

Ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen

Toppdokument

Ansökan om tillstånd enligt Kärntekniklagen för utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga Begrepp och definitioner

Begrepp och definitioner för ansökan om utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Allmän del 1

Anläggningsutformning och drift

Bilaga F-PSAR SFR

Första preliminär säkerhetsredovisning för ett utbyggt SFR

Allmän del 2

Säkerhet efter förslutning

Typbeskrivningar

- Preliminär typbeskrivning för hela BWR reaktortankar exklusive interndelar.
- Preliminär typbeskrivning för skrot i fyrkokill
- Preliminär typbeskrivning för hårdkomponenter i stältankar **Utgått maj 2017**

Bilaga AV PSU

Avvecklingsplan för ett utbyggt SFR
Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall

Bilaga VOLS-Ansökan PSU

Verksamhet, organisation, ledning och styrning för utbyggnad av SFR – Ansökans- och systemhandlingskede

Bilaga VOLS-Bygg PSU

Verksamhet, organisation, ledning och styrning för utbyggnad av SFR – Tillståndsprövnings- och detaljprojekteringskedet samt byggskedet.

Bilaga MKB PSU

Miljökonsekvensbeskrivning för utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga BAT

Utbyggnad av SFR ur ett BAT-perspektiv

Kapitel 1

Inledning

Kapitel 2

Förläggingsplats

Kapitel 3

Konstruktionsregler

- Tolkning och tillämpning av krav i SSMFS
- Principer och metodik för säkerhetsklassning – Projekt SFR utbyggnad
- Säkerhetsklassning för projekt SFR-utbyggnad
- Acceptanskriterier för avfall, PSU

Kapitel 4

Anläggningens drift

Kapitel 5

Anläggnings- och funktionsbeskrivning

- Preliminär plan för fysiskt skydd för utbyggt SFR
- SFR Förslutningsplan
- Metod och strategi för informations- och IT-säkerhet, PSU

Kapitel 6

Radioaktiva ämnen

- Radionuclide inventory for application of extension of the SFR repository - Treatment of uncertainties. **(1) (2)**
- Låg- och medelaktivt avfall i SFR. Referensinventarium för avfall 2013 **(uppdaterad 2015-03)**

Kapitel 7

Strålskydd

- Dosprognos vid drift av utbyggt SFR

Kapitel 8

Säkerhetsanalys för driftskedet

- SFR – Säkerhetsanalys för driftskedet

Kapitel 9

Mellanlagring av långlivat avfall **Utgått maj 2017**

Ansökansinventarium för mellanlagring av långlivat avfall i SFR **Utgått maj 2017**

Huvudrapport

Redovisning av säkerhet efter förslutning för SFR

Huvudrapport för säkerhetsanalysen SR-PSU **(1) (3)**

FHA report

Handling of future human actions in the safety assessment **(2)**

FEP report

FEP report for the safety assessment

Waste process report

Waste process report for the safety assessment

Geosphere process report

Geosphere process report for the safety assessment

Barrier process report

Engineered barrier process report for the safety assessment

Biosphere synthesis report

Biosphere synthesis report for the safety assessment

Climate report

Climate and climate related issues for the safety assessment

Model summary report

Model summary report for the safety assessment

Data report

Data report for the for the safety assessment **(2)**

Input data report

Input data report for the safety assessment **(2) (3)**

Initial state report

Initial state report for the safety assessment **(2)**

Radionuclide transport report

Radionuclide transport and dose calculations for the safety assessment **(2)**

SDM-PSU Forsmark

Site description of the SFR area at Forsmark on completion of the site investigation

Samrådsredogörelse

Konsekvensbedömning av vattenmiljöer vid utbyggnad av SFR

Ersatt juli 2016 av bilaga SFR-U K:2

Naturmiljöutredning inför utbyggnad av SFR, Forsmark, Östhammar kommun.

Kompletteringar

- September 2015 – Svensk version av *Huvudrapport SR-PSU* i allmän del 2 samt ny version (3.0) av *Radionuclide inventory* i allmän del 1 kapitel 6
- Oktober 2015 – Fem uppdaterade rapporter i allmän del 2 samt ny version (4.0) av *Radionuclide inventory* i allmän del 1 kapitel 6
- Oktober 2017 – Uppdatering av *Huvudrapport SR-PSU* och *Input data report*

DokumentID 1412250	Version 2.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (13)
Författare Björn Herschend			Datum 2013-10-16	
Kvalitetssäkrad av Anna Gordon (SG) David Persson (KG)			Kvalitetssäkrad datum 2014-03-14 2014-03-14	
Godkänd av Börje Torstenfelt			Godkänd datum 2014-03-21	

Ansökansinventarium för mellanlagring av långlivat avfall i SFR

1 Inledning

Denna rapport beskriver inventariet av långlivat låg- och medelaktivt avfall som planeras att mellanlagras i det utbyggda SFR. Avfallet utgörs av hårdnära komponenter från drift och nedmontering av de svenska kärnkraftverken. Detta avfall består i huvudsak av rostfritt stål som utsatts för betydande neutronbestrålning vilket givit upphov till inducerad aktivitet med signifikant mängd långlivade radionuklider.

2 Omfattning och urval

Avfallet omfattar långlivat låg- och medelaktivt avfall i form av driftavfall samt avfall från nedmontering och rivning från reaktorerna i Barsebäcks, Forsmarks och Ringhals kärnkraftverk (B1, B2, F1, F2, F3 och R1). Avfallet innefattar inte styrstavar, bränsle eller neutronkällor, ej heller de hårdkomponenter och sonder som idag mellanlagras i Clab. Inventariet omfattar visst befintligt sekundäravfall från segmentering av hårdkomponenter t ex spånor och skär, men inget organiskt material som t ex filter. Avfallet inkluderar en viss mängd framtida driftavfall (främst sonder), men i övrigt antas att inga större komponenter i hårdstommen kommer att behöva bytas i F1-F3 eller R1, vilket skulle kunna leda till ökade avfallsvolymer för mellanlagring.

Urvalet grundar sig på möjligheten att mellanlagra långlivat avfall på respektive anläggning fram till dess att SFL tas i drift (planerat 2045). Kärnkraftverket i Barsebäck skall enligt plan vara rivet och marken friklassad innan SFL är färdigt, och av den anledningen måste allt långlivat avfall från Barsebäck mellanlagras på annan plats.

I Ringhals finns idag inget mellanlager för ståltankar med hårdkomponenter och man planerar inte att uppföra något sådant vilket gör att hårdkomponenter från R1 kan komma att kräva mellanlagring på annan plats. Hanteringen av interndelar och reaktortankar från R2-R4 är ännu inte klarlagd och det är inte säkert att dessa kommer att segmenteras. Därför finns idag inget fastställt behov av att mellanlagra ståltankar med komponenter från R2-R4 i SFR.

Vid kärnkraftverket i Forsmark finns ett mellanlager för ståltankar med långlivat avfall, men kapaciteten är inte tillräcklig för den sammanlagda volymen drift- och rivningsavfall. En stor del av förvarsvolymer kan också komma att behövas för mellanlagring av segmenterade interndelar som inte klassas som långlivat avfall. Befintliga hårdkomponenter behöver därför mellanlagras på annan plats. Det samma gäller långlivat avfall från nedmontering och rivning om det befintliga mellanlagret, på samma sätt som idag, skall fungera som buffertlager för kortlivat avfall från segmenterade interndelar.

Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 250, 101 24 Stockholm
Besöksadress Blekholmstorget 30
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10
www.skb.se
556175-2014 Säte Stockholm

I Oskarshamn bedöms kapaciteten hos BFA vara tillräcklig för mellanlagring av allt långlivat avfall, exklusive styrstavar. Generellt antas att Clab kommer att fortsätta ta emot och mellanlagra styrstavar från samtliga kärnkraftverk samt att härds-krot som redan mellanlagras inte kommer att behöva flyttas.

3 Beräkningsförutsättningar

Inventariet baseras på inrapporterade och uppskattade avfallsmängder från kärnkraftverken. Aktiviteten har i huvudsak bestämts utifrån den beräkningsmetodik som ligger till grund för beräkningen av aktivitet i rivningsavfall (SKBdoc 1374191). För vissa avfallsposter i inventariet från Forsmark har uppmätt ytdosrat använts för att uppskatta aktiviteten i avfallet och den beräknade aktiviteten har endast använts som korrelationsvektor för framtagande av nuklidspecifik aktivitet (endast beräknad inducerad aktivitet har då använts).

Beräkningarna av aktivitet har gjorts för samma nuklider som valts för rivningsinventariet för SFR. Avklingning har beräknats till ett gemensamt referensdatum (2046-12-31) då allt beaktat avfall kan antas ha uppstått. Inväxt av dotternuklider har beaktats enligt samma sönderfallskedjor som antas för avfall i SFR (SKB 2013).

Avfallsvikt och materialsammansättning har beräknats utifrån redovisade komponent- och avfallsvikter samt den materialspecifikation för ingående komponenter som angivits vid beräkning av aktivitet i rivningsavfall.

Avfallsvolym har uppskattats enligt följande:

- För Barsebäck finns en detaljerad packningsplan och ur denna har antalet ståltankar beräknats
- För Forsmarks befintliga avfall förutsätts att hela avfallsvolymer ryms i befintliga ståltankar samt de ytterligare tankar som enligt avfallsproducentens uppskattning skulle krävas för att hantera det avfall som fortfarande lagras i bassänger på verket.
- För Ringhals hela avfallsmängd samt Forsmarks framtida avfall, har en generell packningsgrad på 0,677 ton/m³ antagits, vilket motsvarar ett medelvärde beräknat från förväntad packningsgrad för avfallet från Barsebäck samt packningsgraden hos det avfall som mellanlagras i Forsmark och Oskarshamn.

Ytarea för det metalliska avfallet har uppskattats utifrån samma antaganden som ligger till grund för beräkning av ytkontamination. Tabell 3-1 anger de antagna densiteter och plåttjocklekar för olika komponenter i avfallet som ligger till grund för beräkning av yta. För härds-krot, där ursprunget är oklart i fråga om vilken komponent avfallet härrör från, har generellt 5 mm stål antagits vid beräkning av ytarea.

Tabell 3-1. Antagna densiteter och plåttjocklekar som ligger till grund för beräkning av metallyta i avfallet.

Komponenttyp	Material	Densitet m ³ /kg	Plåttjocklek/mm
Härdstomme	Stål	7860	10
Härdstril	Stål	7860	5
Spridare	Inconel	8140	2,5
Bränsleboxar	Zircalloy	6550	2,5
Spån från segmentering	Stål	7860	0,5
Härds-krot (genrellt)	Stål	7860	5

För att uppskatta deponeringsvolym samt materialyta och vikt för emballage har det antagits att allt avfall deponeras i ståltankar med en vägg tjocklek på 100 mm (Tabell 3-2). Med utgångspunkt från det val av tankar som angivits för Barsebäcks avfall, är detta en konservativ uppskattning.

Tabell 3-2. Egenskaper hos den ståltank som antagits för mellanlagring av härdkomponenter i SFR. Med packningsvolym avses den volym som är tillgänglig för avfall. Redovisad vikt och volym för kolstål inkluderar både tank och kassett.

Egenskap		Enhet
Yttermått	3,3x1,3x2,3	m
Vägg tjocklek	0,10	m
Volym:		
Innervolym	7,4	m ³
Packningsvolym	6,0	m ³
Yttervolym	9,9	m ³
Kolstål	2,8	m ³
Vikter:		
Kassett	3600	kg
Tank	18500	kg
Kolstål	22100	kg
Ytor:		
Kolstål	89	m ²

4 Inventarium

4.1 Volym

Tabell 4-1 visar vikt och volym för det mellanlagrade avfallet. Förvarsvolym motsvarar den sammanlagda yttervolymen för ståltankarna. Eftersom avfallet inte är kringgjutet eller på annat sätt konditionerat, blir den outnyttjade volymen (void) i ståltankarna stor. Denna har beräknats som skillnaden mellan tankarnas innervolym och den volym som upptas av avfall och kassetter (beräknad utifrån angivna vikter i Tabell 4-1 och Tabell 3-2 samt densiteten för stål från Tabell 3-1).

Tabell 4-1. Avfallsmängder för mellanlagring av långlivat avfall i SFR.

Producent	Avfallsvikt/ton	Antal kollin	Förvarsvolym/m ³	Emballageyta/m ²	Emballagevikt/ton	Void/m ³
Barsebäck	157	34	337	3024	751	216
Forsmark	377	96	950	8538	2122	619
Ringhals	86	22	218	1957	486	142
Totalt	620	152	1 505	13 519	3 359	976

4.2 Material och yta

Det mesta av avfallet utgörs av rostfritt stål, men i avfallet finns även komponenter från bränslepatroner (t ex bränsleboxar, spridare och fjädrar) och därför förekommer mindre mängder Zircalloy och Inconell. Tabell 4-2 redovisar vikt hos ingående material i avfallet för respektive producent samt den totala beräknade metallytan (enligt avsnitt 3).

Tabell 4-2. Material i långlivat avfall för mellanlagring i SFR.

Material	Vikt/ton			Total	Yta/m ²
	Barsebäck	Forsmark	Ringhals		
Stål	157	376	86	619	16931
Inconel	0	0,29	0	0,29	18
Zircalloy	0,23	0,5	0	0,7	65
Totalt	157	377	86	620	17 013

4.3 Radionuklidinventarium

Det avfall som kommer att bli aktuellt för mellanlagring i SFR kommer att ha en total aktivitet på 1,1·10¹⁷ Bq vid 2046-12-31 enligt vad som anses vara en bästa uppskattning. Denna totala aktivitet domineras av Fe-55 och Co-60 från Forsmarks reaktorer som då nyligen tagits ur drift samt Ni-63 från Forsmark och Ringhals. Tabell 4-3 till Tabell 4-8 redovisar nuklidspecifik aktivitet för respektive avfallsproducent uppdelat som inducerad aktivitet och ytkontamination. För vissa avfallsposter i Forsmarks inventarium saknas bestämning av ytkontamination (se avsnitt 3), och för bestrålade bränsleboxar från Barsebäck har endast totalaktivitet redovisats. I dessa fall redovisas all aktivitet som inducerad, eftersom ytkontamination generellt utgör mindre än 0,1% av den totala aktiviteten i inventariet.

Aktiviteten hos kortlivade nuklider skiljer mellan reaktorerna, främst på grund av skillnader i avklingningstid i förhållande till referensdatum. I avfallet från Barsebäck förekommer inga neutrondetektorer, och av den anledningen saknas aktivitet från lättlösliga fissionsprodukter som t ex Cs-137. Dessutom är den totala mängden upplöst uran för reaktorerna från Barsebäck 10-100 gånger lägre än för övriga reaktorer. Därför är mängden svårlösliga fissionsprodukter och aktinider i avfallet från Barsebäck lägre än för övriga reaktorer. I Barsebäcks inventarium förekommer, tillskillnad från övriga reaktorer, även tritium i inducerat stål. Detta beror sannolikt på skillnader i vilka tvärsnitt som beaktats vid beräkning av inducerad aktivitet.

Tabell 4-3. Radionuklidinventarium för inducerad aktivitet i långlivat avfall från Barsebäck för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	3,52E+10	Cs-137	0,00E+00
Be-10	4,62E+03	Ba-133	0,00E+00
C-14	3,61E+12	Pm-147	0,00E+00
Cl-36	9,75E+08	Sm-151	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	0,00E+00
Fe-55	4,49E+11	Eu-154	0,00E+00
Co-60	1,44E+13	Eu-155	0,00E+00
Ni-59	2,23E+13	Ho-166m	0,00E+00
Ni-63	1,95E+15	U-232	1,35E+06
Se-79	1,06E+03	U-235	1,28E+00
Sr-90	5,33E+07	U-236	5,99E+02
Zr-93	2,77E+09	Np-237	6,81E+03
Nb-93m	6,73E+11	Pu-238	2,27E+07
Nb-94	9,68E+10	Pu-239	4,05E+07
Mo-93	4,75E+11	Pu-240	2,69E+07
Tc-99	2,75E+10	Pu-241	1,04E+09
Ru-106	0,00E+00	Pu-242	9,97E+04
Ag-108m	1,57E+01	Am-241	4,05E+08
Pd-107	0,00E+00	Am-242m	2,81E+05
Cd-113m	0,00E+00	Am-243	9,32E+05
Sn-126	3,28E+03	Cm-243	1,86E+07
Sb-125	9,26E+07	Cm-244	1,20E+05
I-129	0,00E+00	Cm-245	1,16E+04
Cs-134	0,00E+00	Cm-246	1,32E+03
Cs-135	0,00E+00		

Tabell 4-4. Radionuklidinventarium för ytkontamination i långlivat avfall från Barsebäck för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	0,00E+00	Cs-137	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	Ba-133	0,00E+00
C-14	0,00E+00	Pm-147	0,00E+00
Cl-36	0,00E+00	Sm-151	0,00E+00
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	0,00E+00
Fe-55	2,46E+08	Eu-154	0,00E+00
Co-60	4,19E+10	Eu-155	0,00E+00
Ni-59	5,77E+10	Ho-166m	0,00E+00
Ni-63	5,57E+12	U-232	1,16E+02
Se-79	0,00E+00	U-235	0,00E+00
Sr-90	3,42E+08	U-236	5,23E+03
Zr-93	1,64E+08	Np-237	5,05E+03
Nb-93m	3,12E+11	Pu-238	2,83E+07
Nb-94	2,19E+09	Pu-239	5,22E+06
Mo-93	2,92E+07	Pu-240	9,00E+06
Tc-99	4,59E+06	Pu-241	1,04E+08
Ru-106	0,00E+00	Pu-242	3,70E+04
Ag-108m	1,81E+09	Am-241	1,59E+07
Pd-107	0,00E+00	Am-242m	1,09E+05
Cd-113m	0,00E+00	Am-243	4,08E+05
Sn-126	0,00E+00	Cm-243	6,97E+04
Sb-125	1,15E+07	Cm-244	6,09E+06
I-129	0,00E+00	Cm-245	4,49E+03
Cs-134	0,00E+00	Cm-246	3,85E+03
Cs-135	0,00E+00		

Tabell 4-5. Radionuklidinventarium för inducerad aktivitet i långlivat avfall från Forsmark för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	3,19E+08	Cs-137	1,14E+11
Be-10	0,00E+00	Ba-133	1,57E+04
C-14	5,27E+13	Pm-147	1,34E+10
Cl-36	1,19E+10	Sm-151	2,51E+08
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	4,50E+05
Fe-55	5,91E+16	Eu-154	1,70E+09
Co-60	9,84E+15	Eu-155	6,63E+08
Ni-59	2,56E+14	Ho-166m	1,52E+02
Ni-63	2,75E+16	U-232	3,47E+06
Se-79	5,07E+04	U-235	3,65E+01
Sr-90	1,09E+11	U-236	6,58E+05
Zr-93	3,07E+10	Np-237	1,05E+06
Nb-93m	5,75E+13	Pu-238	5,71E+09
Nb-94	3,58E+11	Pu-239	2,01E+09
Mo-93	1,96E+12	Pu-240	1,20E+07
Tc-99	3,08E+11	Pu-241	1,22E+09
Ru-106	3,26E+09	Pu-242	1,11E+09
Ag-108m	1,01E+02	Am-241	1,03E+08
Pd-107	3,48E+04	Am-242m	1,55E+06
Cd-113m	1,07E+05	Am-243	1,53E+06
Sn-126	4,42E+05	Cm-243	7,21E+05
Sb-125	1,13E+12	Cm-244	9,89E+07
I-129	5,77E+04	Cm-245	7,20E+07
Cs-134	1,86E+10	Cm-246	2,14E+04
Cs-135	6,83E+05		

Tabell 4-6. Radionuklidinventarium för ytkontamination i långlivat avfall från Forsmark för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	0,00E+00	Cs-137	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	Ba-133	0,00E+00
C-14	0,00E+00	Pm-147	7,93E+09
Cl-36	0,00E+00	Sm-151	7,39E+08
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	3,84E+06
Fe-55	9,90E+12	Eu-154	1,58E+09
Co-60	1,70E+13	Eu-155	3,16E+08
Ni-59	2,18E+11	Ho-166m	1,83E+04
Ni-63	2,65E+13	U-232	1,48E+04
Se-79	0,00E+00	U-235	2,52E+01
Sr-90	7,66E+10	U-236	6,22E+05
Zr-93	1,04E+08	Np-237	8,20E+05
Nb-93m	4,64E+12	Pu-238	5,29E+09
Nb-94	1,01E+10	Pu-239	1,39E+09
Mo-93	1,75E+08	Pu-240	9,48E+08
Tc-99	6,26E+07	Pu-241	5,47E+10
Ru-106	0,00E+00	Pu-242	1,09E+10
Ag-108m	1,95E+09	Am-241	2,81E+09
Pd-107	0,00E+00	Am-242m	1,09E+08
Cd-113m	0,00E+00	Am-243	7,30E+07
Sn-126	1,33E+06	Cm-243	2,55E+07
Sb-125	6,68E+10	Cm-244	3,18E+09
I-129	0,00E+00	Cm-245	6,12E+08
Cs-134	0,00E+00	Cm-246	4,90E+05
Cs-135	0,00E+00		

Tabell 4-7. Radionuklidinventarium för inducerad aktivitet i långlivat avfall från Ringhals för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	1,17E+08	Cs-137	8,27E+10
Be-10	0,00E+00	Ba-133	4,59E+03
C-14	1,56E+13	Pm-147	1,40E+07
Cl-36	5,00E+09	Sm-151	2,38E+08
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	1,85E+05
Fe-55	4,00E+14	Eu-154	3,42E+08
Co-60	6,30E+14	Eu-155	2,12E+07
Ni-59	9,26E+13	Ho-166m	1,61E+02
Ni-63	1,17E+16	U-232	3,18E+06
Se-79	5,41E+04	U-235	0,00E+00
Sr-90	7,78E+10	U-236	8,85E+05
Zr-93	4,46E+06	Np-237	1,18E+06
Nb-93m	2,10E+13	Pu-238	6,97E+09
Nb-94	1,57E+11	Pu-239	1,33E+07
Mo-93	1,03E+12	Pu-240	1,25E+07
Tc-99	1,52E+11	Pu-241	7,83E+08
Ru-106	6,94E+01	Pu-242	1,53E+05
Ag-108m	1,05E+02	Am-241	1,01E+08
Pd-107	3,71E+04	Am-242m	1,74E+05
Cd-113m	4,61E+04	Am-243	2,00E+06
Sn-126	4,71E+05	Cm-243	4,44E+05
Sb-125	7,87E+09	Cm-244	7,62E+07
I-129	6,16E+04	Cm-245	4,43E+04
Cs-134	2,67E+06	Cm-246	1,73E+04
Cs-135	7,29E+05		

Tabell 4-8. Radionuklidinventarium för ytkontamination i långlivat avfall från Ringhals för mellanlagring i SFR vid 2046-12-31.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	0,00E+00	Cs-137	0,00E+00
Be-10	0,00E+00	Ba-133	0,00E+00
C-14	0,00E+00	Pm-147	9,31E+07
Cl-36	0,00E+00	Sm-151	7,16E+08
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	3,25E+06
Fe-55	3,43E+11	Eu-154	7,91E+08
Co-60	1,87E+12	Eu-155	4,67E+07
Ni-59	1,57E+11	Ho-166m	2,23E+04
Ni-63	1,84E+13	U-232	2,34E+04
Se-79	0,00E+00	U-235	1,54E+01
Sr-90	7,09E+10	U-236	7,62E+05
Zr-93	1,49E+10	Np-237	9,89E+05
Nb-93m	1,14E+13	Pu-238	8,06E+09
Nb-94	3,19E+10	Pu-239	7,22E+08
Mo-93	1,65E+09	Pu-240	1,02E+09
Tc-99	1,12E+09	Pu-241	4,10E+10
Ru-106	0,00E+00	Pu-242	6,86E+06
Ag-108m	2,61E+09	Am-241	3,36E+09
Pd-107	0,00E+00	Am-242m	3,05E+07
Cd-113m	0,00E+00	Am-243	1,13E+08
Sn-126	1,55E+06	Cm-243	2,51E+07
Sb-125	6,95E+08	Cm-244	4,43E+09
I-129	0,00E+00	Cm-245	2,75E+06
Cs-134	0,00E+00	Cm-246	8,86E+05
Cs-135	0,00E+00		

5 Osäkerheter

En bedömning av onoggrannhet i inventarieberäkningarna har tidigare redovisats (SKBdoc 1344093) i samband med beräkning av radionuklidinventariet i rivningsavfall. Denna bedömning bör dock snarast ses som en bedömning av osäkerhet då de underliggande beräkningarna till viss del är stokastiska.

Osäkerheten i beräknad aktivitet har följande orsaker:

- Osäkerhet i underliggande neutrontransportberäkningar
- Förenklingar och approximationer i beräkningsmodellerna
- Osäkerhet i ingående komponenters materialsammansättning, vikt och yta.

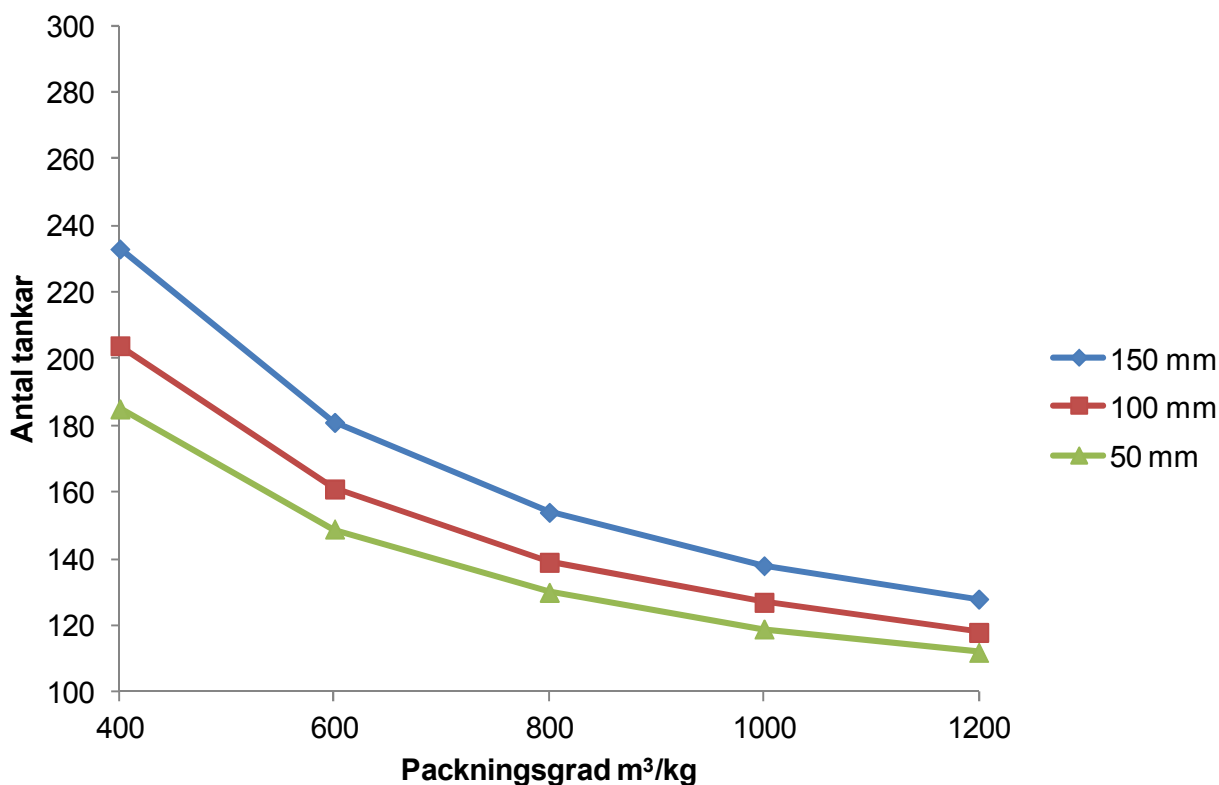
För hårdnära komponenter bedöms osäkerheten i materialsammansättning vara $\pm 5\%$ där mängden Co i konstruktionsmaterialet kan anses kritiskt för totalaktiviteten som bedöms ha en osäkerhet på $\pm 50\%$. För enskilda nuklider kan dock osäkerheten vara större då det finns stora osäkerheter i t ex Cl-halt i stål och andra legeringar. Osäkerheten skiljer sig också åt mellan inducerad aktivitet och ytkontamination på grund av skillnader i beräkningsmetodiken. För radionuklidinventariet antas dock en osäkerhetsfaktor på 2.

Eftersom stora skillnader föreligger mellan de olika reaktorerna vad gäller förekomst av tritium, kan det inte uteslutas att aktiviteten för tritium underskattats för reaktorerna i Forsmark och Ringhals med en faktor 100. Om den massspecifika tritiumaktiviteten (beräknat för hela avfallsmängden) från B1 och B2 extrapoleras till övriga reaktorer ger detta en nästan fyra gånger högre totalaktivitet för tritium. Därför sätts osäkerhetsfaktorn för tritium till 4.

För vissa avfallsposter i redovisningen från Forsmark har uppmätt ytdosrat räknats om till Co-60 aktivitet var efter den nuklidspecifika aktiviteten beräknats med korrelationsfaktorer. Korrelationsfaktorn har bestämts med hjälp av beräknad inducerad aktivitet för ingående komponenter i avfallet. Denna metod kan i viss mån sägas vara mindre osäker eftersom beräknad Co-60 aktivitet justeras efter uppmätt totalaktivitet, men å andra sidan tilldelas detta avfall ingen aktivitet i form av ytkontamination av aktinider och svårösliga fissionsprodukter eller fissilt material från neutrondetektorer (vilka kan tänkas förekomma i vissa avfallsposter). Detta avfall utgör dock endast en liten del av den totala avfallsmängden, och en osäkerhetsfaktor på 2 antas därför gälla även detta avfall.

Vid nedmontering av härdstommen från reaktorerna antas att segmenteringen kan genomföras så att delar med mycket liten mängd inducerad aktivitet kan separeras från det långlivade avfallet. I dagsläget går det dock inte att, på förhand, avgöra exakt hur den totala avfallsvikten kommer att fördelas mellan långlivat och kortlivat avfall. Den framtida driften av F1-F3 samt R1 kan också komma att kräva byten av vissa komponenter från härdstommen. Därför finns det en viss osäkerhet kring den totala avfallsmängden.

Det föreligger även en viss osäkerhet i vilken packningsgrad man kommer att kunna uppnå för framtida avfall, vilket i sin tur ger upphov till en osäkerhet i det faktiska antalet tankar som kan komma att uppstå. Antalet tankar beror även på vilken tanktyp som kommer att användas eftersom tankens väggjocklek påverkar den tillgängliga avfallsvolymen. Figur 5-1 visar antal tankar som funktion av packningsgrad för olika väggjocklekar.



Figur 5-1. Antal ståltankar för mellanlagring som funktion av packningsgrad för olika tank typer (50, 100 respektive 150 mm väggjocklek).

Med utgångspunkt från den packningsgrad som Barsebäck, Forsmark och Oskarshamn redovisat är det mycket osannolikt att medelpackningsgraden skulle falla utanför intervallet 400-1200 kg/m³ eller att medelvägg tjockleken för tankarna skulle överskrida 150 mm. Antalet tankar för mellanlagring av det avfall som beaktas i denna rapport bör därför ligga inom intervallet 233-112 tankar.

6 Ansökansinventarium

Ansökansinventariet motsvarar den totala aktiviteten till följd av ytkontamination och neutronaktivering av material från reaktorerna B1, B2, F1, F2, F3 och R1, multiplicerat med osäkerhetsfaktorn 4 för tritium och 2 för övriga nuklider (Tabell 6-1).

Tabell 6-1. Ansökansinventarium för mellanlagring av långlivat avfall i SFR.

Nuklid	Aktivitet/Bq	Nuklid	Aktivitet/Bq
H-3	1,43E+11	Cs-137	3,94E+11
Be-10	9,25E+03	Ba-133	4,07E+04
C-14	1,44E+14	Pm-147	4,29E+10
Cl-36	3,58E+10	Sm-151	3,89E+09
Ca-41	0,00E+00	Eu-152	1,54E+07
Fe-55	1,19E+17	Eu-154	8,84E+09
Co-60	2,10E+16	Eu-155	2,09E+09
Ni-59	7,42E+14	Ho-166m	8,18E+04
Ni-63	8,24E+16	U-232	1,61E+07
Se-79	2,12E+05	U-235	1,58E+02
Sr-90	6,70E+11	U-236	5,87E+06
Zr-93	9,72E+10	Np-237	8,11E+06
Nb-93m	1,91E+14	Pu-238	5,22E+10
Nb-94	1,31E+12	Pu-239	8,35E+09
Mo-93	6,93E+12	Pu-240	4,06E+09
Tc-99	9,79E+11	Pu-241	1,98E+11
Ru-106	6,52E+09	Pu-242	2,41E+10
Ag-108m	1,27E+10	Am-241	1,36E+10
Pd-107	1,44E+05	Am-242m	2,84E+08
Cd-113m	8,16E+05	Am-243	3,82E+08
Sn-126	7,60E+06	Cm-243	1,41E+08
Sb-125	2,40E+12	Cm-244	1,56E+10
I-129	2,39E+05	Cm-245	1,37E+09
Cs-134	3,71E+10	Cm-246	2,84E+06
Cs-135	2,82E+06		

7 Referenser

SKB, 2013. Låg- och medelaktivt avfall i SFR - Referensinventarium för avfall 2013. SKB R-13-37, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Opublicerade dokument

SKBdoc id	Version	Titel	Utfärdare	År
1344093	1.0	Svenska LWR – Aktivitetsinventarier vid rivning – Utvärdering av onoggrannheter	SKB	2012
1374191	1.0	Svenska LWR – Aktivitetsinventarium vid rivning – Modellbeskrivning	SKB	2012