

# 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 systemhandlingskedde

## 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

Förläggningsplats

## 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*



Öppen

Säkerhetsrapport Allmän del

DokumentID 1261979	Version 2.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (10)
Författare Marika Andersson			Datum 2014-03-18	
Kvalitetssäkrad av David Persson (KG)			Kvalitetssäkrad datum 2014-12-01	
Godkänd av Peter Larsson			Godkänd datum 2014-12-02	
Kommentar Granskning har skett enligt granskningsprotokoll SKBdoc 1430929				

## F-PSAR SFR - Allmän del 1 kapitel 8 - Säkerhetsanalys för driftskedet

### Innehåll

<b>8</b>	<b>Säkerhetsanalys för driftskedet.....</b>	<b>3</b>
8.1	Inledning.....	3
8.1.1	Avgränsningar.....	3
8.1.2	Metodbeskrivning för den genomförda säkerhetsanalysen.....	3
8.1.3	Inledande händelser.....	4
8.2	Analys.....	6
8.2.1	Identifiering av paraplyfall inom H2.....	6
8.2.2	Identifiering av paraplyfall inom H3.....	6
8.2.3	Identifiering av paraplyfall inom H4.....	7
8.2.4	Hantering av restrisk.....	7
8.2.5	Sammanfattning.....	8
8.3	Resultat och slutsatser.....	9
8.4	Referenser.....	10

**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

## Revisionsförteckning

Version	Datum	Revideringen omfattar	Utförd av	Granskad	Godkänd
2.0	Se sidhuvud	Uppdaterat version på referens samt mindre redaktionella ändringar.	Patrik Berg	Se granskningsprotokoll SKBdoc 1430929	Se sidhuvud
1.0	2014-04-28	Dokument utfärdat.	Marika Andersson	Se granskningsprotokoll SKBdoc 1430929	Peter Larsson

## 8 Säkerhetsanalys för driftskedet

### 8.1 Inledning

Detta kapitel redovisar den säkerhetsanalys [8-1] som gjorts för anläggningen, d.v.s. nödvändigt underlag för verifiering av att anläggningen uppfyller säkerhetskrav för dimensionerade händelser.

I säkerhetsanalysen utvärderas inledande händelser genom händelseklassning. För indelningen och definitionen av händelseklasserna används SSMFS 2008:17 dvs. händelserna klassas utifrån deras förväntade frekvens. Nedan beskrivs händelseklassningen så som den definieras i Allmän del 1 kapitel 3 - Konstruktionsregler.

Händelseklasserna är:

- Händelseklass H1, Normal drift
- Händelseklass H2, Förväntade händelser
- Händelseklass H3, Ej förväntade händelser
- Händelseklass H4, Osannolika händelser
- Extremt osannolika händelser (restrisker)

#### 8.1.1 Avgränsningar

Förutom deterministiska analyser kräver myndigheten i sin föreskrift att probabilistiska analyser ska utföras. Det anges dock i de allmänna råden till SSMFS 2008:1 Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar (allmänna råden 4 kap 1 §) att för ”enklare anläggningar med liten risk för omgivningspåverkan kan ett enkelt resonemang om sannolikhet för olika händelser vara tillräckligt”. SKB har i [8-1] tolkat att inga probabilistiska analyser krävs för SFR på grund av dess enkla konstruktion, få system och inga drivande krafter samt jämfört med kärnkraftreaktorer, mycket begränsade källtermer.

Personals dosbelastning för iordningställande efter t ex kontamination av en bergssal ingår inte i [8-1].

#### 8.1.2 Metodbeskrivning för den genomförda säkerhetsanalysen

För att uppnå målet, vilket är att visa att SFR är en ur kärnteknisk synpunkt säker anläggning och uppfyller strålskyddslagens krav, har paraplyfall för varje händelseklass identifierats, konsekvenser beräknats och dessa utvärderats mot de gällande kriterierna.

Denna metodik har valts då det inte är möjligt att med säkerhet påstå att en säkerhetsanalys av detta slag innehåller alla händelser och händelseförlopp som kan uppkomma under en anläggnings drifttid.

Det är inte heller behövligt och rationellt att analysera konsekvenser för samtliga händelser och händelseförlopp, beroende på deras sannolikheter att inträffa i kombination med deras förväntade konsekvenser.

Metodiken bygger på följande steg:

1. Inventering
2. Värdering
3. Gruppering/Kategorisering
4. Typhändelser och händelseklassning
5. Paraplyfall
6. Värdering mot acceptanskriterier

En total genomgång av tidigare redovisade samt nyidentifierade händelser har genomförts och dokumenterats i en lista, se [8-1].

Första värderingskriterium är att det endast är händelser som kan leda till utsläpp av aktivitet eller direkt förhöjd stråldos till personal som avses i denna analys, andra värderingskriterium är att likartade händelser sammanslås.

### 8.1.3 Inledande händelser

Indelningen av händelser/händelseförlopp i kategorier baseras på en av strålsäkerhetsmyndigheten publicerad forskningsrapport avseende tillsyn av PSA (probabilistisk säkerhetsanalys) och anses vara tillämplig på en anläggning av den typ som SFR utgör.

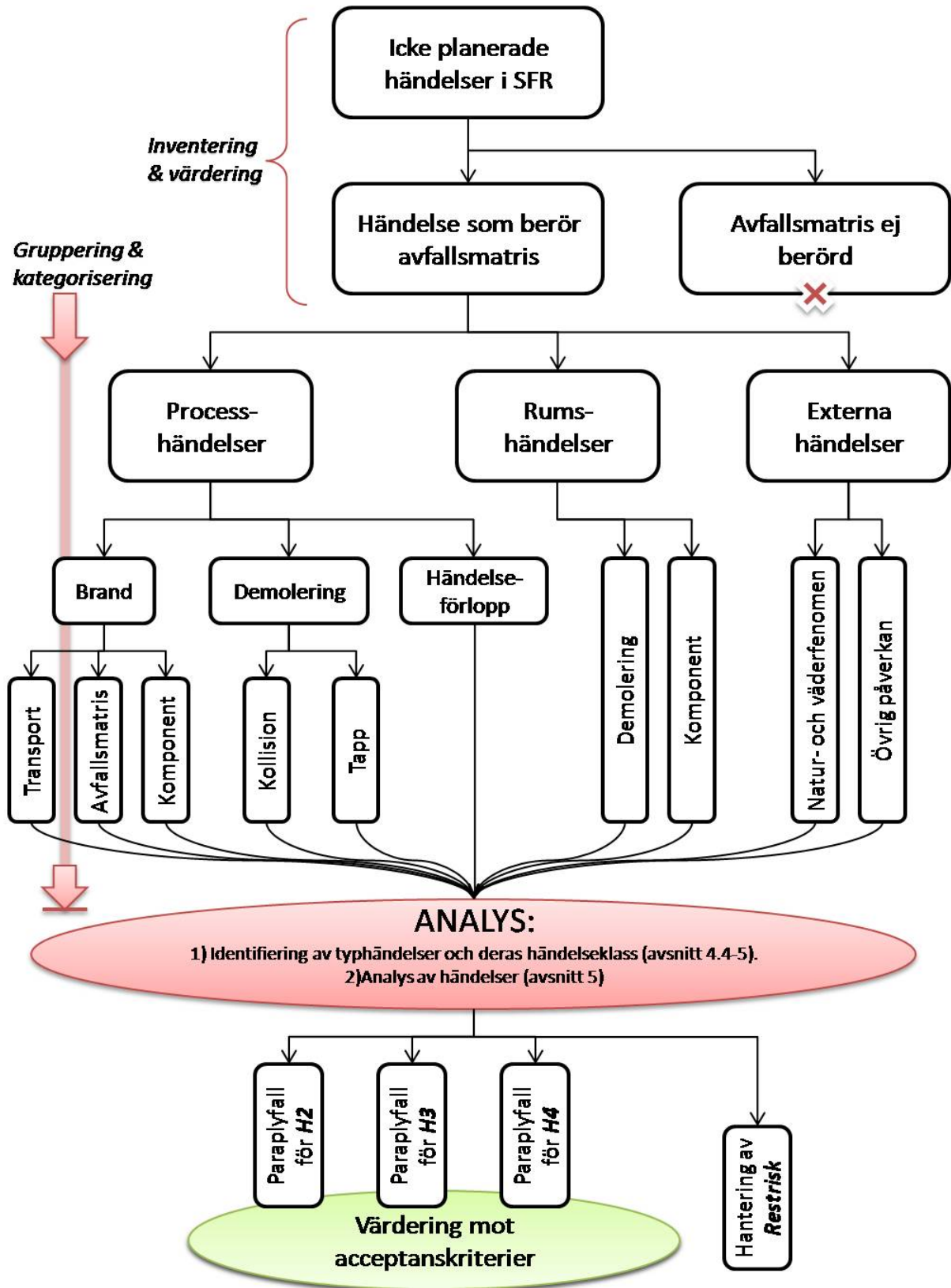
1. **Processhändelser:** Händelser vars orsak finns inom processen.
2. **Rumshändelser:** Händelser vars orsak återfinns utanför processen men inom anläggningen.
3. **Externa händelser:** Händelser vars orsak återfinns utanför processen och utanför anläggningen, tidigare även benämns ”yttre händelse”.

Som komplement till de inledande händelser som redovisas i kategori ”processhändelser” behandlas även händelseförlopp, vilket representerar att flera ”inledande händelser” inträffar i sekvens. Införandet av händelseförlopp avser att täcka in de fiktiva och konstruerade händelser som ej är en direkt inledande händelse utan en kombination av två eller flera inledande händelser.

Respektive kategori av händelser kan där så anses lämpligt delas upp i underkategorier för att tydliggöra typhändelserna, till exempel delas processhändelsen Brand in i underkategorier (Transport/Avfallsmatris/Komponent).

Ett paraplyfall representerar den mest konservativa typhändelsen inom process-, rums- eller externa händelser inom händelseklassen. Deras konsekvens presenteras och värderas mot acceptanskriterierna. Beräkningar av konsekvenser görs genom försiktiga val av beräkningsförutsättningar och parametervärden.

En schematisk beskrivning av hur händelse och händelseförlopp hanterats i säkerhetsanalysen åskådliggörs i figur 8-1 och följer de ovan beskrivna stegen i metodiken.



Figur 8-1: Schematisk beskrivning. Figuren är hämtad från "SFR - Säkerhetsanalys för driftskedet".

## 8.2 Analys

Analys av de paraplyfall som representerar den högsta konsekvensen för typhändelserna inom varje händelseklass, H2–Restrisk, redovisas nedan. Baserat på den metodiska genomgången av samtliga händelser har sådana paraplyfall för typfallen identifierats. Dessa beskrivs kortfattat nedan och deras konsekvenser redovisas. I de flesta fall finns dokumenterade analyser från vilka förutsättningar och resultat har hämtats och återgivits. I några fall har det funnits behov av kompletterande analyser eller diskussion avseende resultat.

Avseende konsekvenser för omgivningen har, som tidigare beskrivits, spridningsberäkningar utförts och totala dosen till den mest belastade individen beräknats för intern exponering via inhalation och extern exponering från moln och deponering av aktivitet från mark. Den senare har beräknats utgående från en månads vistelse på den aktuella platsen.

### 8.2.1 Identifiering av paraplyfall inom H2

Händelser som med stor sannolikhet uppträder någon gång under SFR:s drifttid ingår i H2. I den genomgång av händelser som redovisas i [8-1] har problem med lyftdon ansetts kunna inträffa någon gång under anläggningens drifttid. Detta kan bero på fel i komponenter alternativt brott i elkrafttillförseln, dvs händelser relaterade till processen.

Vid elkraftavbrott avstannar traverserna i silo och BMA, varvid avfallet blir hängande tills elkrafttillförseln återkommit. En sådan händelse orsakar inte några utsläpp av aktivitet men situationer kan uppkomma där exponering av personal inte kan uteslutas. Några akuta insatser är dock inte förväntade utan tid finns för att planera åtgärderna, speciellt av betydelse för silo och BMA-avfallskollina då de har de för förvaret högsta aktivitetskoncentrationerna.

Om trucken stoppar vid inplacering av betongtankar i BTF-bergsalarna alternativt BLA kan den behöva bogseras ut. Händelsen orsakar dock primärt inga akutdoser utan arbetet med att åtgärda den havererade trucken kan planeras. BTF-avfallet har begränsade ytdoser (upp till 10mSv/h). En utredning av de externa doserna för förhållandena för inplacering av betongtankar styrker att doser på cirka 2 meters avstånd är relativt begränsade.

I händelseklass H2 har inga händelser som kan leda till omgivningskonsekvens identifierats. Endast förhöjd exponering av personal kan inträffa, dock utan att överskrida acceptanskriterierna för dos till personal.

### 8.2.2 Identifiering av paraplyfall inom H3

Inom händelseklass H3 har endast tapp av avfallskolli för BLA eller BTF identifierats, varav den senare på grund av sitt högre aktivitetsinnehåll och typ av avfall valdes ut för vidare behandling, motsvarande paraplyfall för händelseklass H3.

#### **Tapp av betongtank**

Som konsekvens av komponentfel eller operatörsmisslag har ett avfallskolli antagits tappas vid inplacering i BTF så att delar av tanken demoleras och kontaminerar golv. Via damning och resuspension (partiklar virvlar upp från ett medium och blandas med annat medium) kan en smärre andel aktivitet bli luftburen. Kontamineringen åtgärdas genom planerade insatser medan den luftburna aktiviteten kan nå omgivningen via ventilationen. Någon explicit beräkning av konsekvenser från luftburen aktivitet för ett sådant scenario har inte gjorts, ej heller har något brandscenario behandlats för BTF, då avfallsmaterialet är inneslutet i betongtankar och brandbelastningen i bergrummet är begränsad. Bedömningen av konsekvensen görs därför försiktigtvis via jämförelser av källtermer från beräkningar av dos från utsläpp av aktivitet vid brand av silo-avfall. Koncentrationen av aktivitet i BTF-kollin är begränsad, cirka en faktor 0,001 av siloavfallet. Även scenariot med utsläpp av aktivitet på grund av skadad tank innehållande hårdgaller har använts i jämförelsen via en enkel skalning mot aktivitetsmängder. Dessa bedömningar, då kvoter mellan koncentrationen av aktivitet i de olika avfallskategorierna beaktas, gav dosuppskattningar från  $2 \cdot 10^{-5}$  upp till  $7 \cdot 10^{-4}$  mSv.

### 8.2.3 Identifiering av paraplyfall inom H4

Genomgången av händelserna identifierar tre händelser inom händelseklassen H4 som skall analyseras utifrån konsekvens. Dessa är:

- Brand i BLA-container
- Tapp av kokill i BMA eller silo
- Tapp av ståltank med härdkomponenter

#### **Brand i BLA container**

Brand som enstaka företeelse som orsakar utsläpp av aktivitet kan endast förekomma i BLA-avfall då detta är det enda avfall som innehåller tillräcklig mängd organiskt material för en sådan företeelse. I scenariot antas att brand uppkommer i den slutna containern och vid släckningsarbetet frigörs aktivitet då containrarna öppnas. Konsekvenser av detta har beräknats med förutsättningen att cirka 50 kg avfall kan hinna förgasas under tre timmar innan släckningsarbetet påbörjas. Detta orsakar ett utsläpp av 18 % av aktiviteten i de 50 kg avfall som förbränts. Beräknad viktad helkroppsdos till tredje man blir  $1,5 \cdot 10^{-5}$  mSv.

#### **Tapp av kokill**

Tapp av kokill i silo orsakar pga. den högre aktiviteten i silokollin högre utsläpp och doser än tapp av BMA-avfallskollin, varför siloavfallet valdes som paraplyfall. Några explicita beräkningar för detta finns inte men ur omgivningskonsekvens kan de jämföras med utsläpp och dos från traversbrand i silon som överförs till avfallskollit. Utsläpp av aktivitet motsvarande den i 0,42 kg avfall gav en viktad helkroppsdos av  $7 \cdot 10^{-4}$  mSv till en person som vistas i plymens centrallinje under en månads tid.

#### **Tapp av ståltank med härdkomponenter**

Mellanlagring av härdkomponenter sker i ståltankar. Vid inplacering i bergrummet, 5BLA, tappas tanken och demoleras så att aktivitet frigörs och kan nå omgivningen via ventilationen. All löst bunden aktivitet samt den i gasform antas släppas ut utan någon reduktion. Ett härdgaller från OKG valdes som ursprungsinventarium då detta har en hög aktivitetsnivå,  $5 \cdot 10^{16}$  Bq totalt, varav inducerad aktivitet dominerar. I tanken förekommer luftburen aktivitet som frigjorts under transporten samt aktivitet i oxider på ytan som antas resuspendera.

Resultaterande viktad helkroppsdos har beräknats till 0,03 mSv och baseras på att en individ under en månads tid befinner sig cirka 1 km från utsläppet i plymens centrallinje.

#### **Resultaterande paraplyfall för H4**

Analyserna av de tre fallen visar som förväntat att tapp av ståltanken med åtföljande utsläpp av aktivitet orsakar den högsta konsekvensen och har således valts att representera händelseklass H4.

### 8.2.4 Hantering av restrisk

För icke konstruktionsstyrande händelser beaktas händelseförloppet ”Kollision i kombination med brand i bitumeningjutet avfall”. Händelseförloppet har valts för att kvantifiera händelser inom restrisk.

Terminalfordonet innehållande bitumeningjutet siloavfall kolliderar. Kollisionen leder till skador på avfallstransportbehållaren samt att fordonet antänds och branden sprids till avfallet. Detta avfall består av fem fat med bitumeningjutet medelaktivt avfall för slutdeponering i silo. Varje fat har ett aktivitetsinnehåll som ger maximal tillåten ytdosrat dvs 500 mSv/timme. Detta innebär att  $2 \cdot 10^{11}$  Bq släpps ut under händelseförloppet.

I den första konsekvensanalysen beräknades viktad helkroppsdos till 0,2 mSv till en person i plymens centrallinje på ett avstånd på 0,5 km och förblir där under en månads tid, dvs utsätts för extern exponering under 1 månads tid. I den uppdatering av detta fall som utfördes för att bestämma dimensionerande fall för beredskapen beräknades dosen om med den metod som ska användas för olycksutsläpp från Forsmarks kärnkraftverk. Detta innebär att blandningshöjden ska sättas till 25 meter samt vindhastighet 2 m/s, dvs ur spridningssynpunkt ogynnsamma förhållanden. En övrig



förändring mot de tidigare beräkningarna var också att använd depositions-hastighet var lägre än för dessa. Detta gav viktad helkroppsdos till 0,05 mSv, dvs en faktor 4 lägre, främst beroende på den lägre depositions-hastigheten, då den externa exponeringen ger dominant bidrag till totaldosen.

### 8.2.5 Sammanfattning

Nedan redovisas de händelser som analyserats, se även [8-1].

**Tabell 8-1** Paraplyfall per händelseklass, beräknade doser samt kvoter av dessa mot acceptanskriterier.

H	H - kat	Undergrupp	Typhändelser	Värdering	Paraplyfall
Samtliga identifierade händelser vid inventering.	Processhändelser	Brand – transport	Truck ovan el under jord	IAF*	-
			Terminalf. ovan el under jord		
		Brand – självtändning i avfallsmatris	BLAcontainer, ovan jord	Typhändelserna representeras av: Brand i BLA (H4)	-
			BLA container, drift tunnel		
			BLA container, förvarssal		
		Brand – komponent	Travers BMA	IAF*	-
			Portaltralla		
		Demolering – fordon	Kollision under transport på land el. i tunnel.	IAF*	-
		Demolering – genomslag (tapp)	Tapp i BTF	Representeras av: Tapp av betongtank(H3)	<b>H3:</b> Tapp av betongtank
			Tapp container (BLA)	Representeras av: Tapp av betongtank (H3)	
	Tapp av kokill i silo el BMA		Representeras av: Tapp av kokill (H4)	-	
	Tapp ståltank (härddkomp.)		Representeras av: Tapp av ståltank (härddkomp.) (H4)	<b>H4:</b> Tapp ståltank (härddkomp.)	
	Händelse- förlopp	Kollision, leder till brand	Representeras av: Kollision kombinerat med brand (Restrisk)	<b>Restrisk:</b> Kollision kombinerat med brand	
		Traversbrand, överförs till avfallskolli			
	Rumshändelser	Demolering	Bergras, utfall på avfallkolli.	IAF*	-
			Komponent	Elkraftbortfall	IAF*
		Länshållnings-bortfall Datafel			
	Externa händelser	Natur- och väderfenomen	Jordskalv	Representeras av: Tromb (Restrisk)	-
Extrema vattenflöden					
Extrema väderförhållande					
Övrig påverkan		Extern initierad demolering	Behandlas ej i säkerhetsanalys		
	Antagonistiska händelser				

\* IAF = ingen aktivitetsfrigörelse

### 8.3 Resultat och slutsatser

I tabell 8-2 har resultaten för parapyhändelserna sammanställs och utvärderats mot respektive acceptanskriterium. Alla händelser uppfyller med god marginal acceptanskriterierna. Analysen visar också att resultaten inte är känsliga för tilldelning av händelseklass, då ingen beräknad konsekvens har överstigit acceptanskriteriet för H2.

Resultaten är förväntade i beaktande av anläggningens låga källtermer samt avsaknad av drivkrafter för spridning av eventuella aktivitetsutsläpp. Brand är den enda drivande kraften genom vilken aktivitet kan spridas till omgivningen. Samtidigt är andelen brännbart material i förvaret begränsat, vilket bidrar till låg sannolikhet för att bränder som kan påverka den kärntekniska säkerheten inträffar. Via ventilationen kan smärre mängder aktivitet i aerosoler nå omgivningen, men brand innebär en aktiv termodynamisk process som kraftigt ökar utsläppet genom ventilationssystemet.

Anläggningens konstruktion, vars huvuddrag redovisas i Allmän del 1 kapitel 5 -Anläggnings- och funktionsbeskrivning, bedöms uppfylla kraven avseende barriärer och ett anpassat djupförsvar enligt SSMFS 2008:1.

*Tabell 8-2 Parapyfall per händelseklass, beräknade doser samt kvoter av dessa mot acceptanskriterier.*

Händelseklass (acceptanskrit.)	Beskrivning	Frekvens (största värdet i H-klassen)	Dos till mest belastad individ i kritisk grupp <sup>1</sup> (mSv)	Kvot (dos/acceptanskriteriet)	Kommentar
H2 (0,1mSv)					Endas dos till personal
H3 (1mSv)	Tapp av betongtank	$1 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-4}^{(*)}$  $2 \cdot 10^{-5}^{(*)}$	$7 \cdot 10^{-4}$  $2 \cdot 10^{-5}$	<sup>(*)</sup> Konsekvensuppskattning baserad på beräkningsfall för andra händelser. Två separata händelser har nyttjats.
H4 (20mSv)	Tapp av ståltank (BFA)	$1 \cdot 10^{-4}$	0,03	$2 \cdot 10^{-3}$	
Restrisk	Kollision med åtföljande brand av bitumeningjutet avfall.	$1 \cdot 10^{-6}$	0,05		

<sup>1</sup> Beräkning av effektiv dos har varierat historiskt och i tabeller återges de resultat som ursprunglig referens angivit. Variationen anses ej påverka tabellens syfte att visa på anläggningens robusthet.

## 8.4 Referenser

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

- 8-1 **Möller E, 2013.** ”SFR - Säkerhetsanalys för driftskedet”  
SKBdoc 1370971, version 2.0.