

**R-06-07**

## **Kapsel för använt kärnbränsle**

### **Program för kvalificering av tillverkning och förslutning**

Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2006

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00  
+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19  
+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-06-07

# **Kapsel för använt kärnbränsle**

## **Program för kvalificering av tillverkning och förslutning**

Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2006

# Förord

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, ansvarar för att det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken hanteras på ett sätt som är säkert både för människa och miljö. SKB:s anläggningar SFR, Slutförvar för radioaktivt driftavfall och Clab, Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, är i drift medan inkapslingsanläggningen och slutförvaret ännu inte har uppförts.

I slutförvaret kommer det använda kärnbränslet att vara placerat i kemiskt beständiga kapslar bestående av en yttre korrosionsbarriär av koppar och en bärande insats av segjärn. Kapslarna har till uppgift att isolera det använda kärnbränslet från omgivningen. Det produktionssystem för att tillverka och försluta kapslarna som SKB utvecklar omfattar hela kedjan från framställning av koppar- och segjärnsgöt för tillverkning av kapselkomponenterna till en färdig och försluten kapsel.

Denna rapport redovisar SKB:s program för kvalificering av leverantörer och processer för tillverkning, förslutning och kvalitetskontroll av kapseln för använt kärnbränsle. Rapporten är en del av den preliminära tekniska dokumentationen för kapseln.

Dokumentationen har utarbetats inom ramen för ett projekt (Dokap) med syfte att i sammanhållen form redovisa hur kapselns långsiktiga säkerhet säkerställs genom den utvecklade konstruktionen och de system och processer som utvecklats för tillverkning och förslutning av kopparkapseln.

Många författare, inom och utom SKB, har bidragit till den preliminära tekniska dokumentationen:

Huvudrapport: redaktör Karin Pers (Kemakta Konsult AB)

Program för kvalificering av tillverkning och förslutning: Håkan Rydén (SKB)

Konstruktionsförutsättningar: Håkan Rydén (SKB), Lars Werme (SKB), Peter Eriksson (SKB)

Tillverkning av kapselkomponenter: Nina Leskinen (SKB), Peter Eriksson (SKB), Martin Burström (MABU Consulting)

Svetsning vid tillverkning och förslutning: Lars Cederqvist (SKB), Sören Claesson (Bodycote Materials Testing)

Oförstörande provning av kapselkomponenter: Göran Emilsson (Bodycote Materials Testing)

Oförstörande provning av svetsar: Ulf Ronneteg (Bodycote Materials Testing)

2006-09-22

Håkan Rydén

*Enhetschef Inkapslingsteknik*

## Sammanfattning

En av förutsättningarna för att SKB ska få drifttillstånd för inkapslings- och slutförvarsanläggningarna är att systemet för tillverkning och förslutning av kapslarna uppfyller de krav som SKB, myndigheterna och andra intressenter ställer. Kvalificeringar av leverantörer, tillverknings- och kontrollprocesser samt system som ska användas vid produktion av kapslarna utgör en viktig del i arbetet att säkerställa detta.

Programmet för kvalificering tar som utgångspunkt de rutiner för kvalificering av processer och leverantörer som SKB utarbetat. Av de kommentarer som myndigheterna lämnat framgår att man anser att tillämpliga delar av regelverket för kvalificeringar inom kärnkraftsområdet kan tillämpas även om föreskrifterna i sin helhet inte är avsedda för denna tillämpning.

Programmet beskriver en parallell utveckling där erforderliga tekniska underlag successivt sammanställs jämsides med att formella frågor gällande kvalificeringsorgan, övervakande organ och ordningen vid kvalificering (kvalificeringsordningen) hanteras. Övergripande etappmål för kvalificeringarna inom inkapslingstekniken identifieras. Tids- och aktivitetsplanerna för genomförandet av de olika kvalificeringsprogrammen för leverantörer, tillverkningsprocesser, svetsning och oförstörande provning anpassas till dessa etappmål. Utvecklingen av SKB:s kvalitets- och miljöledningssystem för kapseltillverkning samt organisatoriska frågor inför driftfasen med bäring på kvalificeringar berörs och handlingsplaner inom detta område presenteras. I programmet beskrivs kortfattat hur de processer och leverantörer som ska kvalificeras identifieras samt hur kvalificeringsmål och acceptanskriterier för processerna kommer att tas fram och hur dessa kopplas till säkerhetsanalysen av slutförvaret.

Programmet utgår från, men är inte begränsat till, den referensutförning som SKB valt för kapsel, tillverkning och förslutning samt kontroll. Referensutförningen anger den utformning av produktionssystemet avseende, leverantörer, processer och system som i dagsläget bedöms kunna användas för att producera kapslar som uppfyller ställda krav. SKB bedriver i många fall utveckling av kompletterande eller alternativa metoder som också kan bli aktuella i framtiden. Det finns även alternativa lösningar avseende den verksamhet som beskrivs äga rum i kapselfabriken.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	9
1.1	Denna rapport	12
<b>2</b>	<b>Förutsättningar</b>	13
2.1	SKB:s Fud-program	13
2.2	Produktionssystemet för kapslar – referensutformning	13
2.3	Befintliga kvalificeringsstrukturer – nuläge	14
2.3.1	SKI:s författningar	14
2.3.2	Kvalificering av svetsning i vissa kärntekniska anläggningar	14
2.3.3	Kvalificering i SKB:s ledningssystem för kapseltillverkning	15
2.3.4	Sammanfattning och kommentarer	15
<b>3</b>	<b>Mål och syften</b>	17
<b>4</b>	<b>Kvalificeringarna</b>	19
4.1	Omfattning	19
4.2	Kvalificeringsmål – acceptanskriterier	19
4.3	Kvalificeringsordning	20
4.3.1	Allmänt	20
4.3.2	Tillverkningsprocesser	20
4.3.3	Svetsning	21
4.3.4	Oförstörande provning	21
<b>5</b>	<b>Handlingsplaner</b>	23
5.1	Samordning	23
5.2	Etappmål	23
5.3	Tillförlitlighetsanalyser	25
5.4	Utveckling av organisation och ledningssystem	27
5.5	Kvalificering av tillverkningsprocesser	28
5.6	Kvalificering av oförstörande provning	30
5.7	Kvalificering av svetsning	32
<b>6</b>	<b>Programmets genomförande</b>	35
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	37

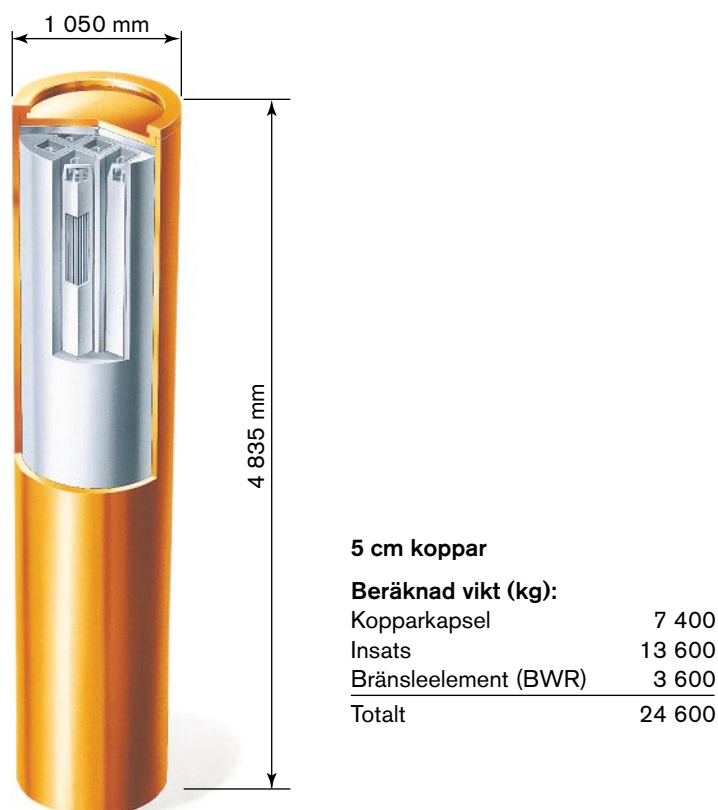
# 1 Inledning

Slutförvaret för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden utformas för långsiktig säker förvaring. Metoden innebär att det använda kärnbränslet kapslas in i lastbärande och vattentäta kapslar. Kapslarna deponeras i kristallint berg på 400–700 meters djup och omges av en buffert som hindrar vattenflöde och skyddar kapseln. Efter deponering återfylls de bergrum som krävs för deponering.

I slutförvaret har kapseln till uppgift att isolera det använda kärnbränslet från omgivningen. SKB:s referensutförning för kapseln består av en yttre korrosionsbarriär av koppar och en lastbärande insats av segjärn. Kapseln har en diameter på drygt en meter och den är nästan fem meter lång, se figur 1-1. Fylld med BWR-element väger den 25 ton och fylld med PWR-element 27 ton.

Kapseln utformas och dimensioneras för att motstå de belastningar den förväntas bli utsatt för i slutförvaret. Den ska också kunna tillverkas, hanteras, transporteras och deponeras i slutförvaret på ett säkert sätt.

För att genomföra deponering och tillverkning av kapslar krävs, förutom anläggningar för geologisk slutförvaring och inkapsling av bränslet, ett system för tillverkning av kapslar. Utvecklingen av detta system utgår från teknik som har förutsättningar att uppfylla specifikationer avseende kapselns utformning, material och kvalitet.



**Figur 1-1.** Kapsel för använt kärnbränsle. Kapseln består av ett ytterhölje av koppar och en insats av segjärn för BWR-element.

Inför en framtida driftssituation ställs krav på kvalificering av leverantörer, system och processer som kommer att ingå i produktionssystemet. Kraven som ställs är spårbara till myndighetskrav och SKB:s kvalitets- och miljöledningssystem för kapseltillverkning. Programmet för kvalificeringen av tillverkning och förslutning (denna rapport) beskriver det långsiktiga arbetet med att bygga upp förutsättningar för att genomföra kvalificeringar. Det första etappmålet i programmet, år 2006, är att presentera den preliminära tekniska dokumentationen av systemet tillverkning och förslutning av kapslar. Den preliminära tekniska dokumentationen har utarbetats inom ramen för ett projekt med syfte att i sammanhållen form redovisa hur kapselns långsiktiga säkerhet säkerställs genom den utvecklade konstruktionen och de system och processer som utvecklats för tillverkning och förslutning av kopparkapseln.

Den preliminära dokumentationen omfattar beskrivningar av SKB:s referensutformning av produktionssystemet för tillverkning och förslutning av kapseln. Referensutformningen omfattar de metoder, system och processer som i dagsläget bedöms kunna användas för att producera kapslar som uppfyller ställda krav. SKB bedriver i flera fall utveckling av kompletterande eller alternativa metoder som också kan bli aktuella i framtiden.

Referensutformningen av produktionssystemet, se figur 1-2, omfattar:

- leverantörer som tillverkar koppargöt,
- leverantörer som tillverkar kapselns kopparkomponenter – kopparrör, kopparlock och kopparbotten,
- gjuterier som tillverkar insatsen i segjärn,
- en kapselfabrik där svetsning av kopparbotten, slutbearbetning, kontroll och montering av kapseln sker,
- en inkapslingsanläggning där förslutning och kontroll av svetsen görs.

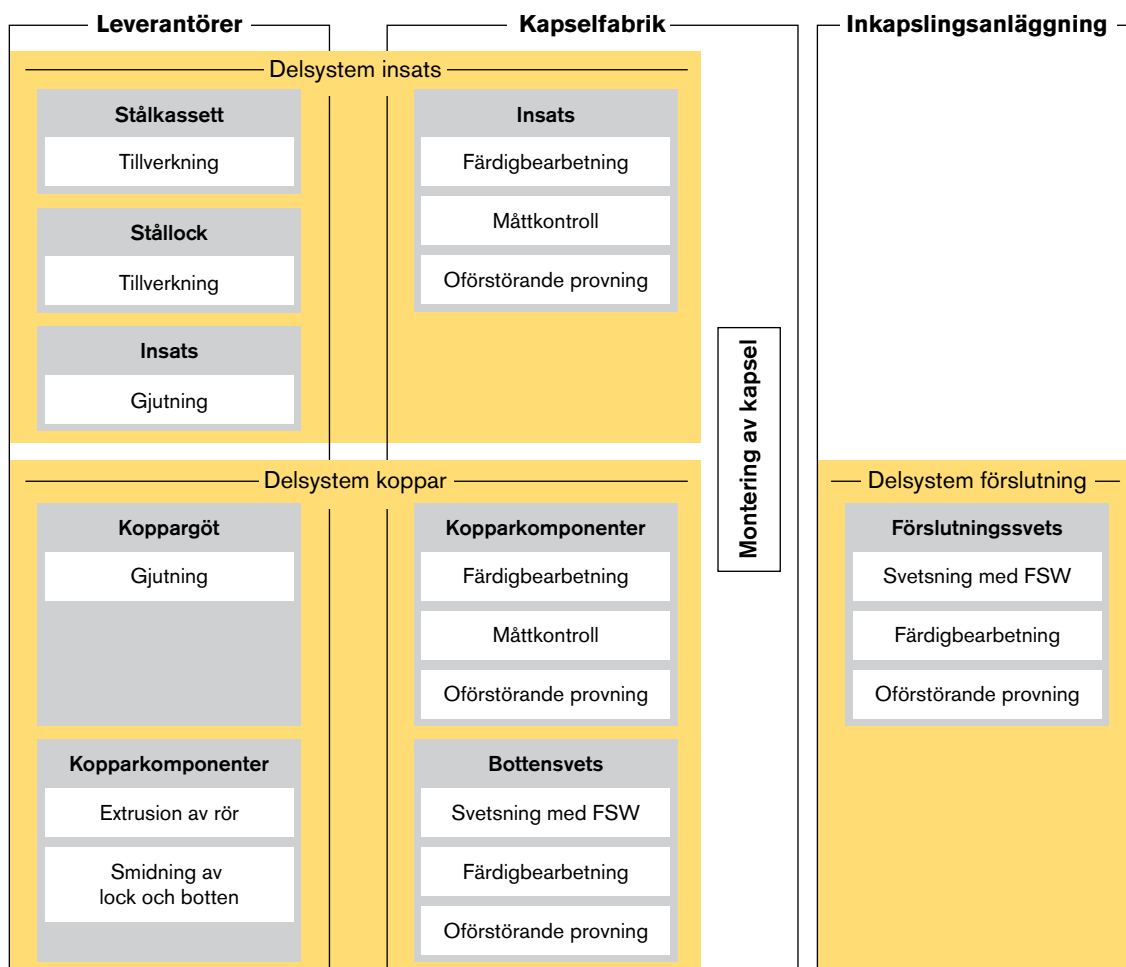
Tillverkningsmetoderna i referensutformningen är:

- gjutning av insatser i segjärn,
- gjutning av koppargöt,
- extrusion av kopparrör,
- smidning av lock och botten,
- svetsning av botten med friction stir welding (FSW),
- förslutning av kapseln med FSW.

Dokumentationen, se figur 1-3, från projektet omfattar en sammanfattande huvudrapport och sex underlagsrapporter. Huvudrapporten /SKB 2006a/ beskriver de övergripande sammanhangen och logiken i dokumentationen medan underlagsrapporterna omfattar:

### **Förutsättningar för den preliminära tekniska dokumentationen**

- Konstruktionsförutsättningarna /SKB 2006b/ redovisar de krav som ställs på kapseln samt dess utformning och är en utgångspunkt för utformningen av produktionssystemet för kapslar.
- Program för kvalificering (denna rapport) anger förutsättningar för och identifierar mål och milstolpar för implementering och kvalificering av produktionssystemet.



**Figur 1-2.** Referensutformning av produktionssystemet för tillverkning och förslutning av kapslar.

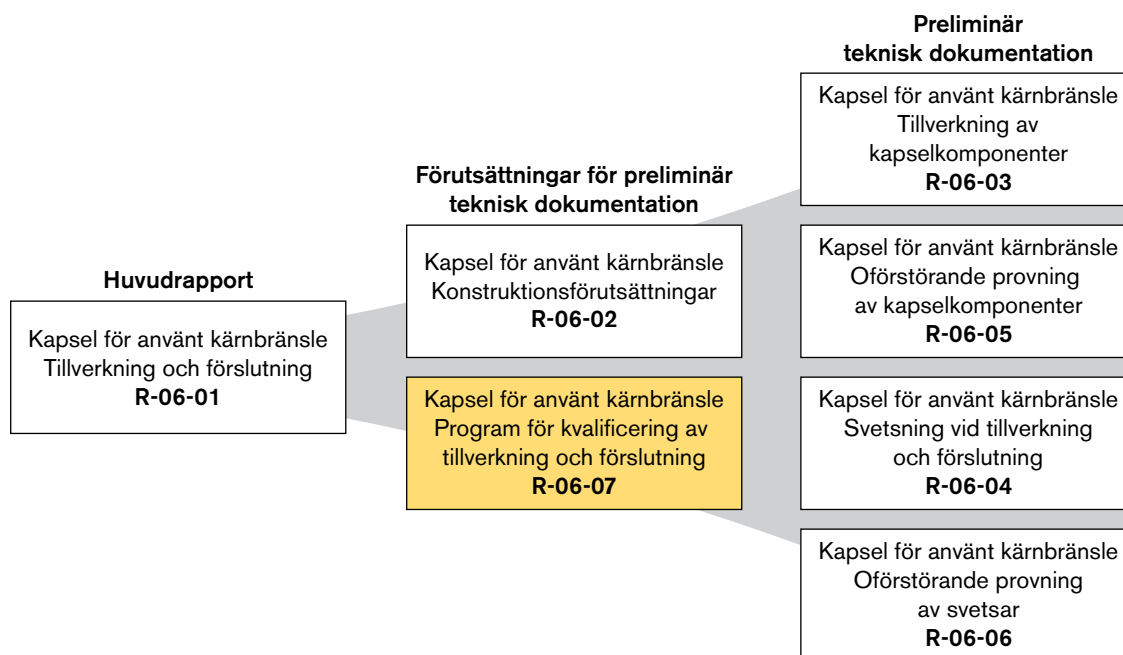
### Preliminär teknisk dokumentation

- Beskrivning av tillverkningsmetoder i produktionssystemet, kvalitets- och miljöledningssystemet för kapseltillverkning samt kapsel fabriken /SKB 2006c/.
- Beskrivning av svetstekniken vid förslutning av kapseln och svetsning av kopperbotten samt bakgrunden till valet av referensmetod för svetsning /SKB 2006d/.
- Beskrivning av provningstekniken för kvalitetskontroll av kapselns komponenter /SKB 2006e/.
- Beskrivning av provningstekniken för kvalitetskontroll av förslutnings- och botten-svetsen /SKB 2006f/.

Redovisningen av den preliminära tekniska dokumentationen har följande struktur:

- Identifikation av krav som ställs på system och processer. Viktiga krav härleds från konstruktionsförutsättningarna och kvalificeringsprogrammet.
- Tekniska beskrivningar av system och processer.
- Utvärdering av om de ställda kraven är uppfyllda.
- Presentation av handlingslinjer för att uppfylla krav och förutsättningar.





*Figur 1-3. Rapporter i Projekt Dokap. Denna rapport är gulmarkerad.*

## 1.1 Denna rapport

Programmet för kvalificeringen av leverantörer, processer och system vid tillverkning och förslutning av kapslar beskriver det långsiktiga arbetet med att bygga upp förutsättningar för och genomföra kvalificeringar. Definitionen av ”kvalificering” är anpassad till ett produktionssystem vilket innebär en utvidgning av definitionen enligt SKIFS 2000:2 /SKI 2000/ till att omfatta även kvalificering av leverantörer. Den utvidgade definitionen lyder ”Undersökning och demonstration som visar att en *leverantör*, person eller provnings-, bearbetnings- eller sammanfogningsprocess kan uppfylla sina specificerade uppgifter”.

I kvalificeringsprogrammet redovisas:

- Förutsättningarna för kvalificeringarna.
- Mål och syfte med programmet.
- Kvalificeringarnas omfattning, kvalificeringsmål och acceptanskriterier samt formella kvalificeringsordningar.
- Handlingsplaner för kvalificeringarnas genomföranden.

## 2 Förutsättningar

En av förutsättningarna för att SKB ska få drifttillstånd för inkapslings- och slutförvarsanläggningarna är att systemet för tillverkning och förslutning av kapslarna uppfyller de krav som SKB, myndigheterna och andra intressenter ställer. Kvalificeringar av leverantörer, tillverknings- och kontrollprocesser samt system som ska användas vid produktion av kapslarna utgör en viktig del i arbetet att säkerställa detta.

Dessutom gäller att kvalificering av produktionssystemet ska vara genomförda innan inkapslingsanläggningen tas i drift.

### 2.1 SKB:s Fud-program

SKB:s redovisningar av kvalificeringar och SKI:s granskningskommentarer inom ramen för SKB:s Fud-program kan kort sammanfattas enligt följande:

- SKI uppmanade SKB i granskningskommentarerna till Fud-program 2001 att tydligare beskriva vem som ska utföra kvalificeringen av oförstörande provning (OFP) och hur infrastrukturen för kvalificeringar ska se ut. SKI påpekade vikten av klart definierade kvalificeringsmål och nödvändigheten av kännedom om möjliga defekter samt vikten av uppställande av acceptanskriterier.
- SKB redovisade i Fud-program 2004 /SKB 2004/ i översiktlig form läget vid framtagning av ett program för kvalificering OFP.
- SKB angav i Fud-program 2004 att ett program för kvalificering av tillverkningsmetoder och svetsning skulle presenteras inför ansökan för inkapslingsanläggningen.

### 2.2 Produktionssystemet för kapslar – referensutformning

För att ge en överblick över de processer som används vid tillverkning och förslutning av kapslarna ges här en översiktlig beskrivning.

Det sammantagna systemet av processer och leverantörer för framställning av kapseln, från göt till färdig och försluten kapsel, benämns ”Produktionssystemet”. I detta system ingår dock inte bränslehanteringen i inkapslingsanläggningen. Produktionssystemet indelas i tre delsystem: delsystem Koppar, delsystem Insats samt delsystem Förslutning.

#### ***Delsystem Koppar***

Delsystem Koppar omfattar tillverkning och kontroll av kapselns kopparkomponenter fram till leveransen till inkapslingsanläggningen. De viktigaste processerna är:

- gjutning av koppargöt,
- varmförning av rör med extrudering,
- varmförning av lock och botten med smidning,
- svetsning av botten med friction stir welding (FSW),
- kvalitetskontroll med oförstörande provning.

### **Delsystem Insats**

Delsystem Insats omfattar tillverkning och kontroll av insatsen och dess delkomponenter. De viktigaste processerna är:

- framställning av kassett med kanälrör,
- tillverkning av stållock,
- gjutning av insatsen,
- kvalitetskontroll med oförstörande provning.

### **Delsystem Förslutning**

Delsystem Förslutning omfattar förslutning av kapseln, kontroll med oförstörande provning samt slutbearbetning av kapseln. De viktigaste processerna är:

- förslutning av kapseln med friction stir welding (FSW),
- kvalitetskontroll med ultraljud och radiografering.

Inom och även mellan delsystemen finns *stödprocesser* som bearbetning, transporter, lyft mm. Figur 1-2 ger en överblick över produktionssystemet.

## **2.3 Befintliga kvalificeringsstrukturer – nuläge**

I detta avsnitt beskrivs översiktligt de kvalificeringsstrukturer som finns definierade i dag.

### **2.3.1 SKI:s författningar**

Inom kärnkraftsområdet har sedan SKIFS 1994:1 (ersatt av SKIFS 2005:2) publicerades ett system för kvalificering etablerats. Föreskrifterna är avsedda för komponenter som kan åsättas ett inspektionsintervall eller en begränsad livslängd. En viktig roll i systemet för kvalificering har SQC Kvalificeringscentrum AB. SQC är ett oberoende och opartiskt kvalificeringsorgan godkänt av SKI med uppgift att i tredjepartsställning övervaka, bedöma och dokumentera kvalificering av oförstörande provningssystem.

För att underbygga kvalificeringsmålen (de parametrar som provningssystemet ska kvalificeras för) används skadetålighetsanalyser för den aktuella komponenten. Att genomföra en skadetålighetsanalys innebär att analysera hur t ex en komponent klarar sin funktion trots förekomst av skador. Skadetålighetsanalysen granskas och godkänns av ett ackrediterat kontrollorgan som utfärdar intyg om överensstämmelse med aktuella föreskrifter, först därefter kan kvalificeringen av provningen ta vid.

### **2.3.2 Kvalificering av svetsning i vissa kärntekniska anläggningar**

Även inom detta område, svetsning i vissa kärntekniska anläggningar, är föreskrifterna avsedda för komponenter som kan åsättas ett inspektionsintervall eller en begränsad livslängd. Enligt SKIFS 2005:2 /SKI 2005/ ska:

- svetsning och andra sammanfogningsprocesser vara styrda samt utförda enligt procedurer och av personal vilka är kvalificerade för ändamålet,
- tillståndshavaren tillse att kvalificeringen av procedurer och personal är övervakad och bedömd av ett ackrediterat organ,

- kvalificering av svetspersonal och svetsprocedurer enligt däri återopade standarder bör vara av en sådan omfattning och inriktning att de egenskaper som krävs hos svetsförbanden ifråga uppnås vid produktionssvetsning.

Det framgår även att utförandet av en formell kvalificering av svetsproceduren, kräver att kvalificeringen övervakas av ett ackrediterat organ och att kontroll av svetsförbandet utförs av ett ackrediterat laboratorium. Dessutom anges i de allmänna råden angående tillämpningen av SKIFS 2005:2 att styrning av svetstekniska processer bör ske genom kvalitetssystem som anpassats till riktlinjerna i europastandarden ISO-3834-2 (EN-729-2) /Svensk Standard 2006/.

Enligt ISO-3834-2 (EN-729-2) ska kvalificering av svetsprocessen utföras enligt ett preliminärt svetsdatablad (pWPS) som är baserat på tidigare prov. Resultatet från undersökningen av svetsprovet ska redovisas på ett särskilt dokument kallat "Welding procedure qualification record (WPQR)". Om resultatet är godkänt och dokumentet underskrivet av ett ackrediterat organ är kvalificering av svetsprocedur och svetsdatablad (WPS) godkända att användas för svetsning i produktion.

### 2.3.3 Kvalificering i SKB:s ledningssystem för kapseltillverkning

Innanför ramen kvalitets- och miljöledningssystemet för kapseltillverkning har SKB tagit fram en rutin "Qualification of Manufacturing process (KT0602)" /SKB 2005/ som är tillämpbar för olika tillverkningsprocesser. Rutinen utgår från att SKB utser en ansvarig, "Senior Project Manager Canister Manufacturing (SPM)". SPM svarar för att identifiera vilka processer och leverantörer som ska kvalificeras och tillsammans med leverantören av processen utforma kvalificeringsprocessen. SPM är även ansvarig för dokumentation och uppföljning av kvalificeringar.

I kvalitets- och miljöledningssystemet för kapseltillverkning /SKB 2005/ ingår ytterligare två rutiner för kvalificering av leverantörer; "Qualification of Supplier/Subcontractor (manufacturing) (KT0603)" och "Qualification of Supplier/Subcontractor (inspection and metrological<sup>1</sup> confirmation) (KT0604)".

### 2.3.4 Sammanfattning och kommentarer

Författningarna inom kärnkraftsområdet har utarbetats för återkommande kontroller och är inte anpassade för ett tillverkningssystem även om som SKI påpekat att lämpliga delar och strukturer med fördel kan tillämpas även i detta sammanhang. Som framgår ovan finns i dag olika regelverk för kvalificering av olika typer av processer. Det är SKB:s bedömning att det är lämpligt att även i framtiden ansluta till denna indelning dock måste de speciella omständigheterna i kärnbränsleprogrammet beaktas:

- återkommande inspektioner eller tillståndskontroller inte kan komma ifråga för kapseln,
- tillverkning, förslutning och deponering av kapslar beräknas pågå under en lång tidsrymd, SKB:s referensalternativ omfattar 4 500 kapslar med en takt om cirka 200 kapslar om året,
- slutförvaret kan inte i praktiken anses vara möjligt att ta ur drift efter att det förslutits,
- den långa tidsrymd under vilket slutförvaret ska fungera och den speciella miljön där gör att etablerad ingenjörskunskap för dimensionering måste kompletteras med forskningsresultat så att kapseln dimensioneras och utformas korrekt.

<sup>1</sup> Sv. mätteknisk.

Det finns dock omständigheter som kan underlätta kvalificering av processer vid produktion av kapslar:

- det finns endast två typer av kapslar, avsedda för PWR- respektive BWR-bränsle,
- kapselns utformning är mycket enkel,
- dimensionering av kapseln har få restriktioner,
- ett stort antal kapslar ska tillverkas varför stor omsorg kan läggas på utformning av processer och system,
- antalet processteg vid tillverkningen är begränsat.

För det fortsatta arbetet är det viktigt att klarlägga tillämpligheten av de olika bestämmelserna i SKI:s författningar för kapseln.

### 3 Mål och syften

Målet med kvalificeringsprogrammet är att säkerställa att erforderliga kvalificeringar av produktionssystemet kommer att kunna genomföras för att säkerställa kapselns integritet i slutförvaret. Kvalificeringarna för kapseln ska vara genomförda vid en tidpunkt som säkerställer att inga förseningar uppstår vid drifttagning av slutförvarssystemet. Programmet ska även säkerställa att uppställda myndighetskrav kan uppfyllas vid kvalificeringarna.

Syftet med programmet är att i ett tidigt skede identifiera viktiga milstolpar och beslutspunkter för såväl myndigheter som SKB samt att säkerställa att de krav som kan ställas på utveckling, dokumentation och verifierande undersökningar av processer och system identifieras och hanteras. Vidare ger programmet myndigheterna möjlighet att granska genomförandet av kvalificeringarna, från den förberedande fasen tills de är genomförda.

Programmet är avgränsat till inkapslingstekniken och utgår från, men är inte begränsat till, den referensutförning som SKB valt för tillverkning, förslutning och kontroll, se avsnitt 2.2.

Under framtagningen av kvalificeringsprogrammet har SKB haft en regelbunden dialog med SKI och SSI. Dialogen angående de övergripande formerna för kvalificeringarna och den långsiktiga tidsplanen för dessa har pågått sedan senare delen av 2002.

Programmet innehåller ytterligare detaljer jämfört med det som redovisades i Fud-program 2004 /SKB 2004/ och omfattar, förutom kvalificering av oförstörande provning (OFP), även beskrivning och genomförande av kvalificering av svetsning och tillverkningsprocesser. Programmets tidsplanering utgår från den övergripande planering för kvalificering av OFP som presenterades i Fud-program 2004 med genomförande i steg med mellanliggande myndighetsgranskning och med ökande detaljerings- och konkretiseringsgrad allt eftersom programmet fortskrider.

## 4 Kvalificeringarna

### 4.1 Omfattning

Kvalificeringarna syftar till att säkerställa att de tillverkade kapslarna uppfyller konstruktionsförutsättningarna som anges i /SKB 2006b/.

För att i första ordningen avgöra vilka processer och leverantörer som är aktuella för kvalificering har tre kriterier ställts upp:

**Kriterium 1** – Processen ska ha påverkan på den producerade kapselns förmåga att uppfylla konstruktionsförutsättningarna för kapseln.

**Kriterium 2** – Standardiserade och enkla processer som är väl etablerade undantas från kvalificeringskrav.

**Kriterium 3** – Leverantörer som använder process som omfattas av kvalificeringskrav ska kvalificeras.

### 4.2 Kvalificeringsmål – acceptanskriterier

De krav som ställs på kapseln definieras i konstruktionsförutsättningarna för kapseln (KFK) /SKB 2006b/. Konstruktionsförutsättningarna har till syfte att härleda och ange de krav som ställs på kapseln för att uppnå säker förvaring av bränslet i slutförvaret:

- innesluta bränslet,
- täthet vid deponering,
- kemiskt beständighet under förvarets livstid,
- mekaniskt beständighet under förvarets livstid,
- liten inverkan på övriga barriärer,
- säkerställa att kriticitet inte uppstår.

KFK anger även de krav som ställs på kapseln för att uppnå säker hantering under inkapsling och deponering eller andra krav som kan härledas till kapseln.

För att verifiera att kapseln motsvarar ställda krav har olika undersökningar och kontrollberäkningar av konstruktionen och de valda materialen utförts.

Utgående från de tekniska kraven härleds tekniska specifikationerna för kapselkomponenterna avseende materialegenskaper och utformning. Produktionssystemets uppgift i det framtida slutförvarssystemet är att producera kapslar som innehåller de tekniska specifikationerna (och därmed kraven som anges i KFK) med en så hög tillförlitlighet att kraven på säker hantering och långsiktig säkerhet i slutförvaret innehålls. De tekniska specifikationerna kan hänföras till de tre delsystemen i produktionssystemet där alltså varje delsystem måste uppfylla ställda krav.

Tillförlitlighetskraven på de processer som ingår i delsystemet måste ställas utifrån tillförlitlighetskraven på respektive delsystem. Sålunda måste samverkans effekter mellan olika processer beaktas vilket gör att ingående analyser av delsystemen krävs för att ställa relevanta krav på varje process. Som exempel kan nämnas att kraven på OFP måste ställas utgående från den svets- eller tillverkningsprocess, vars resultat ska kontrolleras. Dessa sammantagna analyser benämns tillförlitlighetsstudier och först när dessa är genomförda kan acceptanskriterier och därmed kvalificeringsmålen ställas upp för respektive process.

## **4.3 Kvalificeringsordning**

### **4.3.1 Allmänt**

Med kvalificeringsordningen avses den formella ordningen och ansvarsförhållanden vid kvalificeringar. I det generella fallet innebär kvalificeringsordningen att följande definieras och fastställs:

- aktörer och ansvarsförhållanden,
- formella krav på aktörerna,
- dokumentationskrav inför kvalificeringen,
- kvalificeringsprocessen,
- regler för kvalificeringsintervall, rekvalificering etc.

I de regelverk som i nuläget finns används olika kvalificeringsordning för olika typer av processer. Som nämnts tidigare är det SKB:s bedömning att det är lämpligt att även i framtiden ansluta till denna indelning dvs tillverkningsprocesser, svetsning och oförstörande provning.

Det är också viktigt att beakta att det kan bli nödvändigt att under tidens lopp göra förändringar i processsystemen inte minst beroende på den snabba utvecklingen inom elektronik och datorer som gör att användare tvingas till systembyten vilket kan medföra att systemet måste rekvalificeras. Vid framtagning av kvalificeringsordningen måste detta beaktas.

### **4.3.2 Tillverkningsprocesser**

Som nämns i avsnitt 2.3.3 har SKB tagit fram rutiner för kvalificering av tillverkningsprocesser och leverantörer i kvalitets- och miljöledningssystemet för kapseltillverkning. Ansvar och uppgifter i denna kvalificeringsordning är att

Leverantörer ska:

- Lämna tillräcklig information om den aktuella processen inklusive tidigare erfarenheter till SKB, så att SKB kan identifiera de processer (eller delprocesser) som är viktiga för kapselkomponenternas framtida funktion.
- Samla information och genomföra, i tillräcklig omfattning, experiment för att det ska vara möjligt att ställa upp acceptanskriterier för den aktuella processen.
- Dokumentera resultat från produktion och experiment och göra dessa tillgängliga för SKB.



SKB ska:

- Identifiera de tillverkningsprocesser som behöver kvalificeras.
- Identifiera (tillsammans med leverantören) vilka processparametrar behöver vara kända och behöver styras.
- Bestämma (i samarbete med leverantören) vilka acceptanskriterier som gäller för dessa parametrar.

Systemet för kvalificering av tillverkningsprocesser kommer att utprovas genom att icke formella kvalificeringar (prekvalificeringar) successivt genomförs för att vinna erfarenheter och vid behov förbättra systemet, se avsnitt 5.5.

### 4.3.3 Svetsning

Friction stir welding (FSW) som är SKB:s referensmetod för svetsning är en relativt ny svetsmetod som i ett antal grundläggande punkter skiljer sig från de mer etablerade smältsvetsmetoderna. SKB:s utgångspunkt är att kvalificera svetsprocess och svetsystem baserat på en internationellt accepterad standard. I dag finns inte någon standard för kvalificering av FSW. Arbete pågår dock inom IIW<sup>2</sup> Commission III-B-1 med att ta fram ISO-standarder som dels beskriver allmänna krav vid FSW men också hur svetsprocesser ska specificeras och kvalificeras. SKB följer detta arbete via vår samarbetspartner TWI<sup>3</sup> och den svenska delegaten i kommissionen. Vi undersöker även möjligheten att aktivt medverka i detta arbete. Något datum för när standarden kan vara framtagen kan inte anges men en uppskattning hamnar i intervallet 2008–2010.

Beträffande kvalificeringsordningen måste det ackrediterande organet som ska övervaka kvalificeringen ha kompetens inom den aktuella svetsstekniken. SKB:s bedömning är att frågan om övervakande organ är lämplig att arbeta med först då standarden för FSW finns.

### 4.3.4 Oförstörande provning

Som framgår av avsnitt 2.3.1 finns i dag en väl fungerande kvalificeringsordning för återkommande provning. Det krävs dock anpassningar för att detta system ska kunna fungera inom kärnbränsleprogrammet.

- Den tekniska dokumentationen som underbygger kvalificeringsmålen måste definieras och struktureras med beaktande av hela systemet för tillverkning och kontroll. Även den nuvarande ordningen för granskningsprocessen behöver anpassas, det ankommer dock inte på SKB att precisera SKI:s granskningsförfarande.
- Kvalificeringsprocessen måste anpassas till produktionskontroll.
- Kvalificeringsorganet måste bygga upp kompetens och ta fram anpassade rutiner. Vidare måste kvalificeringsorganet godkännas av SKI för denna typ kvalificeringar.

---

<sup>2</sup> International Institute of Welding.

<sup>3</sup> The Welding Institute.

## 5 Handlingsplaner

Handlingsplanerna utgår från de planer som SKB presenterat vid de möten som ägt rum med berörda myndigheter. Som konstaterats ovan är en av förutsättningarna för drifttillstånd för inkapslingsanläggning och slutförvar att nödvändiga kvalificeringar av produktionssystemet för kapslar är genomförda. Ytterligare en förutsättning är att försörjningen av kapslar är säkerställd genom att kvalificerade leverantörer finns. Detta innebär att kvalificeringen av produktionssystemets processer är styrande för övriga aktiviteter inom inkapslingstekniken.

### 5.1 Samordning

Vid utformningen av tidsplanerna för kvalificeringarna har tagits hänsyn till:

- Inkapslingsprojektets huvudtidsplan /SKB 2004/.
- Säkerhetsanalysen för slutförvaret.
- Framtagningen av konstruktionsförutsättningar för kapseln.

Kvalificeringsprogrammets handlingsplan utgör ett komplement till tidsplanen för Inkapslingsprojektet. Samordningen med säkerhetsanalysen är viktig eftersom tillförlitlighetsanalyserna av delsystemen som beskrivs i avsnitt 5.3, utgör underlagsrapporter för säkerhetsanalysen. Genom säkerhetsanalysen verifieras att acceptanskriterier och andra krav som ställs på produktionssystemets processer är tillräckliga för att säkerställa slutförvarets långsiktiga säkerhet. Det bör noteras att förändringar i kärnbränsleprogrammets huvudtidsplan kan medföra förändringar i kvalificeringstidsplanen.

### 5.2 Etappmål

Följande etappmål i kvalificeringsprogrammet utgör samlande kontrollpunkter för inkapslingsprojektets framåtskridande, se figur 5-1.

#### ***Etappmål 1***

Det första etappmålet innebär att SKB redovisar:

- Preliminära konstruktionsförutsättningar för kapseln och preliminära specifikationer.
- Underlag för material och processer för tillverkning, förslutning och kontroll.
- Utvecklingsplaner för processer och system samt preliminär kvalificeringsomfattning.

Redovisningen sker i de rapporter som tagits fram inom projekt Dokap /SKB 2006a–f/ i samband med ansökan enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen och Clab.

### **Etappmål 2**

Etappmål 2 innebär att strategin för kvalificeringarna presenteras. Strategin beskriver det angreppssätt som kommer att användas vid kvalificeringarna och även omfattningen av dessa. Vid denna tidpunkt redovisas även hur SKB avser att hantera organisatoriska frågor och kvalitetsfrågor med bäring på kvalificeringarna samt hur kvalificeringsunderlagen kommer att struktureras.

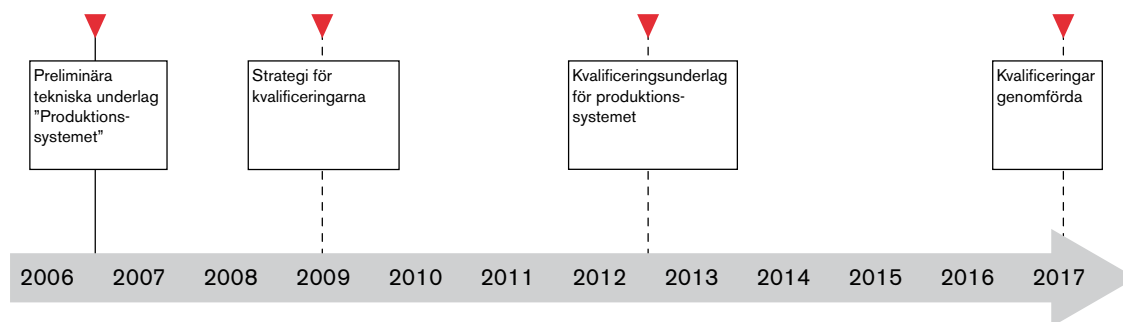
### **Etappmål 3**

Etappmål 3 innebär att SKB redovisar kvalificeringsunderlagen. Viktiga dokument är konstruktionsförutsättningarna och tekniska specifikationer för kapseln, samt underlagen för material och processer som ingår i produktionssystemet. SKI har angett att en delredovisning av denna punkt måste ske vid ansökan enligt kärntekniklagen och miljöbalken för slutförvaret. Förutom de underlag som lämnas vid ansökan behövs kompletteringar för att fylla kraven som underlag för kvalificering.

Redovisningen sker i rapporter upplagda efter ett system som definieras i strategin för kvalificeringarna.

### **Slutmål**

De kvalificeringar avseende kapseln som krävs för drifttillstånd i slutförvarssystemet är genomförda.



**Figur 5-1.** Etappmålen i kvalificeringsprogrammet.

### 5.3 Tillförlitlighetsanalyser

I Fud-program 2004 /SKB 2004/ redovisades planerna för tillförlitlighetsanalyser. Med tillförlitlighetsanalys av ett delsystem avses en undersökning där experiment och analyser i tillräcklig omfattning genomförs för att:

- avgöra vilka processparametrar som behöver vara kända och behöver styras i de ingående processerna,
- ställa upp acceptanskriterier för processerna,
- prediktera sannolikheten för att tekniska krav hos produkten inte innehålls i en framtida produktion.

Huvudaktiviteter i tillförlitlighetsanalyserna är att

- identifiera de processparametrar som bestämmer kvaliteten (materialegenskaper och/eller förekomst av diskontinuiteter),
- kvalitativt och kvantitativt fastställa förekomsten av diskontinuiteter,
- bestämma med vilken sannolikhet diskontinuiteter kan påvisas med oförstörande provning,
- prediktera den framtida produktionskvaliteten baserad på statistiska analyser,
- underbygga acceptanskriterier och kvalificeringsmål.

Tillförlitlighetsanalyserna för vart och ett av de tre delsystemen *Koppar*, *Insats* och *Förslutning* ingår i kvalificeringsprogrammet. SKB har tidigare redovisat att avsikten var att under 2005 sammanställa data avseende tillförlitligheten vid svetsning och fram till mitten av 2006 att ta fram ett program för utvärdering av tillverkningsmetodernas tillförlitlighet och en tidsplan anpassad till den planerade säkerhetsanalysen för slutförvaret, SR-Site.

En tillförlitlighetsstudie avseende delsystem Förslutning har genomförts ”Tillförlitlighet vid förslutning” /Ronneteg et al. 2006/. Studien visar att:

- FSW-processen kan styras med ett antal processparametrar,
- processparametrarna bestämmer om diskontinuiteter kan bildas,
- processen kan drivas inom ett processfönster (avses det tillåtna intervallet som inmatade parametrar och resulterande parametrar får variera inom) där risken för att bilda mindre diskontinuiteter är mycket låg och där större diskontinuiteter inte bildas,
- genom att monitera processparametrarna kan processen kvalitetssäkras,
- OFP-metoderna som utvecklats kan med hög sannolikhet påvisa och storleksbestämma möjliga diskontinuiteter.

Acceptanskriterier för förslutningsprocessen ska ställas på processparametrarna vid svetsning. OFP får primärt en verifierande roll.

Genomförandet av programmet för tillförlitlighetsanalys av delsystem *Insats* pågår och innehåller följande delar:

- Utveckling av metodik för ultraljudprovning av hela insatser.
- Framtagning av acceptanskriterier och inspektionskrav vid oförstörande provning, baseras på en skadetålighetsanalys som genomförs av DNV.
- Bestämning av tillförlitligheten vid OFP av insatsen utförs av Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).
- Utvärdering av processtillförlitligheten vid gjutning, baseras på undersökning av en demonstrationsserie om fem insatser från Metso Foundaries, se även avsnitt 5.5.

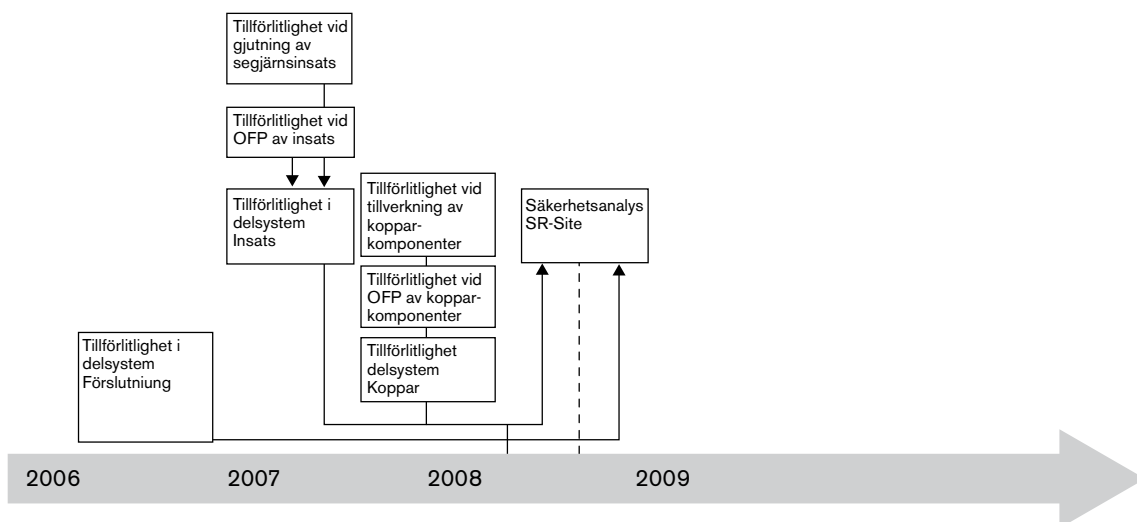
Programmet för tillförlitlighetsanalys av delsystem *Koppar* pågår på motsvarande sätt och omfattar:

- Utveckling av metodik för ultraljudprovning av kopparrör och lock/bottnar.
- Fastställande av inspektionskrav baserat på angivna krav i konstruktionsförutsättningarna för kapseln /SKB 2006b/.
- Bestämning av tillförlitligheten vid OFP av insatsen, detta utförs av Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).
- Utvärdering av processtillförlitligheten vid tillverkning av kopparkomponenter.

De pågående tillförlitlighetsanalyserna av delsystemen *Koppar* och *Insats* kommer att redovisas i följande rapporter:

- Analys av tillförlitligheten i delsystem *Koppar*, planerad underlagsrapport för SR-Site.
- Analys av tillförlitligheten i delsystem *Insats*, planerad underlagsrapport för SR-Site.

Båda programmen beräknas färdigställas under 2008. Figur 5-2 visar i blockform huvudragen i tillförlitlighetsanalyserna.



**Figur 5-2.** Program för tillförlitlighetsanalyserna av delsystemen *Förslutning*, *Koppar* och *Insats*.

## 5.4 Utveckling av organisation och ledningssystem

SKB:s nuvarande verksamhet inom inkapslingstekniken drivs som ett utvecklingsprojekt. Genomförande av kvalificeringsprogrammet förutsätter samordning med motsvarande planer för uppbyggnad av produktionssystemet dvs uppbyggnaden av organisationsstruktur, kvalitets- och miljöledningssystem samt anläggningar och processsystem.

Organisatoriskt planeras det framtida produktionssystemet omfatta två delar:

*”Inkapsling”* – är organisationen som kommer att svara för verksamheten i inkapslingsanläggningen och som har ansvaret för delsystem Förslutning.

*”Kapselabrik”* – är organisationen som kommer att svara för leverans av kapslar och kapselkomponenter till inkapslingsanläggningen och därmed ansvara för beställningar av kapselkomponenter och tillse att kvalitetskraven innehålls.

Inom *”Kapselabrik”* ryms även följande verksamheter:

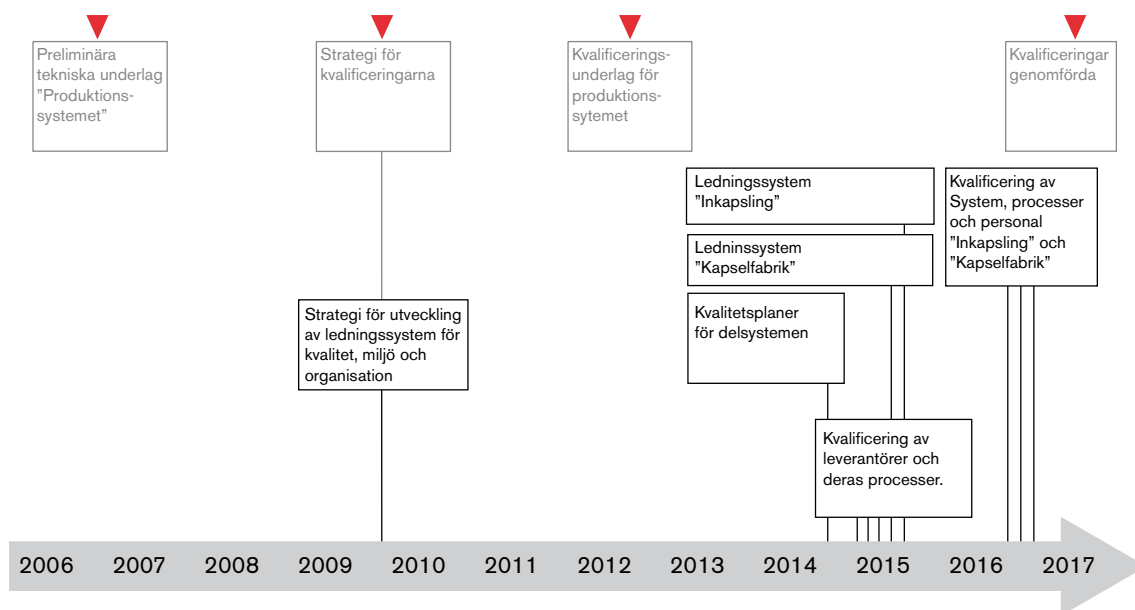
- slutbearbetning av kapselkomponenter,
- svetsning av botten på kopparkapseln,
- kvalitetskontroll av kapselkomponenter,
- montering av kapslar.

SKB har utvecklat ett kvalitets- och miljöledningssystem för kapseltillverkning vilket är baserat främst på ISO 9001. Systemet används vid utveckling och provtillverkning hos leverantörer. Det är övergripande beskrivet i en kvalitetshandbok som styr underliggande dokument, dvs specifikationer, ritningar, rutinbeskrivningar och blanketter samt en kvalitetsplan som anger SKB:s och leverantörers huvudsakliga aktiviteter under alla väsentliga delar av kapseltillverkningen. Systemet behöver anpassas för den framtida produktionssituationen och kompletteras så att det omfattar även delsystem Förslutning och integreras i SKB:s ledningssystem.

Det arbete som planeras innebär att:

- tekniska specifikationer och rutinbeskrivningar utarbetas och redovisas 2012 i enlighet med kvalificeringsprogrammets etappmål 3,
- kvalitetsplaner som beskriver hur kvaliteten säkerställs i de produktionsflöden som sker inom de olika delsystemen utarbetas och redovisas 2014,
- kvalitets- och miljöledningssystemet kompletteras med organisation och rutiner för SKB:s anläggningar, detta redovisas 2015,
- kvalificering i SKB:s anläggningar av system, processer, och personal påbörjas under 2016. Kvalificering av leverantörer och processer hos leverantörer beräknas kunna påbörjas tidigare, men är beroende av att krav och beskrivningar avseende kvalitet och miljö inom delsystemen har fastställts.

Milstolparna i detta arbete visas i figur 5-3. Som referens visas även kvalificeringsprogrammets etappmål.



Figur 5-3. Organisations- och kvalitetsutveckling kopplad till kvalificeringarnas genomförande.

## 5.5 Kvalificering av tillverkningsprocesser

### Kvalificeringarnas omfattning

Kvalificeringarna omfattar såväl leverantörer som deras processer. Kvalificeringarna genomförs i SKB:s regi enligt rutinerna KT0602 (Qualification of Manufacturing process), KT0603 (Qualification of Supplier/Subcontractor, manufacturing) och KT0604 (Qualification of Supplier/Subcontractor, inspection and metrological confirmation) i ledningssystemet för kapseltillverkning /SKB 2005/.

### Kravbild

De viktigaste kraven på kapselkomponenterna anges i konstruktionsförutsättningarna för kapseln /SKB 2006b/ vilka också har sammanställts i /SKB 2006c/. Kraven uttrycks i SKB:s tekniska specifikationer. Acceptanskriterier för segjärnsinsatsen är under utarbetande.

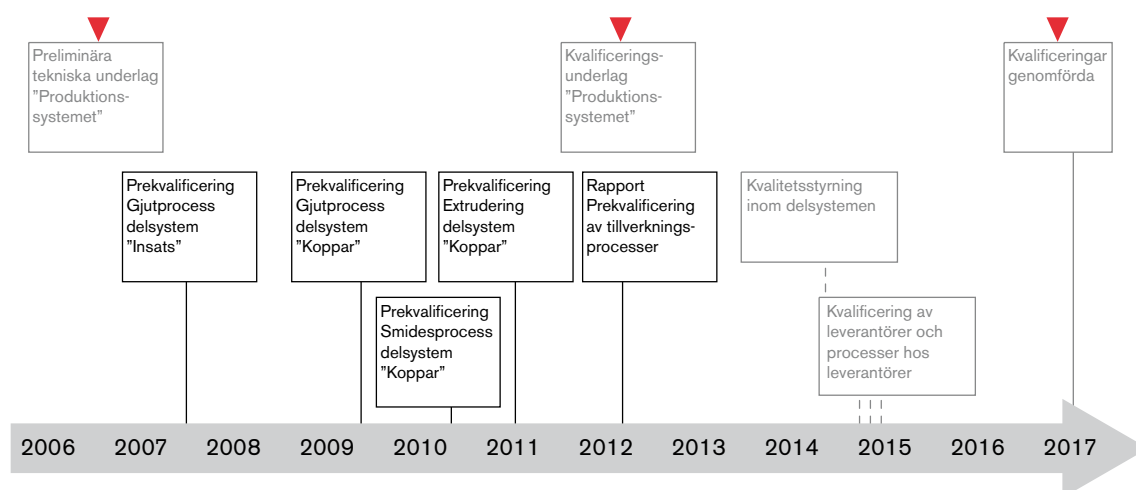
### Tids- och aktivitetsplaner

Tidsplaneringen utgår från etappmålen som definierats i avsnitt 5.2. Handlingsplanen innebär parallella aktiviteter avseende utvecklingen av kvalificeringsordningen för tillverkningsprocesserna och erfarenhetsuppbyggnad kring framtagning av de tekniska kvalificeringsunderlagen vad det gäller krav, metoder etc.

SKB:s avsikt är att i ett första skede genomföra icke formella kvalificeringar av processerna, benämnda prekvalificeringar. Syftet med dessa är att erhålla erfarenheter av tillämpning av SKB:s rutin för kvalificering av processer och framtagningen av de underlag som rutinen föreskriver. Resultat och erfarenheter sammanställs och en handlingsplan tas fram för genomförandet av de formella kvalificeringarna. SKB:s plan är att genomföra prekvalificeringar av processerna i delsystem Koppar och Insats som utförs hos leverantörer under åren 2009–2012. Sluttidpunkten är vald med tanke på att de slutliga tekniska underlagen för OFP i dessa delsystem ska rapporteras 2012. Genomförandet av prekvalificeringsprogrammet ger möjligheter att tidigt ta hand om viktiga frågeställningar och även ge utrymme för myndigheternas granskning genom att en rapport som beskriver erfarenheterna från prekvalificeringarna både vad det gäller frågor som berör teknik och kvalificeringsordning.

Arbetet inför prekvalificeringar har inletts genom att ett kontrakt har slutits med Metso Foundaries i Karlstad om utveckling av gjutningsprocessen för insatser. Målet är att få fram de tekniska kvalificeringsunderlagen under 2007. Motsvarande aktiviteter planeras för gjutning av kopparämnen 2009, smidning av lock och bottenar 2010 samt extrudering av kopparrör 2011.

Processkvalificeringarna beräknas kunna påbörjas i samband med driftansökan och måste vara genomförda vid en tidpunkt som säkerställer att ingen försening uppstår i handläggningen av denna. Milstolparna i detta arbete visas i figur 5-4. Som referens visas även kvalificeringsprogrammets etappmål.



**Figur 5-4.** Prekvalificeringsprogrammet för tillverkningsprocesserna i delsystem Insats och Koppar.



## 5.6 Kvalificering av oförstörande provning

Vid samråd mellan SKB och myndigheterna har en handlingsplan för kvalificering av OFP successivt utarbetats.

### **Kvalificeringarnas omfattning**

I referensutförningen av produktionssystemet för kapseltillverkning kommer slutlig tredjepartskvalificerad OFP av kapselkomponenter och förslutningssvets att utföras i kapselfabriken respektive i inkapslingsanläggningen. En första kvalitetskontroll sker hos leverantören för att undvika att defekt material går vidare i produktionssystemet. Denna provning kvalificeras för ändamålet i SKB:s regi.

### **Kravbild**

Kravbild för oförstörande provning som styr utvecklingen har identifierats och redovisas i två rapporter /SKB 2006ef/. De viktigaste kraven för OFP rör tillförlitlighet vid provningen dvs detekteringsförmåga och noggrannhet vid storleksuppskattning.

Undersökningar för att fastställa tillförlitlighetskraven för de metoder som utvecklas för provning av kapselkomponenter och svetsar pågår och beräknas vara genomförda för samtliga aktuella provmetoder till 2008, se avsnitt 5.3.

Utarbetande av de underlag som ska myndighetsgranskas förutsätter att myndigheternas kravbild på dessa är förtydligad.

### **Tids- och aktivitetsplaner**

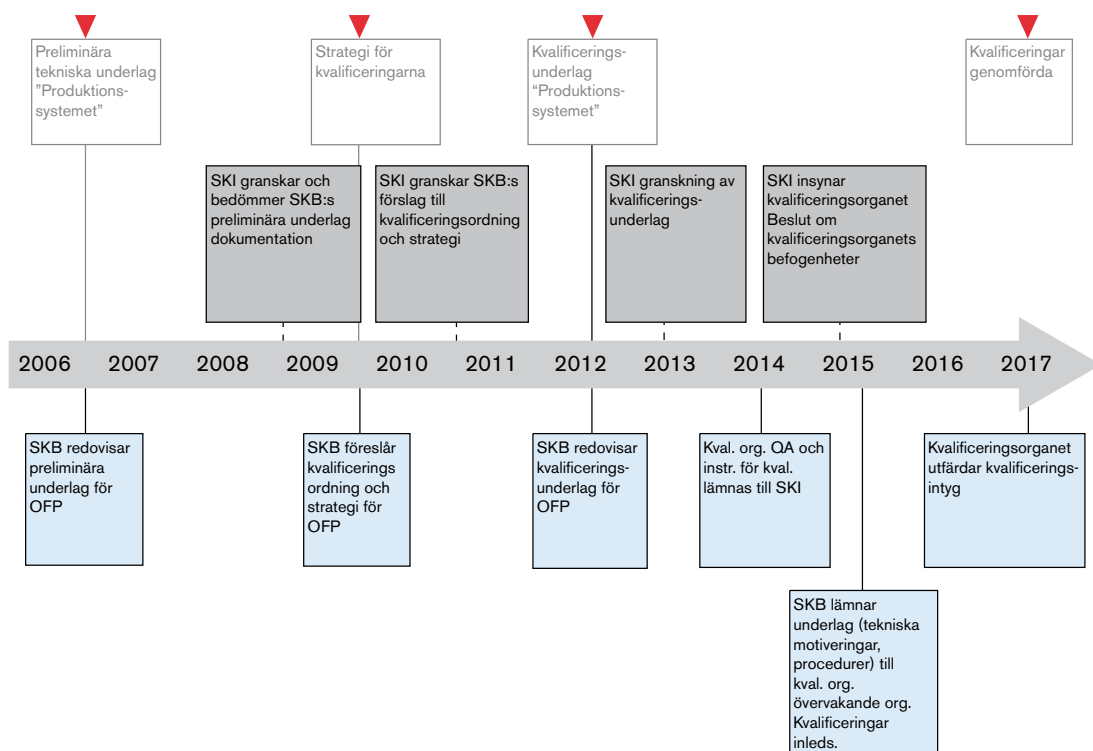
I planen som visas i figur 5-5 har huvudaktiviteterna och milstolpar i handlingsplanen för kvalificering för OFP identifierats, som referens visas kvalificeringsprogrammets etappmål. Kommentarer till milstolparna ges i tabell 5-1.

Enligt den plan som SKB föreslår ska strategin inför kvalificeringarna vara utarbetad och läggas fram 2009.

Kompetensuppbyggnad hos kvalificeringsorganet SQC sker i ett långsiktigt perspektiv där fokus i nuvarande skede ligger i att följa forskning och utveckling med bäring på kvalificeringsfrågor. Det är således av vikt att kvalificeringsorganet bereds möjlighet att följa relevanta delar av den forskning och utveckling som kommer att användas som underlag för de redovisningar av teknisk dokumentation som planeras.

Kvalificeringsorganets roll, i tidsperspektivet 2009, är inriktad mot att tillsammans med SKB utarbeta strategin för kvalificeringarna. Detta innebär bl a att utarbeta en gemensam plattform och arbetsordning för kvalificeringarnas genomförande. Önskvärt är att även handlingsplaner avseende kvalificeringsorganets ledningssystem, instruktioner, dokumenthantering, kompetensfrågor fastställs. En förutsättning för detta är dock att myndigheternas kravbild i detta avseende finns redovisad. Utgående från den framlagda strategin vidtar förberedelsearbetet inom kvalificeringsorganet som beräknas pågå fram till 2014, då SKI insynar och lämnar sitt godkännande.

De detaljerade tekniska motiveringarna för OFP utarbetas under perioden 2012–2015 och framläggas för kvalificeringsorganet 2015 varvid kvalificeringarna tar sin början.



**Figur 5-5.** Handlingsplan för kvalificering av OFP. Kommentarer till milstolparna figuren finns i tabell 5-1.

**Tabell 5-1. Kommentarer till milstolparna i figur 5-5.**

**SKB redovisar preliminära underlag för OFP (år 2006)**

OFp underlaget utgör de tillämpliga delarna avseende OFP som ingår i Dokap-redovisningen /SKB 2006ef/.

**SKB föreslår kvalificeringsordning och strategi för OFP (år 2009)**

I strategin beskrivs angreppssättet i det fortsatta arbetet detta gäller såväl kvalificeringsordningen som kvalificeringsprocessen. Utarbetandet av strategin sker i samarbete mellan SKB och kvalificeringsorganet för att ange hur de krav som myndigheterna ställer ska uppfyllas. Det förberedande arbetet inför detta förutsätter alltså att myndighetskraven är förtydligade för aktörerna, dvs såväl SKB som kvalificeringsorganet.

Detta gäller krav avseende:

- kvalificeringsordningen och aktörernas ledningssystem och dokumenthantering,
- instruktioner för och bedömningsgrunder vid kvalificering.

**SKB redovisar kvalificeringsunderlag för OFP (år 2012)**

SKB redovisar kvalificeringsunderlagen. Viktiga dokument är konstruktionsförutsättningarna för kapseln och tekniska specifikationer, samt underlagen för material och processer som ingår i produktionssystemet. SKI har angett att en redovisning av denna milstolpe ska ske vid ansökan enligt kärntekniklagen och miljöbalken för slutförvaret. Förutom de underlag som lämnas vid ansökan behövs kompletteringar för att fylla kraven som underlag för kvalificering.

**Kvalificeringsorganets ledningssystem och instruktioner redovisas (lämnas till SKI år 2014)**

Framtagningen av denna dokumentation sker enligt de förutsättningar som ges i den föreslagna strategin/kvalificeringsordningen och myndigheternas granskningsrapport och beslut. Ledningssystem, dokumenthantering, instruktioner mm redovisas.

Ansvaret för denna milstolpe är kvalificeringsorganet.

### **SKB lämnar kvalificeringsunderlagen, tekniska motiveringar och procedurer till kvalificeringsorganet (år 2015)**

Framtagningen av denna dokumentation följer samma förutsättningar som gäller för kvalificeringsorganets ledningssystem. Milstolpen förutsätter dels att SKI genomfört insyningen av kvalificeringsorganet och beslutat om dess befogenheter och dels att SKI genomfört granskningen av underlagen.

Ansvarig för denna milstolpe är SKB.

### **Kvalificeringsorganet utfärdar kvalificeringsintyg (år 2017)**

Denna milstolpe innebär att den kvalificeringsprocess som sker enligt den definierade kvalificeringsordningen inleds i och med att SKB lämnar tekniska motiveringar och procedurer är genomförd. Kvalificeringsprocessen utarbetas enligt det angreppssätt som ges i strategin och därtill kopplade myndighetsbeslut avseende kriterier och bedömningsgrunder vid kvalificeringarna.

---

## **5.7 Kvalificering av svetsning**

### ***Kvalificeringarnas omfattning***

Svetsning kommer att ske i kapsel fabriken där kopparkapselns botten svetsas fast och i inkapslingsanläggningen där kapseln försluts. Båda dessa processer kommer enligt referensutformningen av produktionssystemet att utföras med friction stir welding (FSW). Svetsning av kapselns botten och förslutning kommer att vara nära nog identiska. Även systemen för botten svetsning respektive svetsning av förslutningen kommer att vara lika i stora delar. Styrsystem, svetsverktyg och processparametrar kommer att vara identiska i de båda anläggningarna. Den enda skillnaden är att svetsningen av botten planeras ske med kapseln liggande. Båda svetsprocesserna kommer att kvalificeras.

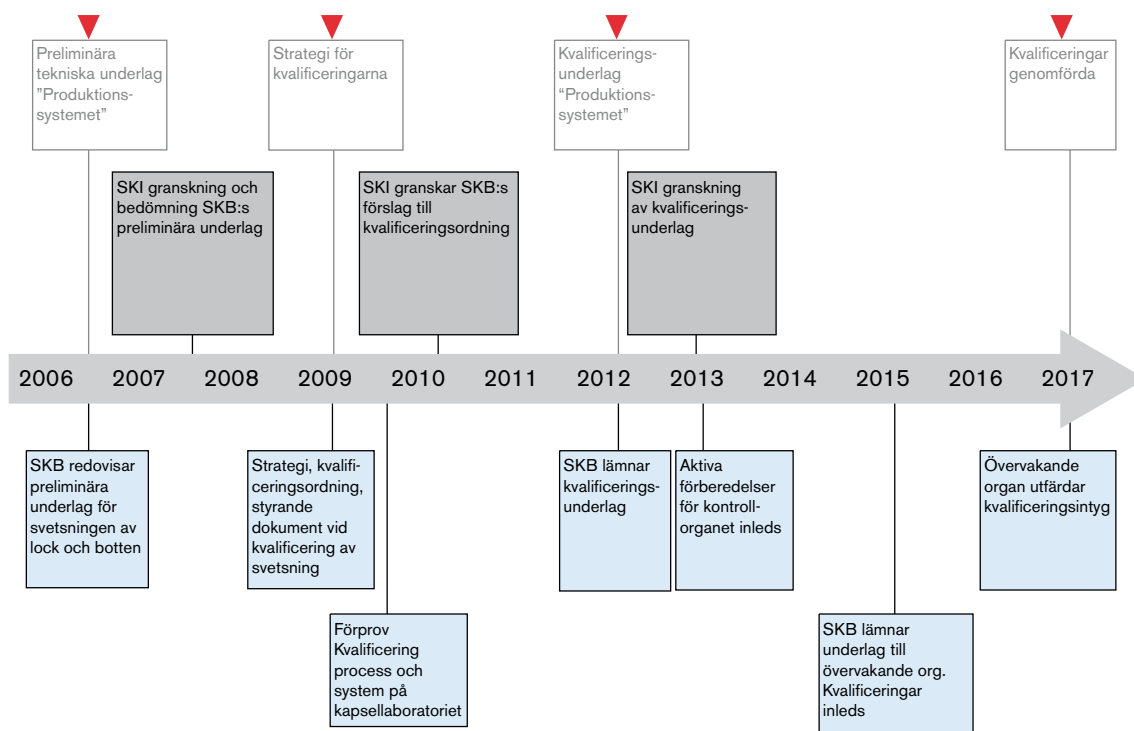
### ***Kravbild***

Kravbilden vid svetsning har identifierats och rapporterats /SKB 2006d/. För kopparkapselns botten svets finns vissa kvalitetskrav definierade i SKB:s tekniska specifikation KTS003 (Quality Requirements for Copper Base Welding) /SKB 2005/.

### ***Tids- och aktivitetsplan***

I planen som visas i figur 5-6 har huvudaktiviteterna och milstolpar i handlingsplanen för kvalificering av svetsning identifierats, som referens visas kvalificeringsprogrammets etappmål. Kommentarer till milstolparna ges i tabell 5-2.

SKB:s strategi att vid kvalificeringen av svetsprocesserna utgå från den standard för FSW som är under utarbetande och utifrån denna föreslå hur kvalificeringsarbetet ska fortlöpa. Om det visar sig att det inte inom rimlig tid kommer fram en standard eller att standarden inte utgör en lämplig bas för kvalificeringen av svetsprocesserna avser SKB att utifrån befintliga svetsstandarder och andra relevanta dokument utarbeta ett förslag för hur kvalificeringarna ska genomföras, detta gäller även hanteringen av frågor kring det övervakande organet vid kvalificering.



**Figur 5-6.** Handlingsplan för kvalificering av svetsning. Kommentarer till milstolparna i figuren finns i tabell 5-2.

**Tabell 5-2. Kommentarer till milstolparna i figur 5-6.**

**SKB redovisar preliminära underlag för svetsningen av lock och botten (år 2006)**

Svetsunderlaget utgör de tillämpliga delarna avseende svetsning som ingår i Dokap-redovisningen /SKB 2006d/.

**Strategi, kvalificeringsordning och styrande dokument vid kvalificering av svetsning (år 2009)**

I strategin beskrivs angreppssättet i det fortsatta arbetet detta gäller såväl kvalificeringsordningen som kvalificeringsprocessen. Utarbetandet av strategin är ett gemensamt arbete mellan SKB och det övervakande organet för att ange hur de krav som myndigheterna ställer ska uppfyllas. Det förberedande arbetet inför detta förutsätter alltså att myndighetskraven är förtydligade för aktörerna, dvs såväl SKB som det övervakande organet.

Detta gäller krav avseende:

- kvalificeringsordningen, styrande dokument, dokumenthantering mm,
- instruktioner för och bedömningsgrunder vid kvalificering,
- övriga frågor gällande det övervakande organet.

Strategin dokumenteras i en rapport som tillställs myndigheterna för granskning.

**SKB lämnar kvalificeringsunderlag (år 2012)**

Innehållet i redovisningen kommer att definieras senare.

**SKB lämnar underlag för aktuella svetsningar och procedurer till övervakande organet (år 2015)**

Milstolpen förutsätter SKI genomfört granskningen av underlagen och godkänt dessa.

**Övervakande organet godkänner kvalificeringen (år 2017)**

Denna milstolpe innebär att den kvalificeringsprocess som sker enligt den definierade kvalificeringsordningen inleds i och med att SKB lämnar underlag för aktuella svetsningar och svetsprocedurer är genomförd. Kvalificeringsprocessen följer det angreppssätt som ges i strategin och därtill kopplade myndighetsbeslut avseende kriterier och bedömningsgrunder vid kvalificeringarna.

## 6 Programmets genomförande

Det presenterade programmet utgör referensalternativet för kvalificering av produktions-systemet för kapseln. Referensalternativet kan komma att ändras av olika skäl t ex att nya processer tillkommer eller att huvudtidsplanen i kärnbränsleprogrammet ändras.

Det är SKB:s utgångspunkt att programmets genomförande följs upp innanför ramen av uppföljningen av Fud-program och de tekniska informationsmötena inom inkapslings-tekniken mellan SKB, SKI och SSI.

Det återstår, enligt SKB:s referenstidsplan, från ansökanstillfället till dess att ett driftillstånd erhålls 11 år. Under denna tidsrymd kommer det att pågå fortsatt utveckling av processer. De referensprocesser som SKB anger i samband med ansökan enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen kan därför komma att ändras med alternativa eller tillkommande processer som under perioden når en utvecklingsnivå som gör att de är lämpliga att infoga i tillverkningssystemet. Ett exempel på en sådan process är ”Pierce and Draw” som innebär att en kapsel med integrerad botten tillverkas. Kvalificering av en sådan kompletterande eller alternativ metod och därtill kopplad kvalificering av kvalitetskontrollen kan ske vid en lämplig tidpunkt och inte nödvändigtvis kopplat till ett driftillstånd för inkapslings-anläggning och slutförvaret.

## 7 Referenser

**Ronneteg U, Cederqvist L, Rydén H, Öberg T, Müller Ch, 2006.** Reliability in sealing of canister for spent nuclear fuel. SKB R-06-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2004.** Fud-program 2004. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning (SKB:s handlingsplan i bilaga). Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2005.** Kapseltillverkning. Kvalitetshandbok (pärm 1). Ritningar, Specifikationer, Rutiner (pärm 2). Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006a.** Kapsel för använt kärnbränsle. Tillverkning och förslutning. SKB R-06-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006b.** Kapsel för använt kärnbränsle. Konstruktionsförutsättningar. SKB R-06-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006c.** Kapsel för använt kärnbränsle. Tillverkning av kapselkomponenter. SKB R-06-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006d.** Kapsel för använt kärnbränsle. Svetsning vid tillverkning och förslutning. SKB R-06-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006e.** Kapsel för använt kärnbränsle. Oförstörande provning av kapselkomponenter. SKB R-06-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006f.** Kapsel för använt kärnbränsle. Oförstörande provning av svetsar. SKB R-06-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKI, 2000.** Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om mekaniska anordningar i vissa kärntekniska anläggningar. SKIFS 2000:2, Statens kärnkraftinspektion.

**SKI, 2005.** Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om mekaniska anordningar i vissa kärntekniska anläggningar. SKIFS 2005:2 (ersätter SKIFS 2000:2), Statens kärnkraftinspektion.

**Svensk Standard, 2006.** Kvalitetskrav för smältsvetsning av metalliska material – Del 2: Omfattande kvalitetskrav. SS-ISO 3834-2:2005.