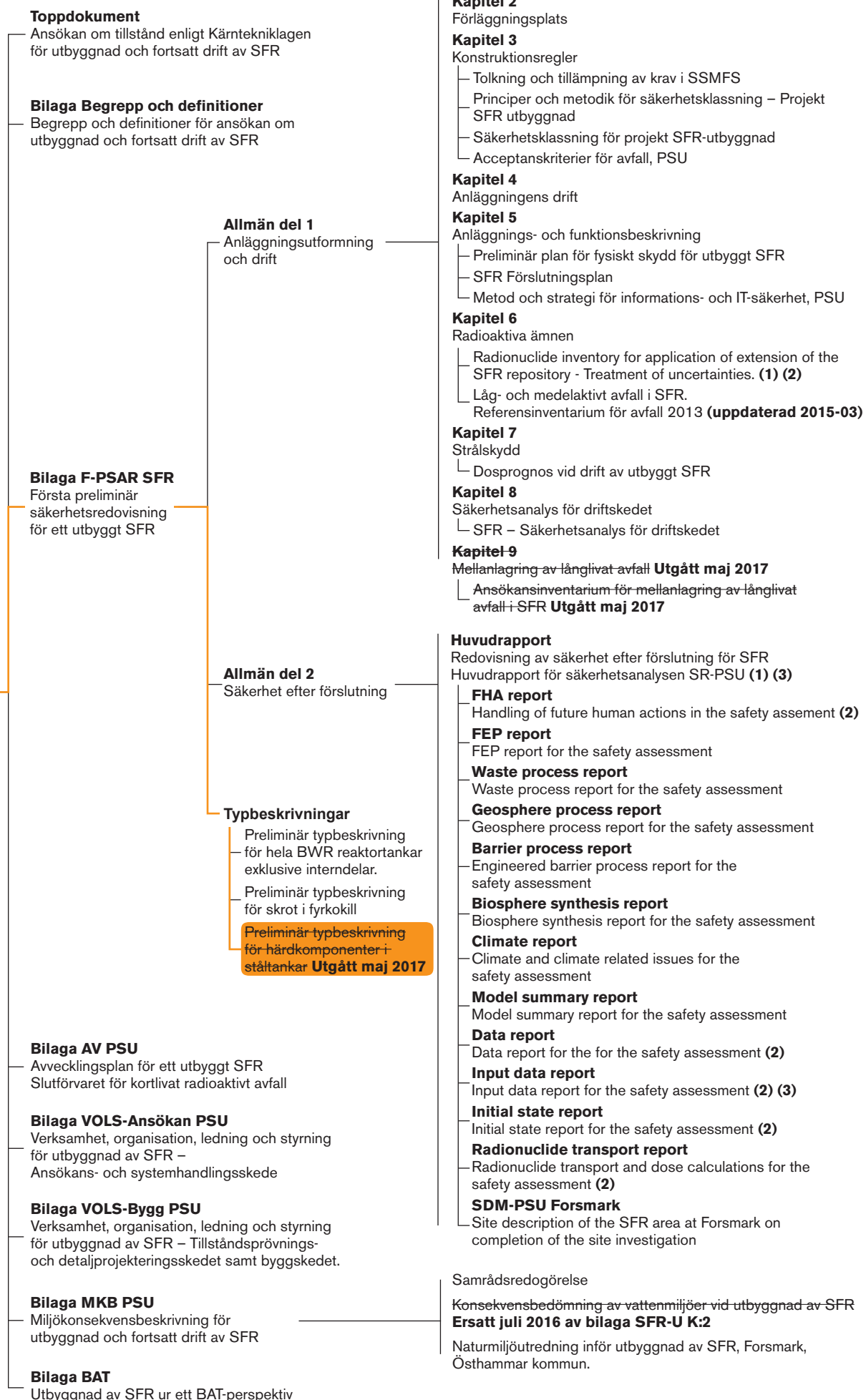


# Ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen



## Kompletteringar

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



Öppen

Typbeskrivning

|  |                |                   |                                     |                |
|--|----------------|-------------------|-------------------------------------|----------------|
| DokumentID<br>1262717  | Version<br>3.0 | Status<br>Godkänt | Reg nr                              | Sida<br>1 (21) |
| Författare<br>Patrik Berg<br>Moa Eriksson Örtengren                          |                |                   | Datum<br>2014-02-14                 |                |
| Kvalitetssäkrad av<br>Lars-Göran Dahlgren (KG)                               |                |                   | Kvalitetssäkrad datum<br>2014-04-30 |                |
| Godkänd av<br>Peter Larsson  |                |                   | Godkänd datum<br>2014-05-05         |                |
| Kommentar<br>Granskning har skett enligt granskningsprotokoll SKBdoc 1432290 |                |                   |                                     |                |

## Preliminär typbeskrivning för härdkomponenter i ståltankar

### Sammanfattning

Den preliminära typbeskrivningen avser ståltankar innehållande sönderdelade härdkomponenter, med en deponeringsvolym på 10m<sup>3</sup>.

Avfallet utgörs i huvudsak av sönderdelade härdkomponenter, t ex härdgaller, moderatortank och moderatortanklock, vilka suttit i någon av Sveriges kärnkraftverks reaktorer. Materialet i härdkomponenterna utgörs i huvudsak av rostfritt stål som är neutronbestrålat men även Inconel och Zirkalloy är förekommande.

Typbeskrivningen är upprättad enligt SKB:s avfallshandbok för låg och medelaktivt avfall [1].

Avfallstyp: F/O/R/B.100  
Avfallsbehållare: 150, 151, 152 (Ståltankar 50, 100, 150 mm utan lyftpunkter)  
160, 161, 162, 163 (Ståltankar 50, 100, 150, 200 mm med lyftpunkter)  
(801, 802, 803, 804 (Kassetter för ståltankar 50, 100, 150, 200 mm))  
Avfallskategori: 500, 510, 530  
Behandlingsform: 90 (Obehandlat)

| Version | Datum       | Revideringen omfattar:   | Utförd av:            | Godkänd av:              |
|---------|-------------|--|-----------------------|--------------------------|
| 2.0     | 2010-12-10  | Ändrad enligt kundkommentarer i dokument 1260289 (SKB:s ID). (Kommentar på sid. 15, avsnitt 5.1.1, har utgått)   | Emil Boström<br>T-NPG | Jennifer Möller<br>T-NPR |
| 3.0     | Se sidhuvud | <p>Totalt omarbetat, därmed inga streck i kanten vid redigeringar.</p> <p>Överlagd i SKB-mall och hanterat granskingskommentarer, se 1382766.</p> <p>Justerat kravbild för anpassning mot Acceptanskriterier för avfall, Projekt SFR-utbyggnad SKBdoc 1368638/1.0.</p> <p>Förtydligar att typbeskrivningen är preliminär samt att inga fastställda WAC:ar finns för slutförvaring. För specifika krav i kap 3 har anknytning till slutförvaring tagits bort i och med att fastställda WAC:ar för detta inte finns fastställda.</p> <p>Lagt till avfallskod; Skrot av annan metall, ytkontaminerat och inducerat, 530. Detta i och med att avfallet kan innehålla Zirkalloy.</p> <p>Ändrar maximal vikt för ståltank till 51 ton i enlighet med dagens uppgifter.</p> <p>Tar bort skrivelse om mellanlagring i Forsmark samt Oskarshamn och renodlar typbeskrivningen mot mellanlagring i SFR. Motiv till detta är att acceptanskriterier för andra mellanlager än SFR inte finns framtagna idag.</p> <p>Tagit bort informationen om att punktytdosrater på 300 mSv/h kan förekomma då detta inte är i enlighet med kravbilden.</p> <p>Lagt till referens 16, 17 och 18.</p> <p>Bytt ut ref [2] från Bäversten B, SKBdoc 1051503 till Herschend B, SKBdoc 1412250/2.0</p> <p>Lägger till information om att aktivitetsinnehållet bestäms med hjälp av de beräkningar som utförs i samband med att packningsplaner tas fram.</p> | Se sidhuvud           | Se sidhuvud              |

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 1.1      | Avfalllets ursprung, behandling och hantering.....     | 5         |
| 1.2      | Huvuddata.....   | 6         |
| 1.2.1    | Ursprung.....  | 6         |
| 1.2.2    | Behandling/konditionering.....                         | 6         |
| 1.2.3    | Avfallskategori.....                                   | 6         |
| 1.2.4    | Avfallsbehållare.....                                  | 6         |
| 1.2.5    | Avfallskolli.....                                      | 7         |
| <b>2</b> | <b>Hanteringssekvens.....</b>                          | <b>8</b>  |
| 2.1      | Tillverkning.....                                      | 9         |
| 2.1.1    | Normal hantering.....                                  | 9         |
| 2.1.2    | Onormal händelse vid tillverkning.....                 | 9         |
| 2.2      | Hantering och mellanlagring.....                       | 9         |
| 2.2.1    | Normal hantering.....                                  | 9         |
| 2.2.2    | Onormal händelse vid hantering och mellanlagring.....  | 10        |
| 2.3      | Transport till SFL.....                                | 10        |
| 2.4      | Hantering i SFL.....                                   | 10        |
| 2.5      | Slutförvaring i SFL.....                               | 10        |
| <b>3</b> | <b>Gränssättande krav.....</b>                         | <b>11</b> |
| 3.1      | Allmänna krav.....                                     | 11        |
| 3.2      | Radiologiska krav.....                                 | 12        |
| 3.3      | Kemiska och fysikaliska krav.....                      | 13        |
| 3.4      | Mekaniska krav.....                                    | 15        |
| <b>4</b> | <b>Tillverkningsdata.....</b>                          | <b>16</b> |
| 4.1      | Avfallsbehållare.....                                  | 16        |
| 4.1.1    | Standarder, förutsättningar och guider.....            | 16        |
| 4.1.2    | Basdata ståltank.....                                  | 16        |
| 4.1.3    | Basdata kassett (inneremballage).....                  | 17        |
| 4.2      | Avfall.....  | 17        |
| 4.3      | Behandling/konditionering.....                         | 17        |
| 4.4      | Produktsammansättning.....                             | 17        |
| 4.4.1    | Hårdkomponenter.....                                   | 17        |
| <b>5</b> | <b>Resultat av undersökningar och beräkningar.....</b> | <b>18</b> |
| 5.1      | Avfallsbehållare.....                                  | 18        |
| 5.1.1    | Hållfasthet.....                                       | 18        |
| 5.1.2    | Korrosion.....   | 18        |
| 5.2      | Avfallsform.....                                       | 18        |
| 5.2.1    | Radiologiska egenskaper.....                           | 18        |
| 5.2.2    | Vattenhalt.....  | 19        |
| 5.2.3    | Gasutveckling.....                                     | 19        |
| 5.2.4    | Kemisk reaktivitet.....                                | 19        |
| 5.2.5    | Utlakning.....   | 19        |
| 5.3      | Avfallskolli.....                                      | 19        |
| 5.3.1    | Temperaturlåghet.....                                  | 19        |
| 5.3.2    | Brandbeständighet.....                                 | 19        |
| <b>6</b> | <b>Kontrollåtgärder.....</b>                           | <b>20</b> |
| 6.1      | Avfallsbehållare/kassett.....                          | 20        |

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| 6.2      | Avfallsform.....        | 20        |
| 6.3      | Avfallskolli.....       | 20        |
| <b>7</b> | <b>Referenser .....</b> | <b>21</b> |

# 1 Inledning

Typbeskrivningen är preliminär och framtagen i syfte att redogöra för SKB:s planer för omhändertagande av neutroninducerat stålskrot. Avfallet är avsett för slutförvaring i framtida slutförvar för långlivat avfall (SFL). För SFL finns idag inga acceptanskriterier fastställda. Innan avfallstyperna F/O/R/B.100 kan godkännas för deponering behöver acceptanskriterier för slutförvaret fastställas och separata typbeskrivningar tas fram där uppfyllande av dessa acceptanskriterier redogörs för respektive avfallstyp.

I kapitel 2 beskrivs normal hantering och onormala händelser för respektive delmoment i hela hanteringskedjan från avfallskollits tillverkning t.o.m. dess slutförvaring.

I kapitel 3.1 – 3.4 ställs de gränssättande allmänna, radiologiska, kemiska och fysikaliska samt mekaniska kraven. Kraven i kapitel 3.1 – 3.4 refererar även till relevanta delmoment i kapitel 2 för de gränssättande stegen i hanteringssekvensen samt till de avsnitt i kapitel 4, 5 och 6, där respektive krav verifieras. Kapitel 6 redovisar även hur uppställda krav kontrolleras vid tillverkning av behållare och avfallskolli.

## 1.1 Avfalllets ursprung, behandling och hantering

Föreliggande typbeskrivning omfattar ståltankar, tidigare benämnda BFA-tankar, innehållande skrot i form av sönderdelade hårdkomponenter. Hårdkomponenterna är tillverkade av i huvudsak rostfritt stål och innehåller neutroninducerad radioaktivitet efter att ha suttit i en reaktorhärds närhet.

Det långlivade avfall som beskrivs i detta dokument genereras vid underhåll, rivning och modifiering respektive uppgradering av reaktorer. Avfallet består i huvudsak av komponenter som har suttit i reaktortanken och avlägsnats på grund av åldring och reparationer, t ex moderatortank och hårdgaller.

Avfallet/hårdkomponenterna sönderdelas i bitar som är avpassade för den (utifrån aktivitetsmängd och optimal packningsgrad) valda ståltankens godstjocklek. Sönderdelning av hårdkomponenter och packning av skrotbitarna i kassetter utförs i kraftverkens bassänger. Kassetterna är anpassade för varje enskild ståltankstyp. Då en kassett fyllts med hårdkomponenter sänks en strålskyddshuv med tillhörande lyftverktyg ned över kassetten och greppar densamma. Strålskyddshuv med skrotkassett lyfts upp och strålskyddshuven dockas på den i reaktorhallen stående och avlockade ståltanken. Kassetten sänks ner och lossas i ståltanken. Strålskyddshuven lyfts bort och den fyllda ståltanken tillsluts med tillhörande stållock. Kollit transporteras därefter till mellanlagret.

Ståltankarna kommer att mellanlagras i SFR tills SFL färdigställts omkring år 2045.

Enligt [2], kommer totalt ca 233 ståltankar med hårdkomponenter tillverkas vid 60 års drift av Sveriges reaktorer.

## 1.2 Huvuddata

De viktigaste data för denna typ av avfallskolli redovisas nedan och en schematisk beskrivning av avfallens ursprung och hantering ges i figur 1.

### 1.2.1 Ursprung

Neutroninducerat rostfritt stål, Inconel samt Zirkalloy i form av sönderdelade härskomponenter från kärnkraftreaktorerna.

### 1.2.2 Behandling/konditionering

Kapade delar från härskomponenter läggs obehandlade i ståltank, kod 90.

### 1.2.3 Avfallskategori

Skrot av stål eller stållegeringar, ytkontaminerat, kod 500.

Skrot av stål eller stållegeringar, ytkontaminerat och inducerat, kod 510.

Skrot av annat material, ytkontaminerat och inducerat, kod 530.

### 1.2.4 Avfallsbehållare

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Utförande             | Helsvetsad ståltank med bultat stållock vilken invändigt är försedd med en kassett tillverkad av stål. |
| Ytermått L x B x H    | 3300 x 1300 x 2300 mm, +30, -8 mm.   |
| Vägg tjocklek         | 50, 100, 150 och 200 mm.   |
| Material              | Rostfritt stål, Inconel, Zirkalloy.  |
| Utvändig behandling   | Rostskydd.   |
| Invändig utrustning   | Uttagbar kassett tillverkad i stål.  |
| Deponeringsvolym      | 10 m <sup>3</sup>  |
| Inner/fyllnadsvolym   | 8,5; 7,4; 6,6 och 5,6 m <sup>3</sup> beroende på vald ståltank.  |
| Vikt tom              | 10,3; 18,8; 25,6 och 38,3 ton beroende på vald tjocklek hos ståltank.                                  |
| Kod i avfallsregister | 150, 151, 152, 160, 161, 162, 163.   |
| Lock                  | 40, 50 och 100 mm stålplåt.  |

Information från [1], [2]

### 1.2.5 Avfallskolli

|                      |   |
|----------------------|---|
| Yttermått L x B x H  | 3300 x 1300 x 2300 mm   |
| Vikt fylld           | Se tabell 1-1.  |
| Maxvikt fylld        | 51 ton  |
| Ytdosrat (max)       | 200 mSv/h   |
| Aktivitetshåll (max) | 5E16 Bq   |
| Dominerande nuklider | Co-60, Fe-55, Mn-54, Ni-63  |
| Ytkontamination      | < 40 kBq/m <sup>2</sup> (beta + gamma)<br>< 4 kBq/m <sup>2</sup> (alfa) |
| Mellanlager          | SFR.  |
| Slutförvar           | SFL.  |

Information från [1], [3], [17]

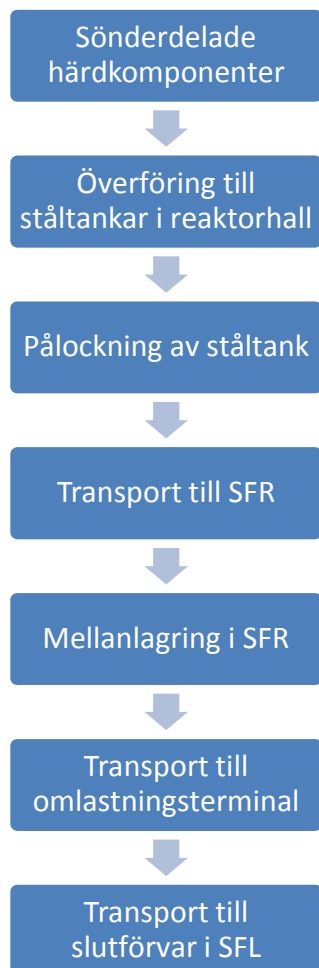
**Tabell 1-1. Vikt för avfallskolli [17]**

| Tjocklek                | 50 mm | 100 mm | 150mm | 200 mm |
|-------------------------|-------|--------|-------|--------|
| <b>Vikt tank</b>        | 10    | 18,5   | 25,5  | 33     |
| <b>Vikt kassett</b>     | 3     | 3,5    | 5,5   | 6      |
| <b>Vikt last (max)</b>  | 11,5  | 12     | 12    | 12     |
| <b>Total vikt (max)</b> | 25    | 34     | 43    | 51     |



## 2 Hanteringssekvens

Typbeskrivningen redovisar övergripande de hanteringssekvenser som är beskrivna i systembeskrivningar, driftinstruktioner och övriga hanteringsinstruktioner för berörda system och utrustningar.



**Figur 1 - Avfallens ursprung och hantering**

## 2.1 Tillverkning

Hantering vid tillverkning av ståltankar går i princip till enligt nedan. Mindre variationer förekommer dock i hanteringen vid Barsebäck, Ringhals, Forsmark och på Oskarshamnsverket.

### 2.1.1 Normal hantering

Ståltankar transporteras med hjälp av terminalfordon till blockets transportgång. Därifrån lyfts tanken med hjälp av reaktorhallstraversen upp i reaktorhallen och placeras på en speciellt iordningställd plats. Tanken lockas av och kassetten övre plåt lyfts av och placeras på hallgolvet innan den tomma kassetten lyfts ner i bassängen.

Sönderdelade härskomponenter placeras i kassetten. När kassetten är fylld med skrot lyfts kassettplåten ner i bassängen och placeras på kassetten. Kassetten lyfts ur med en strålskyddshuv med tillhörande greppanordning. Kassetten och strålskyddshuv tillåts hänga ca 30 minuter ovanför bassängen för att låta så stor mängd vatten som möjligt droppa av. Kassetten placeras sedan på en vattensugande dropplåt, varefter den sänks ner i ståltanken. Strålskyddshuv kan avlägsnas, och därefter lockas tanken på. Ståltank med härskrot genomgår sedan en vakuumtorkning, varefter kvarvarande vattenmängd är i princip noll [4].

Ståltanken lyfts ner i lyftschaktet och ställs av på lastbäraren.

### 2.1.2 Onormal händelse vid tillverkning

Ståltanken samt hanteringsutrustningen är konstruerad för att kunna uppfylla krav vid onormala händelser. Identifierade händelser är:

- Kortvarig brand, t ex fordonsbrand.

## 2.2 Hantering och mellanlagring

Efter att SFR byggts ut kommer SKB ha en bergssal för mellanlagring där ståltankar kan mellanlagras i ett lager. Hantering vid mellanlagring går i princip till enligt nedan. Mindre variationer förekommer dock i hanteringen vid Barsebäck, Ringhals, Forsmark och på Oskarshamnsverket.

### 2.2.1 Normal hantering

Planerad transport är sjötransport med befintligt transportsystem och för ändamålet anpassad transportbehållare. Transportbehållaren ATB 1T är under framtagning och planen är att använda den vid transport av aktuellt avfall.

Intertransport sker först till omlastningsplats. Den fyllda ståltanken ställs ned i en tom ATB 1T. ATB:n transporteras därefter med M/S Sigrid till SFR där den placeras i mellanlagret, öppnas och ståltanken lyfts ur. Lyftutrustningen i SFR ska konstrueras med överstyrka för att minimera frekvens för tappad ståltank.

## **2.2.2 Onormal händelse vid hantering och mellanlagring**

Identifierad händelse:

- Tappat kolli från 0,6 m, vid hantering i mellanlager på OKG [5].
- Tappat kolli i och ur ATB 1T. Lyftutrustningen kommer dock att konstrueras så att inget krav behöver ställas på att avfallsbehållaren klarar av ett fall vid lyft i och ur avfallstransportbehållare.

## **2.3 Transport till SFL**

Uttransporten från mellanlagret är analog med intransporten dit. Om behov finns kan avfallet i ståltankarna omkonditioneras och placeras i andra avfallskollin innan transport till SFL.

## **2.4 Hantering i SFL**

Utformning av SFL, är ej beslutad.

## **2.5 Slutförvaring i SFL**

Utformning av SFL, är ej beslutad.

### 3 Gränssättande krav

Gränssättande krav utgår från mallen i Avfallshandboken [1]. Mallen har fått modifieras för att passa aktuell avfallstyp eftersom det inte finns fastställda acceptanskriterier för slutförvaring. Detaljerad kravbild för mellanlagring i SFR är hämtad från Acceptanskriterier för avfall, Projekt SFR-utbyggnad [16]. Fullständig kravbild för slutdeponering kommer kunna införas först då acceptanskriterier för SFL är fastställda.

#### 3.1 Allmänna krav

| Nr    | Gränssättande steg i kap 2 | Krav  | Hänvisning |
|-------|----------------------------|---|------------|
| 3.1.1 | 2.1 – 2.4                  | <b>Konstruktion, geometri och dimensioner</b><br>Avfallskollits konstruktion och utformning ska vara anpassad till aktuella hanterings- och transportsystem i alla ingående led.<br><br>Dimensioner:<br>3300 x 1300 x 2300 mm, + 30mm, -8mm   | 4.1, 6.1   |
| 3.1.2 | 2.1 – 2.4                  | <b>Vikt</b><br>Avfallskollits vikt får inte överskrida de gränsvärden som satts utifrån givna konstruktionsförutsättningar för aktuella hanterings- och transportsystem.<br><br>Avfallskolli med innehåll får väga max:<br>Vid tjocklek 200mm: 51 ton<br>Vid tjocklek 150 mm: 43 ton<br>Vid tjocklek 100 mm: 34 ton<br>Vid tjocklek 50 mm: 25 ton   | 4.1, 6.3   |
| 3.1.3 | 2.1 – 2.4                  | <b>Märkning</b><br>Avfallskollit ska vara försett med unik, synlig och beständig märkning. Avfallskollit ska vara identifierbart under mellanlagringen fram till tiden för eventuell omkonditionering.<br><br>Avfallskollit ska dessutom på ett tydligt sätt gå att identifiera vid mottagning i mellanlager, så kallad deponeringsmärkning ska därför finnas på långsidorna av ståltanken. Minsta tillåtna teckenstorlek för deponeringsmärkning är 10 cm. | 4.1        |

## 3.2 Radiologiska krav

| Nr    | Gränssättande steg i kap 2 | Krav   | Hänvisning |
|-------|----------------------------|--|------------|
| 3.2.1 | 2.1 – 2.5                  | <b>Innehåll av radionuklider</b><br>Avfallskollits nuklidspecifika innehåll av radionuklider ska vara känt.<br>Innehållet av radioaktiva ämnen ska vara bestämt genom direkta och indirekta nuklidspecifika mätningar och beräkningar. Innehållet av inducerad respektive ytaktivitet ska redovisas.   | 5.2, 6.3   |
| 3.2.2 | 2.1 – 2.4                  | <b>Ytdosrat och dosrat på visst avstånd</b><br>Avfallskollits ytdosrat får inte överstiga de gränsvärden som gäller för de utrymmen där det tillverkas, hanteras, mellanlagras och transporteras.<br><br>Max ytdosrat: 200 mSv/h   | 6.3        |
| 3.2.3 | 2.1 – 2.4                  | <b>Ytkontaminering</b><br>Avfallskollit får i samband med hantering ej avge lös kontamination överstigande de gränsvärden som gäller för de utrymmen där det tillverkas, hanteras, mellanlagras, transporteras eller deponeras, vilket innebär att ytkontaminationen ska understiga 40 kBq/m <sup>2</sup> för $\gamma + \beta$ och 4 kBq/m <sup>2</sup> för $\alpha$ . | 6.3        |
| 3.2.4 | 2.1, 2.2, 2.5              | <b>Strålningspåverkan</b><br>Avfallskollits innehåll av radionuklider ska inte medföra att den interna dosraten eller den integrerade stråldosen ger upphov till oacceptabla effekter för kollit eller förvarets barriärer.<br>Radiolytisk degradering av avfallsmaterialet får ej påverka avfallskollit eller omgivande barriärer negativt under förvarsskedet.       | 5.2.3      |
| 3.2.5 | 2.1                        | <b>Homogenitet</b><br>Avfallskollits innehåll ska vara så fördelat att de radiologiska egenskaperna som tillgodoräknas ur säkerhets- och strålskyddssynpunkt inte äventyras.   | 4.4        |

### 3.3 Kemiska och fysikaliska krav

| Nr    | Gränssättande steg i kap 2 | Krav   | Hänvisning      |
|-------|----------------------------|--|-----------------|
| 3.3.1 | 2.1                        | <b>Sammansättning och struktur</b><br>Avfallskollits kemiska sammansättning och struktur ska vara känd och överensstämma med givna specifikationer.  | 4.1, 4.4, 6.2   |
| 3.3.2 |                            | <b>Homogenitet</b><br>Ingen kravbild är fastställd   |                 |
| 3.3.3 |                            | <b>Hydrauliska egenskaper</b><br>Ingen kravbild är fastställd.   |                 |
| 3.3.4 | 2.1-2.4                    | <b>Temperatur</b><br>Avfallskollit ska utan skador tåla den luftfuktighet, tryck och tempertur (5-30 °C), som det utsätts för i samband med existerande väderleksväxlingar utan försämrade hållfastegenskaper. Avfallskollit ska även i samband med transport kortvarigt tåla -20 °C.  | 5.3.1           |
| 3.3.5 | 2.1 – 2.4                  | <b>Vätskor</b><br>Avfallskollits innehåll får inte vara flytande. Avfallskollits ska inte innehålla fri eller innesluten vätska.   | 4.3, 5.2.2, 6.2 |
| 3.3.6 | 2.2, 2.5                   | <b>Gasutveckling</b><br>Avfallskollit, dess innehåll, sammansättning eller struktur får ej ge upphov till skadlig gasutveckling som uppgår till sådana värden att säkerheten vid hantering av kollit i ett mellanlager och vid omkonditionering inte kan upprätthållas.<br><br>Avfallet får inte generera vätgas i sådan omfattning så att det kan resultera i att flampunkten överskrids, alternativt att integriteten på behållaren äventyras.       | 5.2.3           |
| 3.3.7 | 2.1-2.5                    | <b>Brandbeständighet</b><br>Avfallskollits innehåll av brännbart avfall ska vara så beskaffat att självantändning förhindras. Brännbart avfall ska vara tillräckligt väl specificerat till slag, mängd och sammansättning. Avfallskollits konstruktion ska vara sådant att brandspridning förhindras. Explosiva ämnen får ej förekomma i avfallet. Avfallskollit med innehåll ska tåla en kortvarig brand utan oacceptabel spridning av radionuklider. | 4.4, 5.3.2, 6.2 |
| 3.3.8 | 2.2, 2.5                   | <b>Kemisk reaktivitet</b><br>Avfallskollits innehåll av kemiska ämnen som kan bilda mobila komplex ska vara kända till såväl slag som mängd och i möjligaste mån undvikas.   | 4.4, 5.2.4, 6.2 |

| Nr     | Gränssättande<br>steg i kap 2 | Krav   | Hänvisning |
|--------|-------------------------------|--|------------|
| 3.3.9  | 2.3, 2.5                      | <b>Utlakning</b><br>Avfallskollit får genom utlakning ej avge radionuklider som överstiger de gränsvärden som gäller för transport av radioaktivt material. Avfallskollit ska tåla kortvarig övergjutning av vatten utan att aktivitet frigörs från avfallsformen. | 4.1, 5.2.5 |
| 3.3.10 | 2.5                           | <b>Miljöfarliga ämnen</b><br>Mängden miljöfarliga ämnen ska hållas så låg som möjligt.   | 4.4, 6.2   |

### 3.4 Mekaniska krav

| Nr    | Gränssättande steg i kap 2 | Krav   | Hänvisning |
|-------|----------------------------|--|------------|
| 3.4.1 | 2.1 – 2.5                  | <p><b>Hållfasthet mot yttre påverkan</b></p> <p>Avfallskollits hållfasthet ska vid förväntade belastningsfall vara tillräcklig för att inte leda till skador som innebär att radioaktiva ämnen kan frigöras. I händelse av ett missöde ska detta inte leda till oacceptabel spridning av radionuklider från kollit.</p> <p>Avfallskollit ska tåla att vältas och tappas från 0,6 m höjd utan att innehållet kommer ut. Efter en sådan händelse ska det kunna lyftas. Avfallskollit ska tåla nedsättning med en hastighet av 0,1 m/s utan skador.</p> | 5.1.1, 6.1 |
| 3.4.2 | 2.2 – 2.5                  | <p><b>Inre mekanisk stabilitet</b></p> <p>Avfallskollit och dess innehåll ska vara så beskaffat att dess volym och struktur inte förändras över tid.</p>   | 5.1.2      |
| 3.4.3 | 2.2, 2.4                   | <p><b>Korrosionsbeständighet</b></p> <p>Avfallskollit ska ha en korrosionsbeständighet som innebär att avfallskollit ska vara intakt så länge avfallskollit mellanlagras och vid tiden för hantering i samband med omkonditionering.</p>   | 5.1.2, 6.1 |



## 4 Tillverkningsdata

### 4.1 Avfallsbehållare

Behållarna för föreliggande avfallskategori är ståltankar med basen 1,3 x 3,3 m och höjden 2,3 m. Väggtjocklekarna varierar mellan 50 och 200 mm stål och innervolymen varierar på motsvarande sätt. En maximal vikt för en fylld ståltank får uppgå till högst 51 ton.

I ståltanken finns en kassett som möjliggör hantering av skrot i bassäng. Kassetten dimensioner anpassas för ståltankens innerdimensioner.

#### 4.1.1 Standarder, förutsättningar och guider

Behållarna ska konstrueras enligt följande kriterier:

TBM (Tekniska bestämmelser för mekaniska anordningar, senaste gällande utgåvan.)

TBY (Tekniska bestämmelser för ytskydd, senaste gällande utgåvan.)

KBM (Kvalitetsbestämmelser för mekaniska anordningar, senaste gällande utgåvan.)

Säkerhetsklass 4A.

#### 4.1.2 Basdata ståltank

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Material                 | Kolstål   |
| Mängden stål, massa, max | 35 ton  |
| Mängden stål, yta, max   | 59 m <sup>2</sup>   |
| Längd                    | 3,3 m +30 mm/-8 mm  |
| Bredd                    | 1,3 m ± 30 mm/-8 mm   |
| Höjd                     | 2,3 m ± 30 mm/-8 mm   |
| Vägg tjocklek            | 50, 100, 150 och 200 mm   |
| Vikt tom                 | 10,3, 18,5, 25,6 och 33,2 ton   |
| Innervolym               | 5,6, 6,6, 7,4 och 8,5 m <sup>3</sup>  |
| Fyllnadsvolym, max       | 8,4 m <sup>3</sup>  |
| Märkning                 | En fräst reliefplåt monterats på tankens båda långsidor, max sju tecken inleds med beteckning för respektive kärnkraftverk följt av löpnummer, t ex F800x. Om teckenstorleken på den frästa reliefplåten är mindre än 10 cm, märks tankens långsidor i större teckenstorlek med hjälp av målarfärg. |
| Ytbehandling             | Rostskydd   |
| Tätning                  | Grafittätning   |
| Skruv                    | Blankförzinkade   |

Information hämtad från [1], [2], [7], [18].

### 4.1.3 Basdata kassett (inneremballage)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Material                 | Kolstål  |
| Mängden stål, massa      | Max 5,8 ton  |
| Mängden stål, yta        | Max 28 m <sup>2</sup>  |
| Längd                    | Avpassas för respektive ståltank   |
| Bredd                    | Avpassas för respektive ståltank   |
| Höjd                     | Avpassas för respektive ståltank   |
| Kassettvikt tom          | 2,8, 3,6, 5,5 och 5,8 ton  |
| Innervolym/fyllnadsvolym | 4,0, 4,9, 6,0 och 7,0 m <sup>3</sup>   |
| Märkning                 | Gravering på kassettsens båda långsidor. Inleds med beteckning för respektive kärnkraftverk följt av K (för kassett) samt löpnummer, t ex FK00x. |
| Ytbehandling             | Utvändigt med en för ändamålet lämplig primer  |

Information hämtad från [1], [2], [7].

## 4.2 Avfall

Avfallet utgörs av bestrålade härskomponenter från Sveriges reaktorer.

Som härskomponenter räknas komponenter som suttit nära härden. Direkta exempel på härskomponenter är härdgaller, del av moderatortank och dess lock, sprinklersystem för bor och härdsnöd kylning samt stigarrör för dessa sprinklers vilka på sin väg passerat härdenregionen.

## 4.3 Behandling/konditionering

Avfallsmaterialets behandling består av att härskomponenterna kapas sönder i delar som möjliggör att de kan packas på ett optimalt sätt i avsedd kassett vilken efter fyllning kommer att placeras i en ståltank.

Avfallet/ ”härskomponenterna” sönderdelas i bitar som är avpassade för den valda ståltankens godstjocklek, utifrån aktivitetsmängd och optimal packningsgrad. Sönderdelning av härskomponenter och packning av skrotbitarna i kassetter utförs i kraftverkens hanteringsbassänger/ kapbassänger.

Avfallet skall packas så att lastförskjutning av innehållet i största möjliga mån undviks under transporten.

## 4.4 Produktsammansättning

### 4.4.1 Härskomponenter

Härskomponenternas konstruktionsmaterial består i huvudsak av rostfritt stål. Komponenter av Inconel och Zirkalloy kan förekomma [2]. Materialsammansättningen för härskomponenter i FKA anges i [8]. Sammansättningen kan anses representativ för samtliga Sveriges reaktorer.

Avfallet är obehandlat samt inhomogent. Det är idag osäkert om transporter av ofixerat material kommer tillåtas med hänvisning till dagens krav på att ett avfallskolli som transporteras i IP-2 (Typ A eller Typ B) emballage skall vara lastsäkrat så att ytdosraten efter ett fall ökar med som högst 20 %.

## 5 Resultat av undersökningar och beräkningar

### 5.1 Avfallsbehållare

#### 5.1.1 Hållfasthet

Studier avseende behållarnas mekaniska hållfasthet har utförts [5], [9], [10], [11], [12], [13].

Studier som redovisas i [5] avser beräkningar och uppskattningar av skador i olika fallsituationer ”orienteringar”. Fall från 0,6 m höjd innebär enligt beräkningar att sprickor/sprickzoner kan bildas i någon av ståltankens svetsfogar samt att en måttlig plastisk deformation kan förväntas i fallpunkten.

Fall från >0,6 m höjd får oberoende av orienteringen antas innebära att genomgående sprickor bildas i ståltankens svetsfogar samt att ståltankens sidor och botten deformeras plastiskt. Kollit bedöms innehålla huvuddelen av innehållet och borde även i detta skick kunna forslas bort utan större svårigheter.

En kollision mellan två tankar vardera vägande 55 ton har studerats. Här har förutsatts att en tank med hastigheten ca 0,1 m/s kolliderar med en stillastående tank. Baserat på beräkningsresultaten har bedömningen gjorts att inga skador uppstår på någon av tankarna [14].

Tankarna är staplingsbara om pålastning utförs varsamt [10].

#### 5.1.2 Korrosion

Kolstålskorrosionen har uppskattats för ståltanken. Med vatten i ståltanken kan konstateras att begränsande för korrosionen inte är mängden vatten utan tillgången på oxidationsmedel, dvs. syre och väteperoxid. Huvuddelen av dessa oxidationsmedel härrör från syreinnhållet i luft, och radiolysen i vattnet förväntas ge ett endast marginellt tillskott. Med helt eller nära tät behållare kommer korrosionen av kolstålsytor att understiga 0,1 mm. Denna korrosion är relativt jämnt fördelad och svetsar avviker inte speciellt om dessa utformats på lämpligt sätt. [3]

### 5.2 Avfallsform

#### 5.2.1 Radiologiska egenskaper

En beräkning av aktivitetsinnehållet utförs i samband med att packningsplaner tas fram. Beräkningen ligger till grund för den data som rapporteras in till avfallsdatabasen i samband med transport av avfallet.

Aktivitetsinnehållet för hårdkomponenter som ska förvaras i ståltankar kan indelas i följande kategorier [17]:

1. Inducerad aktivitet i materialet.
2. Fast ytaktivitet - Oxidbunden, fast aktivitet i det inre och det yttre oxidskiktet.
3. Lös ytaktivitet- Exempelvis partiklar, kolloider och rester av jonbytarmassa som deponerat på ytan.

Inducerad aktivitet i grundmaterialet utgör > 99,9 % av aktiviteten i hårdkomponenter, t ex. härdgaller, och bestämmer därför storleksordningen på totala aktivitetsinnehållet och typen av transportbehållare. Den löst sittande aktiviteten (kategori 3) utgör primär källstyrka för hur mycket aktivitet som skulle kunna spridas till omgivningen.

Den oxidbundna aktiviteten på en hårdkomponent kan inte bestämmas utifrån dosratsmätningar på en hårdkomponent, eftersom den inducerade aktiviteten i själva metalldelen är så dominerande och inte kan diskrimineras. Av samma skäl är nuklidspecifika mätningar omöjliga att genomföra.

Aktivitetskoncentrationen på icke neutronbestrålade reaktorvattenberörda komponenttytor som t ex. system 321 och 313 i BWR kan användas som en approximation på aktivitetskoncentrationen också på härskomponenters ytor.

Det finns endast en begränsad mängd strålskyddserfarenheter i form av strykprov och kontaminationserfarenheter under revisioner från dessa system som skulle kunna vara användbara för att uppskatta den aktivitetsmängd som kan ”gnidas av” från renspolade systemoxidtytor.

Löst sittande partiklar utgör en mycket ringa andel av den totala aktiviteten på en härskomponent. Storleken av denna aktivitet beror både på driftbetingelserna och på under vilka förhållanden härskomponenterna lagrats i bassäng (crudrester från bränsleförflyttningar, jonbytarrester från bassängreningen), samt efterbehandling innan lagring i behållare (kapning, högtrycksspolning, ultraljudsrengöring etc.)

Ett sätt att uppskatta löst sittande ytaktivitet är att anta att motsvarande mängd aktivitet som kan strykas av med strykprov på en 321-yta även gäller för ytor som är neutronbestrålade. [7]

Det totala aktivitetsinnehållet i en ståltank får maximalt innehålla 5E16 Bq om den transporteras med den planerade avfallstransportbehållaren ATB 1T [17].

## 5.2.2 Vattenhalt

En förstudie genomfördes för att uppskatta mängden vatten som skulle kunna förekomma i ståltankarna [3]. Det beslutades att ytterligare åtgärder skulle vidtas för att minimera vattenhalten. Enligt [4] kan man med vakuumtorkning av ståltank med innehåll uppnå helt torra betingelser, med undantag av vatteninnehållet i den luft som stängs in i tanken.

## 5.2.3 Gasutveckling

Beräkningar om gasutveckling orsakad av radiolys redovisas i [15]. Beräkningarna visar att vätgasproduktionen inte leder till att flampunkten överskrids om mängden vatten i ståltanken underskrider 5 dm<sup>3</sup>.

## 5.2.4 Kemisk reaktivitet

Inga komplexbildande ämnen förekommer i avfallet.

## 5.2.5 Utlakning

Utlakning sker främst i den löst sittande kontaminationen. Allt avfallsmaterial som ingår i denna avfallstyp har förvarats i vatten. Detta förvaringssätt har skedd under flertalet år. Detta innebär att urlakningsbar aktivitet kan förmodas vara utlakad.

## 5.3 Avfallskolli

### 5.3.1 Temperaturlighet

Eftersom både avfallskollit och dess innehåll utgörs av stål bedöms inga klimat- eller väderleksförhållanden förekomma som på kort sikt kan äventyra avfallskollits integritet.

### 5.3.2 Brandbeständighet

Avfallet innehåller inga oxiderande ämnen och består dessutom till 100 % av stål varför ingen mekanism har identifierats som kan orsaka självantändning av avfallet.

Avfallskollits förmåga att motstå kortvarig yttre brand betraktas som mycket god eftersom behållaren och innehållat består av stål.

Den högsta brandrisken vid hanteringen av avfallskollit förekommer vid transport. Transport sker i en certifierad transportbehållare, ATB 1T, vilken har konstrueras för att klara av en brand vid temperatur 800 °C under 30 min.

## 6 Kontrollåtgärder

### 6.1 Avfallsbehållare/kassett

Under tillverkningskedet genomgår ståltanken och dess kassett en omfattande kontroll. Kontrollåtgärderna genomförs av tillverkaren, beställarens kontrollant och officiellt kontrollorgan. Kontroller utförs före, under och efter avslutad tillverkning av ståltanken. Även ståltankens invändiga kassett kontrolleras enligt föreskrivna procedurer.

Mottagningskontroll av ståltank och kassett i form av visuell besiktning sker vid leverans till kraftverket. I samband med lastning av ståltank i ATB 1T görs en visuell besiktning av behållarens kondition.

### 6.2 Avfallsform

Under fyllning av kassetten ska godkända packningsplaner följas. Genom att följa godkända packningsplaner säkerställs att endast avfall som är godkänt för aktuell avfallstyp placeras i kassetterna.

Vikt och aktivitetshållningen i ståltanken ska beräknas innan packning i kassetter sker. Dokumentation av dessa värden förs in i ett datablad.

Även kontroll om det förekommer fri vätska genomförs.

### 6.3 Avfallskolli

Innan tanken transporteras till mellanlagret kontrolleras, beräknas och mäts dess aktivitetshållning, vikt, ytdosrat och ytkontamination. Idag är det inte fastställt hur aktiviteten, inducerad respektive oxidbunden, ska bestämmas. Innan aktuell avfallstyp kan godkännas kommer detta behöva fastställas.

Innan en fylld ståltank tillåts lämna sin position i reaktorhallen kontrolleras att locket är fastbultat till ståltanken.

Före transport sker dosratsmätning av ytdosrat och dosraten på 1 m.

## 7 Referenser

Rapporter publicerade av SKB kan hämtas ut på [www.SKB.se/publikationer](http://www.SKB.se/publikationer) och opublicerade SKBdoc dokument lämnas ut vid förfrågan till SKB:s mailadress [dokument@skb.se](mailto:dokument@skb.se).

- [1] Eriksson Örtengren M, *Avfallshandbok – låg- och medelaktivt avfall*, SKB, SKBdoc 1195328/3.0, 2014
- [2] Herschend B, Ansökansinventarium för mellanlagring av långlivat avfall i SFR. SKBdoc 1412250/2.0
- [3] Vatten och korrosion i en BFA-tank, ALARA Engineering, 07-0043R.
- [4] Testing and Evaluation of Vacuum Drying of BFA Tanks, ALARA Engineering, 09-0001R.
- [5] Numerical simulations of dropped BFA tanks, R41S-3, Impetus, Lars Olovsson, 2008-03-06. SKBdoc 1262730.
- [6] FT-2007-0417, Nybyggnation av lager för avfall från interndelar, hus nr 3Mb, N.02057.00, 2008-04-02
- [7] Uppskattning av aktivitetsfrigörelse vid transport av härskomponenter, ALARA Engineering, 07-0035R.
- [8] FT-2009-0286, Materialsammansättning i interndelar för skrotning, 2009-03-03.
- [9] T-CKM 07-011, FKA SKB Härdsrotning –Lyftok för hantering av BFA-tank och skrotkassett, Vattenfall Power Consultant AB.
- [10] T-CKM 07-012, FKA SKB Härdsrotning – Lyft av BFA-tankar, Vattenfall Power Consultant AB.
- [11] T-CKM 07-018, FKA SKB Härdsrotning – Transportenhet, Vattenfall Power Consultant AB.
- [12] T-CKM 07-020, FKA SKB Härdsrotning – Lyftok utan strålskydd för hantering av BFA-tank, Vattenfall Power Consultant AB.
- [13] T-CKM 08-001, FKA SKB Härdsrotning – Lyftok för redundant hantering av BFA-tank och skrotkassett, Vattenfall Power Consultant AB.
- [14] Haglund J, Missödesanalys av kollision mellan två tankar. Skanska 1985 02 18. (OKG reg nr 2000-03528).
- [15] BFA tank for storage of reactor internals – Production of radiolysis species, ALARA Engineering 07-0041R.
- [16] Eriksson Örtengren M, Eriksson A, Acceptanskriterier för avfall, Projekt SFR-utbyggnad. SKBdoc 1368638/1.0
- [17] Bäversten B, SKB 13-45 ATB 1T Cask, Appendix 2.1.2 – Technical Requirements. SKBdoc 1400143/2.0
- [18] Ritningar. SKBdoc 1431724/1.0, 1431721/1.0, 1431722/1.0, 1421723/1.0