	9,39E+06	2,03E+07	2,95E+09
Be-10	0,00E+00	5,31E-01	0,00E+00	Ba-133	4,38E-03	1,83E+04	0,00E+00
C-14 org	3,44E+03	4,38E+03	0,00E+00	Pm-147	3,25E+02	2,61E+02	0,00E+00
C-14 oorg	1,12E+05	2,05E+05	0,00E+00	Sm-151	3,68E+04	3,96E+06	0,00E+00
C-14 ind	0,00E+00	7,60E+05	0,00E+00	Eu-152	6,32E+01	2,24E+07	0,00E+00
Cl-36	1,74E+00	2,32E+04	0,00E+00	Eu-154	1,37E+04	3,52E+05	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	2,28E+06	0,00E+00	Eu-155	4,29E+02	1,60E+04	0,00E+00
Fe-55	3,45E+05	1,47E+05	0,00E+00	Ho-166m	1,13E+00	5,50E+04	0,00E+00
Co-60	2,27E+07	6,38E+06	0,00E+00	U-232	6,80E-01	2,78E-02	0,00E+00
Ni-59	9,54E+06	6,69E+05	0,00E+00	U-235	1,33E-03	1,51E-04	0,00E+00
Ni-63	9,99E+08	6,69E+07	0,00E+00	U-236	3,89E+01	1,23E+00	0,00E+00
Se-79	1,93E-01	1,51E+00	0,00E+00	Np-237	4,65E+01	1,48E+00	0,00E+00
Sr-90	2,70E+06	3,50E+05	1,66E+08	Pu-238	2,75E+05	1,48E+04	0,00E+00
Zr-93	5,06E+03	2,08E+03	0,00E+00	Pu-239	4,12E+04	4,31E+03	0,00E+00
Nb-93m	7,51E+07	2,35E+07	0,00E+00	Pu-240	5,64E+04	3,47E+03	0,00E+00
Nb-94	3,59E+05	1,42E+05	0,00E+00	Pu-241	1,12E+06	9,60E+04	0,00E+00
Mo-93	2,57E+03	6,86E+03	0,00E+00	Pu-242	3,06E+02	9,49E+00	0,00E+00
Tc-99	5,95E+03	1,96E+04	0,00E+00	Am-241	1,87E+05	1,43E+04	0,00E+00
Pd-107	3,01E-01	1,18E+00	0,00E+00	Am-242m	1,13E+03	3,88E+01	0,00E+00
Ag-108m	3,56E+04	4,25E+05	0,00E+00	Am-243	4,17E+03	1,26E+02	0,00E+00
Cd-113m	8,04E+00	3,24E+02	0,00E+00	Cm-243	6,95E+02	3,71E+01	0,00E+00
Sn-126	7,50E+01	5,58E+00	0,00E+00	Cm-244	8,42E+04	5,96E+03	0,00E+00
Sb-125	2,74E+03	1,10E+02	0,00E+00	Cm-245	6,16E+01	1,79E+00	0,00E+00
I-129	8,36E+01	7,70E+01	8,94E+03	Cm-246	2,47E+01	7,02E-01	0,00E+00
Cs-134	1,34E+02	8,62E+02	0,00E+00				
Cs-135	2,40E+03	6,40E+02	9,20E+05				

E38 O.16:D

E38.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.16:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från OKG. Den består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor från systemdekontaminering.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Larsson et al. (2013) kompletterat med antaganden om emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, antas gälla för avfallstypen.

E38.1.1 Avfall

Avfallet består av jonbytarmassa som uppkommit vid systemdekontaminering inför rivning.

E38.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock och botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänklåt.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E38.1.3 Behandling

Kokillen antas volymmässigt fyllas med lika delar jonbytarmassa och cement. Avfallsmatrisen homogeniseras med hjälp av omröraren. Voiden hos ett kolli antas vara ca 10 %. Matrisen får härda innan ett stållock placeras på kokillen.

E38.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E38.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E38-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2033, 2036, 2046 och 2051. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E38-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.16:D
Prognostiserade	(Silo)	28

E38.2 Medelkolli för avfallstypen

E38.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E38-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.16:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E38-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.16:D
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	803
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	1 836
Järn/stål [kg]	Matris	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,17

E38.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E38-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.16:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E38-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.16:D [Bq]	Nuklid	O.16:D [Bq]	Nuklid	O.16:D [Bq]
H-3	0,00E+00	Tc-99	1,07E+06	U-232	1,28E+02
Be-10	0,00E+00	Pd-107	4,08E+01	U-235	3,40E-01
C-14 org	1,32E+04	Ag-108m	5,96E+06	U-236	7,96E+03
C-14 oorg	8,93E+05	Cd-113m	1,13E+03	Np-237	9,39E+03
C-14 ind	0,00E+00	Sn-126	1,51E+04	Pu-238	5,10E+07
Cl-36	2,51E+02	Sb-125	1,88E+05	Pu-239	9,04E+06
Ca-41	0,00E+00	I-129	1,64E+03	Pu-240	1,35E+07
Fe-55	2,10E+07	Cs-134	1,97E+04	Pu-241	1,68E+08
Co-60	1,82E+09	Cs-135	1,98E+04	Pu-242	5,94E+04
Ni-59	2,27E+09	Cs-137	3,93E+08	Am-241	4,02E+07
Ni-63	2,26E+11	Ba-133	5,79E-01	Am-242m	3,21E+05
Se-79	2,61E+01	Pm-147	2,43E+04	Am-243	6,82E+05
Sr-90	4,60E+08	Sm-151	7,12E+06	Cm-243	1,25E+05
Zr-93	1,47E+06	Eu-152	9,38E+03	Cm-244	1,11E+07
Nb-93m	1,18E+10	Eu-154	1,82E+06	Cm-245	9,74E+03
Nb-94	8,39E+07	Eu-155	4,82E+04	Cm-246	3,29E+03
Mo-93	5,30E+05	Ho-166m	1,30E+02		

E39 O.23/O.23:9

E39.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.23 består av betongkokiller innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor och skrot från OKG. Tidigare har även avfall från Clab ingått i denna avfallstyp. För att särskilja avfallet som ägs av Clab benämns dessa med bokstaven C i föreliggande rapport och beskrivs i kapitel 16.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, O.23:9. Skillnaden mellan O.23 och O.23:9 är främst avfallsemballagets konstruktion. Skillnaden anses vara så liten att samma data används för O.23:9 som för O.23.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E39.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot som uppkommer vid service och underhåll av aktiva system. Denna typ av arbete pågår kontinuerligt, men huvuddelen av avfallet genereras dock under de årliga revisionsavställningarna. Soporna består bland annat av plast, trasor, emballage, betong och blästersand. Skrot består av bland annat ventiler, rörbitar, packningar och filter.

E39.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggarna är normalt 10 cm tjocka men kan i vissa undantagsfall vara 25 cm tjocka. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. 10-cm kokillen har en tomvikt på ca 1 600 kg. 25-cm kokillen har en tomvikt på ca 3 100 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E39.1.3 Behandling

Avfallet placeras direkt i kokiller för att sedan kringgjutas med betong. Voidsen i ett kolli antas vara ca 25 %. Efter två dygns härdning förses kokillen med ett lock. Detta gjuts på plats genom ytterligare tillsats av betongbruk.

E39.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 100–500 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 30 mSv/h vilket baseras på tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E39.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E39-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen O.23 började produceras 1981 och har deponerats sedan 1993. Kolonvarianten O.23:9 började produceras 1975 och har deponerats sedan 1993.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 29 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 5 kollin per år till och med år 2037. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E39-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.23	O.23:9
Deponerade	1BMA	324	131
Prognostiserade	(BMA)	154	0

E39.2 Medelkolli för avfallstypen

E39.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E39-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E39-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.23/O.23:9
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	3,5
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,5
Aluminium/Zink [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	30
Järn/stål [kg]	Avfall	105
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	5,3
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Slam [kg]	Avfall	53
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	18
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	67
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage (armering)	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (armering)	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	12
Betong [kg]	Matris	565
Void [m ³]	Matris	0,25

E39.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E39-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E39-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.23/O.23:9 [Bq]	Nuklid	O.23/O.23:9 [Bq]	Nuklid	O.23/O.23:9 [Bq]
H-3	2,52E+04	Ag-108m	5,40E+05	U-235	1,17E+00
Be-10	6,05E+00	Cd-113m	1,52E+04	U-236	1,75E+01
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	6,02E+02	U-238	2,33E+01
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	2,38E+02	Np-237	2,78E+01
Cl-36	6,05E+03	I-129	3,47E+03	Pu-238	7,24E+04
Fe-55	2,44E+04	Cs-134	3,55E+00	Pu-239	2,42E+04
Co-60	5,20E+06	Cs-135	5,82E+03	Pu-240	3,39E+04
Ni-59	7,39E+06	Cs-137	1,70E+08	Pu-241	2,82E+05
Ni-63	3,62E+08	Ba-133	1,44E+03	Pu-242	1,75E+02
Se-79	4,81E+03	Pm-147	9,44E+02	Am-241	2,32E+05
Sr-90	4,63E+06	Sm-151	1,84E+06	Am-242m	4,08E+02
Zr-93	1,01E+04	Eu-152	1,55E+03	Am-243	3,30E+03
Nb-93m	5,58E+05	Eu-154	3,94E+05	Cm-243	2,20E+02
Nb-94	1,01E+05	Eu-155	1,22E+04	Cm-244	6,67E+03
Mo-93	4,18E+04	Ho-166m	3,87E+04	Cm-245	1,74E+01
Tc-99	1,87E+05	U-232	8,49E-01	Cm-246	4,61E+00
Pd-107	1,20E+03	U-234	5,82E+01		

E40 O.4K23:D/O.4K23C:D/O.4K23S:D

E40.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna O.4K23:D, O.4K23C:D och O.4K23S:D är antagna avfallstyper för medelaktivt rivningsavfall från OKG. O.4K23:D består fyrkokiller innehållande betongkringgjutet skrotavfall. O.4K23C:D består fyrkokiller innehållande betongkringgjuten betong och O.4K23S:D består fyrkokiller innehållande betongkringgjuten sand.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Larsson et al. (2013) kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstyperna.

E40.1.1 Avfall

Avfallet i O.4K23:D består huvudsakligen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Avfallet i O.4K23C:D består av delar från den biologiska skärmen som varit nära härden. Avfallet i O.4K23S:D består av sand från sandbäddarna i gasbehandlingssystem 341.

E40.1.2 Emballage

Avfallet packas i fyrkokiller. Fyrkokillen är en kokill i plåt med yttermått 2,4×2,4×1,2 m. Tjockleken på väggarna är 4 mm, golvet 8 mm och locket 15 mm. Emballaget väger ca 1700 kg.

Max tillåten vikt för en fyrkokill inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 6,912 m³.

E40.1.3 Behandling

En fyrkokill O.4K23:D eller O.4K23C:D fylls med ca 5 500 kg avfall och en fyrkokill O.4K23S:D fylls med ca 7 100 kg avfall. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden uppskattas till ca 25 % av emballagets innervolym.

E40.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytytkontamination.

E40.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E40-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2032–2039 samt 2045–2052. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E40-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.4K23:D	O.4K23C:D	O.4K23S:D
Prognostiserade	(BMA)	198	82	15

E40.2 Medelkolli för avfallstypen

E40.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E40-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.4K23:D, O.4K23C:D och O.4K23S:D. Materialdata avser en fyrkokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E40-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.4K23:D	O.4K23C:D	O.4K23S:D
Betong [kg]	Avfall	–	9 917	–
Järn/stål [kg]	Avfall	5 534	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	284	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	7 073
Järn/stål [kg]	Emballage	1 722	1 722	1 722
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	46	46	46
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	4,0–15	4,0–15	4,0–15
Betong [kg]	Matris	9 997	1 783	675
Void [m ³]	Matris	1,6	1,6	1,6

E40.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E40-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.4K23:D, O.4K23C:D och O.4K23S:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en fyrkokill.

Tabell E40-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.4K23:D [Bq]	O.4K23C:D [Bq]	O.4K23S:D [Bq]	Nuklid	O.4K23:D [Bq]	O.4K23C:D [Bq]	O.4K23S:D [Bq]
H-3	1,53E+02	9,35E+09	0,00E+00	Cs-137	5,67E+08	1,53E+05	3,09E+09
Be-10	0,00E+00	2,13E+01	0,00E+00	Ba-133	1,04E-01	6,27E+05	0,00E+00
C-14 org	4,18E+01	0,00E+00	0,00E+00	Pm-147	2,26E+04	6,26E+02	0,00E+00
C-14 oorg	1,09E+03	0,00E+00	0,00E+00	Sm-151	4,34E+06	1,56E+08	0,00E+00
C-14 ind	3,21E+05	3,10E+07	0,00E+00	Eu-152	6,57E+03	7,98E+08	0,00E+00
Cl-36	5,58E+04	9,28E+05	0,00E+00	Eu-154	1,30E+06	1,14E+07	0,00E+00
Ca-41	1,50E+06	9,13E+07	0,00E+00	Eu-155	3,65E+04	4,19E+05	0,00E+00
Fe-55	2,90E+07	2,66E+06	0,00E+00	Ho-166m	1,08E+02	2,20E+06	0,00E+00
Co-60	1,94E+09	3,45E+07	0,00E+00	U-232	8,17E+01	0,00E+00	0,00E+00
Ni-59	1,27E+09	6,39E+06	0,00E+00	U-235	1,84E-01	2,57E-03	0,00E+00
Ni-63	1,30E+11	4,77E+08	0,00E+00	U-236	4,89E+03	0,00E+00	0,00E+00
Se-79	3,02E+00	3,05E+01	0,00E+00	Np-237	5,67E+03	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	3,01E+08	1,40E+05	3,52E+08	Pu-238	3,19E+07	0,00E+00	0,00E+00
Zr-93	7,50E+05	6,35E+02	0,00E+00	Pu-239	5,23E+06	6,65E+04	0,00E+00
Nb-93m	8,12E+09	7,03E+06	0,00E+00	Pu-240	7,65E+06	0,00E+00	0,00E+00
Nb-94	4,70E+07	3,11E+05	0,00E+00	Pu-241	1,17E+08	0,00E+00	0,00E+00
Mo-93	3,29E+05	2,90E+05	0,00E+00	Pu-242	3,72E+04	0,00E+00	0,00E+00
Tc-99	4,88E+05	5,56E+04	0,00E+00	Am-241	2,31E+07	0,00E+00	0,00E+00
Pd-107	4,51E+00	0,00E+00	0,00E+00	Am-242m	1,54E+05	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	3,98E+06	1,69E+07	0,00E+00	Am-243	4,68E+05	0,00E+00	0,00E+00
Cd-113m	4,28E+01	1,03E+04	0,00E+00	Cm-243	7,86E+04	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	9,28E+03	0,00E+00	0,00E+00	Cm-244	8,37E+06	0,00E+00	0,00E+00
Sb-125	2,25E+05	3,35E+01	0,00E+00	Cm-245	6,65E+03	0,00E+00	0,00E+00
I-129	1,38E+03	0,00E+00	5,94E+03	Cm-246	2,48E+03	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	9,58E+03	1,20E+03	0,00E+00				
Cs-135	7,34E+03	0,00E+00	9,65E+05				

E41 O.24

E41.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.24 består av plåtkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt fast avfall i form av komponenter och skrot av stål från OKG.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E41.1.1 Avfall

Avfallet består mestadels av komponenter och skrot av stål, stållegeringar eller annat material innehållande aktivitet, t ex ventiler eller filter för rening av vatten och luft.

E41.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda av förstärkt plåt med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Plåttjockleken är 5 mm i väggar och lock samt 8 mm i botten. Kokillen har ett bultat lock. Kokillen väger ca 575 kg och plåtlocket ca 45 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E41.1.3 Behandling

När kokillen fyllts med avfall inklusive eventuella innerbehållare sker kringgjutning med betong. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 % av innevolymen.

E41.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll är normalt 100–500 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 300 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E41.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E41-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E41-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.24
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(Silo)	204

E41.2 Medelkolli för avfallstypen

E41.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E41-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.24. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E41-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.24
Betong [kg]	Avfall	200
Cellulosa [kg]	Avfall	5,0
Järn/stål [kg]	Avfall	1 500
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	76
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	1 230
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	15
Järn/stål [kg]	Emballage	620
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–8,0
Betong [kg]	Matris	1 356
Void [m ³]	Matris	0,43

E41.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E41-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.24 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E41-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.24 [Bq]	Nuklid	O.24 [Bq]	Nuklid	O.24 [Bq]
H-3	4,46E+05	Cs-135	6,50E+05	Cm-243	3,90E+03
Be-10	9,00E+01	Cs-137	1,54E+10	Cm-244	1,21E+05
C-14 org	0,00E+00	Ba-133	2,43E+04	Cm-245	2,58E+02
C-14 oorg	0,00E+00	Pm-147	3,90E+03	Cm-246	6,86E+01
Cl-36	9,00E+04	Sm-151	1,20E+08		
Fe-55	1,90E+04	Eu-152	1,85E+05		
Co-60	4,02E+07	Eu-154	4,19E+07		
Ni-59	1,10E+08	Eu-155	5,05E+05		
Ni-63	5,74E+09	Ho-166m	5,79E+05		
Se-79	2,60E+05	U-232	1,38E+01		
Sr-90	8,17E+07	U-234	8,65E+02		
Zr-93	1,50E+05	U-235	1,73E+01		
Nb-93m	1,02E+07	U-236	2,61E+02		
Nb-94	1,50E+06	U-238	3,46E+02		
Mo-93	1,48E+05	Np-237	4,01E+02		
Tc-99	6,95E+06	Pu-238	1,16E+06		
Pd-107	6,50E+04	Pu-239	3,60E+05		
Ag-108m	8,15E+06	Pu-240	5,05E+05		
Cd-113m	1,80E+06	Pu-241	5,12E+06		
Sn-126	3,25E+04	Pu-242	2,60E+03		
Sb-125	2,24E+03	Am-241	3,47E+06		
I-129	1,95E+05	Am-242m	6,36E+03		
Cs-134	4,95E+01	Am-243	4,91E+04		

E42 O.99:1

E42.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.99 finns endast i två kolonvarianter, O.99:1 som redovisas här och O.99:3 som redovisas i nästkommande avsnitt. Det vill säga det finns ingen avfallstyp O.99 för deponering.

Kolonvarianten O.99:1 består av udda avfall i form av betongkringgjuten jonbytomassa och filterhjälpmedel från OKG. Avfallet finns i spruckna betongkokiller inuti corténlådor.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av O.99:1. Data baseras på uppgifter från avfallsbeskrivningen för O.99:1 och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BTF, listade i avsnitt E1.4.1, gäller för avfallstypen.

E42.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av korn- och pulverformig jonbytomassa samt filterhjälpmedel från systemen rengöring av bränslebassänger (system 324), rening av reaktorvatten (system 331), avfallsanläggningens rening (system 342) samt kondensatrening (system 332).

E42.1.2 Emballage

Avfallet packas i corténlådor. Corténlådorna är specialtillverkade lådor av 5 mm corténplåt med dimensionen 1,5×1,5×1,5 m. Tomvikten hos en låda är 960 kg. Ett lock av 5 mm corténplåt fastläses mekaniskt i lådans överdel.

Max tillåten vikt för en corténlåda inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 3,375 m³.

E42.1.3 Behandling

Avfallet ligger ingjutet i cement i spruckna betongkokiller. De spruckna kokillerna placeras omslutna av PVC-säckar, men i övrigt obehandlade, i corténlådor. Efter placering i slutförvaret kommer corténlådorna att öppnas och innehållet kringgjutas med betong. Vikten på corténlådan blir då ca 7,5 ton. Då avfallet kringgjuts med betong uppskattas voiden i ett kolli till 5 % av emballagets innervolym.

E42.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Totalt uppmätt aktivitetsinnehåll för alla kokiller är 0,75 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h, vilket baseras på tillverkningen. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E42.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E42-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E42-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.99:1
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BTF)	40

E42.2 Medelkolli för avfallstypen

E42.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E42-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.99:1. Materialdata avser en corténlåda inklusive kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E42-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.99:1
Betong [kg]	Avfall	1 340
Cellulosa [kg]	Avfall	21
Cement [kg]	Avfall	1 540
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	130
Järn/stål [kg]	Avfall	290
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	15
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	10
Järn/stål [kg]	Emballage	960
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	28
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0
Betong [kg]	Matris	4 378
Void [m ³]	Matris	0,18

E42.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E42-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.99:1 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en corténlåda inklusive kokill.

Tabell E42-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.99:1 [Bq]	Nuklid	O.99:1 [Bq]	Nuklid	O.99:1 [Bq]
H-3	4,84E+04	Ag-108m	8,86E+05	U-235	3,25E+00
Be-10	9,78E+00	Cd-113m	7,65E+05	U-236	1,37E+02
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	1,38E+04	U-238	4,40E+02
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	2,43E+02	Np-237	4,96E+02
Cl-36	9,78E+03	I-129	8,28E+04	Pu-238	2,25E+05
Fe-55	2,07E+03	Cs-134	2,10E+01	Pu-239	8,59E+04
Co-60	4,37E+06	Cs-135	2,76E+05	Pu-240	1,20E+05
Ni-59	1,45E+07	Cs-137	6,53E+09	Pu-241	1,22E+06
Ni-63	8,56E+08	Ba-133	2,64E+03	Pu-242	6,19E+02
Se-79	1,10E+05	Pm-147	1,65E+03	Am-241	8,16E+05
Sr-90	2,73E+07	Sm-151	5,11E+07	Am-242m	1,52E+03
Zr-93	1,63E+04	Eu-152	7,86E+04	Am-243	8,62E+03
Nb-93m	1,11E+06	Eu-154	1,78E+07	Cm-243	6,18E+01
Nb-94	1,63E+05	Eu-155	2,15E+05	Cm-244	1,65E+04
Mo-93	1,61E+04	Ho-166m	6,29E+04	Cm-245	6,16E+01
Tc-99	2,81E+06	U-232	3,30E+00	Cm-246	1,64E+01
Pd-107	2,76E+04	U-234	2,06E+02		

E43 O.99:3

E43.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen O.99 finns endast i två kolonvarianter, O.99:1 som redovisas i föregående avsnitt och O.99:3 som redovisas här. Det vill säga det finns ingen avfallstyp O.99 för deponering.

Kolonvarianten O.99:3 består av stålcontainrar innehållande plåtfat med udda avfall från åren 1971–1981 från OKG.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter från avfallsbeskrivningen för O.99:3 och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E43.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av jonbytarmassor, filterhjälpmedel och slam från systemen rengöring av bränslebassänger (system 324), rening av reaktorvatten (system 331) samt avfallsanläggningens renings (system 342). Några fat innehåller blästersand och några innehåller brännbara och icke brännbara sopor och skrot.

E43.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtfat som placeras i ISO-containrar av dimensionen 20-fot helhöjd. Det går i snitt 69 fat i en container.

Plåtfaten är gjorda av kolstål med en plåttjocklek på ca 1 mm och diametern 0,57 m och höjden 0,84 m. Tomvikten av ett fat är ca 20 kg.

Containern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 2,6 m. Material i väggar och tak är normalt ca 1,5 mm kolstål. En tom container väger ca 2 200 kg.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 40 m³.

E43.1.3 Behandling

Jonbytarmassor, filterhjälpmedel och slam cementingjuts i faten. Cementingjutningen sker med omrörare. Sopor, skrot och blästersand är obehandlade i faten. Voiden i ett avfallskolli antas vara 16,5 m³.

E43.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från OKG till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 0,6 MBq/fat. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E43.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E43-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E43-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	O.99:3
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BLA)	5

E43.2 Medelkolli för avfallstypen

E43.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E43-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp O.99:3. Materialdata avser en container inklusive fat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E43-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	O.99:3
Cement [kg]	Avfall	15 000
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	1 885
Järn/stål [kg]	Avfall	2 580
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	369
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	1,0
Slam [kg]	Avfall	145
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	600
Järn/stål [kg]	Emballage	2 200
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	150
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5
Void [m ³]	Matris	17

E43.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E43-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp O.99:3 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container inklusive fat.

Tabell E43-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	O.99:3 [Bq]	Nuklid	O.99:3 [Bq]	Nuklid	O.99:3 [Bq]
H-3	4,90E+00	Ag-108m	8,97E+01	U-235	3,29E-04
Be-10	9,90E-04	Cd-113m	1,01E+01	U-236	1,39E-02
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	1,82E-01	U-238	4,45E-02
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	2,46E-02	Np-237	5,02E-02
Cl-36	9,90E-01	I-129	1,09E+00	Pu-238	2,28E+01
Fe-55	2,09E-01	Cs-134	2,78E-04	Pu-239	8,69E+00
Co-60	4,43E+02	Cs-135	3,65E+00	Pu-240	1,22E+01
Ni-59	1,47E+03	Cs-137	8,63E+04	Pu-241	1,24E+02
Ni-63	8,66E+04	Ba-133	2,67E-01	Pu-242	6,27E-02
Se-79	1,46E+00	Pm-147	2,19E-02	Am-241	8,26E+01
Sr-90	2,76E+03	Sm-151	6,76E+02	Am-242m	1,54E-01
Zr-93	1,65E+00	Eu-152	1,04E+00	Am-243	8,72E-01
Nb-93m	1,12E+02	Eu-154	2,35E+02	Cm-243	6,26E-03
Nb-94	1,65E+01	Eu-155	2,84E+00	Cm-244	1,67E+00
Mo-93	1,63E+00	Ho-166m	6,37E+00	Cm-245	6,24E-03
Tc-99	4,14E+01	U-232	3,34E-04	Cm-246	1,66E-03
Pd-107	3,65E-01	U-234	2,09E-02		

E44 R.BWR:D

E44.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.BWR:D är en antagen avfallstyp för reaktortank utan interndelar från RAB (reaktor-tank R1).

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på Hansson et al. (2013).

Acceptanskriterier för BRT är under framtagande, se avsnitt E1.2.1.

E44.1.1 Avfall

Avfallet består av ytkontaminerat och inducerat stål eller stållegeringar (C1070/SIS2333).

E44.1.2 Emballage

Ingen behållare används. Reaktortanken transporteras och lagras hel, utan emballage. Reaktortanken R1 har höjden 20,2 m och ytterdiameter 6,2 m.

Deponeringsvolymen för en reaktortank är cirka 850 m³ baserat på ett rätblock med sidan 6,4 m och längden 20,4 m där måtten avser reaktortankmått inklusive 0,1 m luft runt om.

E44.1.3 Behandling

Anslutningar försluts och strålskärning monteras vid behov. Ingen övrig behandling är planerad, med undantag av övertäckning med presenning, målning eller annan ytbehandling som kan utföras för att undvika att eventuell ytkontamination sprids.

Angiven void är baserad på respektive reaktortanks innervolym.

E44.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Färdigbehandlad reaktortank mäts med avseende på ytdosrat. Dominerande gammaemitterande nuklid är Co-60. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h.

Reaktortankarna antas vara fria från ytkontamination på utsidan.

E44.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E44-1 presenteras antal kollin till SFR.

Reaktortanken R1 antas deponeras under år 2027. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E44-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R1
Prognostiserade (BRT)		1

E44.2 Medelkolli för avfallstypen

E44.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E44-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.BWR:D. Materialdata avser en reaktortank. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit. Reaktortankarna är invändigt pläterade med ett rostfritt skikt på minst 3 mm.

Tabell E44-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R1
Järn/stål [kg]	Avfall	600 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	770
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	143
Void [m ³]	Matris	500

E44.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E44-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.BWR:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en reaktortank.

Tabell E44-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R1 Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]	Nuklid	R1 Ind. aktivitet [Bq]	Ytaktivitet [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	0,00E+00	6,59E+04
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	0,00E+00	6,86E+06
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-155	0,00E+00	6,21E+04
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Ho-166m	0,00E+00	1,86E+03
C-14 ind	3,28E+09	0,00E+00	U-232	0,00E+00	1,53E+03
Cl-36	2,02E+06	0,00E+00	U-235	0,00E+00	2,47E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	U-236	0,00E+00	6,44E+04
Fe-55	1,51E+08	2,19E+07	Np-237	0,00E+00	8,65E+04
Co-60	6,81E+09	3,85E+09	Pu-238	0,00E+00	5,60E+08
Ni-59	1,63E+10	1,16E+10	Pu-239	0,00E+00	6,10E+07
Ni-63	1,18E+12	1,15E+12	Pu-240	0,00E+00	8,70E+07
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	Pu-241	0,00E+00	9,12E+08
Sr-90	0,00E+00	3,14E+09	Pu-242	0,00E+00	5,79E+05
Zr-93	0,00E+00	5,76E+06	Am-241	0,00E+00	3,70E+08
Nb-93m	3,17E+10	3,21E+11	Am-242m	0,00E+00	2,29E+06
Nb-94	2,14E+08	2,85E+09	Am-243	0,00E+00	9,53E+06
Mo-93	1,11E+09	1,51E+08	Cm-243	0,00E+00	1,11E+06
Tc-99	1,67E+08	2,56E+07	Cm-244	0,00E+00	1,31E+08
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	Cm-245	0,00E+00	2,32E+05
Ag-108m	0,00E+00	2,22E+08	Cm-246	0,00E+00	7,45E+04
Cd-113m	0,00E+00	0,00E+00			
Sn-126	0,00E+00	1,31E+05			
Sb-125	1,36E+04	4,29E+04			
I-129	0,00E+00	0,00E+00			
Cs-134	0,00E+00	0,00E+00			
Cs-135	0,00E+00	0,00E+00			
Cs-137	0,00E+00	0,00E+00			
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00			
Pm-147	0,00E+00	3,93E+03			
Sm-151	0,00E+00	5,00E+07			

E45 R.01/R.01:9

E45.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från RAB. Avfallstypen har deponerats både i BMA och i 1BTF, där kollina i 1BTF fungerar som stödmurar till de plåtfat deponeras där.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, R.01:9. Skillnaderna mellan R.01 och R.01:9 berör främst emballageutformning och mindre ändringar i ingjutningsrecept. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för R.01:9 som för R.01.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen. För de kollin som har deponerats i BTF gäller acceptanskriterierna i avsnitt E1.4.1.

E45.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformig och pulverformig jonbytarmassa samt filterhjälpmedel från systemen reaktorvattenrening (system 331 och 334), kondensatrening i BWR (system 333), rening av bränslebassängvatten i PWR och BWR (system 324), provtagning (system 336), rening av golvdränage (342), rening av bottenblåsningsvatten (system 417) samt kondensatrening i BWR (system 332).

E45.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Armeringen består av 12 mm stångar som väger ca 274 kg. Väggtjockleken är normalt 10 cm men kan i vissa fall vara 25 cm. 10-cm kokillen väger ca 1 600 kg och 25-cm kokillen väger ca 3 200 kg. Kokillerna är invändigt fodrade med polyetencellplast med en tjocklek på 20 mm i 10-cm kokillen och 5 mm i 25-cm kokillen. Plasten väger ca 10 kg. Kokillerna förses med en omrörare av engångstyp som gjuts in med avfallet samt en stänkplåt med hål för påfyllningsrör och omröraraxel. Omröraren är gjord av kolstål och väger 16 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E45.1.3 Behandling

Kornformig jonbytarmassa doseras direkt i kokillen medan pulverformig jonbytarmassa och filterhjälpmedel blandas och avvattnas innan de doseras. Cement och övriga tillsatser fylls i under omrörning. Efter avslutad cementdosering fortgår omblandningen tills en homogen matris erhålls. Totala fyllnadsvolymen hos ett kולי med expansionskassett är ca 67 %. Matrisen får härda i minst två dygn innan ett betonglock gjuts på plats.

E45.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Max uppmätt aktivitet innehåll är 1,0 TBq. Högst tillåtna ytdosrat är 30 mSv/h vilket baseras på tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E45.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E45-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.01 började produceras 1974 och har deponerats sedan 1988. Kolonvarianten R.01:9 började produceras 1975 och har deponerats sedan 1988.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E45-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.01	R.01:9
Deponerade	1BMA	1 070	616
Deponerade	1BTF	57	34
Prognostiserade	(BMA)	0	3

E45.2 Medelkolli för avfallstypen

E45.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E45-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.01. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E45-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.01/R.01:9
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	305
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage (armering)	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (armering)	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 400
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E45.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E45-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.01 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E45-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.01/R.01:9 BMA [Bq]	R.01/R.01:9 1BTF [Bq]	Nuklid	R.01/R.01:9 BMA [Bq]	R.01/R.01:9 1BTF [Bq]
H-3	4,89E+04	4,23E+03	Pm-147	6,25E-01	3,72E-02
Be-10	4,86E+01	5,40E+00	Sm-151	1,95E+07	3,59E+06
C-14 org	6,44E+07	7,19E+07	Eu-152	8,00E+03	1,40E+03
C-14 oorg	2,43E+08	2,71E+08	Eu-154	7,49E+05	1,25E+05
Cl-36	4,31E+04	4,80E+04	Eu-155	1,36E+03	1,97E+02
Fe-55	1,41E+01	3,24E-01	Ho-166m	3,07E+05	3,41E+04
Co-60	5,56E+05	3,33E+04	U-232	3,04E+01	3,23E+00
Ni-59	8,99E+08	1,00E+08	U-234	2,53E+03	2,81E+02
Ni-63	6,28E+10	6,77E+09	U-235	5,07E+01	5,64E+00
Se-79	5,34E+04	9,88E+03	U-236	7,64E+02	8,49E+01
Sr-90	1,25E+08	1,25E+07	U-238	1,01E+03	1,13E+02
Zr-93	8,09E+04	9,00E+03	Np-237	1,28E+03	1,43E+02
Nb-93m	1,62E+06	1,49E+05	Pu-238	2,12E+06	2,27E+05
Nb-94	8,07E+05	8,97E+04	Pu-239	1,05E+06	1,17E+05
Mo-93	9,97E+04	1,11E+04	Pu-240	1,47E+06	1,63E+05
Tc-99	1,90E+06	2,11E+05	Pu-241	3,82E+06	3,43E+05
Pd-107	1,34E+04	2,47E+03	Pu-242	7,59E+03	8,44E+02
Ag-108m	4,20E+06	4,64E+05	Am-241	1,03E+07	1,14E+06
Cd-113m	8,29E+04	1,45E+04	Am-242m	1,62E+04	1,76E+03
Sn-126	6,68E+03	1,23E+03	Am-243	7,53E+04	8,37E+03
Sb-125	1,30E+00	4,56E-02	Cm-243	5,79E+03	5,79E+02
I-129	4,21E+04	7,78E+03	Cm-244	5,40E+04	5,06E+03
Cs-134	2,26E-03	4,30E-05	Cm-245	7,54E+02	8,38E+01
Cs-135	3,86E+05	7,15E+04	Cm-246	2,00E+02	2,22E+01
Cs-137	1,56E+09	2,82E+08			
Ba-133	2,03E+03	1,67E+02			

E46 R.02/R.02:9

E46.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.02 består av betongkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från RAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, R.02:9. Skillnaderna mellan R.02 och R.02:9 berör främst emballageutformning och mindre ändringar i ingjutningsrecept. Skillnaderna anses vara så små att samma data används för R.02:9 som för R.02.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E46.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformiga och pulverformiga jonbytarmassor samt filterhjälpmedel från systemen reaktorvattenrening (system 331 och 334), kondensatrening i BWR (system 333), rening av bränslebassängvatten i PWR och BWR (system 324), provtagning (system 336), rening av golvdrenage (342), rening av bottenblåsningsvatten (system 417) samt kondensatrening i BWR (system 332).

E46.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggtjockleken är normalt 10 cm men kan i vissa fall vara 25 cm. 10-cm kokillen väger ca 1 600 kg och 25-cm kokillen väger ca 3 200 kg. Armeringen består av 12 mm stålstänger med en total vikt av 274 kg. Kokillerna är invändigt fodrade med polyetencellplast med en tjocklek på 20 mm i 10-cm kokillen och 5 mm i 25-cm kokillen. Plasten väger ca 10 kg. Kokillerna förses med en omrörare av engångstyp som gjuts in med avfallet samt en stänkplåt med hål för påfyllningsrör och omröraraxel. Omröraren väger ca 16 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E46.1.3 Behandling

Kornformig jonbytarmassa doseras direkt i kokillen medan pulverformig jonbytarmassa och filterhjälpmedel blandas och avvattnas innan de doseras. Cement och övriga tillsatser fylls i under omrörning. Efter avslutad cementdosering fortgår omblandningen tills en homogen matris erhålls. Totala fyllnadsvolymen hos ett kולי med expansionskassett är ca 67 %. Matrisen får härda i minst två dygn innan ett betonglock gjuts på plats.

E46.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Max uppmätt aktivitetssinnehåll är 1,0 TBq. för en kokill 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E46.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E46-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.02 började produceras 1984 och har deponerats sedan 1993. Kolonvarianten R.02:9 började produceras 1978 och har deponerats sedan 1993.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdelen som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E46-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.02	R.02:9
Deponerade	Silo	56	292
Prognostiserade	(Silo)	8	15

E46.2 Medelkoli för avfallstypen**E46.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E46-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.02. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E46-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.02/R.02:9
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	305
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage (armering)	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (armering)	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 400
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E46.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E46-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.02 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E46-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.02/R.02:9 [Bq]	Nuklid	R.02/R.02:9 [Bq]	Nuklid	R.02/R.02:9 [Bq]
H-3	5,79E+04	Ag-108m	4,04E+06	U-235	4,87E+01
Be-10	4,66E+01	Cd-113m	3,04E+05	U-236	7,32E+02
C-14 org	8,25E+07	Sn-126	2,32E+04	U-238	9,72E+02
C-14 oorg	2,82E+08	Sb-125	7,97E+01	Np-237	1,22E+03
Cl-36	4,67E+04	I-129	1,46E+05	Pu-238	2,04E+06
Fe-55	6,77E+02	Cs-134	4,49E-01	Pu-239	1,01E+06
Co-60	1,88E+06	Cs-135	1,31E+06	Pu-240	1,41E+06
Ni-59	8,63E+08	Cs-137	5,45E+09	Pu-241	4,29E+06
Ni-63	6,06E+10	Ba-133	2,59E+03	Pu-242	7,29E+03
Se-79	1,86E+05	Pm-147	9,47E+01	Am-241	9,92E+06
Sr-90	1,24E+08	Sm-151	6,79E+07	Am-242m	1,56E+04
Zr-93	7,76E+04	Eu-152	2,95E+04	Am-243	7,23E+04
Nb-93m	1,77E+06	Eu-154	3,24E+06	Cm-243	5,84E+03
Nb-94	7,74E+05	Eu-155	1,57E+04	Cm-244	5,62E+04
Mo-93	9,43E+04	Ho-166m	2,95E+05	Cm-245	7,23E+02
Tc-99	1,87E+06	U-232	2,96E+01	Cm-246	1,92E+02
Pd-107	4,64E+04	U-234	2,43E+03		

E47 R.02:D

E47.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.02:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från RAB. Den består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor från systemdekontaminering.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Hansson et al. (2013) kompletterat med antaganden om emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, antas gälla för avfallstypen.

E47.1.1 Avfall

Avfallet består av jonbytarmassa som uppkommit vid systemdekontaminering inför rivning.

E47.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock och botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänkplåt.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E47.1.3 Behandling

Kokillen antas volymmässigt fyllas med lika delar jonbytarmassa och cement. Avfallsmatrisen homogeniseras med hjälp av omröraren. Voiden hos ett kolli antas vara ca 10 %. Matrisen får härda innan ett stållock placeras på kokillen.

E47.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E47.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E47-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2026-2027, 2042 och 2044. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E47-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.02:D
Prognostiserade	(Silo)	42

E47.2 Medelkoli för avfallstypen

E47.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E47-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.02:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E47-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.02:D
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	803
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	1 836
Järn/stål [kg]	Matris	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,17

E47.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E47-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.02:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E47-3. Aktivitet för ett beräknat medelkoli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.02:D [Bq]	Nuklid	R.02:D [Bq]	Nuklid	R.02:D [Bq]
H-3	0,00E+00	Tc-99	6,61E+07	U-232	9,81E+02
Be-10	0,00E+00	Pd-107	3,55E+05	U-235	1,54E+00
C-14 org	2,45E+07	Ag-108m	3,31E+09	U-236	4,81E+04
C-14 oorg	6,42E+07	Cd-113m	3,42E+05	Np-237	5,39E+04
C-14 ind	0,00E+00	Sn-126	1,77E+06	Pu-238	3,16E+08
Cl-36	4,24E+03	Sb-125	1,02E+07	Pu-239	4,00E+07
Ca-41	0,00E+00	I-129	1,04E+05	Pu-240	5,79E+07
Fe-55	1,05E+09	Cs-134	7,37E+05	Pu-241	8,20E+08
Co-60	2,71E+10	Cs-135	1,61E+06	Pu-242	3,04E+05
Ni-59	6,65E+09	Cs-137	1,84E+10	Am-241	2,31E+08
Ni-63	6,44E+11	Ba-133	2,29E+03	Am-242m	1,08E+06
Se-79	2,63E+05	Pm-147	1,25E+05	Am-243	4,42E+06
Sr-90	2,29E+09	Sm-151	3,71E+07	Cm-243	6,28E+05
Zr-93	6,29E+07	Eu-152	4,97E+04	Cm-244	6,87E+07
Nb-93m	2,01E+11	Eu-154	9,33E+06	Cm-245	8,79E+04
Nb-94	1,57E+09	Eu-155	2,08E+05	Cm-246	3,07E+04
Mo-93	1,37E+08	Ho-166m	6,46E+02		

E48 R.10

E48.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.10 består av betongkokiller innehållande cementingjutet medelaktivt slam från RAB. Avfallstypen har deponerats både i BMA och i 1BTF, där kollina i 1BTF fungerar som stödmurar till de plåtfat som deponeras där.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen. För de kollin som har deponerats i BTF gäller acceptanskriterierna i avsnitt E1.4.1.

E48.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av slam från kemisk dekontaminering samt slam från rengöring av aktiva tankar.

E48.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Armeringen består av 12 mm stålstänger som väger ca 274 kg. Väggtjockleken är normalt 10 cm men kan i vissa fall vara 25 cm. 10-cm kokillen väger ca 1 600 kg och 25-cm kokillen väger ca 3 200 kg. Kokillerna är invändigt fodrade med polyetencellplast med en tjocklek på 20 mm i 10-cm kokillen och 5 mm i 25-cm kokillen. Plasten väger ca 10 kg. Kokillerna förses med en omrörare av engångstyp som gjuts in med avfallet samt en stänkplåt med hål för påfyllningsrör och omröraraxel. Omröraren är gjord av kolstål och väger 16 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E48.1.3 Behandling

Avfall och cement sammanförs i kokillen under omrörning. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli med expansionskassett är ca 67 %. Efter härdning under minst två dygn gjuts ett betonglock på plats.

E48.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Max uppmätt aktivitetsinnehåll vid tillverkning är ca 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E48.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E48-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.10 började produceras 1977 och har deponerats sedan 1996.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 5 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av ett kolli per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E48-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.10
Deponerade	1BMA	84
Deponerade	1BTF	4
Prognostiserade	(BMA)	37

E48.2 Medelkolli för avfallstypen

E48.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E48-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.10. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E48-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.10
Slam [kg]	Avfall	425
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage (armering)	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (armering)	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (armering)	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 120
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E48.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E48-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.10 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E48-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.10 BMA [Bq]	R.10 1BTF [Bq]	Nuklid	R.10 BMA [Bq]	R.10 1BTF [Bq]
H-3	4,85E+04	4,19E+02	Pm-147	3,25E+01	1,35E-04
Be-10	1,58E+01	4,55E-01	Sm-151	2,34E+05	7,77E+03
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	1,18E+02	3,33E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	1,47E+04	3,17E+02
Cl-36	1,58E+04	4,55E+02	Eu-155	2,07E+02	5,69E-01
Fe-55	1,59E+05	6,26E-02	Ho-166m	1,01E+05	2,87E+03
Co-60	1,40E+07	4,22E+03	U-232	0,00E+00	0,00E+00
Ni-59	2,94E+08	8,45E+06	U-234	0,00E+00	0,00E+00
Ni-63	2,21E+10	5,79E+08	U-235	0,00E+00	0,00E+00
Se-79	6,21E+02	2,10E+01	U-236	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	1,82E+06	5,74E+04	U-238	0,00E+00	0,00E+00
Zr-93	2,64E+04	7,58E+02	Np-237	0,00E+00	0,00E+00
Nb-93m	1,11E+06	1,42E+04	Pu-238	0,00E+00	0,00E+00
Nb-94	2,63E+05	7,56E+03	Pu-239	0,00E+00	0,00E+00
Mo-93	3,16E+04	9,33E+02	Pu-240	0,00E+00	0,00E+00
Tc-99	5,38E+05	1,78E+04	Pu-241	0,00E+00	0,00E+00
Pd-107	1,55E+02	5,25E+00	Pu-242	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	1,40E+06	3,93E+04	Am-241	0,00E+00	0,00E+00
Cd-113m	1,21E+03	3,44E+01	Am-242m	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	7,76E+01	2,63E+00	Am-243	0,00E+00	0,00E+00
Sb-125	5,48E+02	1,17E-02	Cm-243	0,00E+00	0,00E+00
I-129	4,89E+02	1,66E+01	Cm-244	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	2,08E+00	1,42E-07	Cm-245	0,00E+00	0,00E+00
Cs-135	4,47E+03	1,52E+02	Cm-246	0,00E+00	0,00E+00
Cs-137	1,99E+07	6,32E+05			
Ba-133	2,78E+03	1,71E+01			

E49 R.12

E49.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.12 består av stålcontainrar innehållande lågaktiva sopor och skrot från RAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, R.12:1. Skillnaden mellan R.12 och R.12:1 är att i kolonvarianten packas högtryckskomprimerade fat vilket ger en avsevärt större mängd järn/stål än vad som ingår i R.12.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av både avfallstypen och kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E49.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot. Soporna består av komprimerade eller icke komprimerade sopsäckar innehållande t ex textilier, papper, isolering, mindre bitar av aluminium, koppar och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E49.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd eller 20-fot helhöjd.

Halvhöjdscontainern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt ca 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg.

Helhöjdscontainern har en höjd på 2,6 m men har annars samma geometri som halvhöjdscontainern. Den har en tomvikt på 2 200 kg. Helhöjdscontainerns golv kan bestå av ca 15–30 mm plywood med bärande stålkonstruktion. Plywood-golvet väger ca 310 kg.

Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 000 kg. Deponeringsvolymen är 20 m³ respektive 40 m³.

E49.1.3 Behandling

Brännbart avfall som till följd av för högt aktivitetsinnehåll inte får brännas blandas med kompakterbart avfall och kompakteras samt inplastas. Icke brännbart och icke kompakterbart avfall placeras i plastsäckar, plåtfat, fatlådor eller direkt utan behandling i container.

Det eftersträvas alltid att få så hög fyllnadsvolym som möjligt, denna kan dock variera stort beroende på avfallets karaktär. Voiden i ett avfallskolli antas vara 7,5 m³ för båda typerna av emballage även om det är troligt att det är mer void i de större emballagen.

E49.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 25 GBq/container. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E49.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E49-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.12 började produceras 1976 och har deponerats sedan 1991. Kolonvarianten R.12:1 började produceras 1975 och har deponerats sedan 1991.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 28 kollin i mellanlager, varav 7 st R.12 halvhöjd och 21 st O.12 helhöjd. Det planeras för en produktion av 2,4 kollin R.12 helhöjd per år till och med år 2027 och därefter ett kolli per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E49-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.12 halvhöjd	R.12 helhöjd	R.12:1 halvhöjd
Deponerade	1BLA	24	44	2
Prognostiserade	(BLA)	7	74	0

E49.2 Medelkolli för avfallstypen

E49.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E49-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.12. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E49-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.12 halvhöjd	R.12 helhöjd	R.12:1 halvhöjd
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	100	100	100
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	15	15	15
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	500	500	500
Järn/stål [kg]	Avfall	4 500	4 500	7 720
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	229	229	862
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	400	400	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	3 000	3 000	3 000
Cellulosa [kg]	Emballage	–	310	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	2 200	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	150	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5	7,5	7,5

E49.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E49-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.12 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E49-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.12/R.12:1 halvhöjd [Bq]	R.12 helhöjd [Bq]	Nuklid	R.12/R.12:1 halvhöjd [Bq]	R.12 helhöjd [Bq]
H-3	4,43E+03	1,05E+04	Pm-147	1,95E+00	5,42E+02
Be-10	2,18E+00	1,56E+00	Sm-151	3,12E+06	1,27E+05
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	1,84E+03	2,44E+04
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	2,23E+05	8,44E+04
Cl-36	2,18E+03	1,55E+03	Eu-155	7,90E+02	3,44E+03
Fe-55	7,14E+01	3,34E+04	Ho-166m	1,38E+04	1,00E+04
Co-60	2,02E+05	3,33E+06	U-232	6,85E-01	2,30E-01
Ni-59	4,10E+07	2,93E+07	U-234	5,13E+01	1,62E+01
Ni-63	3,08E+09	2,49E+09	U-235	1,03E+00	3,24E-01
Se-79	8,00E+03	2,68E+02	U-236	1,55E+01	4,88E+00
Sr-90	1,41E+06	4,95E+05	U-238	2,05E+01	6,48E+00
Zr-93	3,63E+03	2,59E+03	Np-237	2,75E+01	8,56E+00
Nb-93m	1,22E+05	2,10E+05	Pu-238	7,47E+04	2,57E+04
Nb-94	3,62E+04	2,59E+04	Pu-239	2,13E+04	6,74E+03
Mo-93	4,34E+03	2,80E+03	Pu-240	3,06E+04	9,67E+03
Tc-99	7,67E+04	3,17E+04	Pu-241	1,39E+05	6,28E+04
Pd-107	2,00E+03	6,71E+01	Pu-242	1,54E+02	4,86E+01
Ag-108m	1,91E+05	6,53E+04	Am-241	2,97E+05	9,58E+04
Cd-113m	1,88E+04	2,48E+03	Am-242m	3,45E+02	1,12E+02
Sn-126	9,99E+02	3,35E+01	Am-243	1,53E+03	4,83E+02
Sb-125	6,57E-01	1,52E+03	Cm-243	1,53E+02	5,63E+01
I-129	6,30E+03	2,05E+02	Cm-244	1,73E+04	6,12E+03
Cs-134	1,22E-03	1,83E+01	Cm-245	1,53E+01	4,83E+00
Cs-135	5,73E+04	1,14E+03	Cm-246	4,06E+00	1,28E+00
Cs-137	2,83E+08	1,73E+07			
Ba-133	2,13E+02	6,39E+02			

E50 R.12:D/R.12C:D/R.12S:D

E50.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna R.12:D, R.12C:D och R.12S:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från RAB. R.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall. R.12C:D innehåller betong och R.12S:D innehåller sand.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Hansson et al. (2013) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E50.1.1 Avfall

Skrotavfallet i R.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i R.12:D består av sopor och skrot likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Avfallet i R.12C:D består av betong från de yttre delarna av den biologiska skärmen samt kontaminerad betong från kontrollerat område i anläggningen. Avfallet i R.12S:D består av sand från sandbäddarna i system 341.

E50.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern har en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E50.1.3 Behandling

Skrotavfallet, betongen och sanden antas packas med en packningsgrad på 1,1 ton/ m³. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall.

E50.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E50.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E50-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallstyp R.12:D och R.12C:D antas deponeras under år 2025–2031 samt 2041–2047. Avfallstyp R.12S:D antas deponeras år 2026–2031. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E50-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.12:D skrotavfall	R.12:D sekundäravfall	R.12C:D	R.12S:D
Prognostiserade	(BLA)	294	95	60	32

E50.2 Medelkoli för avfallstypen

E50.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E50-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.12:D, R.12C:D och R.12S:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E50-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.12:D skrotavfall	R.12:D sekundäravfall	R.12C:D	R.12S:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	108	–	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	16	–	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	16 500	–
Cellulosa [kg]	Avfall	–	541	–	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 500	4 868	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	846	248	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–	16 500
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	433	–	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 245	–	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	6,8	8,1	4,3

E50.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E50-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.12:D, R.12C:D och R.12S:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E50-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.12:D [Bq]	R.12C:D [Bq]	R.12S:D [Bq]	Nuklid	R.12:D [Bq]	R.12C:D [Bq]	R.12S:D [Bq]
H-3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Cs-137	1,16E+08	4,50E+08	1,49E+09
Be-10	4,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	Ba-133	5,85E+00	2,45E-02	0,00E+00
C-14 org	1,41E+05	2,70E+06	0,00E+00	Pm-147	1,30E+02	1,44E+01	0,00E+00
C-14 oorg	5,51E+05	7,45E+06	0,00E+00	Sm-151	2,80E+04	3,35E+04	0,00E+00
C-14 ind	4,09E+04	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	5,22E+01	7,24E+01	0,00E+00
Cl-36	2,84E+01	3,31E+02	0,00E+00	Eu-154	7,89E+03	6,09E+03	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Eu-155	1,93E+02	8,97E+01	0,00E+00
Fe-55	2,94E+05	1,26E+04	0,00E+00	Ho-166m	9,01E-01	2,91E+00	0,00E+00
Co-60	7,87E+06	2,27E+06	0,00E+00	U-232	1,33E+00	6,09E+00	0,00E+00
Ni-59	3,75E+06	4,74E+06	0,00E+00	U-235	1,18E-03	1,42E-03	0,00E+00
Ni-63	3,61E+08	4,41E+08	0,00E+00	U-236	5,74E+01	2,45E+02	0,00E+00
Se-79	3,31E+03	7,39E+04	0,00E+00	Np-237	3,75E+01	4,01E+01	0,00E+00
Sr-90	2,47E+06	1,62E+06	1,41E+08	Pu-238	2,17E+05	1,02E+05	0,00E+00
Zr-93	3,71E+04	6,23E+04	0,00E+00	Pu-239	2,84E+04	3,05E+04	0,00E+00
Nb-93m	1,17E+08	5,60E+07	0,00E+00	Pu-240	4,07E+04	4,44E+04	0,00E+00
Nb-94	1,02E+06	5,13E+05	0,00E+00	Pu-241	5,06E+05	2,47E+05	0,00E+00
Mo-93	7,74E+04	2,71E+04	0,00E+00	Pu-242	2,17E+02	2,36E+02	0,00E+00
Tc-99	2,32E+05	1,48E+06	0,00E+00	Am-241	1,73E+05	1,14E+05	0,00E+00
Pd-107	2,35E+03	1,26E+04	0,00E+00	Am-242m	7,59E+02	3,89E+02	0,00E+00
Ag-108m	1,64E+06	1,01E+06	0,00E+00	Am-243	3,24E+03	3,20E+03	0,00E+00
Cd-113m	3,55E+03	2,93E+04	0,00E+00	Cm-243	4,18E+02	1,74E+02	0,00E+00
Sn-126	1,10E+04	5,91E+04	0,00E+00	Cm-244	4,82E+04	2,03E+04	0,00E+00
Sb-125	4,14E+03	1,06E+03	0,00E+00	Cm-245	6,75E+01	5,55E+01	0,00E+00
I-129	7,49E+02	4,10E+03	5,42E+03	Cm-246	2,36E+01	2,23E+01	0,00E+00
Cs-134	2,17E+03	1,68E+02	0,00E+00				
Cs-135	6,72E+04	4,65E+04	2,84E+05				

E51 R.15

E51.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.15 består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytmassor och filterhjälpmedel från RAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E51.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformiga och pulverformiga jonbytmassor samt filterhjälpmedel från systemen reaktorvattenrening (system 331 och 334), kondensatrening i BWR (system 333), rening av bränslebassängvatten i PWR och BWR (system 324), provtagning (system 336), rening av golvdränage (342), rening av bottenblåsningsvatten (system 417 och 337) samt kondensatrening i BWR (system 332).

E51.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock, botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänkplåt.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E51.1.3 Behandling

Kornformig jonbytarmassa doseras direkt i kokillen medan pulverformig jonbytarmassa och filterhjälpmedel blandas och avvattnas innan de doseras. Cement och övriga tillsatser fylls i under omrörning. Voiden i ett kolli antas vara ca 5 %. Efter härdning i minst två dygn gjuts ett betonglock på plats.

E51.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll vid tillverkning är ca 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E51.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E51-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.15 började produceras 1987 och har deponerats sedan 1992.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 50 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2,5 kollin per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E51-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.15
Deponerade	1BMA	124
Prognostiserade	(BMA)	130

E51.2 Medelkolli för avfallstypen

E51.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E51-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.15. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E51-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.15
Filterhjälpmedel [kg]	Avfall	2,4
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	700
Betong [kg]	Emballage	500
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	2 100
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,085

E51.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E51-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.15 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E51-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.15 [Bq]	Nuklid	R.15 [Bq]	Nuklid	R.15 [Bq]
H-3	3,16E+05	Sn-126	7,37E+03	Pu-238	2,79E+06
Be-10	5,35E+01	Sb-125	1,47E+05	Pu-239	1,16E+06
C-14 org	4,37E+07	I-129	4,53E+04	Pu-240	1,62E+06
C-14 oorg	1,65E+08	Cs-134	5,63E+02	Pu-241	1,80E+07
Cl-36	5,65E+04	Cs-135	2,84E+05	Pu-242	8,36E+03
Fe-55	1,34E+06	Cs-137	3,30E+09	Am-241	1,13E+07
Co-60	1,18E+08	Ba-133	1,96E+04	Am-242m	1,99E+04
Ni-59	9,90E+08	Pm-147	1,40E+05	Am-243	8,31E+04
Ni-63	8,08E+10	Sm-151	2,63E+07	Cm-243	1,19E+04
Se-79	5,90E+04	Eu-152	4,74E+04	Cm-244	1,72E+05
Sr-90	2,53E+08	Eu-154	1,63E+07	Cm-245	8,31E+02
Zr-93	8,91E+04	Eu-155	7,90E+05	Cm-246	2,21E+02
Nb-93m	6,33E+06	Ho-166m	3,43E+05		
Nb-94	8,89E+05	U-232	4,25E+01		
Mo-93	9,88E+04	U-234	2,79E+03		
Tc-99	1,91E+06	U-235	5,58E+01		
Pd-107	1,47E+04	U-236	8,39E+02		
Ag-108m	4,80E+06	U-238	1,11E+03		
Cd-113m	4,52E+05	Np-237	1,32E+03		

E52 R.16

E52.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.16 består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytarmassor och filterhjälpmedel från RAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E52.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformiga och pulverformiga jonbytarmassor samt filterhjälpmedel från systemen reaktorvattenrening (system 331 och 334), kondensatrening i BWR (system 333), rening av bränslebassängvatten i PWR och BWR (system 324), provtagning (system 336), rening av golvdränage (342), rening av bottenblåsningsvatten (system 417 och 337) samt kondensatrening i BWR (system 332).

E52.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Kokillen är en kubisk låda gjord av kolstål med dimensionerna 1,2×1,2×1,2 m. Väggen är 5 mm tjock, botten är 6 mm tjock. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen innehåller en omrörare av kolstål. Denna väger ca 25 kg. Behållaren är även försedd med en stänkplåt.

Max tillåten vikt för ett avfallskolli inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen för ett kolli är 1,728 m³.

E52.1.3 Behandling

Kornformig jonbytarmassa doseras direkt i kokillen medans pulverformig jonbytarmassa och filterhjälpmedel blandas och avvattnas innan de doseras. Cement och övriga tillsatser fylls i under omrörning. Voiden i ett kolli antas vara ca 5 %. Efter härdning i minst två dygn gjuts ett betonglock på plats.

E52.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Uppmätt aktivitetsinnehåll vid tillverkning är ca 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E52.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E52-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.16 började produceras 1989 och har deponerats sedan 1995.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 349 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 60,1 kollin per år till och med år 2027 och därefter 25 kollin per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E52-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.16
Deponerade	Silo	1 164
Prognostiserade	(Silo)	1 675

E52.2 Medelkolli för avfallstypen

E52.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E52-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.16. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E52-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.16
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	700
Betong [kg]	Emballage	500
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0
Cement [kg]	Matris	2 100
Järn/stål [kg]	Matris (omrörare)	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris (omrörare)	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris (omrörare)	5,0
Void [m ³]	Matris	0,085

E52.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E52-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.16 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E52-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolleri av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.16 [Bq]	Nuklid	R.16 [Bq]	Nuklid	R.16 [Bq]
H-3	6,31E+05	Sn-126	1,20E+04	Pu-238	5,18E+06
Be-10	9,62E+01	Sb-125	1,37E+03	Pu-239	2,09E+06
C-14 org	2,47E+08	I-129	7,35E+04	Pu-240	2,91E+06
C-14 oorg	8,45E+08	Cs-134	1,01E+04	Pu-241	3,61E+07
Cl-36	8,61E+04	Cs-135	4,26E+05	Pu-242	1,50E+04
Fe-55	2,14E+06	Cs-137	5,80E+09	Am-241	2,04E+07
Co-60	2,09E+08	Ba-133	3,87E+04	Am-242m	3,67E+04
Ni-59	1,78E+09	Pm-147	2,01E+05	Am-243	1,50E+05
Ni-63	1,50E+11	Sm-151	4,42E+07	Cm-243	2,32E+04
Se-79	9,60E+04	Eu-152	2,38E+04	Cm-244	3,44E+05
Sr-90	4,95E+08	Eu-154	2,86E+07	Cm-245	1,50E+03
Zr-93	1,60E+05	Eu-155	1,24E+06	Cm-246	3,97E+02
Nb-93m	1,27E+07	Ho-166m	6,18E+05		
Nb-94	1,60E+06	U-232	7,97E+01		
Mo-93	1,75E+05	U-234	5,01E+03		
Tc-99	3,24E+06	U-235	1,00E+02		
Pd-107	2,40E+04	U-236	1,51E+03		
Ag-108m	8,69E+06	U-238	2,01E+03		
Cd-113m	8,16E+05	Np-237	2,35E+03		

E53 R.23

E53.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.23 består av plåt- och betongkokiller innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor, skrot och filter från RAB. Betongkokillerna har deponerats både i BMA och i 1BTF, där kollina i 1BTF fungerar som stödmurar till de plåtfat som deponeras där.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen. För de kollin som har deponerats i BTF gäller acceptanskriterierna i avsnitt E1.4.1.

E53.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor, skrot och filter. Soporna består av brännbara och icke brännbara material som t ex textilier, papper och plast. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och ventiler. Blandningen av olika avfallsmaterial har sett olika ut under tidens gång beroende på vilka underhållsjobb, revisioner eller annat som utförts.

E53.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåt- och betongkokiller. Kokillerna är bägge kubiska lådor med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Plåtkokillen är gjord av kolstål och har en väggjocklek på 5 mm och en bottenjocklek på 6 mm. Kokillen innehåller pressplåtar. Plåtkokillen inklusive pressplåtar väger ca 660 kg. Betongkokillerna är gjorda av fabriksbetong med armering och finns i två utföranden med en väggjocklek på 10 cm respektive 25 cm.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E53.1.3 Behandling

Avfallet placeras direkt i kokillen. Kompakterbart avfall kompakteras i både plåt- och betongkokill. Återfjädring och uppflytning vid efterföljande kringgjutning förhindras av speciella pressplåtar eller armeringsstänger vilka fästs i kokillväggen. När kokillen är maximalt fylld kringgjuts avfallet med betong. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 %. När detta fått härda i två dygn gjuts ett lock med en tjocklek av minst 10 cm på plats.

E53.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Max uppmätt aktivitetsinnehåll är 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E53.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E53-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen R.23 började produceras 1977 och har deponerats sedan 1993.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 54 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 4,5 kollin per år till och med år 2027 och därefter 3 kollin per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E53-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.23 betongkokill	R.23 plåtkokill
Deponerade	1BMA	338	96
Deponerade	1BTF	21	0
Prognostiserade	(BMA)	0	172

E53.2 Medelkolli för avfallstypen

E53.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E53-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E53-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.23 betongkokill	R.23 plåtkokill
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	1,0	4,0
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,10	0,60
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	11	44
Järn/stål [kg]	Avfall	25	100
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	1,3	5,1
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	25	100
Betong [kg]	Emballage	1 840	500
Järn/stål [kg]	Emballage	274	661
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12	23
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12	5,0–6,0
Betong [kg]	Matris	565	1 356
Void [m ³]	Matris	0,25	0,43

E53.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E53-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E53-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.23 plåt-kokill [Bq]	R.23 betong-kokill BMA [Bq]	R.23 betong-kokill 1BTF [Bq]	Nuklid	R.23 plåt-kokill [Bq]	R.23 betong-kokill BMA [Bq]	R.23 betong-kokill 1BTF [Bq]
H-3	1,78E+05	1,75E+04	7,58E+02	Pm-147	3,33E+03	1,16E-01	2,97E-04
Be-10	2,36E+01	1,48E+01	8,31E-01	Sm-151	5,81E+05	1,04E+06	2,23E+04
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	1,22E+03	5,56E+02	8,93E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	4,23E+05	6,32E+04	8,18E+02
Cl-36	2,36E+04	1,48E+04	8,31E+02	Eu-155	1,96E+04	1,79E+02	1,37E+00
Fe-55	7,13E+05	1,01E+01	1,01E-01	Ho-166m	1,52E+05	9,39E+04	5,25E+03
Co-60	6,56E+07	2,72E+05	7,38E+03	U-232	9,13E+00	4,30E+00	2,31E-01
Ni-59	4,45E+08	2,79E+08	1,57E+07	U-234	5,57E+02	3,50E+02	1,96E+01
Ni-63	3,82E+10	1,97E+10	1,07E+09	U-235	1,12E+01	7,01E+00	3,93E-01
Se-79	1,24E+03	2,73E+03	6,10E+01	U-236	1,68E+02	1,05E+02	5,91E+00
Sr-90	2,49E+07	7,64E+06	3,85E+05	U-238	2,23E+02	1,40E+02	7,84E+00
Zr-93	3,94E+04	2,47E+04	1,38E+03	Np-237	2,79E+02	1,93E+02	1,10E+01
Nb-93m	3,48E+06	5,58E+05	2,58E+04	Pu-238	9,42E+05	4,73E+05	2,56E+04
Nb-94	3,93E+05	2,46E+05	1,38E+04	Pu-239	2,32E+05	1,45E+05	8,14E+03
Mo-93	4,20E+04	3,04E+04	1,70E+03	Pu-240	3,32E+05	2,08E+05	1,17E+04
Tc-99	3,86E+05	5,79E+05	3,24E+04	Pu-241	4,53E+06	6,03E+05	2,72E+04
Pd-107	3,10E+02	6,83E+02	1,52E+01	Pu-242	1,67E+03	1,05E+03	5,88E+01
Ag-108m	2,15E+06	1,29E+06	7,17E+04	Am-241	3,22E+06	2,01E+06	1,12E+05
Cd-113m	1,16E+04	5,68E+03	9,26E+01	Am-242m	4,13E+03	2,26E+03	1,24E+02
Sn-126	1,55E+02	3,41E+02	7,62E+00	Am-243	1,66E+04	1,04E+04	5,83E+02
Sb-125	3,29E+03	1,29E+00	1,28E-02	Cm-243	2,76E+03	8,49E+02	4,30E+01
I-129	9,46E+02	2,15E+03	4,80E+01	Cm-244	4,25E+05	8,09E+04	3,82E+03
Cs-134	7,20E+00	3,29E-04	4,42E-07	Cm-245	1,66E+02	1,04E+02	5,83E+00
Cs-135	5,13E+03	1,98E+04	4,41E+02	Cm-246	4,42E+01	2,76E+01	1,55E+00
Cs-137	7,90E+07	9,11E+07	1,77E+06				
Ba-133	1,11E+04	7,52E+02	3,08E+01				

E54 R.23:D/R.4K23:D/R.4K23C:D

E54.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna R.23:D, R.4K23:D och R.4K23C:D är antagna avfallstyper för medelaktivt rivningsavfall från RAB. R.23:D består av plåtkokiller innehållande betongkringgjutet skrotavfall. R.4K23:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjutet skrotavfall och R.4K23C:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjuten betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Hansson et al. (2013) kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstyperna.

E54.1.1 Avfall

Avfallet i R.23:D och R.4K23:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Avfallet i R.4K23C:D består av delar från reaktorbyggnaden och biologiska skärmen.

E54.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller eller fyrkokiller.

Plåtkokillen är en kubisk låda med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Den är gjord av kolstål och har en väggjocklek på 5 mm och en bottenjocklek på 6 mm. Kokillen innehåller även pressplåtar. Plåtkokillen inklusive pressplåtar väger ca 660 kg.

Fyrkokillen är en kokill i plåt med yttermått 2,4×2,4×1,2 m. Tjockleken på väggarna är 4 mm, golvet 8 mm och locket 15 mm. Emballaget väger ca 1700 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg och för en fyrkokill 20 ton. Deponeringsvolymen är 1,728 m³ respektive 6,912 m³.

E54.1.3 Behandling

Avfallet antas packas med packningsgraden 1,1 ton/ m³. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden i fyrkokillerna uppskattas till 25 % av emballagets innervolym. Voiden i R.23:D beräknas till ca 26 % av emballagets innervolym för att inte överstiga maxvikten för ett kולי.

E54.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E54.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E54-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2025–2031 samt 2041–2047. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstyperna.

Tabell E54-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.23:D	R.4K23:D	R.4K23C:D
Prognostiserade	(BMA)	153	314	149

E54.2 Medelkolli för avfallstypen

E54.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E54-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.23:D, R.4K23:D och R.4K23C:D. Materialdata avser en kokill eller fyrkokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E54-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.23:D	R.4K23:D	R.4K23C:D
Betong [kg]	Avfall	–	–	7 150
Järn/stål [kg]	Avfall	1 870	7 150	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	96	367	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–
Betong [kg]	Emballage (lock)	500		
Järn/stål [kg]	Emballage	661	1 722	1 722
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	23	46	46
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–6,0	4,0–15	4,0–15
Betong [kg]	Matris	1 944	9 500	4 550
Void [m ³]	Matris	0,44	1,63	1,63

E54.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E54-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.23:D, R.4K23:D och R.4K23C:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill eller fyrkokill.

Tabell E54-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.23:D [Bq]	R.4K23:D [Bq]	R.4K23C:D [Bq]	Nuklid	R.23:D [Bq]	R.4K23:D [Bq]	R.4K23C:D [Bq]
H-3	0,00E+00	1,33E+02	1,67E+09	Cs-137	0,00E+00	6,51E+08	2,37E+06
Be-10	0,00E+00	2,78E-06	5,47E+00	Ba-133	0,00E+00	1,04E+00	1,82E+05
C-14 org	0,00E+00	8,80E+03	3,60E+05	Pm-147	1,40E+03	1,05E+03	1,55E+01
C-14 oorg	0,00E+00	1,15E+05	9,27E+05	Sm-151	4,25E+05	2,67E+06	5,44E+07
C-14 ind	0,00E+00	1,53E+05	7,72E+06	Eu-152	5,48E+02	3,46E+03	1,46E+08
Cl-36	0,00E+00	6,69E+04	2,30E+05	Eu-154	1,15E+05	3,99E+05	2,64E+06
Ca-41	0,00E+00	1,87E+06	2,31E+07	Eu-155	2,54E+03	4,54E+03	4,65E+04
Fe-55	1,61E+07	1,07E+07	4,23E+04	Ho-166m	5,37E+00	9,02E+01	8,76E+05
Co-60	4,06E+08	4,24E+08	2,20E+06	U-232	9,04E+00	7,77E+01	2,20E-02
Ni-59	8,46E+07	5,84E+08	4,95E+05	U-235	1,68E-02	1,44E-01	2,72E-03
Ni-63	8,20E+09	5,76E+10	4,73E+07	U-236	4,65E+02	3,36E+03	1,02E+00
Se-79	0,00E+00	7,90E+01	4,91E+01	Np-237	5,99E+02	4,54E+03	1,64E-01
Sr-90	2,64E+07	1,66E+08	4,03E+04	Pu-238	3,55E+06	2,86E+07	4,29E+02
Zr-93	8,56E+05	8,70E+05	4,20E+04	Pu-239	4,51E+05	3,19E+06	5,94E+04
Nb-93m	2,59E+09	1,63E+10	4,88E+06	Pu-240	6,49E+05	4,58E+06	1,38E+02
Nb-94	1,91E+07	1,44E+08	1,02E+05	Pu-241	1,01E+07	4,92E+07	2,51E+03
Mo-93	1,85E+06	8,13E+06	3,39E+04	Pu-242	3,29E+03	2,94E+04	7,39E-01
Tc-99	2,86E+05	1,65E+06	1,24E+04	Am-241	2,47E+06	2,19E+07	3,65E+02
Pd-107	0,00E+00	4,77E+03	4,76E+01	Am-242m	1,17E+04	1,15E+05	1,31E+00
Ag-108m	4,69E+07	4,29E+07	5,81E+06	Am-243	4,71E+04	4,77E+05	1,06E+01
Cd-113m	0,00E+00	1,53E+03	4,23E+03	Cm-243	7,18E+03	5,62E+04	1,07E+00
Sn-126	8,41E+02	2,82E+04	2,27E+02	Cm-244	7,83E+05	6,55E+06	1,60E+02
Sb-125	1,48E+05	9,16E+04	7,59E+03	Cm-245	9,08E+02	1,13E+04	2,43E-01
I-129	0,00E+00	2,01E+03	1,32E+01	Cm-246	3,18E+02	3,69E+03	5,90E-02
Cs-134	0,00E+00	2,38E+02	7,48E+01				
Cs-135	0,00E+00	1,17E+04	2,13E+02				

E55 R.24

E55.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen består av plåtkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt avfall i form av metallskrot, blästermedel, icke metalliskt skrot samt aska och slagg från RAB.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E55.1.1 Avfall

Avfallet består av metallskrot, icke metalliskt skrot, göt, filter, blästerstoff, aska och slagg. Organiskt material får endast förekomma i begränsade mängder. Avfallet uppkommer vid drift och underhåll av aktiva system samt vid utbyte och avfallsbehandling av komponenter.

E55.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Plåtkokillen är en kubisk låda av förstärkt plåt med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Plåttjockleken är 5 mm i väggar och lock samt 8 mm i botten. Kokillen har ett bultat lock. Kokillen väger ca 575 kg och plåtlocket ca 45 kg. En del avfall kräver innerbehållare i form av plåtfat, plåtburkar eller plåtlådor.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E55.1.3 Behandling

Avfallet sorteras, segmenteras, kompakteras, smälts, förbränns eller behandlas vid behov på annat sätt innan det packas för slutförvaring. Fritt utrymme i kokill fylls med en kombination av skumglas och betong. Voiden i ett kolli antas vara ca 25 %.

E55.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Maximalt uppmätt aktivitetsinnehåll är 2,0 TBq total aktivitet varav maximalt 0,5 TBq gammastrålande nuklider för plåtkokill. Normal uppmätt ytdosrat är mindre än 50 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 500mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E55.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E55-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 15 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 2 kollin per år från och med år 2014 till och med år 2027 och därefter ett kolli per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E55-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.24
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(Silo)	60

E55.2 Medelkolli för avfallstypen

E55.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E55-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.24. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E55-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.24
Betong [kg]	Avfall	200
Cellulosa [kg]	Avfall	5
Järn/stål [kg]	Avfall	1 500
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	76
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	1 230
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	15
Järn/stål [kg]	Emballage	620
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0–8,0
Betong [kg]	Matris	1 356
Void [m ³]	Matris	0,43

E55.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E55-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.24 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E55-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.24 [Bq]	Nuklid	R.24 [Bq]	Nuklid	R.24 [Bq]
H-3	1,22E+04	Cs-135	1,00E+04	Cm-243	1,66E+02
Be-10	1,20E+00	Cs-137	3,06E+08	Cm-244	2,74E+04
C-14 org	0,00E+00	Ba-133	7,77E+02	Cm-245	8,45E+00
C-14 oorg	0,00E+00	Pm-147	1,58E+04	Cm-246	2,25E+00
Cl-36	1,20E+03	Sm-151	2,01E+06		
Fe-55	5,04E+04	Eu-152	5,41E+03		
Co-60	4,73E+06	Eu-154	2,00E+06		
Ni-59	2,26E+07	Eu-155	9,48E+04		
Ni-63	2,05E+09	Ho-166m	7,76E+03		
Se-79	4,00E+03	U-232	5,03E-01		
Sr-90	1,50E+06	U-234	2,83E+01		
Zr-93	2,00E+03	U-235	5,67E-01		
Nb-93m	2,29E+05	U-236	8,52E+00		
Nb-94	2,00E+04	U-238	1,13E+01		
Mo-93	1,98E+03	Np-237	1,37E+01		
Tc-99	1,06E+05	Pu-238	5,10E+04		
Pd-107	1,00E+03	Pu-239	1,18E+04		
Ag-108m	1,10E+05	Pu-240	1,69E+04		
Cd-113m	5,11E+04	Pu-241	3,04E+05		
Sn-126	5,00E+02	Pu-242	8,49E+01		
Sb-125	5,52E+03	Am-241	1,63E+05		
I-129	3,00E+03	Am-242m	2,19E+02		
Cs-134	1,49E+03	Am-243	8,45E+02		

E56 R.29

E56.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen består av betongkokiller innehållande cementingjutet medelaktivt industarkoncentrat från RAB.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i den preliminära typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E56.1.1 Avfall

Avfallet kommer primärt att bestå av system- och dränagevatten från R1, med inslag av dränagevatten från R2-R4 samt vatten från R2-R4 via gjutstråket 342 i samband med transport av jonbytarmassa.

E56.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller. Betongkokillen är en kubisk låda gjord av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Armeringen består av 12 mm stålstänger som väger ca 274 kg. Väggtjockleken är 10 cm och kokillen väger ca 1 600 kg. Kokillen är invändigt fodrad med polyetencellplast med en tjocklek på 20 mm och en vikt på 10 kg. Kokillen förses med en omrörare av engångstyp som gjuts in med avfallet samt en stänkplåt med hål för påfyllningsrör och omröraraxel. Omröraren är gjord av kolstål och väger 16 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E56.1.3 Behandling

Vatten samlas i industare för industning. Koncentratet utsätts sedan för elektrokemisk oxidation för reduktion av halten komplexbildare. Koncentratet torkas innan det under omrörning blandas med cement direkt i kokillen. Totala fyllnadsvolymen hos ett kולי med expansionskassett är ca 67 %. Efter härdning under minst 2 dygn gjuts ett betonglock.

E56.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från RAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 1 GBq, max uppmätt aktivitetsinnehåll är 1,0 TBq. Normal ytdosrat är ca 0,01–1 mSv/h. Högst tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E56.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E56-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats. Det planeras för en produktion av 20 kollin per år från och med år 2014 till och med år 2027 och därefter 5 kollin per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E56-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.29
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BMA)	380

E56.2 Medelkolli för avfallstypen**E56.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E56-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.29. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E56-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.29
Indunstarkoncentrat [kg]	Avfall	700
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Övrigt organiskt [kg]	Emballage	10
Cement [kg]	Matris	1 600
Järn/stål [kg]	Matris	16
Järn/stål yta [m ²]	Matris	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,33

E56.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E56-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.29 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E56-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.29 [Bq]	Nuklid	R.29 [Bq]	Nuklid	R.29 [Bq]
H-3	1,37E+03	Cd-113m	1,41E+03	U-238	2,40E+00
Be-10	1,32E-01	Sn-126	1,35E+01	Np-237	2,74E+00
C-14 org	0,00E+00	Sb-125	4,97E+02	Pu-238	1,60E+04
C-14 oorg	0,00E+00	I-129	8,10E+01	Pu-239	2,50E+03
Cl-36	1,32E+02	Cs-134	3,20E+01	Pu-240	3,52E+03
Fe-55	4,53E+03	Cs-135	2,70E+02	Pu-241	6,58E+04
Co-60	4,83E+05	Cs-137	8,42E+06	Pu-242	1,80E+01
Ni-59	2,45E+06	Ba-133	8,65E+01	Am-241	2,61E+04
Ni-63	2,24E+08	Pm-147	3,47E+02	Am-242m	4,67E+01
Se-79	1,08E+02	Sm-151	5,47E+04	Am-243	1,79E+02
Sr-90	8,00E+05	Eu-152	1,49E+02	Cm-243	3,60E+01
Zr-93	2,20E+02	Eu-154	5,39E+04	Cm-244	2,65E+03
Nb-93m	2,58E+04	Eu-155	2,33E+03	Cm-245	1,79E+00
Nb-94	2,20E+03	Ho-166m	8,54E+02	Cm-246	4,76E-01
Mo-93	2,18E+02	U-232	1,08E-01		
Tc-99	3,36E+03	U-234	6,00E+00		
Pd-107	2,70E+01	U-235	1,20E-01		
Ag-108m	1,22E+04	U-236	1,81E+00		

E57 R.99:1

E57.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen R.99 finns endast i en kolonvariant, R.99:1. Det vill säga det finns ingen avfallstyp R.99 för deponering.

Kolonvarianten R.99:1 består av udda avfall i form av ett gammalt reaktortanklock från Ringhals 2.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av R.99:1. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumph NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BTF, listade i avsnitt E1.4.1, följs i princip men vissa undantag har tillåtits i och med att det är en udda avfallstyp med endast ett kolli. Undantag har getts för vikt, geometri och ytdosrat.

E57.1.1 Avfall

Avfallet består av ett reaktortanklock från Ringhals 2 tillverkat i kolstål med en inre rostfri plättering.

E57.1.2 Emballage

Locket har försetts med en skyddande huv på ovansidan. Huv är gjord av kolstål med en tjocklek på 6 mm. Undersidan har tätats med en bottenplatta i 20 mm kolstål som bultats fast. Locket väger ca 65 ton, har en diameter på 4,7 m och en höjd på 3,2 m, inklusive skyddshuv och bottenplatta. Deponeringsvolymen är 100 m³.

E57.1.3 Behandling

Locket har sanerats utvändigt och målats för att förhindra att eventuell ytkontamination sprids.

E57.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporterades från RAB till SFR gjordes en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklid var Co-60. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Aktivitetssinnehåll är ca 1,0 TBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 11,4 mSv/h (under bottenplattan). Avfallskollit är fritt från ytkontamination.

E57.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E57-1 presenteras antal kollin i SFR.

Reaktortanklocket R.99:1 togs ur drift 1997 och deponerades i SFR 2001. Ingen ytterligare produktion av kolonvarianten är planerad.

Tabell E57-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	R.99:1
Deponerade	1BTF	1
Prognostiserade	–	0

E57.2 Medelkolli för avfallstypen

E57.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E57-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp R.99:1. Materialdata avser ett reaktortanklock. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E57-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	R.99:1
Järn/stål [kg]	Avfall	65 000
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	150
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	160 (som minst)

E57.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E57-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp R.99:1 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett reaktortanklock.

Tabell E57-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	R.99:1 [Bq]	Nuklid	R.99:1 [Bq]	Nuklid	R.99:1 [Bq]
H-3	3,39E+05	Ag-108m	1,48E+07	U-235	0,00E+00
Be-10	1,68E+02	Cd-113m	0,00E+00	U-236	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	0,00E+00	U-238	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	7,63E+01	Np-237	0,00E+00
Cl-36	1,68E+05	I-129	0,00E+00	Pu-238	0,00E+00
Fe-55	6,22E+02	Cs-134	0,00E+00	Pu-239	0,00E+00
Co-60	9,23E+06	Cs-135	0,00E+00	Pu-240	0,00E+00
Ni-59	3,11E+09	Cs-137	0,00E+00	Pu-241	0,00E+00
Ni-63	2,36E+11	Ba-133	1,58E+04	Pu-242	0,00E+00
Se-79	0,00E+00	Pm-147	0,00E+00	Am-241	0,00E+00
Sr-90	0,00E+00	Sm-151	0,00E+00	Am-242m	0,00E+00
Zr-93	2,79E+05	Eu-152	0,00E+00	Am-243	0,00E+00
Nb-93m	9,59E+06	Eu-154	0,00E+00	Cm-243	0,00E+00
Nb-94	2,79E+06	Eu-155	0,00E+00	Cm-244	0,00E+00
Mo-93	3,45E+05	Ho-166m	1,07E+06	Cm-245	0,00E+00
Tc-99	6,55E+06	U-232	0,00E+00	Cm-246	0,00E+00
Pd-107	0,00E+00	U-234	0,00E+00		

E58 S.04

E58.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.04 består av plåtfat innehållande cementingjuten medelaktiv kornformig jonbytar-massa från SNAB och Svafo. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E58.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformig jonbytarmassa från R2-reaktors bassäng- och primärkretsrening.

E58.1.2 Emballage

Avfallet packas i standard 200-liters plåtfat. Plåtfatet har en diameter på 0,57 m och en höjd på 0,84 m. Tjockleken på plåten är 1,5 mm i manteln och 3 mm i botten. Fatet har en tomvikt på ca 60 kg. I fatet sitter en inre omrörare fastmonterad vilken väger 10 kg. Plåtfatet har även ett inre lock med anslutningshål för avfall, ventilation och omrörare samt ett yttre lock vilket appliceras efter cementingjutningen.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka av kolstål. Fatbrickan har bottenarean 1,2×1,2 m, har en tjocklek på 4 mm och väger 66,5 kg.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E58.1.3 Behandling

Jonbytarmassan pumpas till en tank i behandlingsanläggningen. Omrörare och anslutningar för jonbytarmassa och ventilation kopplas till inre locket på ett fat. Fatet har då redan försetts med en invägd mängd cement. En förutbestämd mängd vatten och jonbytarmassa tillsätts och blandas med cementen till en homogen blandning. Principen med så kallad förlorad omrörare används vilket innebär att omröraren blir kvar i behållaren efter avslutad blandning och fungerar därmed som armering. Totala fyllnadsvolymen hos ett kolli antas vara ca 90 %. Cementen härdas under minst ett dygn innan det yttre locket läggs på plats och fästs.

E58.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, bestäms med mät- och beräkningsmetoder enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 1–5 GBq/fat. Högsta tillåtna ytdosrat är 50 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E58.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E58-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen S.04 började produceras 1999 och har deponerats sedan 2002.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 22 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 17,3 kollin per år till och med år 2020, därefter 10,5 kollin per år till och med år 2040 och slutligen 10 kollin per år till och med år 2045. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E58-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.04
Deponerade	Silo	32
Prognostiserade	(Silo)	420

E58.2 Medelkolli för avfallstypen

E58.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E58-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.04. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E58-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.04
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	65
Järn/stål [kg]	Emballage	77
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	4,7
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,5–3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	4,0
Cement [kg]	Matris	238
Järn/stål [kg]	Matris	10
Järn/stål yta [m ²]	Matris	0,50
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,021

E58.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E58-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.04 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E58-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.04 [Bq]	Nuklid	S.04 [Bq]	Nuklid	S.04 [Bq]
H-3	3,55E+02	Cs-135	1,84E+04	Cm-243	1,35E+01
Be-10	2,96E-02	Cs-137	1,56E+07	Cm-244	1,28E+04
C-14 org	7,98E+04	Ba-133	2,34E+01	Cm-245	6,47E-01
C-14 oorg	1,86E+05	Pm-147	5,43E+02	Cm-246	1,72E-01
Cl-36	6,22E+03	Sm-151	3,83E+04		
Fe-55	2,25E+03	Eu-152	7,00E+03		
Co-60	1,81E+05	Eu-154	5,04E+04		
Ni-59	4,94E+04	Eu-155	2,77E+03		
Ni-63	6,73E+06	Ho-166m	1,92E+02		
Se-79	7,50E+01	U-232	3,93E-02		
Sr-90	5,78E+05	U-234	2,21E+01		
Zr-93	4,94E+01	U-235	1,62E+01		
Nb-93m	6,37E+03	U-236	6,53E-01		
Nb-94	4,93E+02	U-238	1,45E+01		
Mo-93	1,28E+04	Np-237	1,33E+00		
Tc-99	7,22E+05	Pu-238	1,70E+05		
Pd-107	1,88E+01	Pu-239	1,40E+03		
Ag-108m	2,73E+03	Pu-240	2,37E+03		
Cd-113m	3,37E+04	Pu-241	2,23E+04		
Sn-126	9,42E+00	Pu-242	6,50E+00		
Sb-125	2,47E+02	Am-241	2,70E+04		
I-129	2,89E+03	Am-242m	1,69E+01		
Cs-134	7,20E+01	Am-243	6,47E+01		

E59 S.11

E59.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.11 består av plåtkokiller innehållande cementingjutna medelaktiva jonbytmassor och slam från SNAB och Svafö. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E59.1.1 Avfall

Avfallet är väl definierat och består av kornformiga jonbytmassor från R2, SNAB, institutioner och Ågestareaktorn samt slam från verksamhet hos SNAB.

E59.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåtkokiller. Plåtkokillen är en kubisk låda av stål med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och tjockleken 5 mm. Kokillen väger ca 400 kg. Kokillen är försedd med omrörare och stänkplåt. Omröraren väger ca 25 kg.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E59.1.3 Behandling

Avfallet homogeniseras innan det pumpas till en kokill. Cement doseras under omrörning för att erhålla en homogen sammansättning i kokillen. Fyllnadsvolymen antas vara ca 95 %. Efter härdning i ca två dygn gjuts ett lock av cement som även det får härda i två dygn innan kokillen flyttas till mellanlagring. Ca 1 420 kg cement används till matrisen och ca 400 kg används för toppgjutningen.

E59.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider.

Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll för $\beta + \gamma$ är 127 MBq/kg och för α 0,7 MBq/kg. Högsta tillåtna ytdosrat är 5 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E59.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E59-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen S.11 började produceras år 2000 och har deponerats sedan år 2002.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E59-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.11
Deponerade	Silo	96
Prognostiserade	(Silo)	10

E59.2 Medelkolli för avfallstypen

E59.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E59-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.11. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E59-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.11
Cellulosa [kg]	Avfall	3,0
Jonbytarmassa [kg]	Avfall	667
Slam [kg]	Avfall	333
Järn/stål [kg]	Emballage	400
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	5,0
Cement [kg]	Matris	1 820
Järn/stål [kg]	Matris	25
Järn/stål yta [m ²]	Matris	3,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Matris	5,0
Void [m ³]	Matris	0,085

E59.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E59-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.11 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E59-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.11 [Bq]	Nuklid	S.11 [Bq]	Nuklid	S.11 [Bq]
H-3	4,28E+03	Cs-134	4,20E-02	Am-242m	2,93E+05
Be-10	9,20E-01	Cs-135	1,47E+07	Am-243	1,24E+06
C-14 org	0,00E+00	Cs-137	1,13E+09	Cm-243	1,52E+05
C-14 oorg	0,00E+00	Ba-133	2,04E+03	Cm-244	7,23E+05
Cl-36	1,32E+05	Pm-147	8,12E+02	Cm-245	1,24E+04
Fe-55	1,70E+02	Sm-151	2,29E+07	Cm-246	3,29E+03
Co-60	2,21E+04	Eu-152	4,63E+04		
Ni-59	1,53E+06	Eu-154	1,50E+05		
Ni-63	1,82E+08	Eu-155	7,91E+03		
Se-79	7,37E+04	Ho-166m	5,18E+04		
Sr-90	3,83E+08	U-232	6,08E+02		
Zr-93	1,34E+04	U-234	4,16E+04		
Nb-93m	9,91E+04	U-235	8,32E+02		
Nb-94	1,53E+04	U-236	1,25E+04		
Mo-93	2,03E+05	U-238	1,66E+04		
Tc-99	7,34E+07	Np-237	1,99E+04		
Pd-107	1,84E+04	Pu-238	3,24E+07		
Ag-108m	4,25E+05	Pu-239	1,73E+07		
Cd-113m	1,24E+05	Pu-240	2,41E+07		
Sn-126	9,21E+03	Pu-241	1,62E+08		
Sb-125	2,00E+01	Pu-242	1,25E+05		
I-129	2,31E+06	Am-241	1,74E+08		

E60 S.12

E60.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.12 består av stålcontainrar innehållande lågaktivt fast avfall från SNAB samt från industrier, sjukhus, institutioner och Svafo. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E60.1.1 Avfall

Avfallet består av göt, slagg, stoft, mindre bitar av aluminium, ugnsinfodringar, kalk, icke brännbara sopor samt skrot. Skrotet består t ex av rördelar, skrotade komponenter, kablar, upphängningar och isolering.

E60.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av dimensionen 20-fot halvhöjd.

Containern är gjord av kolstål med en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. En tom container väger ca 1 900 kg. Material i väggar och tak är normalt ca 1,5 mm kolstål. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E60.1.3 Behandling

Kompakterbart avfall kompakteras och balarna placeras i plåtfat eller plåtlådor före placering i container. Icke kompakterbart avfall kan placeras i fat/lådor eller direkt i container utan vidare behandling. Även pappådor och inplastning används som inneremballage.

Det eftersträvas alltid att få så hög fyllnadsvolym som möjligt, denna kan dock variera stort beroende på avfallens karaktär. Volden i ett avfallskolli antas vara ca 7,5 m³.

E60.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är mindre än 2 GBq, max uppmätt aktivitetsinnehåll är 10 GBq. Normal uppmätt ytdosrat är mindre än 0,5 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E60.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E60-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 50 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 7,4 kollin per år till och med år 2040 och därefter 0,4 kollin per år till och med år 2044. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E60-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.12
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BLA)	260

E60.2 Medelkolli för avfallstypen**E60.2.1 Material – avfall, emballage och matris**

I tabell E60-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.12. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E60-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.12
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	100
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	15
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	500
Järn/stål [kg]	Avfall	4 500
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	229
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	400
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	3 000
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5
Void [m ³]	Matris	7,5

E60.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E60-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.12 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E60-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.12 [Bq]	Nuklid	S.12 [Bq]	Nuklid	S.12 [Bq]
H-3	6,26E+03	Ag-108m	1,55E+04	U-235	1,43E+06
Be-10	5,53E-01	Cd-113m	1,15E+04	U-236	6,49E+02
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	1,04E+02	U-238	3,10E+05
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	1,82E+03	Np-237	9,58E+02
Cl-36	5,53E+02	I-129	6,22E+02	Pu-238	5,75E+06
Fe-55	2,65E+04	Cs-134	2,06E+02	Pu-239	1,08E+06
Co-60	2,58E+06	Cs-135	2,07E+03	Pu-240	1,09E+06
Ni-59	9,22E+05	Cs-137	6,60E+07	Pu-241	2,18E+07
Ni-63	5,21E+07	Ba-133	4,05E+02	Pu-242	6,47E+03
Se-79	8,29E+02	Pm-147	3,43E+03	Am-241	8,22E+06
Sr-90	6,28E+06	Sm-151	4,22E+05	Am-242m	1,67E+04
Zr-93	9,22E+02	Eu-152	1,44E+05	Am-243	6,44E+04
Nb-93m	1,15E+05	Eu-154	1,42E+05	Cm-243	1,27E+04
Nb-94	3,63E+05	Eu-155	1,30E+04	Cm-244	9,03E+05
Mo-93	9,14E+02	Ho-166m	3,58E+03	Cm-245	6,44E+02
Tc-99	2,35E+04	U-232	3,86E+01	Cm-246	1,71E+02
Pd-107	2,07E+02	U-234	2,16E+03		

E61 S.12:D/S.12C:D

E61.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna S.12:D och S.12C:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från SNAB. S.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall och S.12C:D innehåller betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder har beräknats utifrån prognosunderlag från SNAB kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial. Aktivitetsdata saknas för avfallet.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E61.1.1 Avfall

Avfallet i S.12:D och S.12C:D består av processutrustning, byggnadsmaterial, slagg, betong, plast-rör, inredning, avlopp och övrigt. Skrotavfallet i S.12:D antas huvudsakligen bestå av metallskrot. Sekundäravfallet i S.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Avfallet i S.12C:D innehåller anläggningsbyggnadernas betongdelar.

E61.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av kolstål med dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern har en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E61.1.3 Behandling

Skrotavfallet antas packas med en packningsgrad på 1,1 ton/ m³. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Betongavfallet antas kunna packas med en packningsgrad på 1,5 ton/m³ men begränsas av den maximala viktkapaciteten.

E61.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E61.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E61-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2040–2043. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E61-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.12:D skrotavfall	S.12:D sekundäravfall	S.12C:D
Prognostiserade	(BLA)	49	14	26

E61.2 Medelkolli för avfallstypen

E61.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E61-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.12:D och S.12C:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E61-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.12:D skrotavfall	S.12:D sekundäravfall	S.12C:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	18 000
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 500	4 500	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	846	229	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	7,5	7,5

E61.2.2 Radionuklidinnehåll

Det finns inget underlag för innehåll av radionuklider i denna avfallstyp tillgängligt i dagsläget.

E62 S.13

E62.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.13 består av plåtfat innehållande betongkringgjuten lågaktiv aska från SNAB, Svafo och kärnkraftverken. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, S.13:1. Skillnaden mellan S.13 och S.13:1 är att i kolonvarianten är askan blandad med en mindre mängd pyrolysåterstod. Endast två fat har tillverkats av S.13:1 och inga fler kommer att tillverkas. Det bedöms att samma data kan används för S.13:1 som för S.13.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BTF, listade i avsnitt E1.4.1, gäller för avfallstypen.

E62.1.1 Avfall

Avfallet består av förbränningsrester i form av aska, sot och slagg. Avfallet kan till mindre del även innehålla obrännbart material som t ex skrotbitar och glasfibermaterial som följt med det brännbara avfallet.

E62.1.2 Emballage

Avfallet packas i 100-liters ringlåsfat inuti standard 200-liters plåtfat.

100-litersfatet väger 10 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,46 m och höjden är 0,70 m. 200-litersfatet väger 20 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,57 m och höjden är 0,84 m.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen är 0,324 m³.

E62.1.3 Behandling

Förbränningsresterna samlas upp i ett 100-litersfat direkt efter förbränningen. Fatet försluts med hjälp av en ringlåsförslutning med hävarm. Fatet placeras i ett 200-litersfat och kringgjuts med betong. Voiden i ett kolli uppskattas till 5 % av emballagets innervolym.

E62.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider.

Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 50–200 MBq/fat. Max uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 600–800 MBq/fat. Uppmätt dosrat på 1 m är ca 0,01–0,2 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Begränsningen kommer från tillverkningen. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E62.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E62-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen S.13 började produceras 1981 och har deponerats sedan 1989. Kolonvarianten S.13:1 har inte deponerats ännu.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 1 711 kollin i mellanlager och det planeras för en produktion av 61,9 kollin per år till och med år 2020, därefter 45,2 kollin per år till och med år 2040 och slutligen 41,2 kollin per år till och med år 2045. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E62-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.13/S.13:1
Deponerade	1BTF	4 800
Prognostiserade	(BTF)	3 316

E62.2 Medelkolli för avfallstypen

E62.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E62-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.13.

Materialdata avser ett plåtfat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E62-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.13
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	6,5
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,96
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Aska [kg]	Avfall	64
Järn/stål [kg]	Avfall	10
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	2,7
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	1,0
Järn/stål [kg]	Emballage	20
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	4,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,0
Betong [kg]	Matris	240
Void [m ³]	Matris	0,011

E62.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E62-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.13 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E62-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.13 [Bq]	Nuklid	S.13 [Bq]	Nuklid	S.13 [Bq]
H-3	8,94E+01	Ag-108m	3,71E+04	U-235	2,27E+03
Be-10	2,64E-02	Cd-113m	3,16E+02	U-236	2,59E+01
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	5,03E+00	U-238	3,44E+01
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	1,39E+01	Np-237	4,42E+01
Cl-36	2,64E+01	I-129	1,42E+03	Pu-238	2,22E+05
Fe-55	2,98E+02	Cs-134	9,16E-01	Pu-239	4,30E+04
Co-60	2,53E+04	Cs-135	8,92E+03	Pu-240	4,34E+04
Ni-59	1,61E+05	Cs-137	2,38E+06	Pu-241	7,04E+05
Ni-63	1,06E+07	Ba-133	5,16E+00	Pu-242	2,58E+02
Se-79	4,03E+01	Pm-147	6,59E+01	Am-241	6,18E+05
Sr-90	2,23E+05	Sm-151	1,84E+04	Am-242m	6,54E+02
Zr-93	4,39E+01	Eu-152	6,69E+03	Am-243	2,57E+03
Nb-93m	2,00E+03	Eu-154	2,05E+03	Cm-243	4,56E+02
Nb-94	3,51E+03	Eu-155	1,58E+00	Cm-244	3,05E+04
Mo-93	4,48E+03	Ho-166m	1,68E+02	Cm-245	2,57E+01
Tc-99	2,24E+05	U-232	1,47E+00	Cm-246	6,83E+00
Pd-107	1,01E+01	U-234	8,61E+01		

E63 S.14

E63.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.14 består av plåtfat innehållande betongkringgjutna lågaktiva sopor och skrot från SNAB samt från industrier, sjukhus, institutioner, Svafo och kärnkraftverken. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, S.14:2. Kolonvarianten är dock endast en container som används som ytteremballage till faten. Det vill säga alla plåtfat av avfallstyp S.14 placeras i containrar av kolonvarianten S.14:2. I detta avsnitt kommer faten och containern behandlas som en avfallstyp.

Det finns godkända typbeskrivningar för deponering av avfallstypen samt kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i typbeskrivningarna och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, gäller för avfallstypen.

E63.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot i fast form. Avfallet består huvudsakligen av järn, rostfritt stål och aluminium, men även av mindre mängder bly, glas, isoleringsmaterial och organiskt material.

E63.1.2 Emballage

Avfallet packas i 100-liters ringlåsfat inuti standard 200-liters plåtfat, som i sin tur placeras ISO-containerar av dimensionen 20-fot halvhöjd. Det går i snitt 38 stycken 200-litersfat i en container.

100-litersfatet väger 10 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,46 m och höjden är 0,70 m. 200-litersfatet väger 20 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,57 m och höjden är 0,84 m.

Containern har en längd på 6,1 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. En tom container väger ca 1 900 kg. Material i väggar och tak är normalt ca 1,5 mm kolstål.

Max tillåten vikt för ett 200-litersfat inklusive avfall är 500 kg. Max tillåten vikt hos en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen för en container är 20 m³.

E63.1.3 Behandling

Avfallet uppsamlas, efter eventuell sönderdelning till lämplig storlek, i ett 100-liters plåtfat. Fatet försluts med hjälp av en ringlåsförslutning med hävarm. Fatet placeras i ett 200-liters plåtfat och kringgjuts med betong. Efter ingjutningsprocessen får betongen härda under 3–5 dagar. Faten placeras i en container. Volden i container antas vara 7,5 m³.

E63.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider.

Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är 0,3–100 MBq/kolli, max uppmätt aktivitetsinnehåll är mindre än 1 GBq. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E63.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E63-1 presenteras antal kollin till SFR.

Deponerade kollin avser kollin i befintligt SFR år 2012-12-31. Avfallstypen S.14 började produceras 1982 och har deponerats sedan 1995.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E63-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.14
Deponerade	1BLA	75
Prognostiserade	(BLA)	12

E63.2 Medelkolli för avfallstypen

E63.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E63-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.14. Materialdata avser en container inklusive fat. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E63-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.14
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	190
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	27
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	303
Järn/stål [kg]	Avfall	2 806
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	144
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	152
Järn/stål [kg]	Emballage (plåtfat)	1 138
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (plåtfat)	254
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (plåtfat)	1,0
Järn/stål [kg]	Emballage (container)	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage (container)	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (container)	1,5
Betong [kg]	Matris	3 231
Void [m ³]	Matris	7,5

E63.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E63-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.14 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container inklusive fat.

Tabell E63-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.14 [Bq]	Nuklid	S.14 [Bq]	Nuklid	S.14 [Bq]
H-3	2,62E+06	Ag-108m	1,92E+06	U-235	2,87E+06
Be-10	3,12E-01	Cd-113m	4,19E+01	U-236	1,41E+01
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	1,87E+00	U-238	9,53E+06
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	4,36E-01	Np-237	2,76E+01
Cl-36	3,12E+02	I-129	1,82E+03	Pu-238	9,26E+04
Fe-55	3,63E+00	Cs-134	2,08E-03	Pu-239	2,33E+04
Co-60	1,40E+04	Cs-135	1,16E+04	Pu-240	2,35E+04
Ni-59	6,20E+05	Cs-137	6,02E+05	Pu-241	7,73E+04
Ni-63	3,04E+07	Ba-133	2,15E+01	Pu-242	1,40E+02
Se-79	1,49E+01	Pm-147	3,49E-02	Am-241	3,27E+05
Sr-90	5,58E+04	Sm-151	5,87E+03	Am-242m	3,02E+02
Zr-93	5,21E+02	Eu-152	1,22E+06	Am-243	1,39E+03
Nb-93m	1,40E+04	Eu-154	4,58E+04	Cm-243	1,12E+02
Nb-94	5,19E+03	Eu-155	6,44E+01	Cm-244	4,64E+03
Mo-93	4,87E+05	Ho-166m	1,98E+03	Cm-245	1,39E+01
Tc-99	2,46E+07	U-232	5,72E-01	Cm-246	3,69E+00
Pd-107	3,74E+00	U-234	4,67E+01		

E64 S.21**E64.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen S.21 består av plåtfat innehållande betongkringgjutna medelaktiva sopor och skrot från SNAB samt från industrier, sjukhus och institutioner. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i den preliminära typbeskrivningen och Triumpf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E64.1.1 Avfall

Avfallet består av sopor och skrot, huvudsakligen i form av järn, rostfritt stål och aluminium. Även mindre kvantiteter av bly, glas, isoleringsmaterial och organiskt material förekommer.

E64.1.2 Emballage

Avfallet packas i 100-liters ringlåsfat inuti standard 200-liters plåtfat.

100-litersfatet väger 10 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,46 m och höjden är 0,70 m. 200-litersfatet väger 20 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,57 m och höjden är 0,84 m.

Faten placeras fyra och fyra på en fatbricka av stål med vikten 67 kg. Fatbrickan har yttermått 1,2 × 1,2 m och en tjocklek på 4 mm.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E64.1.3 Behandling

Avfallet uppsamlas efter eventuell sönderdelning till lämplig storlek i ett 100-litersfat. Det fyllda fatet försluts med en ringlåsförslutning med hävarm. Fatet placeras i ett 200-litersfat och kringgjuts med betong. Voiden i ett kolli antas vara 5 %.

E64.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll är ca 1–100 MBq/kolli. Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h vilket baseras på tillverkningen av avfallskollit. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E64.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E64-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören. Det planeras inte för någon framtida produktion av avfallstypen. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E64-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.21
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BMA)	488

E64.2 Medelkolli för avfallstypen

E64.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E64-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.21. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E64-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.21
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	5,0
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,7
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	7,9
Järn/stål [kg]	Avfall	74
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	6,5
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	4,0
Järn/stål [kg]	Emballage	47
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	7,4
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (inner- och ytterfat)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	4,0
Cement [kg]	Matris	96
Void [m ³]	Matris	0,011

E64.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E64-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.21 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser ett plåtfat.

Tabell E64-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.21 [Bq]	Nuklid	S.21 [Bq]	Nuklid	S.21 [Bq]
H-3	5,91E+01	Ag-108m	1,08E+03	U-235	3,77E+00
Be-10	1,19E-02	Cd-113m	5,21E+02	U-236	5,66E+01
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	9,40E+00	U-238	7,52E+01
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	7,93E-02	Np-237	1,23E+02
Cl-36	1,19E+01	I-129	5,64E+01	Pu-238	4,59E+05
Fe-55	2,53E+00	Cs-134	7,92E-04	Pu-239	9,38E+04
Co-60	5,34E+03	Cs-135	1,88E+02	Pu-240	9,48E+04
Ni-59	1,99E+04	Cs-137	4,45E+06	Pu-241	1,11E+06
Ni-63	1,03E+06	Ba-133	3,22E+00	Pu-242	5,64E+02
Se-79	7,52E+01	Pm-147	1,13E+00	Am-241	2,43E+06
Sr-90	4,17E+05	Sm-151	3,48E+04	Am-242m	1,38E+03
Zr-93	1,99E+01	Eu-152	2,62E+04	Am-243	5,61E+03
Nb-93m	1,35E+03	Eu-154	1,89E+03	Cm-243	8,47E+02
Nb-94	1,99E+02	Eu-155	5,55E+00	Cm-244	5,13E+04
Mo-93	1,97E+01	Ho-166m	7,68E+01	Cm-245	5,61E+01
Tc-99	1,94E+03	U-232	3,01E+00	Cm-246	1,49E+01
Pd-107	1,88E+01	U-234	1,88E+02		

E65 S.23**E65.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen S.23 består av betongkokiller innehållande insats av ett eller fem betongkringgjutna dubbellocksfat med medelaktiva sopor och skrot från SNAB och Svafö samt från industrier, sjukhus och institutioner. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Data baseras på uppgifter i den preliminära typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, gäller för avfallstypen.

E65.1.1 Avfall

Avfallet består av metalliskt skrot samt brännbara och icke brännbara sopor i form av bland annat trasor, plast, glas och stenull.

E65.1.2 Emballage

Avfallet packas i dubbellocksfat som placeras i betongkokiller med tjock botten.

Dubbellocksfatet är ett stålfat med en diameter på 0,38 m, en höjd på 0,88 m och en tomvikt på 20 kg. Fatet med innehåll får högst väga 620 kg.

Betongkokillen är en kubisk låda av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och en tomvikt på ca 1 600 kg. Väggtjockleken i sidorna är 10 cm medan botten och lock är 14 cm.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E65.1.3 Behandling

Avfallet uppsamlas i dubbellocksfat efter eventuell kompaktering och/eller fragmentering. Fatets lock läggs på plats och låses automatiskt enligt dubbellocksprincipen. Ett eller fem dubbellocksfat placeras i en betongkokill, ett i kokillens centrum eller ett i centrum och fyra i positioner innanför kokillens hörn. Faten kommer därefter kringgjutats med betong. Voiden i ett kolli antas vara 5 %.

E65.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Normalt uppmätt aktivitetsinnehåll kommer vara ca 1 TBq/kolli. Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E65.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E65-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats. Det planeras för en produktion av 22,5 kollin per år till och med år 2040 och därefter 17,6 kollin per år till och med år 2045. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E65-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.23
Deponerade	–	0
Prognostiserade	(BMA)	718

E65.2 Medelkolli för avfallstypen

E65.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E65-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.23. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E65-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.23
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	3,8
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	0,60
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Cellulosa [kg]	Avfall	29
Järn/stål [kg]	Avfall	113
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	5,8
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Slam [kg]	Avfall	3,8
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	139
Betong [kg]	Emballage (inkl. lock)	1 840
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Betong [kg]	Matris	565
Void [m ³]	Matris	0,067

E65.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E65-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.23 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E65-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.23 [Bq]	Nuklid	S.23 [Bq]	Nuklid	S.23 [Bq]
H-3	1,38E+05	Ag-108m	9,47E+05	U-235	9,21E+01
Be-10	1,02E+01	Cd-113m	6,20E+04	U-236	1,38E+03
C-14 org	0,00E+00	Sn-126	4,70E+02	U-238	1,84E+03
C-14 oorg	0,00E+00	Sb-125	9,43E+04	Np-237	2,07E+03
Cl-36	1,02E+04	I-129	2,82E+03	Pu-238	1,27E+07
Fe-55	8,63E+05	Cs-134	3,02E+03	Pu-239	1,91E+06
Co-60	6,88E+07	Cs-135	9,40E+03	Pu-240	2,70E+06
Ni-59	1,70E+07	Cs-137	3,25E+08	Pu-241	6,34E+07
Ni-63	9,84E+08	Ba-133	9,19E+03	Pu-242	1,38E+04
Se-79	3,76E+03	Pm-147	3,01E+04	Am-241	1,97E+07
Sr-90	3,11E+07	Sm-151	1,97E+06	Am-242m	3,65E+04
Zr-93	1,70E+04	Eu-152	6,63E+03	Am-243	1,37E+05
Nb-93m	2,44E+06	Eu-154	2,78E+06	Cm-243	3,08E+04
Nb-94	1,70E+05	Eu-155	1,57E+05	Cm-244	2,43E+06
Mo-93	1,69E+04	Ho-166m	6,62E+04	Cm-245	1,37E+03
Tc-99	1,45E+05	U-232	8,64E+01	Cm-246	3,65E+02
Pd-107	9,40E+02	U-234	4,60E+03		

E66 S.23:D**E66.1 Beskrivning av avfallstypen**

Avfallstypen S.23:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från SNAB. Den består av betongkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt skrotavfall från SNAB.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån prognosunderlag från SNAB kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstypen.

E66.1.1 Avfall

Avfallet består till största delen av metallskrot i form av processutrustning.

E66.1.2 Emballage

Avfallet packas i betongkokiller med tjock botten. Kokillen är en kubisk låda av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m och en tomvikt på ca 2 000 kg. Väggtjockleken i sidorna är 10 cm medan botten och lock är 14 cm.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E66.1.3 Behandling

Skrotavfallet antas packas med packningsgraden 1,1 ton/ m³. Avfallet kringgjuts med betong. Uppskattad void är 25 % av emballagets innervolym.

E66.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E66.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E66-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2040–2043. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E66-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.23:D
Prognostiserade	(BMA)	164

E66.2 Medelkoli för avfallstypen

E66.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E66-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.23:D. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E66-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.23:D
Järn/stål [kg]	Avfall	1 012
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	52
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Järn/stål [kg]	Emballage	274
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	12
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12
Betong [kg]	Emballage	1 840
Betong [kg]	Matris	1 345
Void [m ³]	Matris	0,23

E66.2.2 Radionuklidinnehåll

Det finns inget underlag för innehåll av radionuklider i denna avfallstyp tillgängligt i dagsläget.

E67 S.24/S.24:1

E67.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.24 består av plåt- och betongkokiller innehållande betongkringgjutet medelaktivt avfall i form av metallskrot, blästermedel, icke metalliskt skrot samt aska och slagg från SNAB, Svafo och RAB. Kollit tillverkas av SNAB.

Det finns en kolonvariant av avfallstypen, S.24:1, vilken innehåller brandvarnare i plåtkokill. Materialmässigt anses skillnaderna mellan S.24:1 och S.24 vara så små att samma data används men aktiviteten kommer däremot att redovisas för sig.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av varken avfallstypen eller kolonvarianten. Data baseras på uppgifter i den preliminära typbeskrivningen och Triumf NG v1.0.1.3.

Acceptanskriterierna för Silo, listade i avsnitt E1.1.1, gäller för avfallstypen.

E67.1.1 Avfall

Avfallet består av metallskrot, icke metalliskt skrot, göt, filter, blästerstoff, aska och slagg. Organiskt material får endast förekomma i begränsade mängder. Avfallet uppkommer vid drift och underhåll av aktiva system samt vid utbyte och avfallsbehandling av komponenter. Avfallstypen S.24:1 innehåller brandvarnare.

E67.1.2 Emballage

Avfallet packas i plåt- eller betongkokiller.

Plåtkokillen är en kubisk låda av förstärkt plåt med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Plåttjockleken är 5 mm i väggar och lock samt 8 mm i botten. Kokillen har ett bultat lock. Kokillen väger ca 575 kg och plåtlocket ca 45 kg.

Betongkokillen är en kubisk låda av armerad betong med dimensionen 1,2×1,2×1,2 m. Väggtjockleken är 115 mm i sidornas övre delar, 135 mm i sidornas nedre delar mot botten och 140 mm i botten. Kokillen kan ha ett bultat lock av plåt. Kokillen väger ca 1 800 kg och det armerade betonglocket väger ca 500 kg. Armeringens stålstänger är ca 12 mm i diameter.

En del avfall kräver innerbehållare i form av plåtfat, plåtburkar eller plåtlådor.

Max tillåten vikt för en kokill inklusive avfall är 5 000 kg. Deponeringsvolymen är 1,728 m³.

E67.1.3 Behandling

Avfallet sorteras, segmenteras, kompakteras, smälts, förbränns eller behandlas vid behov på annat sätt innan det packas för slutförvaring. Fritt utrymme i kokill fylls med en kombination av skumglas och betong. Kvarvarande void i kollit antas vara ca 25 %.

E67.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Maximalt uppmätt aktivitetsinnehåll är 2,0 TBq total aktivitet varav maximalt 0,5 TBq gammastrålande nuklider för plåtkokill och maximalt 1,0 TBq gammastrålande nuklider för betongkokill. Normal uppmätt ytdosrat är mindre än 50 mSv/h. Högsta tillåtna ytdosrat är 500 mSv/h. Avfallskollina är vanligen fria från ytkontamination.

E67.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E67-1 presenteras antal kollin till SFR.

Det finns inga kollin deponerade i befintligt SFR år 2012-12-31.

Prognostiserade kollin avser avfall som ännu ej har deponerats och omfattar både avfall som finns mellanlagrat hos avfallsleverantören och avfall som ännu ej har uppstått. I dagsläget finns 17 kollin i mellanlager, varav en S.24 plåtkokill och 16 st av kolonvarianten S.24:1. Det planeras för en produktion av 71,3 kollin S.24 betongkokill per år till och med år 2020 och därefter 5,3 kollin till och med år 2044. Det planeras också för en produktion av en plåtkokill S.24 per år samt 3 kollin S.24:1 till och med år 2040. Den förvarsdel som anges för prognostiserat avfall är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E67-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.24 betongkokill	S.24 plåtkokill	S.24:1
Deponerade	–	0	0	0
Prognostiserade	(Silo)	697	29	100

E67.2 Medelkoli för avfallstypen

E67.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E67-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.24. Materialdata avser en kokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E67-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.24 betongkokill	S.24/S.24:1 plåtkokill
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	10	10
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	1,5	1,5
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Betong [kg]	Avfall	235	200
Cellulosa [kg]	Avfall	5,0	5,0
Järn/stål [kg]	Avfall	950	1 500
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	48	76
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	830	1 230
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	15	15
Betong [kg]	Emballage	1 971	–
Järn/stål [kg]	Emballage	329	620
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	14	17
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	12	5,0–8,0
Betong [kg]	Matris	565	1 356
Void [m ³]	Matris	0,25	0,43

E67.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E67-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp S.24 vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en kokill.

Tabell E67-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	S.24 betong/ plåt [Bq]	S.24:1 [Bq]	Nuklid	S.24 betong/ plåt [Bq]	S.24:1 [Bq]
H-3	9,63E+03	0,00E+00	Pm-147	7,34E+03	0,00E+00
Be-10	1,20E+00	0,00E+00	Sm-151	1,95E+06	0,00E+00
C-14 org	0,00E+00	0,00E+00	Eu-152	4,37E+03	0,00E+00
C-14 oorg	0,00E+00	0,00E+00	Eu-154	1,41E+06	0,00E+00
Cl-36	1,20E+03	0,00E+00	Eu-155	5,17E+04	0,00E+00
Fe-55	2,35E+04	0,00E+00	Ho-166m	7,75E+03	0,00E+00
Co-60	2,69E+06	0,00E+00	U-232	1,92E+02	0,00E+00
Ni-59	6,80E+06	0,00E+00	U-234	1,15E+04	0,00E+00
Ni-63	5,78E+08	0,00E+00	U-235	2,31E+02	0,00E+00
Se-79	4,00E+03	0,00E+00	U-236	3,47E+03	0,00E+00
Sr-90	1,92E+07	0,00E+00	U-238	4,61E+03	0,00E+00
Zr-93	2,00E+03	0,00E+00	Np-237	5,37E+03	3,97E+06
Nb-93m	1,92E+05	0,00E+00	Pu-238	2,90E+07	0,00E+00
Nb-94	2,00E+04	0,00E+00	Pu-239	4,79E+06	0,00E+00
Mo-93	1,98E+03	0,00E+00	Pu-240	6,76E+06	0,00E+00
Tc-99	1,06E+05	0,00E+00	Pu-241	8,41E+07	0,00E+00
Pd-107	1,00E+03	0,00E+00	Pu-242	3,45E+04	0,00E+00
Ag-108m	1,10E+05	0,00E+00	Am-241	5,10E+07	2,30E+11
Cd-113m	4,17E+04	0,00E+00	Am-242m	8,64E+04	0,00E+00
Sn-126	5,00E+02	0,00E+00	Am-243	3,44E+05	0,00E+00
Sb-125	2,58E+03	0,00E+00	Cm-243	5,73E+04	0,00E+00
I-129	3,00E+03	0,00E+00	Cm-244	3,72E+06	0,00E+00
Cs-134	6,75E+02	0,00E+00	Cm-245	3,44E+03	0,00E+00
Cs-135	1,00E+04	0,00E+00	Cm-246	9,13E+02	0,00E+00
Cs-137	2,80E+08	0,00E+00			
Ba-133	5,86E+02	0,00E+00			

E68 S.25:D

E68.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstypen S.25:D är en antagen avfallstyp för rivningsavfall från SNAB. Den består av standard 200-liters plåtfat innehållande betongkringgjutna 100-litersfat med aska.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstypen. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån prognosunderlag från SNAB kompletterat med antaganden om materialsammansättning samt emballage- och matrismaterial baserat på typbeskrivningen för S.13 från driftavfall.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstypen.

E68.1.1 Avfall

Avfallet utgörs av aska, stoft och slagg.

E68.1.2 Emballage

Avfallet packas i 100-liters ringlåsfat inuti standard 200-liters plåtfat.

100-litersfatet väger 10 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,46 m och höjden är 0,70 m. 200-litersfatet väger 20 kg och har en plåttjocklek på 1 mm. Diametern är 0,57 m och höjden är 0,84 m.

Plåtfaten placeras fyra och fyra på en fatbricka av stål. Fatbrickan har bottenarean 1,2×1,2 m, har en tjocklek på 4 mm och väger 66,5 kg.

Max tillåten vikt för ett fat inklusive avfall är 500 kg. Deponeringsvolymen för ett fat på fatbricka är 0,324 m³.

E68.1.3 Behandling

Avfallet förbränns och packas i innerfatet som försluts med hjälp av en ringlåsförslutning med hävarm. Innerfatet placeras sedan i ytterfatet för betongkringgjutning. Ytterfatet, som förpreparerats genom att botten fyllts med ca 100 mm betong, har inget lock. Före härdning placeras en metallbricka med ett unikt identifikationsnummer på betongytan. Uppskattad void är 5 % av emballagets innevolym.

E68.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E68.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E68-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2040–2043. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E68-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	S.25:D
Prognostiserade	(BMA)	2 384

E68.2 Medelkoli för avfallstypen

E68.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E68-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp S.25:D. Materialdata avser ett plåtfat inklusive ¼ fatbricka. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E68-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkoli för avfallstypen.

Material	Ursprung	S.25:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	6,5
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	1,0
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	5,0
Aska [kg]	Avfall	64
Järn/stål [kg]	Emballage	47
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	7,4
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (inner- och ytterfat)	1,0
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage (fatbricka)	4,0
Betong [kg]	Matris	240
Void [m ³]	Matris	0,011

E68.2.2 Radionuklidinnehåll

Det finns inget underlag för innehåll av radionuklider i denna avfallstyp tillgängligt i dagsläget.

E69 V.12:D/V.12A:D/V.12C:D

E69.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna V.12:D, V.12A:D och V.12C:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från Svafo. V.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall. V.12A:D innehåller asfalt, jord och grus och V.12C:D innehåller betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder har beräknats utifrån prognosunderlag från Svafo kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial. Aktivitetsdata saknas för avfallet.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E69.1.1 Avfall

Avfallet består av material från de olika anläggningsenheterna som Svafo omhändertar för rivning, så som byggnader, hanteringsenheter för avfall och reaktorn S-R2. Skrotavfallet i V.12:D antas huvudsakligen bestå av metallskrot. Sekundäravfallet i V.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Avfallet i V.12C:D innehåller betong och avfallet i V.12A:D består av jord, grus och asfalt från saneringsåtgärder kring Svafos anläggningsbyggnader.

E69.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern är tillverkad i stål med en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E69.1.3 Behandling

Skrotavfallet antas packas med en packningsgrad på 1,1 ton/ m³. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Asfalt, jord, grus och betongavfall antas kunna packas med en packningsgrad på 1,5 ton/ m³ men begränsas av den maximala viktkapaciteten.

E69.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Svafo till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E69.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E69-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2023, 2025, 2026 och 2045. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E69-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	V.12:D skrotavfall	V.12:D sekundäravfall	V.12A:D	V.12C:D
Prognostiserade	(BLA)	57	25	200	227

E69.2 Medelkolli för avfallstypen

E69.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E69-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp V.12:D, V.12A:D och V.12C:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E69-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	V.12:D skrotavfall	V.12:D sekundäravfall	V.12A:D	V.12C:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	100	–	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	15	–	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–	–
Asfalt, grus, jord [kg]	Avfall	–	–	18 000	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	–	18 000
Cellulosa [kg]	Avfall	–	500	–	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 500	4 500	–	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	846	229	–	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–	–
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	400	–	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	3 000	–	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	7,5	3,3	7,5

E69.2.2 Radionuklidinnehåll

Det finns inget underlag för innehåll av radionuklider i denna avfallstyp tillgängligt i dagsläget.

E70 Å.12:D/Å.12C:D

E70.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna Å.12:D och Å.12C:D är antagna avfallstyper för lågaktivt rivningsavfall i stålcontainrar från Ågesta. Å.12:D innehåller skrotavfall eller sekundäravfall och Å.12C:D innehåller betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Lindow (2012) kompletterat med antaganden om sekundäravfall, samt materialsammansättning för rivningsavfallet, emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BLA, listade i avsnitt E1.5.1, antas gälla för avfallstyperna.

E70.1.1 Avfall

Skrotavfallet i Å.12:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Sekundäravfallet i Å.12:D antas bestå av sopor och skrot likt avfallstyp R.12 från driftavfall. Avfallet i Å.12C:D består av betong från den biologiska skärmen och betongytor i reaktorbyggnaden.

E70.1.2 Emballage

Avfallet packas i ISO-containrar av dimensionen 20-fot halvhöjd. Containern är tillverkad i stål med en längd på 6,06 m, en bredd på 2,5 m och en höjd på 1,3 m. Tjocklek på väggar och tak är normalt 1,5 mm. En tom container väger ca 1 900 kg. Öppna containrar försluts med lock.

Max tillåten vikt för en container inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 20 m³.

E70.1.3 Behandling

En container Å.12:D antas fyllas med ca 16 300 kg skrotavfall. Sekundäravfallet antas behandlas likt avfallstyp R.12 från driftavfall. En container Å.12C:D antas fyllas med ca 16 000 kg betongavfall.

E70.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från Ågesta till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137. Övriga nuklider, som inte är gammaemitterande, beräknas enligt bilaga D.

Högsta tillåtna ytdosrat är 2 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E70.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E70-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2023–2025. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E70-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	Å.12:D skrotavfall	Å.12:D sekundäravfall	Å.12C:D
Prognostiserade	(BLA)	3	7	15

E70.2 Medelkolli för avfallstypen

E70.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E70-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp Å.12:D och Å.12C:D. Materialdata avser en container. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E70-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	Å.12:D skrotavfall	Å.12:D sekundäravfall	Å.12C:D
Aluminium/Zink [kg]	Avfall	–	175	–
Aluminium/Zink yta [m ²]	Avfall	–	26	–
Aluminium/Zink tjocklek [mm]	Avfall	–	5,0	–
Betong [kg]	Avfall	–	–	15 964
Cellulosa [kg]	Avfall	–	876	–
Järn/stål [kg]	Avfall	16 332	7 887	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	838	402	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	5,0	–
Sand [kg]	Avfall	–	–	–
Övrigt oorganiskt [kg]	Avfall	–	701	–
Övrigt organiskt [kg]	Avfall	–	5 258	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 900	1 900	1 900
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	105	105	105
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	1,5	1,5	1,5
Void [m ³]	Matris	13	3,8	8,4

E70.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E70-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp Å.12:D och Å.12C:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en container.

Tabell E70-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Å.12:D [Bq]	Å.12C:D [Bq]	Nuklid	Å.12:D [Bq]	Å.12C:D [Bq]
H-3	0,00E+00	3,65E+08	Cs-135	3,02E+01	2,82E+01
Be-10	0,00E+00	0,00E+00	Cs-137	6,28E+05	5,86E+05
C-14 org	6,54E+02	6,10E+02	Ba-133	0,00E+00	0,00E+00
C-14 oorg	1,68E+03	1,57E+03	Pm-147	0,00E+00	0,00E+00
C-14 ind	0,00E+00	2,40E+05	Sm-151	1,52E+04	5,42E-01
Cl-36	1,03E+00	1,78E+03	Eu-152	8,91E-01	1,54E+07
Ca-41	0,00E+00	3,93E+06	Eu-154	1,48E+01	1,40E+05
Fe-55	1,51E-05	5,75E-01	Eu-155	2,28E-02	2,94E-02
Co-60	2,14E+00	8,57E+03	Ho-166m	0,00E+00	0,00E+00
Ni-59	2,37E+03	1,26E+04	U-232	0,00E+00	0,00E+00
Ni-63	1,45E+05	7,56E+05	U-235	3,48E-03	4,09E-03
Se-79	0,00E+00	0,00E+00	U-236	6,92E-02	6,41E-02
Sr-90	3,53E+05	3,29E+05	Np-237	1,56E+00	1,45E+00
Zr-93	0,00E+00	0,00E+00	Pu-238	3,62E+03	3,36E+03
Nb-93m	0,00E+00	0,00E+00	Pu-239	6,30E+04	7,42E+04
Nb-94	4,54E+02	5,33E-03	Pu-240	4,16E+04	3,85E+04
Mo-93	0,00E+00	0,00E+00	Pu-241	1,62E+04	1,50E+04
Tc-99	1,03E+03	9,61E+02	Pu-242	0,00E+00	0,00E+00
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00	Am-241	8,46E+04	7,84E+04
Ag-108m	3,38E+02	5,69E-04	Am-242m	0,00E+00	0,00E+00
Cd-113m	6,40E+00	0,00E+00	Am-243	0,00E+00	0,00E+00
In115	0,00E+00	0,00E+00	Cm-243	0,00E+00	0,00E+00
Sn-126	0,00E+00	0,00E+00	Cm-244	1,87E+00	1,73E+00
Sb-125	1,23E-06	8,38E-07	Cm-245	0,00E+00	0,00E+00
I-129	2,13E+00	1,99E+00	Cm-246	0,00E+00	0,00E+00
Cs-134	3,30E-10	3,08E-10			

E71 Å.4K23:D/Å.4K23C:D

E71.1 Beskrivning av avfallstypen

Avfallstyperna Å.4K23:D och Å.4K23C:D är antagna avfallstyper för medelaktivt rivningsavfall från Ågesta. Å.4K23:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjutet skrotavfall och Å.4K23C:D består av fyrkokiller innehållande betongkringgjuten betong.

Det finns inte någon godkänd typbeskrivning för deponering av avfallstyperna. Materialmängder och aktivitetsinnehåll har beräknats utifrån Lindow (2012) kompletterat med antaganden om material-sammansättning samt emballage- och matrismaterial.

Acceptanskriterierna för BMA, listade i avsnitt E1.3.1, antas gälla för avfallstyperna.

E71.1.1 Avfall

Avfallet i Å.4K23:D består till största delen av metallskrot i form av rördelar och skrotade komponenter. Avfallet i Å.4K23C:D består av inneslutningen och den biologiska skärmen.

E71.1.2 Emballage

Avfallet packas i fyrkokiller. Fyrkokillen är en kokill i plåt med yttermått 2,4×2,4×1,2 m. Tjockleken på väggarna är 4 mm, golvet 8 mm och locket 15 mm. Emballaget väger ca 1700 kg.

Max tillåten vikt för en fyrkokill inklusive avfall är 20 ton. Deponeringsvolymen är 6,912 m³.

E71.1.3 Behandling

En fyrkokill Å.4K23:D antas fyllas med ca 7 300 kg avfall och Å.4KC:D med ca 6 900 kg. Avfallet kringgjuts med betong. Voiden är uppskattad till 25 % av emballagets innervolym.

E71.1.4 Aktivitetsbestämning av radionuklider

Innan avfallet transporteras från SNAB till SFR görs en mätning av gammaemitterande nuklider. Dominerande gammaemitterande nuklider är Co-60 och Cs-137.

Högsta tillåtna ytdosrat är 100 mSv/h. Avfallskollina antas vara fria från ytkontamination.

E71.1.5 Produktion av avfallstypen

I tabell E71-1 presenteras antal kollin till SFR.

Avfallet antas deponeras under år 2023–2025. Den förvarsdel som anges är den som gäller enligt acceptanskriterierna för avfallstypen.

Tabell E71-1. Antal kollin av avfallstypen.

Antal kollin	Förvarsdel	Å.4K23:D	Å.4K23C:D
Prognostiserade	(BMA)	45	5

E71.2 Medelkolli för avfallstypen

E71.2.1 Material – avfall, emballage och matris

I tabell E71-2 ges värden för ett uppskattat genomsnitt av materialinnehållet i avfallstyp Å.4K23:D och Å.4K23C:D. Materialdata avser en fyrkokill. Förutom vikter anges korrosionsyta och tjocklek för metaller samt void i avfallskollit.

Tabell E71-2. Materialinnehåll, korrosionsyta och void i ett uppskattat medelkolli för avfallstypen.

Material	Ursprung	Å.4K23:D	Å.4K23C:D
Betong [kg]	Avfall	–	6 918
Järn/stål [kg]	Avfall	7 340	–
Järn/stål yta [m ²]	Avfall	376	–
Järn/stål tjocklek [mm]	Avfall	5,0	–
Järn/stål [kg]	Emballage	1 722	1 722
Järn/stål yta [m ²]	Emballage	46	46
Järn/stål tjocklek [mm]	Emballage	4,0–15	4,0–15
Betong [kg]	Matris	9 442	4 782
Void [m ³]	Matris	1,6	1,6

E71.2.2 Radionuklidinnehåll

I tabell E71-3 ges värden för ett beräknat genomsnitt av nuklidinnehållet i avfallstyp Å.4K23:D och Å.4K23C:D vid förslutning av SFR år 2075-12-31. Aktivitetsdata avser en fyrkokill.

Tabell E71-3. Aktivitet för ett beräknat medelkolli av avfallstypen vid förslutning av SFR år 2075.

Nuklid	Å.4K23:D [Bq]	Å.4K23C:D [Bq]
H-3	3,86E+10	3,28E+08
Be-10	0,00E+00	0,00E+00
C-14 org	2,02E+07	0,00E+00
C-14 oorg	5,20E+07	0,00E+00
C-14 ind	0,00E+00	1,60E+06
Cl-36	2,64E+01	1,19E+04
Ca-41	0,00E+00	2,62E+07
Fe-55	2,28E+01	3,84E+00
Co-60	2,77E+05	5,72E+04
Ni-59	2,21E+08	8,40E+04
Ni-63	1,33E+10	5,05E+06
Se-79	0,00E+00	0,00E+00
Sr-90	3,73E+07	0,00E+00
Zr-93	0,00E+00	0,00E+00
Nb-93m	0,00E+00	0,00E+00
Nb-94	2,34E+06	0,00E+00
Mo-93	0,00E+00	0,00E+00
Tc-99	2,52E+05	0,00E+00
Pd-107	0,00E+00	0,00E+00
Ag-108m	5,40E+07	0,00E+00
Cd-113m	2,94E+05	0,00E+00
In115	6,96E+03	0,00E+00
Sn-126	0,00E+00	0,00E+00
Sb-125	1,74E-03	0,00E+00
I-129	5,46E+01	0,00E+00
Cs-134	8,46E-09	0,00E+00
Cs-135	6,91E+03	0,00E+00
Cs-137	8,67E+07	0,00E+00
Ba-133	0,00E+00	0,00E+00
Pm-147	0,00E+00	0,00E+00
Sm-151	3,89E+05	3,62E+00
Eu-152	2,28E+01	1,03E+08
Eu-154	3,79E+02	9,34E+05
Eu-155	5,85E-01	5,37E-02
Ho-166m	0,00E+00	0,00E+00
U-232	0,00E+00	0,00E+00
U-235	2,20E-01	5,81E-03
U-236	4,37E+00	3,37E-06
Np-237	9,85E+01	9,44E-08
Pu-238	2,29E+05	6,78E-03
Pu-239	3,98E+06	1,05E+05
Pu-240	2,62E+06	2,02E+00
Pu-241	1,02E+06	1,92E-04
Pu-242	0,00E+00	0,00E+00
Am-241	5,34E+06	5,01E-03
Am-242m	0,00E+00	0,00E+00
Am-243	0,00E+00	0,00E+00
Cm-243	0,00E+00	0,00E+00
Cm-244	1,18E+02	0,00E+00
Cm-245	0,00E+00	0,00E+00
Cm-246	0,00E+00	0,00E+00

