

Ansökan enligt kärntekniklagen

Toppdokument

Begrepp och definitioner

Bilaga SR
Säkerhetsredovisning
för slutförvaring av
använt kärnbränsle

Bilaga SR-Drift
Säkerhetsredovisning
för drift av slutförvars-
anläggningen

Bilaga SR-Site
Redovisning av säkerhet
efter förslutning av
slutförvaret

Bilaga AV
Preliminär plan för avveckling

Bilaga VP
Verksamhet, organisation, ledning
och styrning
Platsundersökningsskedet

Bilaga VU
Verksamhet, ledning och styrning
Uppförande av slutförvarsanläggningen

Bilaga PV
Platsval – lokalisering av slutförvaret
för använt kärnbränsle

Bilaga MV
Metodval – utvärdering av strategier och system
för att ta hand om använt kärnbränsle

Bilaga MKB
Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga AH
Verksamheten och de
allmänna hänsynsreglerna

Kapitel 1
Introduktion

Kapitel 2
Förläggningsplats

Kapitel 3
Krav och konstruktionsförutsättningar

Kapitel 4
Kvalitetssäkring och anläggningens drift

Kapitel 5
Anläggnings- och funktionsbeskrivning

Kapitel 6
Radioaktiva ämnen i anläggningen

Kapitel 7
Strålskydd och strålskärning

Kapitel 8
Säkerhetsanalys

Repository production report

Design premises KBS-3V repository report

Spent fuel report

Canister production report

Buffer production report

Backfill production report

Closure production report

Underground opening construction report

Ramprogram för detaljundersökningar
vid uppförande och drift

FEP report

Fuel and canister process report

Buffer, backfill and closure process report

Geosphere process report

Climate and climate related issues

Model summary report

Data report

Handling of future human actions

Radionuclide transport report

Biosphere analysis report

Site description of Forsmark (SDM-Site)

**Comparative analysis of safety related
site characteristics**

Samrådsredogörelse

**Metodik för miljökonsekvens-
bedömning**

**Vattenverksamhet
Laxemar-Simpevarp**

**Vattenverksamhet i Forsmark I
Bortledning av grundvatten**

**Vattenverksamhet i Forsmark II
Verksamheter ovan mark**

Avstämning mot miljömål



Öppen

Teknisk rapport

DokumentID 1220311	Version 2.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (16)
Författare Martina Sturek, Anders Nyström			Datum 2011-02-01	
Kvalitetssäkrad av Ingrid Aggeryd (KG)			Kvalitetssäkrad datum 2011-02-03	
Godkänd av Olle Olsson			Godkänd datum 2011-02-03	
Kommentar Sammanställning av granskning återfinns i 1266959.				

Bilaga SR - Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle

Innehållsförteckning

1	Syfte	2
2	Inledning	3
3	Kravbild	4
3.1	Konstruktionsförutsättningar	5
4	Säkerhetsredovisningens struktur och omfattning	7
5	SR-Drift – Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle	10
5.1	Översikt av innehåll.....	10
5.2	Säkerhetsvärdering SR-Drift	11
6	SR-Site – SR-Site – Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle	12
6.1	Översikt av innehåll.....	12
6.2	Säkerhetsvärdering SR-Site	13
7	Sammanfattande säkerhetsvärdering	14
8	Förnyade och kompletterade säkerhetsredovisningar	15
9	Referensförteckning	16
10	Revisionsförteckning	16

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

1 Syfte

Detta dokument, *SR - Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle* utgör, tillsammans med dess referenser, säkerhetsredovisningen för slutförvaring av använt kärnbränsle. Dokumentet redogör översiktligt för upplägg av och innehåll i säkerhetsredovisningen och utgör ett ”toppdokument” till *SR-Drift – Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle /1/* och *SR-Site – Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle /2/*. Den sistnämnda rapporten finns även på engelska: *SR-Site – Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark /3/*.

Dokumentet ska också ge en samlad säkerhetsvärdering för slutförvarsanläggning under drift och slutförvar för använt kärnbränsle efter förslutning.

Säkerhetsredovisningen med dess olika delar utgör underlag för ansökan om att få uppföra en slutförvarsanläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle. Inför byggstart av slutförvarsanläggningen kommer en preliminär säkerhetsredovisning enligt SSM:s föreskrift 2008:1 att redovisas.

2 Inledning

SKB:s uppdrag är att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken så att människors hälsa och miljön skyddas på kort och lång sikt. SKB avser att omhänderta det använda kärnbränslet enligt KBS-3-metoden.

KBS-3-metoden är en metod för slutförvaring av använt kärnbränsle där:

- Det använda kärnbränslet kapslas in i lastbärande och täta kapslar.
- Kapslarna deponeras i kristallint berg på 400–700 meters djup.
- Kapslarna omges av en buffert som hindrar vattenflöde och skyddar kapseln.
- De utrymmen i berget som krävs för att genomföra deponeringen återfylls och försluts.

För slutförvaring enligt KBS-3-metoden behövs ett system, KBS-3-systemet, som består av en central anläggning för mellanlagring och inkapsling av det använda kärnbränslet, ett transportsystem för transport av kapslar med använt kärnbränsle och en slutförvarsanläggning.

Denna säkerhetsredovisning bygger på vertikal deponering med en kapsel i varje deponeringshål och omfattar slutförvaret och slutförvarsanläggningen.

Dimensionerande förutsättningar för säkerhetsredovisningen är:

- Bränsle lagrat i Clab samt bränsle från planerad kärnkraftsproduktion i de anläggningar i Sverige som idag (mars 2011) har driftstillstånd, vilket innebär cirka 6000 kapslar.
- Drifttid av befintliga kärnkraftverk 50–60 år.
- Deponeringstakt upp till 200 kapslar per år.
- Slutförvaret för använt bränsle är lokaliserat till Forsmark.
- Deponeringsdjup cirka 450-500 m.

Med slutförvarsanläggning avses den anläggning som krävs för att uppföra slutförvaret och genomföra slutförvaringen. Ett annat namn för slutförvarsanläggningen är KBS-3-förvarsanläggningen.

Slutförvarsanläggningens säkerhet avser tekniska, organisatoriska och administrativa åtgärder för att förhindra att kapseln skadas så att läcka uppstår och radioaktiva ämnen sprids, samt för att förhindra stråldoser utöver de som är tillåtna vid normaldrift.

Slutförvarsanläggningen omfattar:

- Ovanmarksdel
- Undermarksdel
- Tekniska system

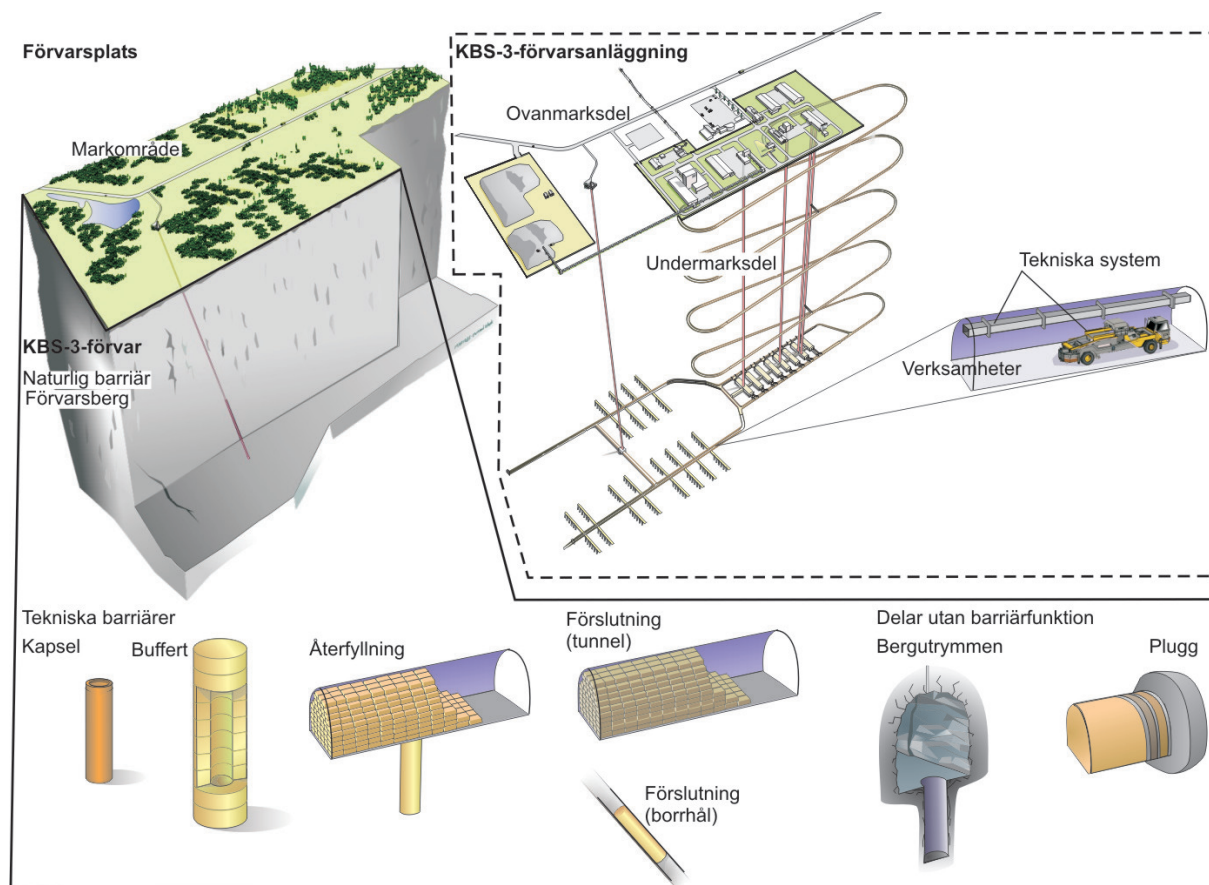
Slutförvarsanläggningen delas in i en icke kärnteknisk anläggning och en kärnteknisk anläggning inom vilken slutförvaret uppförs och kapslar med använt kärnbränsle hanteras och slutförvaras. Ovanmarksdelen består av ett inre och ett yttre driftområde, där endast det inre driftområdet utgör kärnteknisk anläggning. Hela undermarksdelen ingår i den kärntekniska anläggningen. Den kärntekniska anläggningen utgörs dels av slutförvaret där det använda bränslet deponeras och som finns kvar efter slutlig förslutning, dels av slutförvarsanläggningen som svarar för driften fram till dess att allt använt bränsle deponerats och som därefter avvecklas.

Slutförvarets säkerhet gäller säkerheten efter förslutning och avser förmågan hos slutförvarets barriärer att, efter de slutligt satts på plats i slutförvarsanläggningen och under hela den tid som barriärfunktion behövs, innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen.

Slutförvaret, som även benämns KBS-3-förvar, omfattar:

- Kapsel med använt kärnbränsle (barriär i slutförvarsanläggningen och slutförvaret)
- Buffert (barriär i slutförvaret)
- Förvarsberg (naturlig barriär), återfyllning och förslutning (barriärer i slutförvaret)
- Plugg i deponeringstunnlar (har ingen barriärfunktion i slutförvaret eller slutförvarsanläggningen)
- Bergutrymmen (har ingen barriärfunktion i slutförvaret eller slutförvarsanläggningen)
- De konstruktioner och främmande material som finns kvar i bergutrymmena då de återfyllts och förslutits (har ingen barriärfunktion i slutförvaret)

Slutförvarsanläggningens och slutförvarets utformning visas i figur 2-1.



Figur 2-1. Slutförvarsanläggningens och slutförvarets utformning.

3 Kravbild

Kravet på säkerhetsredovisning ställs i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om säkerhet i kärntechniska anläggningar, SSMFS 2008:1. En säkerhetsredovisning ska sammantaget visa hur

anläggningens säkerhet är anordnad för att skydda människors hälsa och miljön mot radiologiska olyckor. Redovisningen ska spegla anläggningen som den är byggd, analyserad och verifierad samt visa hur gällande krav på dess konstruktion, funktion, organisation och verksamhet är uppfyllda.

Detta dokument är en första preliminär säkerhetsredovisning som ligger till grund SKB:s ansökan om uppförande, innehav och drift av en kärnteknisk anläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle. Redovisningen innehåller de uppgifter som behövs för att avgöra om anläggningen och dess verksamhet som den är planerad uppfyller säkerhets- och strålskyddskraven såväl under drift som efter förslutning samt kraven på fysiskt skydd. Redovisningen utgår från kraven på säkerhetsredovisning och analyser som finns i SSMFS 2008:1, SSMFS 2008:21 samt 2008:37.

Innan en anläggning får uppföras ska en preliminär säkerhetsredovisning sammanställas. Den preliminära säkerhetsredovisningen kommer att redovisas före byggstart. I SSM:s föreskrifter finns inga preciserade krav på detaljeringsgrad i en preliminär säkerhetsredovisning.

Kompletterande bestämmelser till SSMFS 2008:1 finns i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall, SSMFS 2008:21. I den senare finns krav på att säkerhetsanalyserna ska omfatta förhållanden, händelser och processer som kan leda till spridning av radioaktiva ämnen efter förslutning. Sådana analyser ska göras innan slutförvaret uppförs, innan det tas i drift och innan det försluts. En säkerhetsanalys ska omfatta så lång tid som barriärfunktioner behövs, dock minst tiotusen år.

I Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall, SSMFS 2008:37, finns ett centralt krav som utgör riskkriterium för säkerhet efter förslutning. Kravet är följande: ”Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst 10^{-6} för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.” Ytterligare föreskriftskrav omfattar bland annat utformningen av ett förvar med ett flerbarriärsystem, val av en plats med gynnsamma egenskaper för långsiktig säkerhet samt innehållet i säkerhetsredovisningen vad gäller t ex scenarier och hantering av osäkerheter.

3.1 Konstruktionsförutsättningar

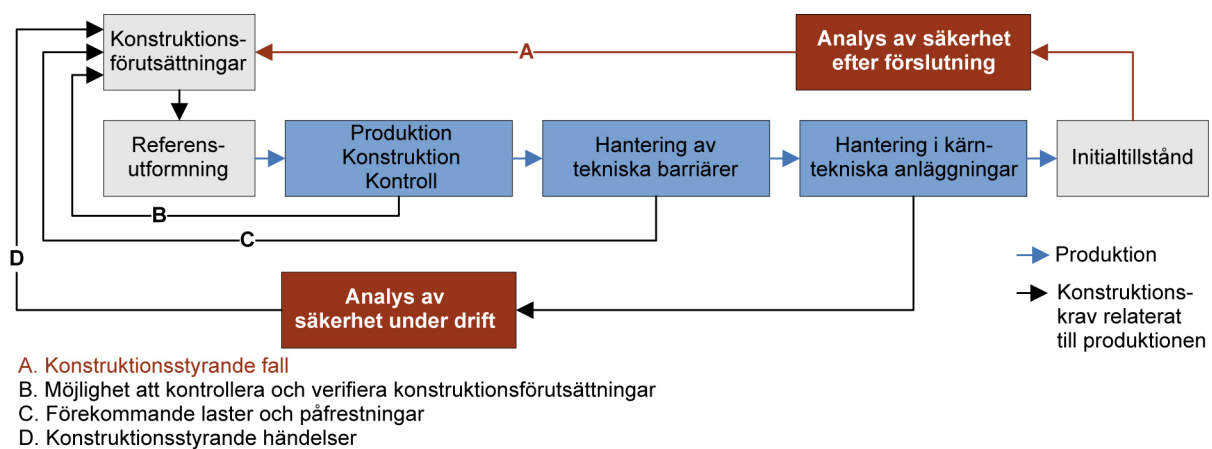
En grundläggande förutsättning för slutförvarsanläggningens säkerhet är att anläggningen är konstruerad så att skador som leder till radioaktivt läckage från kapseln inte kan uppstå. För att begränsa stråldoser till personal ska hantering av kapseln utöver det som krävs för att deponera den undvikas.

För att slutförvaret ska vara säkert ska dess barriärer upprätthålla sina barriärfunktioner lång tid efter förslutning. För att göra det ska deras egenskaper överensstämja med i /4/ redovisade konstruktionsförutsättningar då de placerats i slutförvaret och ingen ytterligare hantering kommer att ske. Egenskaperna hos de färdigställda tekniska barriärerna och bergutrymmena utgör en viktig del i beskrivningen av förvarets initialtillstånd.

Initialtillståndet är en av utgångspunkterna för analys av säkerheten efter förslutning i SR-Site. Vid analys av säkerheten efter förslutning identifieras ett antal konstruktionsstyrande fall som används för att underbygga konstruktionsförutsättningar för slutförvarets tekniska barriärer och bergutrymmen. Konstruktionsförutsättningar härleds inte enbart från specifika enskilda konstruktionsstyrande fall utan även från resultat från känslighetsanalyser gjorda inom säkerhetsanalysen. De tekniska barriärerna och bergutrymmena utformas med hänsyn till dessa konstruktionsförutsättningar. Barriärerna och bergutrymmena ska också utformas så att de överensstämmer med konstruktionsförutsättningar relaterade till teknisk genomförbarhet och en säker drift. Dessa konstruktionsförutsättningar utgår från möjligheterna att producera och kontrollera de tekniska barriärerna och bergutrymmena på ett tillförlitligt och säkert sätt. Vidare ska de tekniska barriärerna och bergutrymmena utformas så att de tål påfrestningar i samband med hantering, deponering och installation i slutförvaret.

Under hanteringen antas att störningar och missöden kan inträffa. Händelser som sker i slutförvarsanläggningen analyseras i SR-Drift. Acceptanskriterier för händelserna är för kapseln både relaterade till slutförvarsanläggningens och slutförvarets säkerhet, för övriga tekniska barriärer och bergutrymmena ges de av vad som är acceptabelt med hänsyn till egenskaperna i samband med initialtillståndet och deras betydelse för säkerheten efter förslutning.

En översikt över hur konstruktionsförutsättningar underbyggs av säkerhetsanalyserna för drift och säkerhet efter förslutning samt av feedback från produktion, kontroll och hantering finns i figur 3-1. Referensutformningen av de tekniska barriärerna och bergutrymmena ska överensstämma med konstruktionsförutsättningarna. Produktionen ska genomföras och kontrolleras så att barriärerna och bergutrymmena vid initialtillståndet överensstämmer med den specifikation som ges av referensutformningen. Nya säkerhetsanalyser kan leda till reviderade konstruktionsförutsättningar och därmed förändrad utformning, produktion och initialtillstånd.



Figur 3-1. Säkerhetsanalysernas påverkan på konstruktionen. Konstruktionsstyrande fall och händelser är konstruktionsförutsättningar från analyser av säkerhet efter förslutning respektive säkerhet under drift.

4 Säkerhetsredovisningens struktur och omfattning

SR - Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle, omfattar i sin helhet både slutförvarsanläggningen och slutförvaret och har som främsta uppgift att redovisa de krav på kärnteknisk säkerhet och strålskydd, såväl under drift som efter förslutning, som föreskrivs i lagstiftningen samt visa att dessa kan uppfyllas.

SR-Drift – Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle avser den del av säkerhetsredovisningen som hanterar driften av slutförvarsanläggningen. Denna del av redovisningen med underlag kallas fortsättningsvis i detta dokument för ”SR-Drift”.

SR-Site – Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle avser den del av säkerhetsredovisningen som hanterar slutförvarets säkerhet efter förslutning. Denna del av redovisningen med underlag kallas fortsättningsvis i detta dokument för ”SR-Site”.

SR-Drift innehåller följande:

- Redovisning av de kärnsäkerhets- och strålskyddskrav som ställs på slutförvarsanläggningen.
- Verifiering av att kraven uppfylls, genom att visa att drift av anläggningen kan ske på ett säkert sätt. Detta visas såväl vid normala förhållanden som vid störningar och missöden som skulle kunna påverka säkerheten, både anläggningens säkerhet och slutförvarets säkerhet efter förslutning.
- Redovisning av hur anläggningen och verksamheten är anordnad för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av strålning samt hur radiologiska olyckor förebyggs.
- En samlad slutsats om anläggningens säkerhet.
- Beskrivning av reversibel process, dvs. att arbetet med deponering avbryts och kapseln återförs till säkert läge. Reversibel process kan initieras innan slutförvarsanläggningen har avvecklats och slutförvaret har förslutits.
- Beskrivning av hur deponering utförs samtidigt som utbyggnad av slutförvarsanläggningens undermarksdel sker.

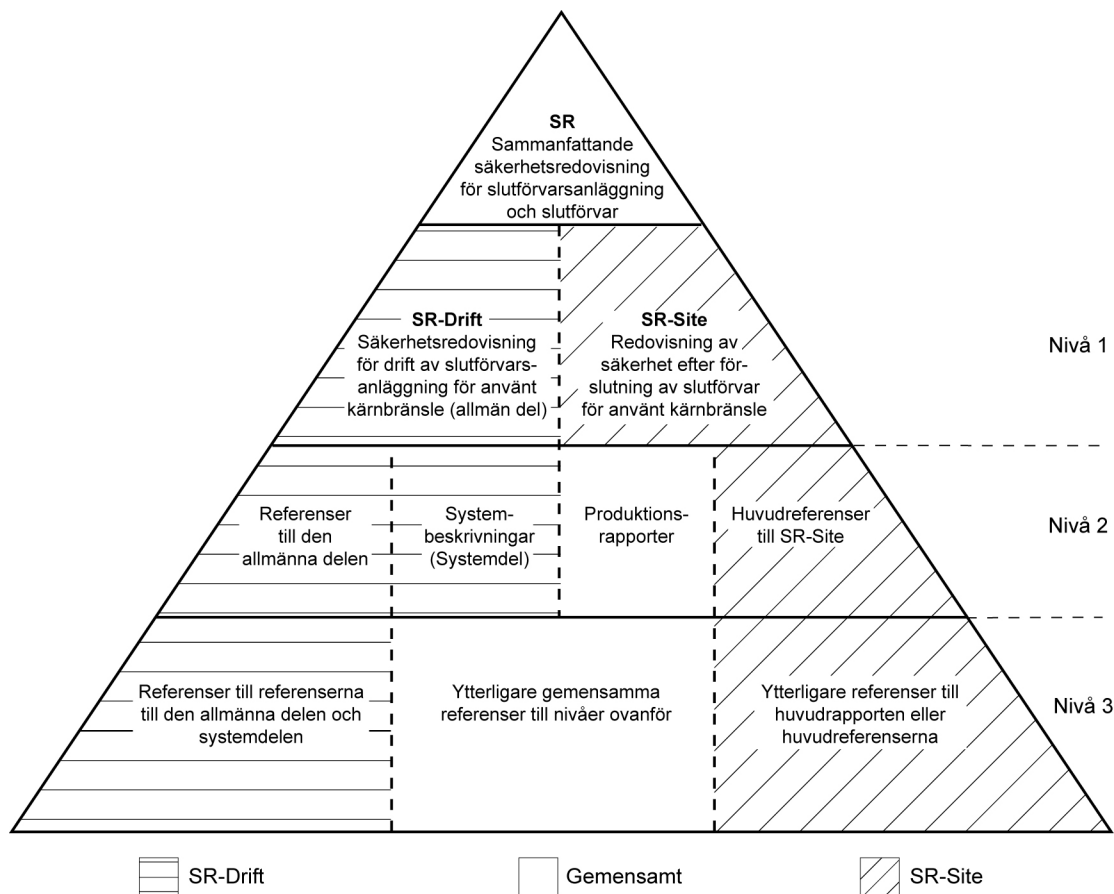
Uppförande av slutförvarsanläggningen (det skede som avslutas när tillstånd meddelas för provdrift) redovisas i ansökan om att få uppföra en slutförvarsanläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle i dokumentet Verksamhet, ledning och styrning – uppförande av slutförvarsanläggningen. Avveckling av anläggningen och förslutning av slutförvaret redovisas i Preliminär plan för avveckling respektive Produktionsrapport för förslutning.

SR-Site med underlag innehåller följande:

- Redovisning av de kärnsäkerhets- och strålskyddskrav som ställs på ett slutförvar.
- Beskrivning av initialtillståndet och hur detta uppnås.
- En analys av barriärernas utveckling efter initialtillståndet och slutförvarets säkerhet efter förslutning.
- Redovisning av att slutförvaring kan ske på ett säkert sätt för människor och miljön på lång sikt.

Säkerhetsredovisningen är indelad i tre nivåer varav nivå 1 innehåller ett gemensamt övergripande dokument (detta dokument) med två underliggande grupper av dokument. Den ena gruppen redovisar slutförvarsanläggningens säkerhet under drift, SR-Drift, och den andra redovisar slutförvarets säkerhet efter förslutning, SR-Site, se figur 4-1. SR-Drift ger en övergripande bild av

slutförvaringsanläggningens kravbild, utformning och funktion. SR-Drift har ett viktigt gränssnitt till SR-Site gällande bl.a. missöden, barriärer och kvalitetssäkring. SR-Site redovisar kravbild och en detaljerad säkerhetsanalys för säkerheten efter förslutning.



Figur 4-1. Principiell struktur för Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle.

SR-Drift hanterar driftskedet och där beskrivs hur sådant som skulle kunna ske i driftskedet kan påverka anläggningens driftsäkerhet eller säkerhet efter förslutning. SR-Drift analyserar händelser som innebär påverkan på slutförvarets barriärer. Under drifttiden kan påverkan på barriärerna åtgärdas så att konsekvenserna för säkerheten efter förslutning blir begränsade och acceptabla.

SR-Site hanterar de missöden under drift som, om de inte upptäcks, skulle kunna påverka säkerheten efter förslutning. Inga specifika missöden har identifierats utan missödeshanteringen i SR-Site är i stället generisk till sin natur. Analyser av säkerhet efter förslutning påbörjas då ett deponeringshåll är fyllt med kapsel och bentonit. Samtidigt pågår drift fram till dess att den sista deponeringsorten förslutits. SR-Site innehåller även vissa analyser som rör skeenden under bygge och drift av betydelse för säkerheten efter förslutning, t ex mekanisk påverkan på berget vid berguttag. Vidare omfattar SR-Site förslutningen av anläggningen.

Beskrivning av förlägningsplats redovisas både i SR-Drift och i SR-Site. I SR-Drift redovisas förhållanden av betydelse för drifttiden och i SR-Site de förhållanden som är av betydelse för säkerheten i det långsiktiga tidsperspektivet.

Nivå 2 i säkerhetsredovisningen innehåller referenser till respektive ovanförliggande dokumentgrupp. Systemdelen är referens till SR-Drift Allmän del och omfattar konstruktionsförutsättningar för

slutförvarsanläggningens tekniska system samt beskriver hur systemen kan utformas för att överensstämma med konstruktionsförutsättningarna. Såväl redovisade utformningar som konstruktionsförutsättningar kan komma att ändras under den fortsatta projekteringen. Ett villkor är dock att slutförvarsanläggningen fortfarande uppfyller ställda krav på säkerhet och strålskydd.

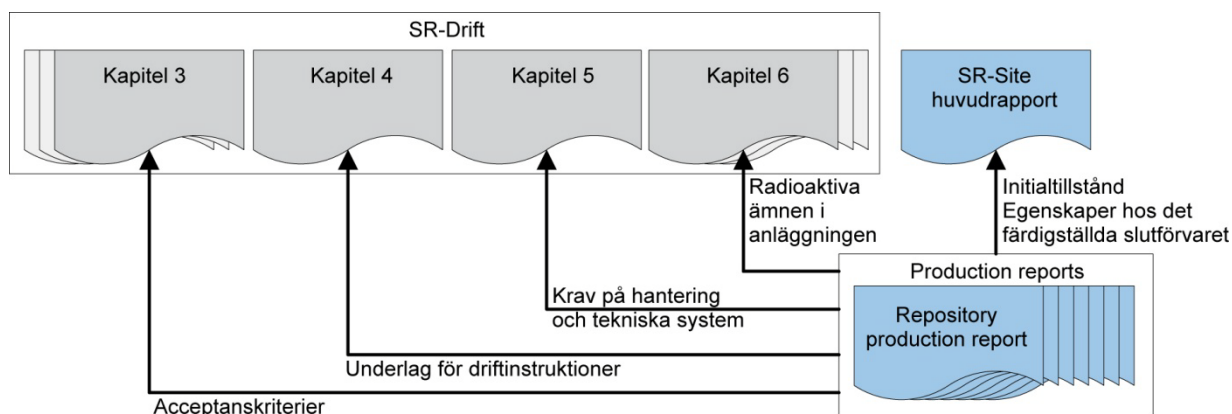
Production reports (Produktionsrapporterna) är referenser både till SR-Drift och SR-Site och anges bland huvudreferenserna till SR-Site. Beskrivning av produktionsrapporterna återfinns i /5/. De redovisar konstruktionsförutsättningar för slutförvarets tekniska barriärer, bergutrymmen och övriga delar samt referensutformningar som överensstämmer med konstruktionsförutsättningarna. Vidare redovisas produktion och kontroller från leverans till dess att de tekniska barriärerna, bergutrymmena och övriga delarna färdigställts som delar i slutförvaret. Slutligen redovisas egenskaperna vid färdigställandet, dvs. vid initialtillståndet, och egenskapernas förväntade variationer och osäkerheter.

Från produktionsrapporterna kan konstruktionsförutsättningar för de system som används vid hantering, utbyggnad och kontroll av slutförvarets delar och bergutrymmen härledas.

Krav på hantering och kontroll av slutförvarets tekniska barriärer i slutförvarsanläggningen samt på utbyggnaden av bergutrymmen ges också av produktionsrapporterna. De ger underlag för acceptanskriterier för hanteringen som redovisas i kapitel 3 Krav och konstruktionsförutsättningar i SR-Drift samt för SR-Drift kapitel 4 Kvalitetssäkring och anläggningens drift.

Aktiviteterna som genomförs i slutförvarsanläggningen beskrivs i SR-Drift kapitel 5 Anläggnings- och funktionsbeskrivning. Produktionsrapporterna ger även underlag för detta kapitel. Vidare ger Bränslerapporten underlag till SR-Drift Kapitel 6 Radioaktiva ämnen i anläggningen.

Figur 4-2 visar informationsflödet från produktionsrapporterna till SR-Drift och SR-Site. Detaljerade tekniska uppgifter och data återfinns i produktionsrapporterna.



Figur 4-2 Produktionsrapporternas roll i säkerhetsredovisningen.

Hantering av barriärer och byggande av slutförvarsanläggningens undermarksdel är en säkerhetsrelaterad kvalitetsfråga för drifttiden som beskrivs i SR-Drift /1/ och en säkerhetsfråga för säkerheten efter förslutning som beskrivs i SR-Site /2, 3/. Kvalitetsstyrande aktiviteter för att uppfylla kvalitetskrav samt kvalitetssäkrande aktiviteter för att ge tilltro till att kvalitetskraven kommer att uppfyllas för det färdiga slutförvaret beskrivs i /5/ avsnitt 5. Där anges även innehållet i kvalitetsplaner för de olika tekniska barriärerna, bergutrymmena respektive de övriga delarna i slutförvaret.

Nivå 3 utgörs av underliggande referenser till de dokument som ingår i nivå 2 (SR-Site refererar även direkt till referenser på nivå 3).

5 SR-Drift – Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle

5.1 Översikt av innehåll

SR-Drift omfattar åtta kapitel /1/. Dessa har ett huvudsakligt innehåll enligt följande:

Kapitel 1 ger bakgrund och grundläggande information om slutförvarsanläggningen. I kapitel 1 finns huvuddata för slutförvarsanläggningen, definitioner av begrepp och en lista över samtliga system.

Kapitel 2 beskriver förlägningsplatsen. Omgivningsförhållanden, som kan påverka anläggningen under drift, beskrivs under rubrikerna meteorologi, hydrologi, geologi och seismologi.

Kapitel 3 redovisar alla de krav och konstruktionsförutsättningar som ska tillämpas vid slutförvarsanläggningens konstruktion. Förutom de krav som lagstiftningen ställer ingår egenpåtagna krav och förutsättningar, till exempel rekommendationer i internationella kärntekniska normer och ytterligare krav som SKB ställt.

Kapitel 4 redovisar SKB:s organisation och principerna för ledning och styrning av drift, underhåll, kvalitetssäkring, säkerhetsarbete, erfarenhetsåterföring, beredskap och kärnämneskontroll (safeguards).

Kapitel 5 beskriver utformningen och funktionen av slutförvarsanläggningens olika huvud- och driftprocesser under normal drift. Verksamheten beskrivs steg för steg och ingående system för processen behandlas gruppvis, såsom hanteringssystem, hjälp- och servicesystem, kontrollsystem, elkraftsystem etc.

Kapitel 6 är en genomgång av de radioaktiva ämnen inklusive naturlig radioaktivitet (radon och dess sönderfallsprodukter) som hanteras i anläggningen. Kapitlet utgör bland annat en grund för kapitel 7 samt de analyser av konsekvenserna vid förväntade händelser (störningar) och ej förväntade/osannolika händelser (missöden) som redovisas i kapitel 8.

Kapitel 7 beskriver principerna för slutförvarsanläggningens strålskydd och strålskärning med utgångspunkt från SSM:s föreskrifter angående begränsning av stråldoser till omgivning och personal. Förväntad kollektiv- och persondos under drift och störningar redovisas i kapitlet.

Kapitel 8 innehåller analyser av de störningar och missöden som kan inträffa under drift av slutförvarsanläggningen. Förväntade händelser (störningar) är händelser som kan komma att inträffa någon gång under anläggningens livstid, medan ej förväntade/osannolika händelser (missöden) inte förväntas inträffa. Följande händelsegrupper studeras: lyft- och förflyttningshändelser, inre händelser, yttre händelser och kriticitet.

5.2 Säkerhetsvärdering SR-Drift

För slutförvarsanläggningen kan konstateras att det inte under några förhållanden förekommer fri aktivitet från det använda bränslet i anläggningen, och därmed inte heller utanför anläggningen. Orsaken till detta är att det använda kärnbränslet är inneslutet i kopparkapslar som är fria från ytkontamination och som är täta vid såväl normal drift som vid händelser eller missöden. Detta innebär att det inte blir någon stråldos till människa eller miljö i omgivningen.

För personalen är det ALARA-principen som ligger till grund för allt arbete med strålskydd i slutförvarsanläggningen. För att visa att slutförvarsanläggningen och arbetsmetoderna är utformade enligt ALARA ska målvärden sättas upp för person- och kollektivdoserna. Målvärde för doserna ska vara lägre än vad som anges som gränsvärde i SSM:s föreskrifter.

Förvarets säkerhet under uppförande och drift bygger på tekniska, organisatoriska och administrativa åtgärder för att förhindra att kapseln skadas. Analys av konstruktionsstyrande händelser visar enligt SR-Drift att ingen händelse är så allvarlig att den leder till kriticitet eller brott på kopparkapseln, och därmed risk för frigörelse av radioaktiva ämnen. Någon frigörelse av radioaktivitet i anläggningen från den radioaktivitet som är inestängd i en kapsel, behöver därför inte beskrivas eller redovisas. Slutförvarsanläggningen är därmed en unik kärnteknisk anläggning eftersom det endast finns direktstrålning och inga frigjorda radioaktiva partiklar från bränslet. Risk för förhöjd strålningsnivå finns därför bara i utrymmen där kapslar i transportbehållare lagras, eller då en kapsel hanteras utanför transportbehållaren.

Den dominerande naturligt förekommande radioaktiviteten i slutförvarsanläggningen är radon och dess sönderfallsprodukter. Det är svårt att i förväg uppskatta koncentrationen av radon vid bergarbeten. Vid slutförvarsanläggningen kommer, liksom vid andra större berganläggningar, ventilationssystemet att dimensioneras så att det kan hålla koncentrationen av radon vid nivåer som understiger gällande gränsvärden.

Den förväntade dosbelastningen till personal, som även innefattar den naturliga bakgrundsstrålningen är betydligt under de gränsvärden som SSM föreskriver även när de beräknas med pessimistiska antaganden. I SR-Drift beskrivs strålskyddskraven (kapitel 3), och hur dessa tillämpas på slutförvarsanläggningens strålskydd och strålskärmning (kapitel 7).

Kriticitetssäkerhet har analyserats. Pessimistiskt har kapseln antagits vara vattenfylld. Erforderliga marginaler mot kriticitet föreligger, baserat på de för närvarande högsta tillåtna anrikningarna och nivåer på utbränningarna i slutförvaret. Utbränningskreditering måste tillämpas. Det kan finnas lågutbrända PWR-element som inte uppfyller kriteriet för kriticitet även om de kapslas in ensamma i en kapsel. Sådana element kan hanteras genom att antalet bränslestavar i bränselelementen minskas så att kriteriet uppfylls.

6 SR-Site – SR-Site – Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle

6.1 Översikt av innehåll

Huvudrapporten SR-Site omfattar 15 kapitel /2, 3/. Dessa har ett huvudsakligt innehåll enligt följande:

Kapitel 1 ger bakgrund till analysen av säkerhet efter drift. Kapitlet beskriver hur SR-Site baseras på tidigare analyser och granskningssynpunkter på dessa. Här ges också en sammanfattning av de myndighetskrav på säkerhet efter förslutning som slutförvaret behöver uppfylla.

Kapitel 2 innehåller en sammanfattning av den analysmetodik i elva steg som tillämpas i SR-Site.

Kapitel 3 ger en överblick av hanteringen av egenskaper, händelser och processer som har betydelse för säkerheten efter förslutning.

Kapitel 4 sammanfattar de egenskaper hos förvarsplatsen (berget och ytsystemet) som har betydelse för säkerheten efter förslutning. Kapitlet sammanfattar resultaten av platsundersökningen vid Forsmark.

Kapitel 5 redovisar initialtillståndet, dvs. tillståndet omedelbart efter deponering för kapslar, buffert, återfyllning och förslutning. Initialtillståndet för bränslet och de tillverkade barriärerna avser förhållandena omedelbart efter deponering. Initialtillståndet för geosfären och biosfären avser de naturliga förhållandena innan bergbrytningsarbetet inleds. Beskrivningen baseras på referensutformningen för KBS-3-förvaret utifrån i produktionsrapporterna /5/ redovisade utförandemetoder och kontroller, en beskrivande modell av platsen för slutförvaret och en platsspecifik utformning av förvaret. Begreppet initialtillstånd innefattar även den variation i egenskaper som kan förväntas med tillämpade utförandemetoder och genomförda kontroller.

Kapitel 6 redovisar hur extern påverkan på förvarssystemet, framförallt framtida klimatförändringar, hanteras i SR-Site.

Kapitel 7 redovisar hur alla de interna processer som har betydelse för säkerheten efter förslutning hanteras i SR-Site. Typiska processer är värmespridning i berget från det använda bränslet, grundvattenflöde i berget samt vattenmättnad av buffert och återfyllning.

Kapitel 8 redovisar hur säkerhetsfunktioner definieras samt anger indikatorer och kriterier för när de olika säkerhetsfunktionerna är uppfyllda.

Kapitel 9 visar hur en fastställd procedur används för att välja data till modellstudier av slutförvarets utveckling och dosberäkningar.

Kapitel 10 redogör för hur materialet i de första nio kapitlen används i analysen av en referensutveckling. Referensutvecklingen ger en rimlig bild (bland flera möjliga) av hur förvaret, inklusive de säkerhetsfunktioner som identifierats i kapitel 8, kan komma att utvecklas under hela analysperioden som omfattar en miljon år. Utgångspunkten för basfall av referensutvecklingen är upprepningar av den senaste 120 000-åriga glaciala cykeln, den s.k. Weichselcykeln. I en växthusvariant analyseras konsekvensen av att den naturliga istidscykeln störs av utsläpp av växthusgaser. Analysen av referensutvecklingen är uppdelad i fyra tidsperioder: Bygg- och driftperioden, den första tempererade perioden, återstoden av den första 120 000-åriga glaciala cykeln samt resterande tid fram till en miljon år efter förslutning. Analysen beskriver den allmänna

utvecklingen av systemet och en utvärdering av säkerhetsfunktionerna görs. Om utvecklingen leder till att inneslutningen bryts analyseras den fördröjande förmågan hos slutförvaret och dess omgivning och doskonsekvenser beräknas.

I **kapitel 11** väljs scenarier för utvärdering av säkerheten.

I **kapitel 12** analyseras utvecklingen för de valda scenarierna.

Kapitel 13 redovisar en sammanställning av resultat från de olika scenarioanalyserna, slutsatser med avseende på säkerhet i relation till myndighetskriterier.

Kapitel 14 innehåller ytterligare ett antal analyser såsom argumentation kring BAT (bästa möjliga teknik), samt redovisning av hur naturliga analogier kan användas som stöd i analysen av säkerhet efter förslutning.

Kapitel 15 ger slutsatser kring säkerheten efter förslutning samt återkoppling med avseende på konstruktionsförutsättningar, förvarsutformning, fortsatta detaljerade platsundersökningar och till forskningsprogrammet kring säkerhet efter förslutning.

6.2 Säkerhetsvärdering SR-Site

Den centrala slutsatsen i säkerhetsanalysen SR-Site är att ett KBS-3-förvar som uppfyller kraven på säkerhet efter förslutning kan uppföras på den valda platsen i Forsmark. Scenarioanalyserna visar att kapselbrott under de första 1 000 åren kan uteslutas, med undantag för en minimal sannolikhet för skador på grund av jordskalv. Sannolikheten för ett sådant kapselbrott beräknas pessimistiskt till en på fyrtio tusen. Detta betyder i statistisk mening att 40 000 förvar, vart och ett med 6 000 kapslar, skulle behövas för att ett enda kapselbrott till följd av skalv ska uppkomma under en tusenårsperiod.

Under perioden fram till en miljon år efter förslutning kan kapselbrott uppstå på grund av dels kopparkorrosion orsakad av sulfid i grundvattnet ifall den skyddande bufferten eroderats, dels jordskalv. Med pessimistiska antaganden om buffererosion, kopparkorrosion och radionuklidtransport bedöms den radiologiska risken från erosion/korrosion vara obefintlig i tiotusentals år efter förslutning, högst en hundradel av riskgränsen på 100 000 års sikt och cirka en tiondel av riskgränsen på en miljon års sikt. Risken orsakad av kapselbrott på grund av jordskalv är mindre än en hundradel av riskgränsen på hundratusen års sikt och under en tiondel av riskgränsen på en miljon års sikt.

Slutförvaret är konstruerat med flera barriärer och barriärsystemet har tålighet mot sådana förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktioner efter förslutning. Barriärsystemet är utformat med hänsyn till bästa möjliga teknik. Förvarets utformning uppfyller således kraven i SSMFS 2008:21.

7 Sammanfattande säkerhetsvärdering

Enligt SSMFS 2008:37 gäller att ”Människors hälsa och miljön ska skyddas från skadlig verkan av joniserande strålning, dels under den tid då de olika stegen i det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle och kärnavfall genomförs, dels i framtiden.” Detta innebär att under såväl drift som under tiden efter förslutning ska krav för strålskydd och säkerhet vara uppfyllda med ett samlat beaktande av de olika tidsperspektiven.

SR-Site visar att den sammanlagda risken för ett slutförvar i Forsmark med redovisad referensutformning, produktions- och kontrollmetoder hamnar med marginal under SSM:s riskkriterium även på en miljon års sikt. Den centrala slutsatsen i SR-Site är därför att ett långsiktigt säkert KBS-3-förvar i enlighet med redovisad referensutformning kan byggas i Forsmark. Referensutformningen för slutförvaret produceras och kontrolleras under drift av anläggningen för att ge detta slutförvar som resultat.

Av SR-Drift framgår att driften, som både innefattar deponering och utbyggnad, görs så att det inte blir någon stråldos till människa eller miljö i omgivningen. Orsaken till detta är att det använda kärnbränslet är inneslutet i kopparkapslar som är fria från ytkontamination och som är täta vid såväl normal drift som vid händelser eller missöden. Den förväntade dosbelastningen till personal, som även innefattar den naturliga bakgrundsstrålningen är betydligt under de gränsvärden som SSM föreskriver även när de beräknas med pessimistiska antaganden.

SKB:s samlade värdering är med detta som grund att kraven i SSMFS 2008:37 om skydd från skadlig verkan från joniserande strålning uppfylls med avseende på såväl framtagande av slutförvaret som i framtiden efter dess förslutning. Uppfyllandet av ytterligare föreskriftskrav, som bland annat omfattar utformningen av ett förvar med ett flerbarriärsystem, tillämpning av bästa möjliga teknik, val av en plats med gynnsamma egenskaper för långsiktig säkerhet samt innehållet i säkerhetsredovisningen vad gäller t ex scenarier och hantering av osäkerheter, baseras på resultaten av den grundliga och systematiska genomgång av barriärernas utveckling de kommande en miljon åren som görs i SR-Site. En grund för värderingen är resultaten i SR-Site, som baseras på resultaten av genomförda platsundersökningar i Forsmark, en referensutformning med specificerade och praktiskt genomförbara produktions- och kontrollmetoder samt den vetenskapliga förståelsen av frågor av betydelse för säkerheten efter förslutning.

8 Förnyade och kompletterade säkerhetsredovisningar

Inför ansökan enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet om att få uppföra, inneha och driva en slutförvarsanläggning har denna redovisning av säkerheten sammanställts. Enligt SSMFS 2008:1 ska en preliminär säkerhetsredovisning säkerhetsgranskas både primärt och fristående. Föreliggande utgåva av redovisningen är primärt säkerhetsgranskad. En preliminär säkerhetsredovisning som är primärt och fristående säkerhetsgranskad kommer att redovisas för SSM innan uppförandet av slutförvarsanläggningen påbörjas.

Innan provdrift av anläggningen ska säkerhetsredovisningen förnyas så att den avspeglar anläggningen som den är byggd. Detaljerade konstruktionsspecifikationer och säkerhetstekniska föreskrifter kommer att ingå.

Innan slutförvarsanläggningen tas i rutinmässig drift ska säkerhetsredovisningen kompletteras med beaktande av erfarenheter från provdriften.

Såväl den preliminära säkerhetsredovisningen som den förnyade och den kompletterade säkerhetsredovisningen ska i varje skede vara säkerhetsgranskad samt vara prövad och godkänd av Strålsäkerhetsmyndigheten. Säkerhetsredovisningen ska därefter hållas aktuell.

9 Referensförteckning

Rapporter publicerade av SKB kan hämtas på www.skb.se/Publikationer och opublicerade dokument lämnas ut vid förfrågan till SKB:s mejladress dokument@skb.se

- 1 SKB, 2010. Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) –

Kapitel 1 Introduktion, SKBdoc id 1091960 version 3.0
Kapitel 2 Förläggingsplats, SKBdoc id 1091847 version 3.0
Kapitel 3 Krav och konstruktionsförutsättningar, SKBdoc id 1091554 version 3.0
Kapitel 4 Kvalitetssäkring och anläggningens drift, SKBdoc id 1091959 version 3.0
Kapitel 5 Anläggnings- och funktionsbeskrivning, SKBdoc id 1091845 version 3.0
Kapitel 6 Radioaktiva ämnen i anläggningen, SKBdoc id 1091129 version 3.0
Kapitel 7 Strålskydd och strålskärning, SKBdoc id 1091132 version 3.0
Kapitel 8 Säkerhetsanalys, SKBdoc id 1091141 version 3.0
- 2 SKB, 2011. SR-Site – Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB
- 3 SKB, 2011. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main Report of the SR-Site project. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB
- 4 SKB, 2009. Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses. SKB TR-09-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5 SKB, 2010. Repository production report. Design and production of the KBS-3 repository. SKB TR-10-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10 Revisionsförteckning

Version	Datum	Revideringen omfattar	Utförd av	Kvalitetssäkrad	Godkänd
2.0	se sidhuvud	Justerat efter kommentarer från samgranskning + revideringar av IA, OO, JA	Martina Sturek, Anders Nyström	se sidhuvud	se sidhuvud
1.0	2010-12-02	nytt dokument	Martina Sturek, Anders Nyström	Jeanette Carmström	Olle Olsson