

Plan 2010

Kostnader från och med år 2012 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Underlag för avgifter och säkerheter åren 2012–2014

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2010

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



Förord

Enligt gällande regelverk åligger det de företag som har tillstånd att inneha kärnkraftsreaktorer att upprätta en beräkning av kostnaderna för samtliga åtgärder som behövs för att omhänderta det kärnbränsle som använts i reaktorerna och övriga radioaktiva restprodukter samt avveckla och riva reaktoranläggningarna. Regelverket omfattar lagen (2006:647) och förordningen (2008:715) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet. Kostnadsberäkningen ska periodvis inlämnas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer. SKB:s ägare har uppdragit åt SKB att upprätta en sådan kostnadsberäkning gemensamt för tillståndshavarna av de svenska kärnkraftverken.

Föreliggande rapport, som är den tjugooåttonde planredovisningen sedan starten med Plan 82, ger en uppdaterad sammanställning av dessa kostnader. I likhet med tidigare rapporteringar redovisas kostnaderna för två fall. Det första fallet avser systemet i sin helhet inklusive omhändertagande av radioaktivt driftavfall samt visst avfall som härrör från andra anläggningar än de som tillhör SKB:s ägare. Detta fall har baserats på ett scenario rörande reaktordriften som bygger på kraftverksägarnas aktuella planering. Det andra fallet avser systemet med de begränsningar som följer av regelverket. Här stipuleras den tid för drift av reaktorerna som ska utgöra grund för avgifter.

Rapporten är disponerad i tre delar:


Kapitel 1 som ger bakgrundsinformation rörande finansieringslagen och SKB:s kalkylmodell.

Kapitel 2 som informerar om den underliggande kalkylen som bygger på aktuella planer för reaktordriften och SKB:s verksamhet.

Kapitel 3 som avser den kostnadsredovisning som faller under finansieringslagen och som utgör det primära syftet med rapporten.

Stockholm i december 2010

Svensk Kärnbränslehantering AB



Claes Thegerström

Sammanfattning

Ett företag som har tillstånd att inneha ett kärnkraftverk har ansvaret för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnreaktorerna samt att avveckla reaktorinstalleringarna efter avslutad drift. De viktigaste åtgärderna är att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs för detta samt att bedriva därtill kopplad forskning och utveckling. Finansieringen av dessa åtgärder bygger på att medel fonderas genom att tillståndsinnehavarna betalar kärnavfallsavgifter till staten, främst under tiden reaktorerna är i drift men även senare om så skulle behövas. Utöver dessa avgifter ska tillståndshavarna ställa vissa säkerheter till staten.

Systemet med kärnavfallsavgifter och säkerheter regleras i finansieringslagen (2006:647) med tillhörande förordning (2008:715). Detta regelverk gör skillnad mellan å ena sidan tillståndshavare för en eller flera reaktorer där minst en är i drift, och å andra sidan tillståndshavare vars samtliga reaktorer permanent tagits ur drift efter den 31 december 1995. En tillståndsinnehavare i den förra kategorin kallas reaktorinnehavare och betalar avgifter baserade på producerad el (öre/kWh). Det finns i dag tre reaktorinnehavare, nämligen Forsmark Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag och Ringhals AB. En tillståndsinnehavare i den senare kategorin, idag Barsebäck Kraft AB, kan åläggas att betala ett visst belopp årsvis.

SKB har av kärnkraftföretagen gemensamt uppdragits att beräkna och sammanställa de framtida kostnaderna för de åtgärder som på detta sätt åvilar dem. Enligt regelverket ska en sådan kostnadsredovisning inlämnas till myndigheten med vissa intervall. Fortsättningsvis ska detta göras vart tredje år men under en övergångsperiod har vartannat år gällt. Plan 2010, som tar vid efter Plan 2008, kommer således att följas av Plan 2013.

De framtida kostnaderna baseras på SKB:s aktuella planering rörande systemets utformning och tidsplanen för dess genomförande. Den aktuella utformningen benämns referensutformningen och genomförandeplanen i stort benämns referensscenariot. Denna rapport baseras på den föreslagna inriktningen av verksamheten som presenterats i SKB:s Fud-program 2010. Mängden använt kärnbränsle som ska omhändertas är i detta scenario baserat på en drifttid av 50 år för var och en av reaktorerna i Forsmark och Ringhals och 60 år för reaktorerna i Oskarshamn. Avrundat motsvarar detta bränsle 6 000 kopparkapslar.

I föreliggande rapport redovisas för information kostnadsberäkningen av referensscenariot och underlaget för detta i viss omfattning. Något krav utifrån regelverket att sådan redovisning ska lämnas in till myndigheten finns inte men eftersom den ligger till grund för de övriga kalkylerna har SKB funnit det av värde att inkludera den i rapporten. Detta sker i kapitel 2. Kostnadsredovisningen enligt finansieringslagen återfinns i kapitel 3. Därtill lämnas till myndigheten ett separat tabellverk med de detaljerade uppgifter som myndigheten behöver för sin granskning och för sina beräkningar. Tabellverket ger bland annat fördelningen av kostnaderna på de fyra kärnkraftföretagen.

Referensscenariot omfattar följande anläggningar och system i drift:

- Transportsystem för radioaktiva restprodukter.
- Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, Clab.
- Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall, nuvarande SFR.
- Laboratorier för utveckling av inkapslings- och slutförvarsteknik.

Referensscenariot omfattar även följande tillkommande anläggningar eller anläggningsdelar:

- Kapselabrik och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle.
- Slutförvar för använt kärnbränsle, Kärnbränsleförvaret.
- Utbyggnad av SFR för att rymma kortlivat avfall från rivningen av kärnkraftverken och en mindre mängd driftavfall samt för att ställa utrymme till förfogande för mellanlagring av långlivat radioaktivt avfall.
- Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall, SFL.

Kostnaderna enligt referensscenariot omfattar även kostnader för forskning, utveckling och demonstration (Fud), samt för SKB centralt. Det senare omfattar allmänna funktioner såsom företagsledning, verksamhetsstöd, kommunikation, miljö, övergripande säkerhetsfrågor etc. Dessutom innefattas kostnader för avveckling av dels reaktorläggningarna, dels de anläggningar som finns på kraftverksområdena för mellanlagring eller slutförvaring av radioaktivt avfall.

Finansieringslagen tillsammans med förordningen stipulerar ett antal villkor som får effekt för det scenario som bestämmer omfattningen av den beräkningsmodell som SKB använder vid framtagandet av avgiftsunderlag m m. Framförallt gäller detta den drifttid för reaktorerna som ska utgöra grund för bedömningen av mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall samt kravet på att osäkerheter avseende den framtida utvecklingen inom olika områden måste kunna bedömas. Det senare ger att en sannolikhetsbaserad osäkerhetsanalys av den typ SKB tillämpar torde vara nödvändig. Regelverket stipulerar även att beräkningen enbart ska omfatta restprodukter vilket, enligt finansieringslagens definition, utesluter omhändertagandet av driftavfall. Bland annat exkluderas då kostnaderna för SFR i dess nuvarande funktion som slutförvar för driftavfall.

Den mängd använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som ska omhändertas är kopplad till drifttiden för reaktorerna. Den avgiftsgrundande drifttiden anges i regelverket och är där satt till 40 år. En minimigräns är stipulerad innebärande att en återstående drifttid om minst sex år ska tillämpas om det inte finns skäl att anta att driften kan komma att upphöra dessförinnan. I föreliggande kalkyl innebär denna regel drift minst till och med 2017. Avgiftsberäkningen, som görs av myndigheten, bygger sedan på en prognos rörande den återstående elproduktionen under samma tid.

Vid sidan av inbetalning av avgifter ska en reaktorinnehavare ställa två typer av säkerheter. En säkerhet ska täcka beslutade avgifter som ännu ej är inbetalda. Denna säkerhet avtar successivt i takt med att reaktorns drifttid närmar sig 34 år men kommer därefter att plana ut vid den minimitid om sex år som då inträder enligt vad som nämndes ovan. Underlaget för denna säkerhet benämns finansieringsbeloppet. Beräkningen sker i princip som för avgiftsunderlaget men kostnaderna begränsas till omhändertagande av de restprodukter som föreligger då kalkylen tar vid. I denna redovisning den 31 december 2011.

Den andra säkerheten avser det fallet att medel i Kärnavfallsfonden kan antas vara otillräckliga som en följd av oplanerade händelser samtidigt som möjligheten att öka avgiftsinbetalningarna och skriva upp den tidigare nämnda säkerheten av någon anledning bortfaller. Underlaget för denna säkerhet benämns kompletteringsbeloppet.

För en tillståndshavare vars reaktorer är permanent avställda, i vårt fall Barsebäck Kraft AB, är enbart den första typen av säkerhet aktuell när det gäller det kostnadsunderlag som ska inlämnas till myndigheten. Kompletteringsbeloppet nedan gäller således enbart Forsmark, Oskarshamn och Ringhals.

Resultatet av kalkylen framgår nedan. Beloppen avser framtida kostnader från och med 2012 och är angivna i prisnivå januari 2010.

Den återstående grundkostnaden	89,8 miljarder kronor
Underlag för finansieringsbelopp	83,6 miljarder kronor
Kompletteringsbelopp	
– vid 80 % konfidensgrad	13,1 miljarder kronor

Innehåll

Förklaringar	8
1 Finansieringslagen och SKB:s kalkylmodell	9
1.1 Finansieringslagen	9
1.2 Belopp att redovisa under finansieringslagen	10
1.3 SKB:s kalkylmodell	11
2 Kostnader enligt referensscenariot	15
2.1 Översiktlig systembeskrivning	15
2.2 Särskilda förutsättningar som underlag för plankalkylen	18
2.2.1 Driftscenarier för reaktorerna samt mängder använt kärnbränsle och radioaktivt avfall	18
2.2.2 Den övergripande tidsplanen för genomförandet	19
2.2.3 Lokalisering av framtida anläggningar	20
2.2.4 Avveckling av kärnkraftverk	20
2.3 Beskrivning av anläggningar inom Kärnbränsleprogrammet	22
2.3.1 Forskning, utveckling och demonstration – Fud	22
2.3.2 Clab – Centralt mellanlager för använt kärnbränsle	24
2.3.3 Inkapsling av använt kärnbränsle	25
2.3.4 Kärnbränsleförvaret	27
2.4 Beskrivning av anläggningar inom Lomaprogrammet	30
2.4.1 SFR – Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall	30
2.4.2 Anläggningar vid kärnkraftverken för mellanlagring eller deponering av kortlivat radioaktivt avfall	32
2.4.3 SFL – Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall	33
2.5 Beskrivning av transportsystemet	33
2.6 Beräkningsmetodik	34
2.7 Kostnadsredovisning	35
2.7.1 Framtida kostnader	35
2.7.2 Nedlagda och budgeterade kostnader	36
3 Kostnader enligt finansieringslagen	39
3.1 Driftscenarier för reaktorerna samt mängder använt kärnbränsle och radioaktivt avfall	39
3.2 Förändringar i systemet jämfört med referensscenariot	39
3.3 Beräkningsmetodik	41
3.3.1 Framtida reala prisförändringar	41
3.3.2 Den successiva principen – en sannolikhetsbaserad kalkylmetod	41
3.3.3 Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken	42
3.4 Variationer och osäkerheter beaktade i kalkylen	44
3.4.1 Allmänt	44
3.4.2 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”samhälle”	46
3.4.3 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”ekonomi”	46
3.4.4 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”genomförande”	46
3.4.5 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”organisation”	48
3.4.6 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”teknik”	48
3.4.7 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”kalkylering”	49
3.5 Kostnadsredovisning	49
3.5.1 Allmänt	49
3.5.2 Återstående grundkostnad	50
3.5.3 Underlag för finansieringsbelopp	52
3.5.4 Kompletteringsbelopp	52

Förklaringar

BFA	Bergum för avfall.
BWR	Kokvattenreaktor.
Clab	Centralt mellanlager för använt kärnbränsle.
Clink	Clab och inkapslingsanläggningen som en integrerad anläggning
Fud	Forskning, utveckling och demonstration.
kkv	Kärnkraftverk.
Kärnbränsleförvaret	Slutförvar för använt kärnbränsle
PWR	Tryckvattenreaktor.
SFL	Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall.
SFR	Slutförvar för kortlivat radioaktivt drift- och rivningsavfall.
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten.
TWh	Terawattimmar, energienhet lika med en miljard kWh.
MWh	Megawattimmar, energienhet lika med tusen kWh.
MWd	Megawattdygn, energienhet lika med 24 000 kWh.
Ton uran eller tU	Mått på mängd använt kärnbränsle vilken definieras som vikten av uran som finns i bränsleelementen när de sätts in i reaktorn (före bestrålning).
Energiutnyttjningsfaktor	Ett tal uttryckt i procent som anger förhållandet mellan under året producerad energi och den energi som teoretiskt skulle ha producerats om kärnkraftblocket drivits med full effekt under årets samtliga timmar (faktorn ligger normalt mellan 75 % och 90 %).
Utbränningsgrad	Ett värde som här anger den energimängd som erhållits ur bränslet uttrycks vanligen i MWd per kg uran (MWd/kgU).
Restprodukter	"Kärnämne som inte skall användas på nytt och kärnavfall som inte utgör driftavfall" (enligt lag (2006:647) om finansiella åtgärder för hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet). Kärnämne i det här fallet är använt kärnbränsle. Driftavfall är sådant radioaktivt avfall som omhändertas och slutförvaras under pågående drift eller strax efter i anslutning till att reaktorn permanent ställs av.

1 Finansieringslagen och SKB:s kalkylmodell

1.1 Finansieringslagen

Ett företag som har tillstånd att inneha ett kärnkraftverk har ansvaret för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnreaktorerna samt att avveckla reaktoranläggningarna efter avslutad drift. De viktigaste åtgärderna är att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs för detta samt att bedriva därtill kopplad forskning och utveckling. Finansieringen av dessa åtgärder bygger på att medel fonderas genom att tillståndsinnehavarna betalar kärnavfallsavgifter till staten, främst under tiden reaktorerna är i drift men även senare om så skulle behövas. Utöver dessa avgifter ska tillståndshavarna ställa vissa säkerheter till staten.

Avgifterna betalas till Kärnavfallsfonden, som placerar medlen på räntebärande konto hos Riksgäldskontoret, i skuldförbindelser utfärdade av staten eller i skuldförbindelser utgivna enligt lagen (2003:1223) om säkerställda obligationer. Inbetalade avgifter ska användas för att ersätta de kostnader som avgifterna ska täcka. I praktiken är innebörden att tillståndshavaren har rätt att ur fonden få ersättning för sina kostnader för att fullgöra åliggandena enligt föregående stycke.

Systemet med kärnavfallsavgifter och säkerheter regleras i finansieringslagen (2006:647) med tillhörande förordning (2008:715)¹. Innehållet i dessa båda författningar kallas i det följande *regelverket*.

Regelverket gör skillnad mellan å ena sidan tillståndshavare för en eller flera reaktorer där minst en är i drift, och å andra sidan tillståndshavare vars samtliga reaktorer permanent tagits ur drift efter den 31 december 1995. En tillståndsinnehavare i den förra kategorin kallas reaktorinnehavare och betalar avgifter baserade på producerad el (öre/kWh). Det finns i dag tre reaktorinnehavare, nämligen Forsmark Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag och Ringhals AB. En tillståndsinnehavare i den senare kategorin, idag Barsebäck Kraft AB, kan åläggas att betala ett visst belopp årsvis. I detta dokument används begreppet tillståndshavare som en samlad benämning för de fyra nämnda kärnkraftsföretagen².

Regelverket gör vidare skillnad mellan å ena sidan restprodukter och å andra sidan radioaktivt driftavfall. Restprodukter definieras som "*kärnämne som inte skall användas på nytt och kärnavfall som inte utgör driftavfall*". Kärnavfallsavgiften ska täcka kostnader för hantering och slutförvaring av restprodukter men däremot inte kostnader för hantering och slutförvaring av driftavfall. De kostnaderna bärs direkt av tillståndshavaren.

Förutom tillstånd att driva reaktoranläggningarna har reaktorinnehavarna separata tillstånd, eller planerar för sådana i framtiden, för mindre anläggningar som är belägna inom respektive kraftverksområde. Det rör sig om mellanlager för avfallskollin eller deponier för mycket lågaktivt driftavfall. Anläggningarna nyttjas enbart av respektive tillståndshavare. Kostnaderna för byggande och drift av dessa mindre anläggningar betraktas som kostnader för den löpande driften av kärnkraftverket och ingår därför inte beräkningarna enligt regelverket kring finansieringslagen. Däremot ska kostnaderna för att i framtiden avveckla dessa anläggningar tas med i beräkningarna, eftersom dessa kostnader har ett tidsmässigt och sakligt samband med avveckling av kärnkraftverken.

En tillståndshavare ska i samråd med övriga tillståndshavare beräkna kostnaderna för omhändertagandet av det använda kärnbränslet och radioaktiva avfallet samt för avveckling av reaktoranläggningarna. Tillståndshavarna har uppdragit åt SKB att utföra och sammanställa dessa beräkningar.

¹ Lag (2006:647 om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet samt förordning (2008:715, ändrad senast 2009:324)) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet.

² Om ordet tillståndshavare används om någon annan, anges det särskilt.

Regeringen har beslutat att beräkningarna ska lämnas in till Strålsäkerhetsmyndigheten som upp-
rättar förslag till avgifter och säkerheter baserat på dessa uppgifter. Beslut om storleken av avgifter
och säkerheter fattas av regeringen. Undantag är den säkerhet som ställs av Barsebäck Kraft AB.
Denna säkerhet beslutas av Strålsäkerhetsmyndigheten. Avgifter ska vid behov tas ut och säkerheter
ställas såväl under tiden som reaktorerna är i drift som efter permanent avställning fram till dess att
reaktoranläggningarna är avvecklade och samtliga restprodukter omhändertagna.

Den mängd använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som ska omhändertas är beroende av drifttiden
för reaktorerna. I regelverket anges att kostnadsberäkningarna ska utgå från en drifttid om 40 år
för varje reaktor som för närvarande är i drift. En minimigräns är stipulerad innebärande att en
återstående drifttid om minst sex år ska tillämpas om det inte finns skäl att anta att driften kan komma
att upphöra dessförinnan. För Plan 2010, som är avsedd att ligga till grund för avgifter och säkerheter
från år 2012, innebär detta att fyra reaktorer i kalkylen antas vara i drift till och med år 2017³.

Vid sidan av inbetalning av avgifter ska en tillståndshavare ställa två typer av säkerheter. En typ
av säkerhet ska avse de avgifter som ännu inte betalats in. Den andra typen av säkerhet avser
oplanerade händelser. Säkerheterna löses ut om tillståndshavarna inte fullgör sin skyldighet att
betala avgifter och medlen i fonden bedöms otillräckliga.

För en tillståndshavare av reaktorer som samtliga är permanent avställda, det vill säga Barsebäck
Kraft AB, är enbart den första typen av säkerhet aktuell.

Enligt regelverket ska kostnadsberäkningen lämnas till myndigheten med vissa intervall. Fram
till och med år 2008 föreskrevs att beräkningarna skulle lämnas varje år och därefter under en
övergångstid vartannat år. Fortsättningsvis ska det göras vart tredje år. Plan 2010, som tar vid
efter Plan 2008, kommer således att följas av Plan 2013.

1.2 Belopp att redovisa under finansieringslagen

Som underlag för att beräkna avgifter och bedöma behovet av säkerheter ska tre belopp redovisas till
myndigheten:

- den återstående grundkostnaden (underlag för avgifter),
- underlag för finansieringsbelopp (underlag för att bestämma beloppet för den säkerhet som avser
beslutade men ännu ej inbetalda avgifter),
- kompletteringsbelopp (underlag för att bestämma beloppet för den säkerhet som avser oplanerade
händelser och som faller ut om avgiftsinbetalningar uteblir och säkerheten enligt den andra
punktsatsen ej är tillfyllest).

Därutöver finns föreskrifter rörande mer detaljerad redovisning för de närmaste åren innefattande
inte bara kostnader utan även energiproduktion. Dessa uppgifter lämnas till myndigheten vid sidan
av planredovisningen.

Den återstående grundkostnaden ska bland annat innefatta samtliga framtida kostnader för att ta hand
om de restprodukter som beräknas uppkomma under den avgiftsgrundande drifttiden 40 år (eller
minst sex återstående driftår). För Plan 2010 avser detta kostnader från och med 2012. Beloppet ska
även omfatta kostnader för att avveckla reaktorläggningarna och för att genomföra erforderlig
forskning och utveckling. I den återstående grundkostnaden ingår tillägg för oförutsett och risk
till en viss nivå. Dessa tillägg erhålls genom den sannolikhetsbaserade osäkerhetsanalys som SKB
tillämpar och som redovisas i kapitel 3. Det totala underlaget för avgifter erhålls slutligen genom
ytterligare ett tillägg som avser vissa kostnader för myndighetens tillsyn med mera, benämnda
merkostnader. Detta tillägg görs av myndigheten i samband med beräkning av avgifter och återfinns
således inte i föreliggande rapport.

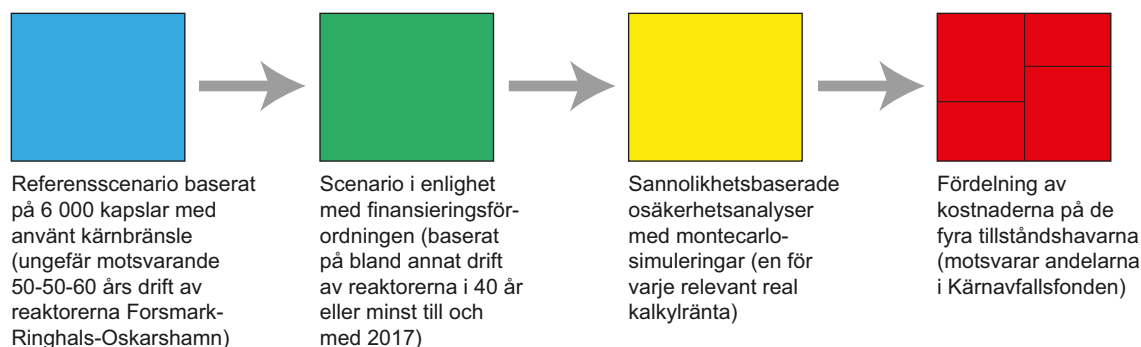
³ Till och med år 2017 blir drifttiden för O1 45,9 år, för O2 43,0 år, för R1 42,0 år och för R2 42,7 år.

Underlag för finansieringsbelopp ska innefatta kostnader som beräknas på samma sätt som den återstående grundkostnaden men med den begränsningen att mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall avser de mängder som beräknas finnas vid tiden då kalkylen tar vid. För Plan 2010 är denna avstämningstidpunkt den 31 december 2011. Baserat på dessa mängder erhålls därefter det totala finansieringsbeloppet på samma sätt som avgiftsunderlaget genom att vissa tillägg görs för oförutsett och risk och för merkostnaderna, det senare från myndighetens sida. Differensen mellan finansieringsbeloppet och det aktuella innehållet i Kärnavfallsfonden, plus förväntad avkastning, ger underlag för att bedöma omfattningen av den säkerhet som ska ställas för beslutade men ännu ej inbetalda avgifter. Denna bedömning görs av myndigheten.

Kompletteringsbeloppet utgör skillnaden mellan kostnader som inkluderas i den återstående grundkostnaden och den övre gräns för kostnader som reaktorinnehavaren i dagsläget ska ställa säkerhet för. Denna övre gräns ska enligt regelverket baseras på ”en skälig uppskattning av kostnader som kan uppkomma till följd av oplanerade händelser.” (Beträffande SKB:s tolkning av skälighetsbegreppet hänvisas till avsnitt 3.5.4.) Denna övre beloppsgräns beräknas i SKB:s modell inte bara baserat på de osäkerheter som ligger till grund för avgiften utan även på ett antal mer exceptionella händelser med mer omfattande konsekvenser än vad som ingår i grundkostnaden. I övrigt tillämpas samma sannolikhetsbaserade beräkningsmetod. Kompletteringsbeloppet utgör grunden för bedömning av storleken av den säkerhet som avser oplanerade händelser.

1.3 SKB:s kalkylmodell

Kostnadsberäkningarna genomförs i fyra steg, schematiskt åskådliggjorda i figur 1-1.



Figur 1-1. De fyra stegen i SKB:s kalkylmodell.

Steg 1 (blå ruta)

De framtida kostnaderna baseras på SKB:s aktuella planering rörande systemets utformning och genomförande. Den aktuella utformningen benämns referensutformningen och genomförandet, som omfattar tidsplaner, avfallsmängder och planering i övrigt, benämns referensscenariot. Referensscenariot baseras på den föreslagna inriktningen av verksamheten som presenterats i SKB:s Fud-program 2010. Där framgår att mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall ska vara baserat på en drifttid av 50 år för var och en av Forsmarks och Ringhals reaktorer och 60 år för Oskarshamns. Mängden kärnbränsle avrundas till att motsvara 6 000 kopparkapslar.

SKB:s planering innefattar i flera fall alternativa förslag till lösningar exempelvis i fall där utvecklingsarbete eller insamling av faktaunderlag för beslut pågår. I referensscenariot måste emellertid en specifik lösning formuleras för att ett entydigt och konkret underlag för kostnadsberäkningarna ska kunna erhållas. Denna formulering ska dock inte uppfattas som ett slutligt ställningstagande från SKB:s sida i olika frågor. Exempel på sådana förutsättningar, specifika för plankalkylen, ges under avsnitt 2.2.

Referensutformningen och referensscenariot samt kostnaderna kopplade till dessa redovisas i kapitel 2.

Steg 2 (grön ruta)

Finansieringslagen med tillhörande förordning stipulerar ett antal villkor med effekten att omfattningen av programmet i jämförelse med referensscenariot begränsas något. Framförallt gäller detta den drifttid för reaktorerna som ska ligga grund för bedömningen av mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. En mindre begränsning följer också av att kostnadsberäkningen ska avse omhändertagandet av restprodukter vilket, enligt definitionen av restprodukter i finansieringslagen, utesluter omhändertagandet av driftavfall. Bland annat ingår inte kostnaden för dagens SFR i beräkningarna.

Den avgiftsgrundande drifttiden för reaktorerna ska enligt regelverkets bestämmelser vara 40 år, dock med en minimigräns av sex återstående driftår. Det senare innebär i Plan 2010 drift till och med år 2017.

Avvikelserna från referensscenariot (steg 1) liksom kostnaderna för det system som på detta sätt erhålls och som ska rymmas inom ramen för finansieringslagen redovisas i kapitel 3 i denna rapport.

Steg 3 (gul ruta)

Regelverket föreskriver att kostnadsredovisningen ska avse såväl de förväntade kostnaderna som tilläggskostnader täckande den eventuella effekten av oplanerade händelser. Detta medför att någon form av osäkerhetsanalys baserad på sannolikhetsteoretiska överväganden bör tillämpas. SKB använder sig sedan mitten av 90-talet av en metod som går under beteckningen ”Den successiva principen” eller kort ”successiv kalkyl”. Metoden och de osäkerheter som har beaktats i analysen redovisas i kapitel 3.

Steg 4 (röd ruta)

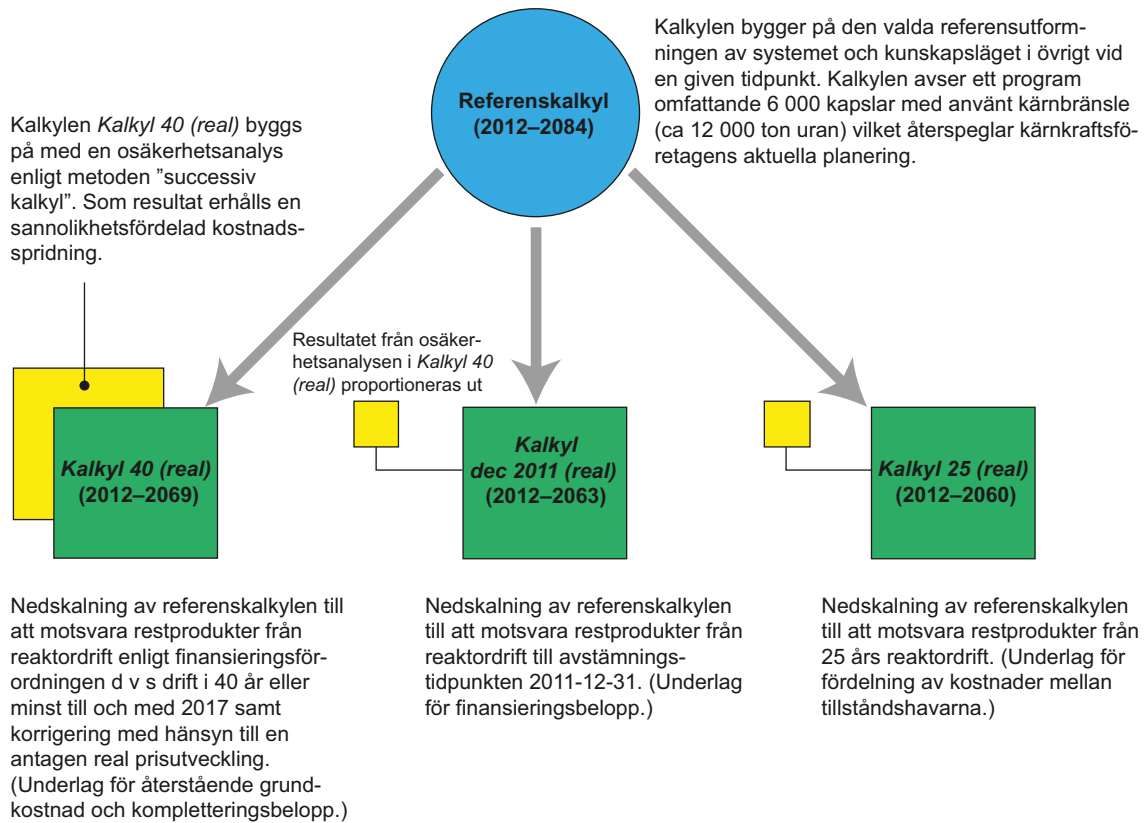
Inbetalningen av medel till Kärnavfallsfonden sker under fyra huvudrubriker, en för varje tillståndshavare.⁴ De framtida kostnaderna måste därför delas upp på dessa. Proceduren för detta liksom resultatet av uppdelningen redovisas inte i denna rapport utan tillställs myndigheten genom ett separat tabellverk.

Sambandet mellan olika kalkyler – en sammanfattning

Under processens gång produceras ett antal kalkyler med varierande omfattning och med delvis olika förutsättningar. Vissa av dem avser att ge de belopp som efterfrågas enligt finansieringslagen andra tas fram för att utgöra underlag för SKB:s utvecklings- och planeringsarbete eller för den ekonomiska redovisningen i SKB:s delägarföretag. De kalkyler som har relevans för rapporteringen enligt finansieringslagen framgår av figur 1-2.

Referenskalkylen (blå enligt figur 1-2) behandlas utförligt i kapitel 2. Kalkylen med benämningen *Kalkyl 40 (real)* (grön) liksom osäkerhetsanalysen (gul) behandlas i kapitel 3. De två övriga behandlas inte vidare i denna rapport på annat sätt än utfallet av *Kalkyl dec 2011 (real)* redovisas. Detta utgör underlag för beräkning av finansieringsbeloppet. Påslaget för oförutsett och risk för dessa övriga kalkyler hämtas ur den osäkerhetsanalys som görs i *Kalkyl 40 (real)* (proportioneras). Samtliga kalkyler är korrigerade för att ta hänsyn till en antagen real kostnadsutveckling.

⁴ En femte huvudrubrik rör avgifter enligt den så kallade Studsvikslagen men kostnader under denna behandlas inte i denna rapport.



Figur 1-2. Sambandet mellan de kalkyler som upprättas.

2 Kostnader enligt referensscenariot

2.1 Översiktlig systembeskrivning

Som grund för de kostnader som redovisas i planrapporten ligger en kostnadsberäkning som bygger på det aktuella planeringsläget inom SKB. I första hand gäller detta den utformning av systemet som i dag utgör huvudinriktningen i SKB:s utvecklingsarbete och som benämns referensutformningen men här ingår även antaganden rörande framtida händelser där beslut ännu inte fattats. Dessa antaganden är nödvändiga för att ett fullständigt underlag för kostnadsberäkningen ska kunna sammanställas. De redovisas närmare i nästa avsnitt.

Sammantaget utgör referensutformningen tillsammans med dessa antaganden det vi kallar referensscenariot. Detta utgör i sin tur underlaget för beräkningen av referenskostnaden.

De anläggningar som SKB driver respektive planerar för i framtiden är avsedda för omhändertagande av restprodukter och radioaktivt driftavfall från de svenska kärnkraftverken. Samtidigt är det utsagt att SKB i dessa anläggningar mot ersättning även ska ta emot mindre mängder av radioaktivt avfall från industriella anläggningar, forskningsanläggningar och andra institutioner. Utrymmen för att hantera dessa mängder, i den omfattning vi känner i dag, är inkluderat i referensscenariot. Däremot ingår de inte i kostnaderna enligt finansieringslagen (kapitel 3) eftersom de finansieras av andra medel än ur tillståndshavarnas fondandelar.

Begreppet restprodukter definieras numera på följande sätt i finansieringslagen: ”Med restprodukter avses i denna lag kärnämne som inte skall användas på nytt och kärnavfall som inte utgör driftavfall”. Med denna definition kan de produkter som ska omhändertas indelas på det sätt som framgår av tabell 2-1.

Den totala bilden över det svenska systemet för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall framgår av figur 2-1. Figuren illustrerar flödet av restprodukter och radioaktivt avfall från kärnkraftverken och andra intressenter via mellanlager och behandlingsanläggningar till olika typer av slutförvar. Med undantag av de mellanlager eller markdeponier för avfall som finns hos de operatörer där avfallet uppkommer så planeras, byggs, drivs och avvecklas alla hanteringsanläggningar inom SKB:s regi.

SKB svarar även för transporter av restprodukterna och avfallet mellan anläggningarna. I Sverige ligger alla befintliga anläggningar vid kusten dit även de framtida anläggningarna avses bli förlagda. Transportsystemet bygger därför på sjötransporter med ett för detta ändamål specialbyggt fartyg som den centrala enheten (m/s Sigyn).

En grov uppdelning av de olika delsystem som ingår i systemet för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall görs numera av SKB i de två program som drivs, Kärnbränsleprogrammet och Lomaprogrammet (låg- och medelaktivt avfall). Till detta kommer ett antal hjälpsystem.

Kärnbränsleprogrammet

Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Hit hör anläggningarna Clab, inkapslingsanläggningen (med kapsselfabrik) och Kärnbränsleförvaret. Inkapslingsanläggningen är planerad att byggas ihop med Clab och den integrerade anläggningen kommer då att benämnas Clink.

Lomaprogrammet

Mellanlagring, behandling och slutförvaring av låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. Här ingår flera anläggningar, en del avsedda för kortlivat avfall andra för långlivat.⁵ Till anläggningar för

⁵ Med kortlivat kärnavfall avses material med signifikant innehåll av radionuklider med halveringstid mindre än 31 år. Övrigt betecknas långlivat kärnavfall.

kortlivat drift- och rivningsavfall räknas lokala mellanlager och SFR. Anläggningarna för långlivat avfall är mellanlager, antingen lokalt på kraftverken eller i SFR, samt SFL, slutförvaret för långlivat radioaktivt avfall.

Hjälpssystem

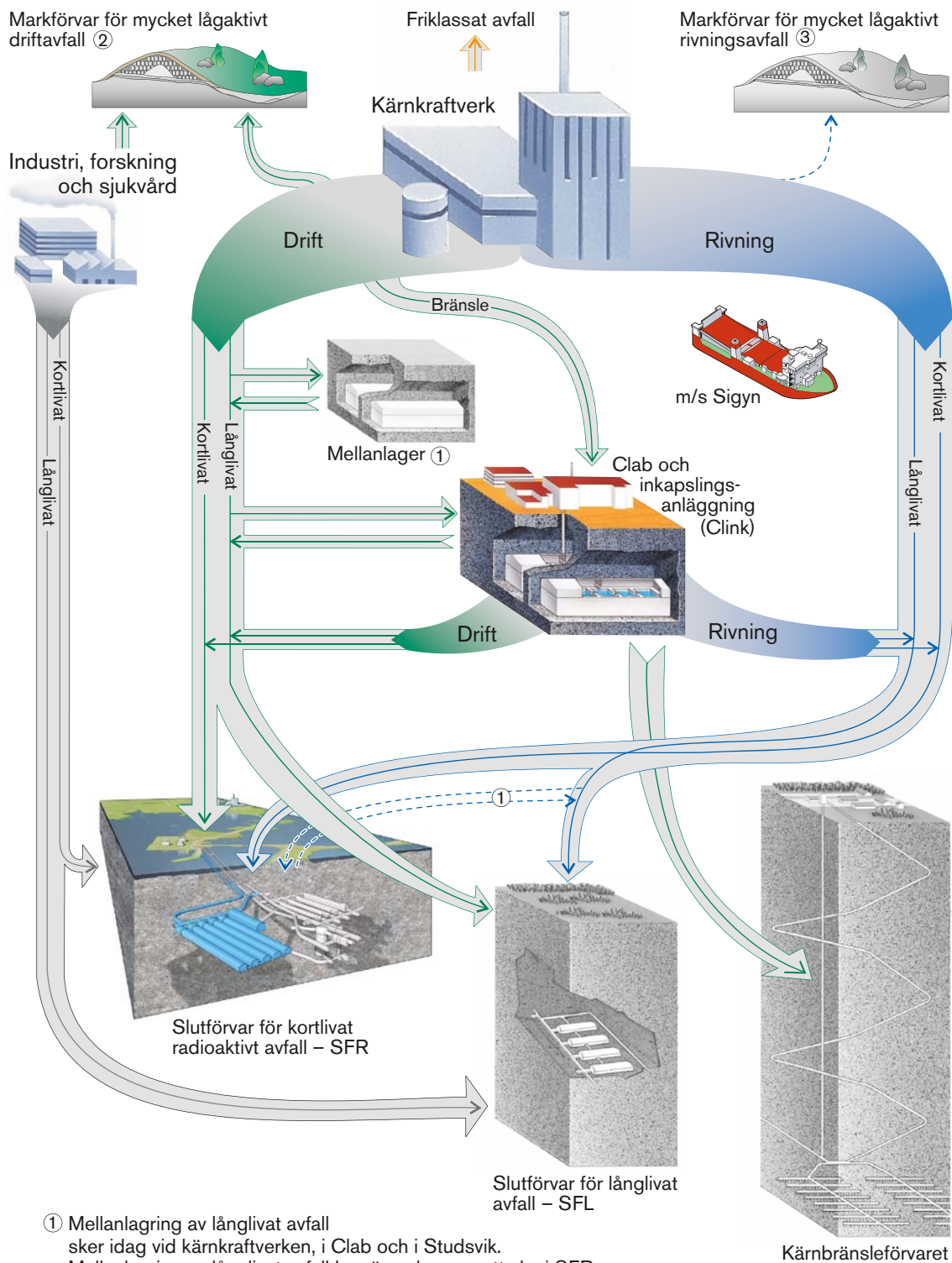
- Transportsystemet baserat på det för ändamålet specialbyggda fartyget m/s Sigyn med terminalfordon för lastning och lossning av lasten samt transportbehållare för olika typer av restprodukter och driftavfall.
- Anläggningar för forskning och utveckling samt demonstration av tekniklösningar. Hit hör framförallt det underjordiska laboratoriet på Äspö invid Oskarshamnsverket, dit även ett bentonitlaboratorium är förlagt, samt kapsellaboratoriet i Oskarshamn.
- SKB centralt med ledning och verksamhetsstöd samt särskilda avdelningar för kommunikation och för miljö- och säkerhetsfrågor.

Flera av anläggningarna är i drift, vilket ger ett gott underlag för kostnadsberäkningarna. De framtida anläggningarna befinner sig i olika utvecklings- och projekteringskedan och för dessa anläggningar har kostnadsberäkningarna baserats på de ritningar, specifikationer, personalplaner och annat som upprättats samt på erfarenheter från tillverkning och utnyttjande av framtagna prototypstrukturer. Anläggningarna beskrivs var och en för sig i avsnitt 2.3.

Förutom kostnader för delsystemen ovan ingår i den totala kalkylen även kostnaderna för avvecklingen av kärnkraftverken. Denna aktivitet utgör inte en del av SKB:s åtagande utan är en fråga för respektive kärnkraftföretag. SKB svarar enbart för omhändertagande av det radioaktiva avfallet från rivningen (del av Lomaprogrammet) samt i dagsläget för utredningsarbeten och uppskattningar av de framtida kostnaderna för avvecklingen. De särskilda förutsättningar som gäller för denna avveckling redovisas under nästa avsnitt.

Tabell 2-1. Typer av restprodukter och annat radioaktivt avfall att omhänderta.

Finansiering	Finansiering direkt av tillståndshavarna (driftavfall) eller av annan intressent som köper utrymme i SKB:s anläggningar. Kostnaderna ingår i de kostnader som redovisas i kapitel 2 i denna rapport.	Finansiering inom finansieringslagens ram (endast så kallade restprodukter enligt definition i finansieringslagen). Finansieringen sker via Kärnavfallsfonden. Kostnaderna behandlas i kapitel 3 i denna rapport.
Typ av avfall		
Kortlivat mycket lågaktivt avfall	Driftavfall, komprimerat eller i behållare av betong eller stål. Mellanlagras där avfallet produceras (lokal mellanlagring). Slutförvaras antingen i markdeponier på kraftverksområdena eller i SFR.	Drift- och rivningsavfall från de mellanlager och behandlingsanläggningar som faller under finansieringslagen (Clab, inkapslingsanläggning) samt rivningsavfall från reaktor-anläggningarna. Mellanlagras lokalt. Slutförvaras i SFR.
Kortlivat låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kraftverken eller andra intressenter, i behållare av betong eller stål. Mellanlagras lokalt. Slutförvaras i SFR.	Lika ovan.
Långlivat låg- och medelaktivt avfall	Drift- och rivningsavfall från andra intressenter. Mellanlagras lokalt. Slutförvaras i SFL.	Drift- och rivningsavfall från reaktor-anläggningarna. Bland annat utbytta reaktordelar. Mellanlagras i Clab, i SFR eller lokalt (lokal mellanlagring direktfinansieras). Slutförvaras i SFL.
Långlivade högaktiva restprodukter	Använt kärnbränsle från SVAFO (Ågesta) och Studsvik. Kapslas in i samma kopparkapslar som övrigt använt kärnbränsle. Slutförvaras i Kärnbränsleförvaret.	Använt kärnbränsle som inkapslas i kopparkapslar. Slutförvaras i Kärnbränsleförvaret.



Figur 2-1. Översikt av det svenska systemet för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall.

2.2 Särskilda förutsättningar som underlag för plankalkylen

2.2.1 Driftscenarier för reaktorerna samt mängder använt kärnbränsle och radioaktivt avfall

Referensscenariot bygger på kraftverksägarnas nuvarande planer för den framtida driften av reaktorerna. I dessa planer förutsätts att reaktorerna vid Forsmark och Ringhals kommer att drivas i 50 år från driftstart och reaktorerna vid Oskarshamn i 60 år.

Det är högst sannolikt att produktionsdata för de enskilda reaktorerna under den långa tid som är kvar kommer att förändras. Det kan röra sig dels om effektökningar genom ny teknik eller annat, dels om ändrade bränsletyper eller andra utbränningsgrader. I referensscenariot tas emellertid ingen hänsyn till detta utan underlaget är baserat på, förutom historiska data, dagens situation som skrivs fram. Eventuella framtida förändringar kommer att arbetas in när beslut om sådana är fattade och tillstånd erhållits.

Tabell 2-2 visar historiska data rörande den totala energiproduktionen och den genomsnittliga utnyttjningsfaktorn till och med 2010 (de sista månaderna för 2010 utgör en prognos).

Tabell 2-3 ger en sammanställning av reaktorernas driftdata med angivande av uppskattad framtida elproduktion och mängd använt kärnbränsle. Mängden bränsle anges som ton uran.⁶ Tabellen återger data baserade på 50 respektive 60 års drift av reaktorerna. I referensutformningen och kostnadsalkylen approximeras detta till att omfatta 6 000 kapslar med använt kärnbränsle.

Mängden inkapslat kärnbränsle och radioaktivt avfall är sammanställd i tabell 2-4 med angivande av de volymer som man måste bereda plats för i de olika slutförvaren. Tabellen innefattar inte de avfallsmängder som läggs i deponier på kraftverksområdena. Volymerna avser inkapslat kärnbränsle och de behållare med radioaktivt avfall som är färdiga för slutförvaring. Vanligast är att dessa behållare utgörs av betongkuber (kokiller) med sidan 1,2 m men även 200-liters plåtfat och större containrar förekommer.

Blockschemat i figur 2-2 ger slutligen en sammanställning av mängderna samt en översikt av hur det använda kärnbränslet och radioaktiva avfallet passerar genom lagrings- och behandlingsanläggningar för att slutligen bli deponerade i respektive slutförvar.

Tabell 2-2. Energiproduktion och genomsnittliga utnyttjningsfaktorer för de senaste tio åren.

År	Energiproduktion TWh	Utnyttjningsfaktor %	Anmärkning
2001	69,2	83	
2002	65,8	84	Oskarshamn 1, som var avställd för renovering, är exkluderad ur beräkningen av utnyttjningsfaktorn.
2003	65,6	78	
2004	75,2	92	Barsebäck 2 ställdes av 2005-05-31.
2005	69,6	87	
2006	65,0	83	
2007	64,3	82	
2008	61,3	78	
2009	50,0	63	
2010	57,1	72	

⁶ Bränslets verkliga vikt i form av kompletta bränsleelement är betydligt större. Ett BWR-element väger cirka 300 kg varav cirka 180 kilo utgörs av uran. Efter utbränning har uranvikten minskat något. För ett PWR-element är motsvarande vikter cirka 560 kg respektive cirka 460 kg.

Tabell 2-3. Driftdata samt elproduktion och bränslemängder baserat på 50 års drift (Forsmark och Ringhals) respektive 60 års drift (Oskarshamn).

Start kommersiell drift	Termisk effekt/ nettoeffekt	Energiproduktion			Bränsle till och med 2010	Totalt för referensscenariot		
		till och med 2010	medelvärde från och med 2011	TWh/år		Drift till och med	Energi produktion	Använt bränsle
	MW	TWh	TWh/år	ton uran		TWh	ton uran	
F1 (BWR)	1980-12-10	2 928 / 978	206	8,4	758	2030-12-09	373	1 191
F2 (BWR)	1981-07-07	2 928 / 990	197	7,9	742	2031-07-06	359	1 204
F3 (BWR)	1985-08-22	3 300 / 1 170	217	9,9	748	2035-08-21	461	1 380
O1 (BWR)	02-06-1972	1 375 / 473	96	3,5	449	2032-02-05	169	670
O2 (BWR)	1974-12-15	1 800 / 638	144	6,3	552	2034-12-14	296	887
O3 (BWR)	1985-08-15	3 900 / 1 400	201	11,2	721	2045-08-14	590	1 697
R1 (BWR)	1976-01-01	2 540 / 855	163	6,4	634	2025-12-31	259	893
R2 (PWR)	1975-05-01	2 652 / 866	181	7,2	588	2025-04-30	284	823
R3 (PWR)	1981-09-09	3 135 / 1 051	182	8,3	574	2031-09-08	355	844
R4 (PWR)	1983-11-21	2 775 / 935	178	7,1	566	2033-11-20	341	1 045
B1 (BWR)	1975-07-01	1 800 / 600	93		425	1999-11-30	93	425
B2 (BWR)	1977-07-01	1 800 / 600	108		455	2005-05-31	108	455
BWR totalt		22 371 / 7 704	1 426	54	5 485		2 708	8 802
PWR totalt		8 562 / 2 852	541	23	1 728		980	2 969
Samtliga totalt		30 933 / 10 556	1 967	76	7 213		3 689	11 771

Tabell 2-4. Inkapslat kärnbränsle och radioaktivt avfall att deponera.

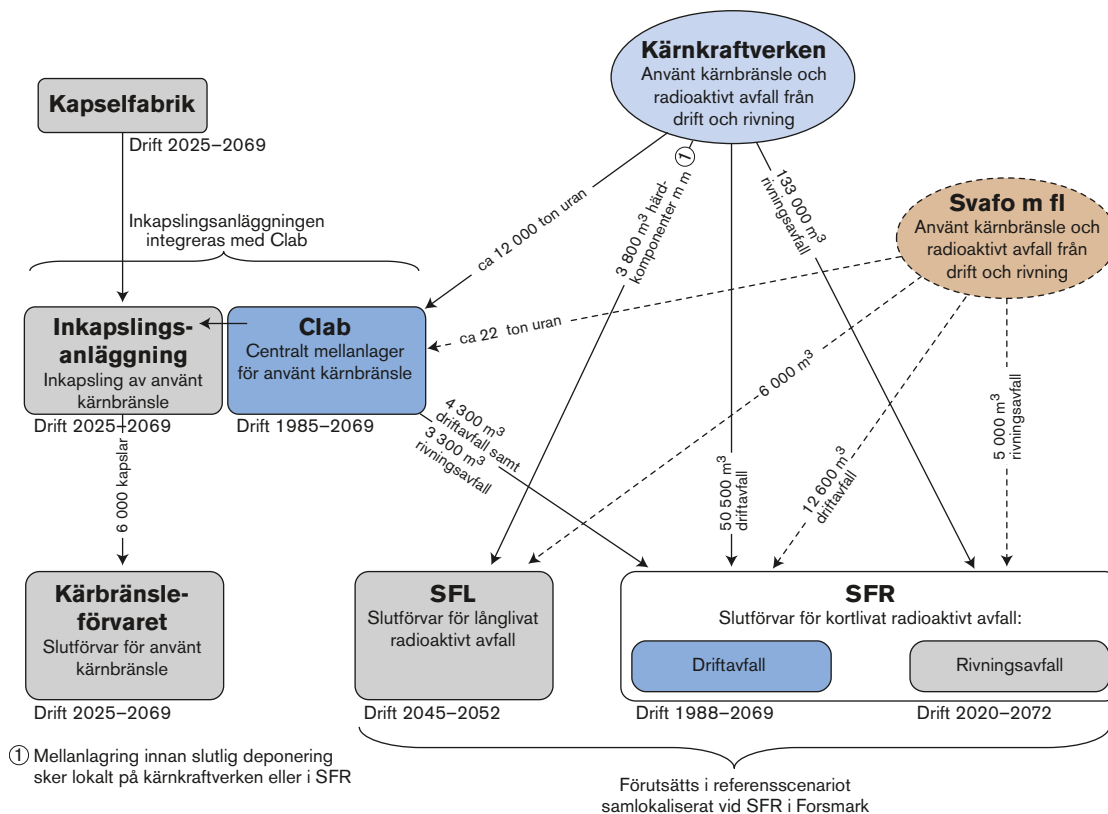
	Mängd att slutförvara	Slutförvar
Använt BWR-bränsle	6 000 kapslar	Kärnbränsleförvaret
Använt PWR-bränsle		
Övrigt använt kärnbränsle (MOX, Ågesta, Studsvik)		
Driftavfall från kärnkraftverken	50 500 m ³	SFR
Rivningsavfall från kärnkraftverken	133 000 m ³	SFR
Drift- och rivningsavfall från kärnkraftverken (härdnära komponenter)	3 800 m ³	SFL
Driftavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	4 300 m ³	SFR
Rivningsavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	3 300 m ³	SFR
Driftavfall från SVAFO och Studsvik	12 600 m ³	SFR
Rivningsavfall från SVAFO och Studsvik	5 000 m ³	SFR
Avfall från SVAFO och Studsvik	6 000 m ³	SFL
Totalt kortlivat radioaktivt avfall	208 700 m ³	SFR
Totalt långlivat radioaktivt avfall	9 800 m ³	SFL

2.2.2 Den övergripande tidsplanen för genomförandet

I Fud-program 2010 presenterades planerna för Kärnbränsleprogrammet respektive Loma-programmet. Baserat på dessa har översiktliga tidsplaner upprättats för samtliga framtida anläggningar. Dessa tidsplaner ger bland annat att inkapslingsanläggningen och Kärnbränsleförvaret ska byggas så att deponering av inkapslat kärnbränsle kan börja under år 2025. Inledningsvis omfattande ett mindre antal kapslar per år för att sedan successivt öka och nå den reguljära kapaciteten av 160 kapslar per år. Mot slutet av driften minskar deponeringstakten till 100 kapslar per år. Minskningen är motiverad av att på längre sikt bör deponeringstakten anpassas till det årliga tillflödet av använt kärnbränsle.

För Lomaprogrammet gäller bland annat att utbyggnaden av SFR ska vara klar 2020 för att man då ska kunna ta emot kortlivat rivningsavfall från Barsebäck. Deponering av rivningsavfall pågår tills den sista reaktorn är avvecklad. För SFL planerar man att ta emot avfall från mitten av 2040-talet tills allt långlivat rivningsavfall från kärnkraftverken är deponerat.

Under avsnitt 2.7, i samband med kostnadsredovisningen, visas en översiktlig tidsplan över betalningsflödet och de enskilda anläggningarna.



Figur 2-2. Blockschema som visar transportflöden avseende hanteringen av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall som underlag för referensscenariot.

2.2.3 Lokalisering av framtida anläggningar

SKB har lämnat in en ansökan om att få uppföra inkapslingsanläggningen sammanbyggd med Clab. För Kärnbränsleförvaret kommer SKB att lämna in en ansökan under våren 2011 med lokalisering i Forsmark.

För SFL finns i dagsläget inget definitivt ställningstagande från SKB:s sida när det gäller lokalisering. För att kunna genomföra kostnadsberäkningen måste dock ett antagande göras. Osäkerheten i detta antagande omhändertas senare i den osäkerhetsanalys som görs för att komma fram till beloppen enligt finansieringslagen.

SFL kommer att byggas relativt långt in i framtiden. Långlivat radioaktivt avfall kan inte deponeras i SFR eftersom avfallet måste klara längre tid av isolering och därför troligtvis slutförvaras på större djup i berggrunden. Den förutsättning som gäller i referensscenariot är att förvaret lokaliseras till Forsmark och att man med utgångspunkt från de bygg- och transporttunnlar som finns i SFR driver sig ytterligare ett par hundra meter ner i berget.

Kapsel-fabriken utgör ingen kärnteknisk anläggning och har betraktats som en normal industrilokalisering där olika alternativ värderas avseende ekonomi, säkerhet och miljöpåverkan. SKB har fattat beslut om att fabriken ska förläggas till Oskarshamnstrakten.

2.2.4 Avveckling av kärnkraftverk

Till åtgärderna för att ta hand om kärnkraftens radioaktiva restprodukter hör även att avveckla kärnkraftverken. Efter att en reaktor-anläggning permanent har ställts av påbörjas avvecklingen som sedan sträcker sig fram till dess att rivningen nått en punkt där anläggningens återstående delar antas kunna bli radiologiskt friklassade. Vad som då återstår är undantaget från kärntekniklagens krav och den fortsatta avvecklingen antas kunna ske under samma villkor som för annan industriell verksamhet. Hur långt sedan rivningen ska drivas för dessa återstående anläggningsdelar varierar mellan kraftverken beroende på hur man ser på den fortsatta användningen av kraftverksområdet.

Tidsplanen för när reaktorläggningarna ska rivras påverkas av en rad olika faktorer. Rivningen kan genomföras på ett säkert sätt kort tid efter avställning, men det kan i vissa fall finnas fördelar med en senare rivning. Den tidigaste tidpunkten för rivning, efter det att de olika reaktorerna ställts av och det använda kärnbränslet transporterats till Clab, kopplas till iordningställandet av anläggningar för hantering av rivningsavfallet och handläggningen av tillståndsfrågor. Rivningen inleds med reaktorerna i Barsebäck där man förväntas kunna påbörja rivningen i samband med att utbyggnaden av SFR färdigställs år 2020. SFR får då den kapacitet som krävs för att man där ska kunna ta emot rivningsavfall.

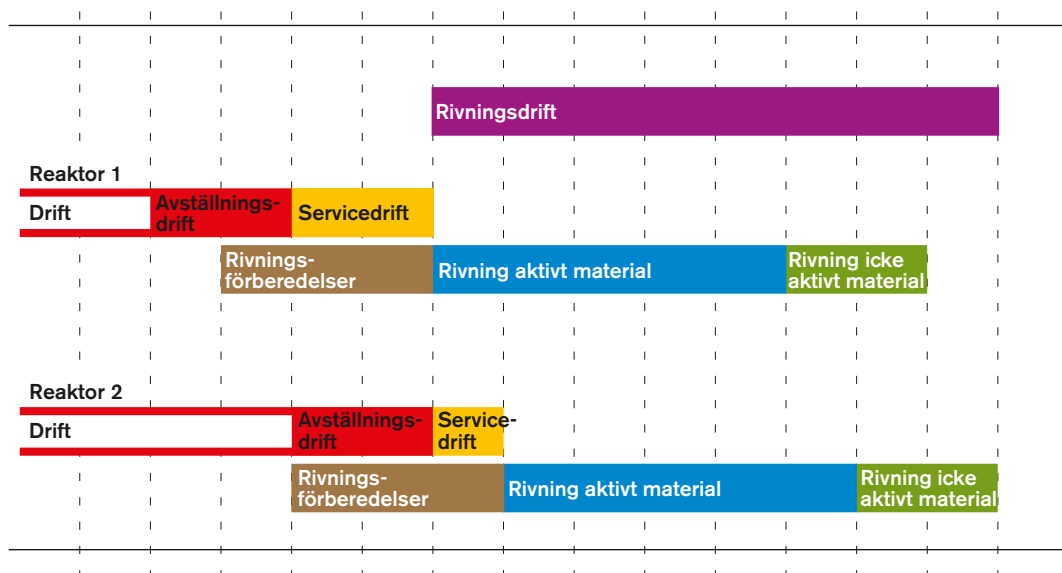
Med hänsyn till resursutnyttjandet och mottagningskapaciteten i mellanlager och slutförvar är det lämpligt att starta rivningen av olika reaktorläggningar med vissa förskjutningar. Med undantag av de två reaktorerna i Barsebäck, som rivs samtidigt, förutsätts i referensscenariot minimum ett års förskjutning mellan start av rivning av reaktorer på samma plats. För två sammanbyggda reaktorblock gäller att rivning kan påbörjas först efter det att båda ställts av och allt kärnbränsle blivit borttransporterat.

Under perioden från det att reaktorn tas ur drift till dess att rivningen påbörjas sker borttransport av kärnbränsle, dekontaminering⁷ samt förberedelser för rivning. Denna period benämns avställningsdrift under tiden kärnbränsle är kvar på anläggningen och servicedrift därefter. Under perioden med servicedrift kommer personalstyrkan att reduceras. Servicedriftens längd beror på starttidpunkten för rivningen. Själva rivningsarbetet beräknas sedan ta sju år per reaktorläggning och sysselsätta i genomsnitt ett par hundra man. Principen framgår av figur 2-3.

Det radioaktiva avfallet från rivningen är genomgående låg- och medelaktivt. Aktivitetsnivån varierar dock avsevärt mellan olika delar. Avfallet med högst aktivitet utgörs av reaktortankens interna delar.

Det kortlivade avfallet kommer att transporteras direkt till SFR och deponeras där (se avsnitt 2.4.1). Det långlivade avfallet, dit bland annat reaktortankens interna delar hör, kommer att mellanlagras antingen lokalt vid kraftverken eller i temporärt utnyttjade utrymmen i SFR. Detta avfall kommer senare att deponeras i SFL som i referensscenariot antas bli färdigställt i mitten på 2040-talet (se avsnitt 2.4.3).

En stor mängd av rivningsavfallet kan efter behandling friklassas och därmed hanteras enligt de regler som gäller för rivningsavfall inom industrin i allmänhet.



Figur 2-3. Principiell bild av de huvudaktiviteter som ingår i avvecklingen av två sammankopplade reaktorläggningar.

⁷ Tvättning eller rengöring på annat sätt för att avlägsna yttlig radioaktiv förorening.

2.3 Beskrivning av anläggningar inom Kärnbränsleprogrammet

2.3.1 Forskning, utveckling och demonstration – Fud

SKB:s arbete med forskning, utveckling och demonstration (Fud) syftar till att ta fram nödvändiga kunskaper liksom underlag och data för att förverkliga slutförvaringen av använt kärnbränsle och långlivat radioaktivt avfall. Program för detta arbete presenteras av SKB vart tredje år. Det senaste programmet, Fud-program 2010, lämnades till regeringen i september 2010.

Fud har hittills huvudsakligen varit inriktat mot hanteringen av använt kärnbränsle. En allt större del tas emellertid numera upp av Lomaprogrammet och av metodstudier och uppföljning av erfarenheter avseende avveckling av reaktoranläggningar. Inom Lomaprogrammet riktas Fud framförallt mot hanteringen av det långlivade avfallet.

Eftersom den dominerande delen av verksamheten relaterad till Fud ligger inom Kärnbränsleprogrammet beskrivs Fud under avsnittet som rör detta program.

Den långsiktiga säkerheten hos ett slutförvar utvärderas med säkerhetsanalyser där man använder vetenskaplig metodik och hämtar kunskap om långsiktiga förändringar från forskningen. För närvarande genomför SKB säkerhetsanalyser som stöd till ansökningarna om att bygga Kärnbränsleförvaret vid Forsmark och för ansökningarna om en utbyggnad av SFR.

Målet med den forskning om långsiktig säkerhet som SKB bedriver är att vi ska förstå de processer (förändringar på lång sikt) som förekommer i ett slutförvar och hur de påverkar förvarets förmåga att förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen.

En viktig komponent i Fud-verksamheten är Äspölaboratoriet. En illustration över laboratoriet visas i figur 2-4. Laboratoriet används för att pröva, verifiera och demonstrera de undersökningsmetoder som använts vid platsundersökningarna och som senare ska användas för detaljerade undersökningar av Kärnbränsleförvaret i Forsmark. Laboratoriet används även för att studera och verifiera funktionen hos olika komponenter i slutförvarssystemet.



Figur 2-4. Äspölaboratoriet.



Figur 2-5. Deponeringsmaskin för hantering av kapslar i slutförvaret.

Ett annat viktigt syfte är att utveckla och demonstrera metoder för att bygga och driva Kärnbränsleförvaret. Som ett led i detta arbete har SKB genomfört utprovning av deponeringsmaskinen i prototyputförande, utveckling av alternativet med horisontell deponering, testning av metod för nedsättande av bentonitbuffert och kapslar i de borrade deponeringshålen samt återfyllning och pluggning av deponeringstunnlar. Ett prototypförvar i full skala har uppförts och ett försök med återtagning av kapsel från ett deponeringshål har genomförts. Figur 2-5 visar den senaste utformningen av deponeringsmaskinen för hantering av kapslar med använt kärnbränsle.

Laboratoriet kommer i framtiden att användas för att utbilda och träna den personal som ska arbeta i Kärnbränsleförvaret.

En annan viktig komponent i Fud-verksamheten är Kapsellaboratoriet där utvecklingen av metoder för förslutning och kontroll av kopparkapseln görs. I laboratoriet testas och verifieras i full skala även olika hanteringsutrustningar för kapslar. Laboratoriet kommer också att användas för utbildning av personal inför driftsättningen av inkapslingsanläggningen.

Provtillverkning av kapselkomponenter som kopparrör, lock, bottenar och insatser med lock har pågått sedan 1996. Tillverkning provas med olika metoder hos ett antal företag såväl inom landet som utomlands.

Sedan 2007 bedriver SKB forskning och utveckling i Bentonitlaboratoriet vid Oskarshamn. Anläggningen ligger i anslutning till Äspölaboratoriet och kompletterar de försök som görs där. I bentonitlaboratoriet testar SKB bentonitens egenskaper samt utvecklar metoder för att fylla igen Kärnbränsleförvarets tunnlar med återfyllnadsmaterial och bygga pluggar för att försluta deponeringstunnlarna.

I referensscenariot antas forskning, utveckling och demonstration på Äspö pågå tills deponering påbörjas. På Kapsellaboratoriet kommer det att pågå utveckling och utbildning fram till dess att inkapslingsanläggningen tas i drift.

Kostnader för tidiga aktiviteter inom projekt Kärnbränsleförvaret såsom platsundersökningar, projektering och detaljundersökningar, redovisas i kostnadssammanställningen under rubriken Kärnbränsleförvar.

2.3.2 Clab – Centralt mellanlager för använt kärnbränsle

Clab är placerat intill Oskarshamnverket. Lagret som togs i drift 1985 dimensionerades ursprungligen för att lagra cirka 3 000 ton bränsle (uranvikt) i fyra bassänger. Genom att införa nya lagringskassetter som medger tätare packning har kapaciteten i dessa bassänger ökat till cirka 5 000 ton. Ett nytt bergtrum med lagringsbassänger har nyligen tagits i drift och lagringskapaciteten har därmed ökat till 8 000 ton.

Vid årsskiftet 2010/2011 förväntas bränsle motsvarande 5 240 ton uran utbränd vikt finnas i anläggningen (5 490 ton uran initialvikt). I anläggningen förvaras även hårdkomponenter och interna delar som ska deponeras i SFL.

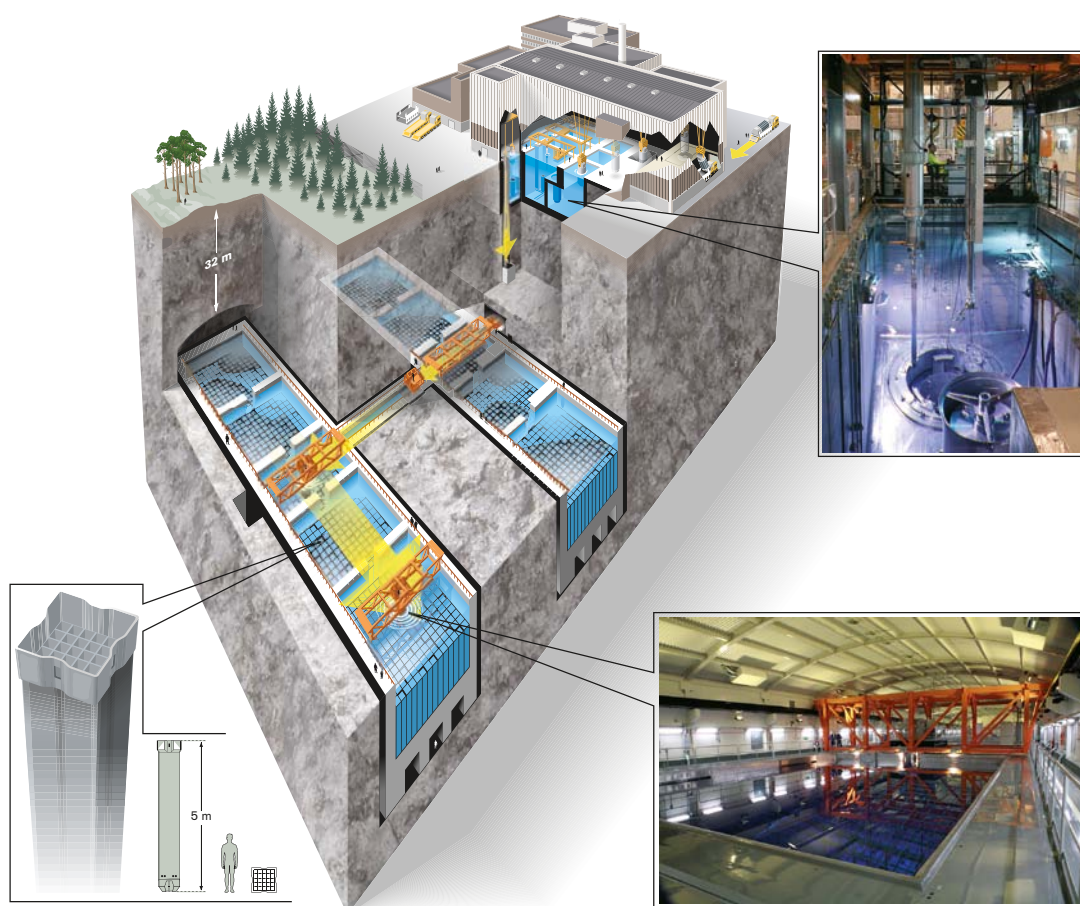
Clab består av en ovanmarksdel för mottagning av bränsle och en undermarksdel med förvaringsbassänger. I ovanmarksdelen inryms även utrustning för ventilation, vattenrening och kylning, avfallshantering, elsystem med mera jämte utrymmen för administration och driftpersonal. Mottagning av bränsle och all hantering sker under vatten i bassänger.

Förvaringsbassängerna är placerade i bergtrum och utförda i betong med rostfri plåtinklädnad. Bassängerna är dimensionerade för att motstå jordbävning.

SKB driver anläggningen med egen personal. Den fasta personalstyrkan under drift är för närvarande cirka 100 personer.

Sedan allt bränsle och övrigt avfall transporterats bort ska ovanmarksdelarna rivas liksom de delar av förvaringsbassängerna som har blivit radioaktiva. Det radioaktiva rivningsavfallet kommer att transporteras till SFR.

Kostnaderna för Clab baseras på hittillsvarande erfarenheter och förnyade genomgångar av anläggningens framtida behov av underhåll och reinvesteringar.



Figur 2-6. Clab.

2.3.3 Inkapsling av använt kärnbränsle

Kapselabrik

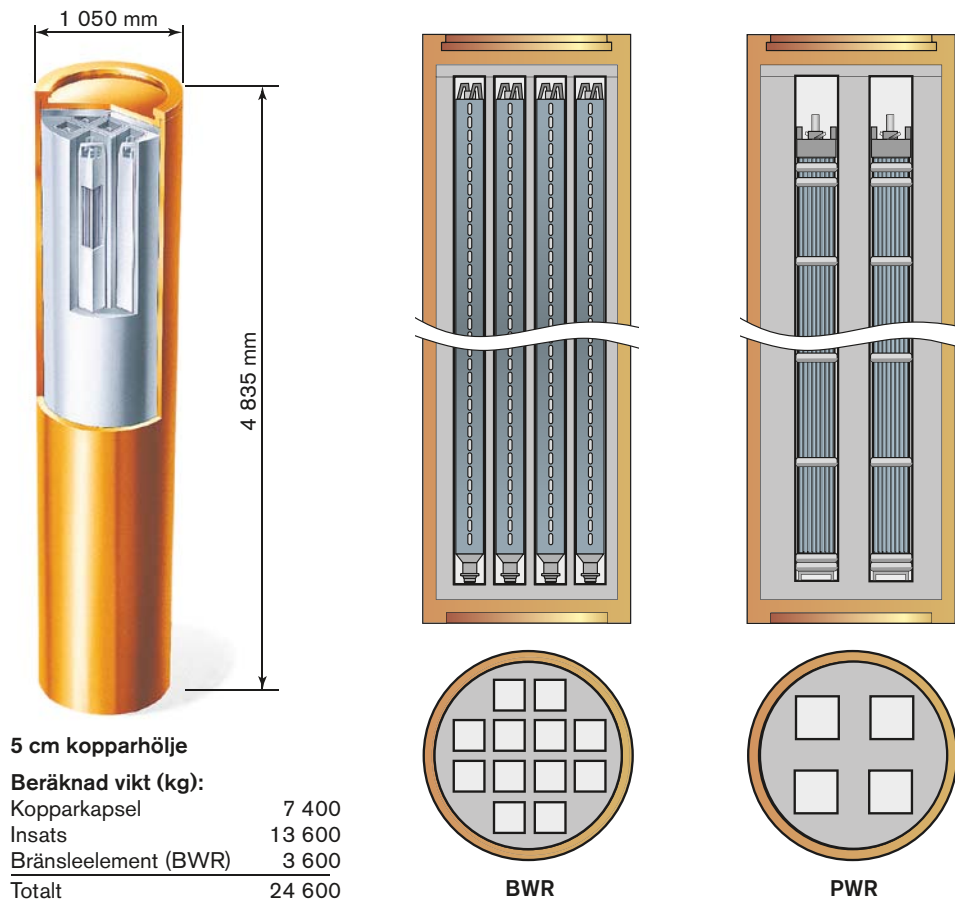
Med kapselabrik avses en anläggning där kapselns olika komponenter finbearbetas och sammansätts till en färdig kapsel.

Kapselkonstruktionen i referensutformningen består av en yttre 5 cm tjock korrosionsbarriär av koppar i form av ett rör med lock och botten, se figur 2-7. Den kopparkvalitet som specificeras är en högren syrefri koppar med en liten tillsats av fosfor.

Fyra metoder har provats för att tillverka kopparrör. En metod är att kopparplåt rullformas till rörhalvor som sedan svetsas samman med längsgående elektronstrålesvetsning (EB-svetsning). De övriga metoderna baseras på att kopparrören tillverkas i ett stycke genom antingen dornpressning, extrusion eller smidning. Kopparlock och botten tillverkas genom förformade smidda ämnen som sedan maskinbearbetas. Referensutformningen baseras i dag på extrudering av rör.

Inuti kopparröret finns den gjutna insatsen med kanaler för bränsleelementen. Insatsen tjänstgör också som den tryckbärande komponenten i konstruktionen. Materialet i insatsen är segjärn. I dag har insatserna gjutits och grovbearbetats på flera gjuterier såväl i Sverige som i andra länder. Locket till insatsen tillverkas ur valsad stålplåt. Ämnen till insatslock skärs fram ur den valsade stålplåten och färdigbearbetas.

Till kapsel fabriken levereras komponenter såsom rör, lock och botten av koppar samt insatser av segjärn med stållock där de finbearbetas till rätt slutdimension. Efter måttkontroll svetsas kopparbotten fast på kopparröret. För att kontrollera svetsen används oförstörande provningsmetoder som ultraljud och röntgen. Efter rengöring lyfts insatsen ned i kopparröret och tillsammans med tillhörande stållock levereras detta paket till inkapslingsanläggningen. Ett detaljerat leveranscertifikat medföljer kapseln med dokumentation av material och tillverkning.



Figur 2-7. Kopparkapsel med insats av segjärn.

Kapsel fabriken planeras bli inrymd i en byggnad på cirka 7 000 m² med lokaler för underhållsverkstad, kontor och kontrolllaboratorium. Personalbehovet uppskattas till cirka 20 personer.

Inkapslingsanläggning

Innan det använda kärnbränslet placeras i slutförvar ska det kapslas in i den kapsel som beskrivs ovan. Kapseln rymmer upp till 12 BWR-element eller 4 PWR-element. Inkapslingen planeras ske i en ny anläggning sammanbyggd med Clab, se figur 2-8. Inkapslingsanläggningen och Clab kommer att drivas som en integrerad anläggning under benämningen Clink.

Inkapslingsanläggningen kommer att innehålla följande funktioner:

- Intransportdel med kvalitetskontroll av levererade kapseldelar.
- Inkapslingsdel med följande delmoment:
 - Verifiering av resteffekt, dokumentation och sortering av bränslet från förvaringsbassängerna. Omlastning av bränsleelement till transportkassett.
 - Torkning av bränsle och nedsättning av enskilda bränsleelement i kopparkapselns insats samt montering av stållock på insats.
 - Atmosfärsbyte i insats, vilket innebär att luften ersätts av en inert gas. Rengöring av fogyta, montering av kopparlock på kopparkapseln.
 - Svetsning av kapselns lock med friktionssvetsmetod.
 - Oförstörande provningar av svetsfog samt kylning av kapseln. Provning planeras ske både efter svetsning och efter maskinbearbetning.
 - Maskinbearbetning av svetsfog.
- Uttransportdel för färdiga kapslar. Transport från anläggningen till slutförvaret sker i strålskärmande transportbehållare.
- Hjälpssystem med bland annat kyl- och ventilationssystem samt el- och kontrollutrustning.
- Personal- och kontorsutrymmen samt förråd.

Anläggningen projekteras för en tillverkningskapacitet av 200 kapslar per år. Den långsiktiga produktionstakten vid anläggningen bestäms dock av den takt med vilken bränsle kan tillföras med hänsyn till den minsta lagringstid i Clab som behövs för att bränslet ska avklinga till en lämplig nivå. I referensscenariot med en total omfattning av 6 000 kapslar kommer produktionstakten under större delen av driftperioden att ligga kring 160 kapslar per år för att mot slutet gå ner till 100.



Figur 2-8. Inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle sammanbyggd med Clab.

Inkapslingen kommer huvudsakligen att ske på dagtid. I uppskattningen av personalbehovet har hänsyn tagits till de samordningsfördelar avseende organisation och bemanning som fås då inkapslingsanläggningen byggs samman med Clab.

Inkapsling av använt kärnbränsle påbörjas 2025 med en provdrift som sträcker sig fram till 2027 och omfattar cirka 180 kapslar. Rutinmässig drift tar sedan vid år 2028.

Efter avslutad inkapsling kommer anläggningen att rivas och radioaktivt rivningsavfall att transporteras till SFR.

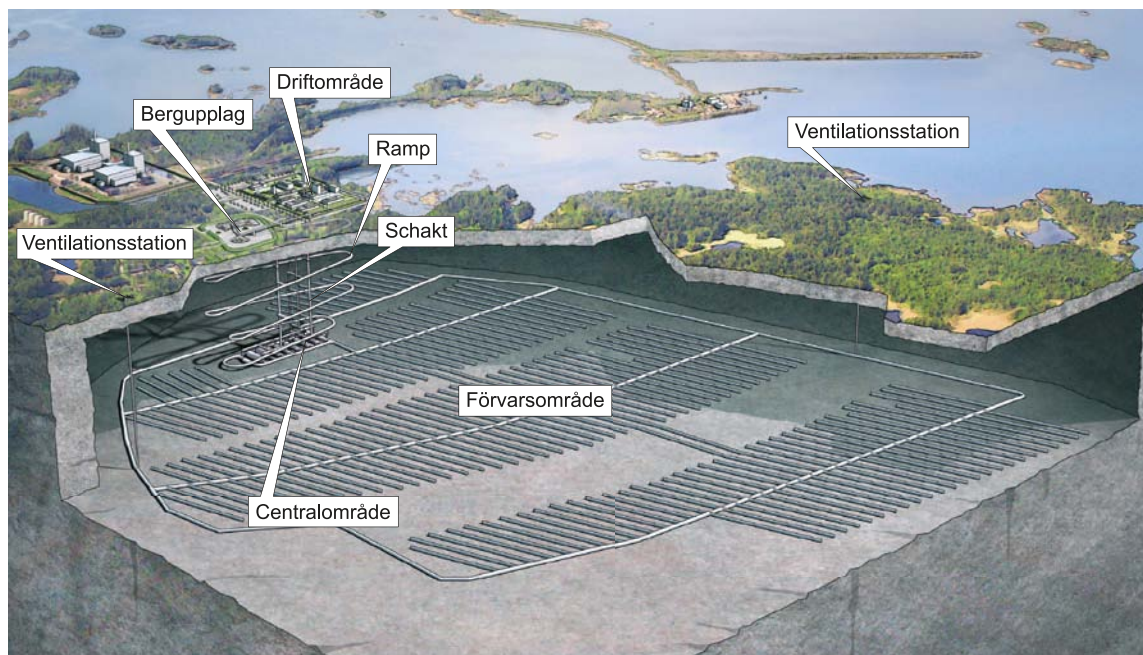
2.3.4 Kärnbränsleförvaret

Lokaliseringen av Kärnbränsleförvaret är enligt SKB:s planer bestämd till en plats sydost om Forsmarks kärnkraftverk benämnd Söderviken, figur 2-9. Anläggningen består av en ovanmarksdel och en undermarksdel.

Undermarksdel

Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde samt förbindelser till ovanmarksdelen i form av schakt för hissar och ventilation och en ramp för fordonstransporter. Enligt KBS-3-metoden ska slutförvaret ligga på ett djup i intervallet 400–700 m under markytan. För att undvika vattenförande strukturer och begränsa bergspänningarna har förvarsnivån satts till 470 m. Förvarsområdet är beläget inom ett avgränsat bergområde, en så kallad tektonisk lins, med fördelaktiga bergegenskaper.

Figur 2-9 visar förvarsområdets utbredning baserad på resultaten från platsundersökningarna. Avståndet mellan kapslarna och mellan deponeringstunnlarna bestäms av temperaturutvecklingen kring kapseln och då främst temperaturen i den omgivande bentoniten. Bentonit är en lera som sväller vid vattenupptagning och har till uppgift att skydda kapseln samt fördröja utsläpp om kapselns ytskikt skulle penetreras. Bentonitens funktion är beroende av att temperaturen inte blir för hög. Avståndet mellan kapslarna bestäms därför av bränslets resteffekt, de termiska egenskaperna hos berget och bentoniten samt bergets initialtemperatur. I referensscenariot har man utifrån de förutsättningar som ges valt ett kapselavstånd på 6,0 m och ett tunnelavstånd på 40 m. Den i figuren visade utbredningen innefattar dessutom 13 % reservkapacitet för bortfall av deponeringshål som av någon anledning inte går att använda.



Figur 2-9. Huvuddelarna av Kärnbränsleförvaret.

Referensutformningen bygger på alternativet med ett sammanhållet driftområde ovan mark och spiralformad ramp för tunga och skrymmande transporter. Därtill ett antal schakt för transporter, mediaförsörjning och ventilation. För att förkorta byggtiden drivs hisschaktet för bergmassor, det så kallade skipschaktet, i form av ett sänkschakt parallellt med utsprängningen av rampen. Under driftperioden kommer skipschaktet att utnyttjas för transport av berg- och återfyllnadsmassor. Transport av transportbehållare med kapsel kommer att ske i rampen och utgör det huvudsakliga användningsområdet för denna.

Centralområdet innehåller utrymmen med funktioner för driften av undermarksdelen och är placerat rakt under driftområdet på markytan. Det består av en rad parallella hallar med olika funktioner. Hallarna binds samman med dels de tunnlar som utgör de genomgående transportvägarna i centralområdet, dels lokala tunnlar för kommunikation och service.

Ovanmarksdel

Ovanmarksdelen omfattar driftområde, bergupplag, ventilationsstationer och förråd, se figur 2-10. Huvuddelen av anläggningsdelarna är samlade i ett större driftområde som är uppdelat i ett yttre och ett inre driftområde. I det inre driftområdet bedrivs den kärntekniska delen av verksamheten ovan mark. Det yttre driftområdet innehåller produktionsanläggningen för buffert och återfyllning och ett antal byggnader avsedda för driftfunktioner, service och underhåll samt personal.

Det inre driftområdet innehåller de byggnader som har tillträdesvägar till anläggningens undermarksdel och det utgör därför ett bevakat område med en särskild inpasseringsbyggnad för in- och utpasseringskontroll. På det inre driftområdet finns även en terminalbyggnad som utgör mottagnings- och omlastningsplats för kapseltransportbehållare. I referensscenariot transporteras dessa behållare från inkapslingsanläggningen med m/s Sigyn till hamnen i Forsmark vid SFR. Med terminalfordonen transporteras de vidare till terminalbyggnaden. I denna sker mellanlagring av transportbehållarna innan de transporteras ned till undermarksdelen för tömning.



Figur 2-10. Kärnbränsleförvaret i Forsmark – ovanmarksdel.

Bergupplaget är ett mellanlager för utsprängda bergmassor i väntan på att dessa ska kunna avyttras. Upplaget har sin placering i närheten av driftområdet och bergmassorna transporteras till upplaget med bandtransportörer från skipbyggnaden i det inre driftområdet.

Av översiktsskissen i figur 2-9 framgår även tänkta lägen för två ventilationsstationer för frånluft från bergrummen.

Förutom nämnda ovanmarksdelar finns förråd för bentonit och återfyllningsmaterial belägna vid mottagningshamnen i Hargshamn, cirka 30 km söder om Forsmark. Där sker omlastning och lagring av material för produktion av buffert och återfyllning före transporten till produktionsanläggningen.

Verksamheter och funktioner

När anläggningen uppförts och villkor för drifttagande uppfyllts och godkänts av myndigheterna startar den kärntekniska verksamheten med ett första skede benämnt provdrift. De huvudsakliga driftverksamheterna är bergarbeten, deponeringsarbeten och produktion/transport av buffert och återfyllningsmaterial. Verksamheterna innebär att kapslar deponeras i en del av förvaret, där även placering av buffert och återfyllning sker, samtidigt som nya deponeringstunnlar sprängs ut i en annan del.

Deponeringstunnlarna sprängs ut successivt allteftersom deponeringen framskrider. Deponeringsarbetet kan dock påbörjas direkt när provdriften startar i och med att det under anläggningens uppförande har iordningställts ett antal deponeringstunnlar med tillhörande transport- och stamtunnlar. De senare betecknar de transport- och hanteringstunnlar som ligger i omedelbar anslutning till deponeringstunnlarna och sammanbinder dessa. Deponeringstakten ökas successivt efter provdriftsskedet för att närma sig den takt som ska gälla under rutinmässig drift. Parallellt med att provdriften pågår utvärderas erfarenheterna från denna för att ligga till grund för tillstånd för rutinmässig drift.

Totalt kommer cirka 220 personer att vara sysselsatta vid slutförvarsanläggningen.

Bergarbeten

Med bergarbeten avses alla aktiviteter som krävs för att spränga ut tunnlar och borra deponeringshål, inklusive förberedelser och detaljundersökningar. Bergarbetena omfattar även att förse tunnlar med tillfälliga installationer för ventilation, el, belysning och länshållning. Bergarbetena kommer att utföras enligt metoden borring och sprängning med i huvudsak standardiserad utrustning. En för ändamålet särskilt utvecklad utrustning används för borring av deponeringshål. Bergarbetena i en deponeringstunnel anses avslutade då tunneln är klar för deponeringsarbeten.

Bergmassor transporteras med dumper från sprängningsplatsen i förvarsområdet till berglaststationens tömningsficka i centralområdet. Bergmassorna passerar genom berglaststationens kross och silo för att sedan med skippen transporteras upp till driftområdet och vidare till bergupplaget.

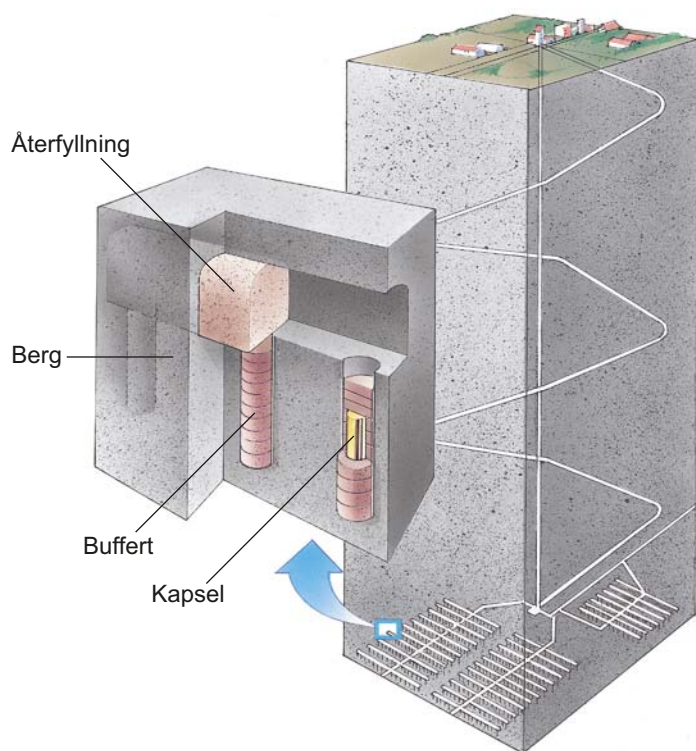
Deponeringsarbeten

Deponeringsarbeten omfattar förberedelser för deponering, placering av buffert av bentonit i deponeringshålet, deponering av kapsel, samt återfyllning och pluggning av deponeringstunneln, se figur 2-11.

Återfyllningen av deponeringstunneln påbörjas när den sista kapseln i tunneln har deponerats. Förenklat innebär återfyllningsarbetena att tunneln fylls med block av svällande lera. Utrymmet närmast bergytan fylls med pellets av samma material som blocken. När deponeringstunneln har återfyllts i sin helhet, försluts den genom att en betongplugg gjuts i tunnelns mynning. Dessa betongpluggar har ingen långsiktig funktion efter det att hela slutförvaret förslutits.

Buffert och bentonit

Bufferten omger den deponerade kapseln och är en av barriärerna i slutförvaret. Bufferten består av pressad bentonit. Under och ovanpå kapseln består bufferten av block och längs kapselns mantelyta består den av ringar. Därutöver finns pelletar eller granuler (korn) av bentonit för att fylla spalter mellan blocken respektive ringarna och berget i deponeringshålet.



Figur 2-11. KBS-3 med vertikal deponering.

Återfyllningen ersätter det utsprängda berget i deponeringstunnlarna. Den består av pressade block av lera som staplas i tunnlar. Pelletar av samma material används för utfyllnad i spalten mellan block och tunnelvägg.

Bentonit och återfyllningsmaterial tas in med fartyg till hamnen i Hargshamn där lagring i lös vikt sker i förråd. Därifrån transporteras materialet till produktionsbyggnaden på det yttre driftområdet där tillverkning av buffert sker genom pressning av bentoniten till block, ringar och pelletar med hög densitet.

De färdiga blocken för buffert och återfyllning transporteras in till inre driftområdet via inpasseringsbyggnaden och vidare till skipbyggnaden. Transporten ner till centralområdet sker med skip och därifrån med fordon ut till användningsstället i deponeringstunneln.

2.4 Beskrivning av anläggningar inom Lomaprogrammet

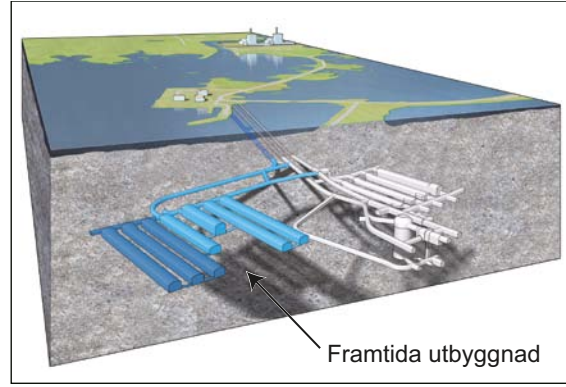
2.4.1 SFR – Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall

Vid Forsmarks kärnkraftverk drivs sedan 1988 ett slutförvar för driftavfall från kärnkraftverken benämnt SFR. Anläggningen är placerad under Östersjön med cirka 60 meters bergtäckning. Från hamnen i Forsmark leder två stycken cirka en kilometer långa tillfartstunnlar ut till förvarsområdet. I SFR slutlagras även radioaktivt driftavfall från Clab och liknande radioaktivt avfall från icke elproducerande verksamhet, bland annat Studsvik. Förvaret kommer inom den närmaste tiden att byggas ut för att även kunna ta emot radioaktivt rivningsavfall. Inledningsvis avfall från Barsebäck där rivningen beräknas starta år 2020.

SFR består i dag av fyra stycken 160 meter långa bergsalar samt ett 70 meter högt cylindriskt bergrum som innehåller en betongsilo. I silon placeras det avfall, som innehåller huvuddelen av de radioaktiva ämnena. Figur 2-12 visar en skiss av SFR med bilder från olika förvarsutrymmen. Figur 2-13 visar den framtida utbyggnaden som planeras stå klar 2020.



Vy över ovanmarksdelen



SFR under mark



Bergrum för medelaktivt avfall



Vy över silotopp

Figur 2-12. SFR.



Figur 2-13. SFR med den planerade utbyggnaden.

Betongsilon står på en bädd av sand och bentonit. Invändigt är den uppdelad i vertikala schakt i vilka avfallet sänks ner och kringgjuts med porös betong. Utrymmet mellan silon och bergväggen är fylld med bentonit. När silon är fylld kommer utrymmet ovanför att fyllas ut med en blandning av sand och bentonit respektive sand och bergkross.

Även vissa avfallskategorier med placering i bergsalar kringgjuts efter deponering. Det finns även möjlighet att kringgjuta avfallet i samband med förslutningen av anläggningen.

Hantering av medelaktiva avfallskollin, vilka placeras antingen i silon eller i en av bergsalarna, sker fjärrstyrt. Lågaktivt avfall, som placeras i de övriga bergsalarna, hanteras med gaffeltruck.

För referensscenariot med 50 års drift av reaktorerna i Forsmark och Ringhals och 60 år för Oskarshamn, uppskattas att SFR kommer att ta emot totalt cirka 65 000 m³ driftavfall inklusive avfall från övriga intressenter. Kapaciteten i nuvarande SFR är för närvarande cirka 60 000 m³. Behov av utbyggnad för driftavfall finns och detta ingår som en del i den utbyggnad som planeras för rivningsavfall.

Huvuddelen av rivningsavfallet antas kunna packas i standardcontainrar som sedan transporteras till SFR och ställs upp i bergsalar. Totalt uppskattas att cirka 140 000 m³ avfall kommer att lagras på detta sätt. En mindre del av rivningsavfallet bestående av hårdkomponenter och reaktordelar planeras bli deponerade i SFL som i referensscenariot antas komma att byggas med anslutning till SFR, dock på ett större djup, se avsnitt 2.4.3. SFL antas i referensscenariot komma att tas i drift först när samtliga reaktorer ställts av.

SKB tog över driften av SFR i egen regi år 2009. Tidigare utfördes den på entreprenad av Forsmarks Kraftgrupp AB. För drift och underhåll finns en driftgrupp bestående av cirka 20 personer. Härtill kommer externa entreprenörer som anlitas för delar av underhållsverksamheten. Totalt bedöms långsiktigt mellan 20 och 30 manår per år behövas för drift och underhåll av SFR. Detta inkluderar även driften av SFL när denna aktualiseras i mitten av 2040-talet.

SFR och SFL antas utifrån planeringsförutsättningarna i referensscenariot komma att förslutas och avvecklas vid en gemensam tidpunkt efter att allt rivningsavfall från Clab och inkapslingsanläggningen, dvs Clink, omhändertagits.

Vid årsskiftet 2010/2011 förväntas cirka 33 900 m³ avfall ha deponerats i SFR.

2.4.2 Anläggningar vid kärnkraftverken för mellanlagring eller deponering av kortlivat radioaktivt avfall

De anläggningar som i dag finns inom kraftverksområdena vid våra kärnkraftverk för hantering av kortlivat radioaktivt avfall är dels sådana som omfattas av tillståndet att inneha reaktorläggningen, dels sådana där särskilt tillstånd är utfärdat. De förra ingår inte i kostnadsberäkningarna för referensscenariot.

De som drivs med särskilt tillstånd är för närvarande:

- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Forsmark.
- Ett mellanlager för hårdkomponenter vid Forsmark.
- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Oskarshamn.
- Ett bergförlagt torrt mellanlager vid Oskarshamn för kortlivat driftavfall från OKG och för långlivat avfall (hårdkomponenter) från samtliga kärnkraftverk. Mellanlagret går under beteckningen BFA.
- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Ringhals.
- Ett mellanlager för driftavfall vid Ringhals. Mellanlagret går under benämningen kokillförrådet.

2.4.3 SFL – Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall

Slutförvaret för långlivat radioaktivt avfall, benämnt SFL, avses rymma i huvudsak hårdkomponenter och reaktordelar samt långlivat radioaktivt avfall från SVAFO och Studsvik⁸.

SFL kan komma att samlokaliseras med något av de övriga slutförvaren. I referensscenariot antas som en kalkylförutsättning att en samlokalisering sker med SFR, se avsnitt 2.2.3. Förvaret förläggs på 300 meters djup med anslutning till befintliga ramper.

För den nuvarande preliminära utformningen gäller att förvaret utgörs av bergsalar i vilka avfallet staplas i betongfack och kringfylls med porös betong. Facken täcks successivt med betongplank och pågjuts. All hantering utförs fjärrstyrt med en travers. I samband med förslutningen av förvaret fylls utrymmet mellan betongfacken och berget med bergkross och bergrummets öppningar förseglas med betongpluggar.

Beträffande personalstyrka under drift se avsnitt 2.4.1.

2.5 Beskrivning av transportsystemet

I kalkylen skiljs mellan sjötransporter med tillhörande terminalhantering och landtransporter på väg. De förra redovisas under rubriken transportsystem medan de senare inkluderas i de anläggningar som berörs.

Med beteckningen transportsystemet avses systemet för sjötransporterna. Det utgörs av de tre huvudkomponenterna fartyget m/s Sigyn, transportbehållarna och terminalfordonen. Detta system är utformat för att kunna användas för använt kärnbränsle och alla typer av kärnavfall.

M/s Sigyn är byggt för ro-ro-hantering och har en lastkapacitet av 1 400 ton. Lastning och lossning med kran är även möjlig. Driften och underhållet av fartyget sköts på entreprenad av rederiföretaget Destination Gotland.

Anskaffning av ett nytt fartyg pågår med planerad leverans år 2013.

Till årsskiftet 2010/2011 förväntas totalt cirka 5 240 ton kärnbränsle utbränd vikt (cirka 5 490 ton bränsle initialvikt) ha transporterats från kärnkraftverken till Clab och cirka 33 900 m³ kortlivat radioaktivt avfall till SFR.

Vid transporter av använt kärnbränsle och hårdkomponenter till Clab används behållare som konstruerats för att uppfylla krav på strålskärning och tåla stora yttre påkänningar. En sådan transportbehållare rymmer cirka 3 ton bränsle. För transport av medelaktivt avfall till SFR används strålskärmande stålbehållare. De rymmer cirka 20 m³ avfall och den maximala transportvikten per behållare är 120 ton. För lågaktivt avfall från driften liksom för huvuddelen av rivningsavfallet kan standardcontainrar användas. För närvarande omfattar systemet tio transportbehållare för använt bränsle, två för hårdkomponenter och 27 strålskärmande behållare för medelaktivt avfall.

Vid lastning och lossning transporteras behållarna kortare sträckor mellan lager och fartyg med hjälp av speciella terminalfordon, se figur 2-14. För närvarande används fem sådana fordon.

Transporten av kapslar med använt kärnbränsle från inkapslingsanläggningen vid Clab till Kärnbränsleförvaret förutsätts i referensscenariot komma att ske med sjötransport till hamnen i Forsmark. Den vidare transporten till driftområdet sker direkt med terminalfordonen. Det inkapslade kärnbränslet placeras vid transporten i behållare av liknande typ som används för kärnbränslet i dag.

Kostnaderna för transportsystemet baseras på hittillsvarande erfarenheter. I de framtida kostnaderna har hänsyn tagits till återkommande behov av nyanskaffning av såväl fartyg som fordon och transportbehållare.

⁸ Det långlivade avfallet från kärnkraftverken antas bli mellanlagrat i behållare varvid avklingningen kommer att underlätta den senare fortsatta hanteringen. Mellanlagringen kan arrangeras på olika sätt men i referensscenariot antas detta ske i det utbyggda SFR.



Figur 2-14. Terminalfordon med transportbehållare.

2.6 Beräkningsmetodik

Kalkylen för referenskostnaden görs på traditionellt sätt enligt en så kallad deterministisk metod. Därmed menas en metod där förutsättningar är givna och låsta. Vanligtvis görs i en sådan kalkyl ett procentuellt påslag för oförutsett dock ej i SKB:s fall. I stället behandlas alla typer av osäkerheter separat inom den osäkerhetsanalys som beskrivs i kapitel 3.

Som grund för kalkylen ligger funktionsbeskrivningar för varje anläggning, vilka resulterar i layoutritningar, utrustningslistor, personalprognoser etc. För anläggningar och system som är i drift är detta underlag mycket detaljerat och väl känt, medan detaljeringsgraden är lägre för framtida anläggningar.

För bygg- och installationskostnader vid uppförandet av framtida anläggningar gäller att för varje kostnadspost beräknas en baskostnad som omfattar:

- mängdberäknade kostnader,
- icke mängdberäknade kostnader,
- sidokostnader.

Mängdberäknade kostnader är sådana kostnader, som kan beräknas direkt med hjälp av underlaget och med kännedom om enhetspriser, till exempel för betonggjutning, bergsprängning och driftpersonal. Vid bedömningen av såväl mängder som enhetspriser har erfarenheter bland annat hämtats från tidigare utbyggnader av kärntekniska anläggningar, till exempel kärnkraftverken, Clab och SFR.

I tidiga skeden finns inte alla detaljer redovisade på ritningsunderlag eller specificerade på annat sätt. Omfattningen av dessa kan dock uppskattas med god noggrannhet med hjälp av erfarenheter från andra liknande arbeten. Kostnaderna för dessa, de icke mängdberäknade kostnaderna, erhålls vanligtvis genom erfarenhetsbaserade procentuella påslag benämnda ”påslag för oredovisat”⁹.

⁹ Detta ska inte förväxlas med påslag för oförutsett, ett påslag som inte ingår i referenskalkylen. Oförutsett antas utgöra en del av den totala osäkerhet som hanteras i osäkerhetsanalysen, se vidare kapitel 3.

Den sista posten som ingår i baskostnaderna är sidokostnader. Hit hör kostnader för administration, projektering, upphandling och kontroll samt kostnader för provisoriska byggnader, maskiner, bostäder, kontor och liknande. Dessa kostnader är likaså relativt väl kända och har beräknats utgående ifrån det bedömda servicebehovet under anläggningskedet.

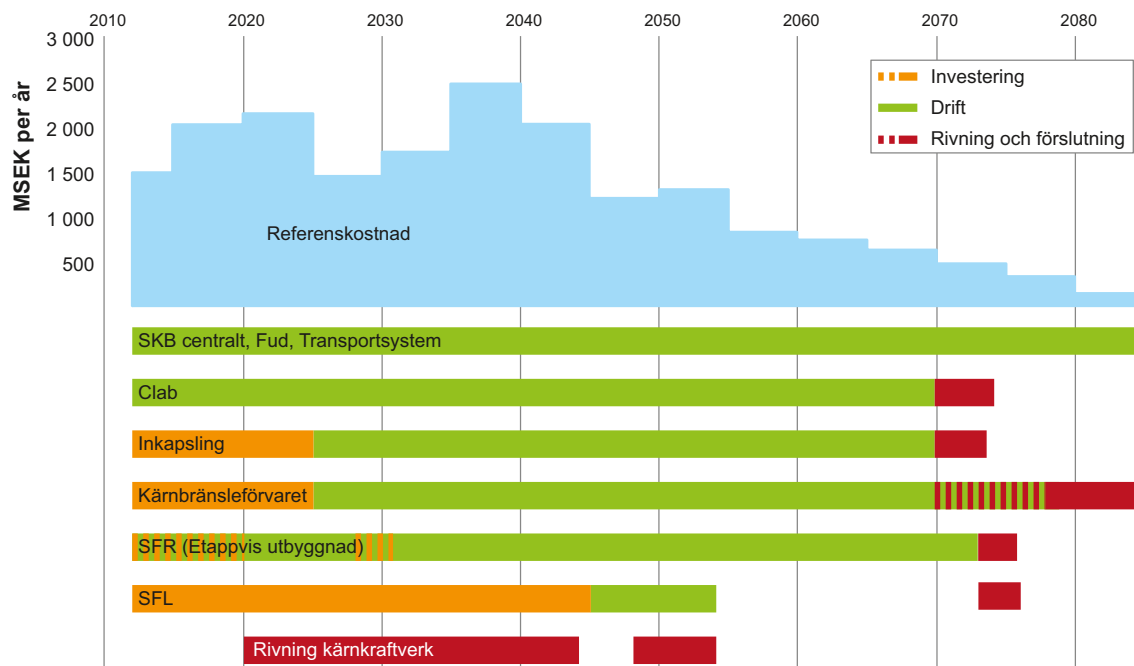
2.7 Kostnadsredovisning

2.7.1 Framtida kostnader

Kostnaderna för olika anläggningar redovisas i tabell 2-5 under posterna *investering, drift och underhåll, återfyllning* samt *rivning och förslutning*. Återfyllningen avser enbart deponeringstunnlarna. Till *investering* hänförs normalt endast de kostnader som uppkommer innan en anläggning eller en anläggningsdel tas i drift eller större reinvesteringar när en anläggning nått en betydande ålder (till exempel idag för Clab). I slutförvaret för använt kärnbränsle, där utbyggnaden av deponeringstunnlarna kommer att ske fortlöpande under deponeringsskedet (driftskedet), ingår emellertid även kostnaderna för detta arbete i *investeringen*. Kostnaderna i tabell 2-5 avser en bästa kostnadsuppskattning baserad på gällande underlag för referensscenariot.

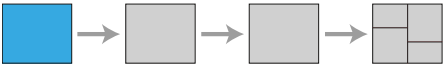
Referenskostnaden uppgår till totalt 92,0 miljarder kronor. Av dessa faller 69,7 miljarder kronor inom SKB:s verksamhetsområde och är därmed gemensamma för tillståndshavarna, så kallade samkostnader. Resterande utgör kostnader för verksamheter där varje tillståndshavare har ett eget kostnadsansvar, så kallade särkostnader.

Figur 2-15 visar referenskostnaden fördelad i tiden. För information visas även en förenklad tidsplan för de olika anläggningarna för att ge en uppfattning om den påverkan dessa har på kostnadsflödet. Bland annat framgår det att de två kostnadstopparna i diagrammet härrör dels från investeringen i inkapslingsanläggningen och Kärnbränsleförvaret, dels från rivningen av kärnkraftverken.



Figur 2-15. Tidsfördelningen av de framtida kostnaderna för referensscenariot samt översiktliga tidsplaner för anläggningarna.

Tabell 2-5. Sammanställning av framtida kostnader för referensscenariot från och med 2012, prisnivå januari 2010.

		Kostnad per kostnadsslag MSEK	Kostnad per anläggning MSEK
			
SKB centralt och Fud		10 430	10 430
Transporter	investering	1 860	3 430
	drift och underhåll	1 570	
Clab	investering	2 000	9 620
	drift och underhåll	6 980	
	rivning	640	
Inkapslingsanläggning och kapselfabrik	investering	2 980	13 750
	drift och underhåll	10 570	
	rivning	200	
Kärnbränsleförvaret			
– Yttre anläggningar	investering och drift	260	260
– Driftområden ovan mark	investering	8 690	15 980
	drift och underhåll	7 110	
	rivning	180	
– Anläggningar under mark	investering	6 100	10 480
	drift och underhåll	320	
	återfyllning	1 720	
	rivning och förslutning	2 340	
Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall, SFL	investering	820	1 500
	drift och underhåll	320	
	rivning och förslutning	360	
Mellanlager och markdeponier vid kärnkraftverken	investering	0	130
	drift och rivning	130	
Slutförvar för kortlivat radioaktivt driftavfall, SFR	investering	250	1 000
	drift och underhåll	750	
	rivning och förslutning		
Slutförvar för kortlivat radioaktivt rivningsavfall, SFR	investering	1 260	3 250
	drift och underhåll	1 750	
	rivning och förslutning	240	
Avveckling av reaktor-anläggningar	avställningsdrift	1 650	22 170
	rivning	20 520	
Total referenskostnad (exklusive påslag för oförutsett och risk)			92 000

2.7.2 Nedlagda och budgeterade kostnader

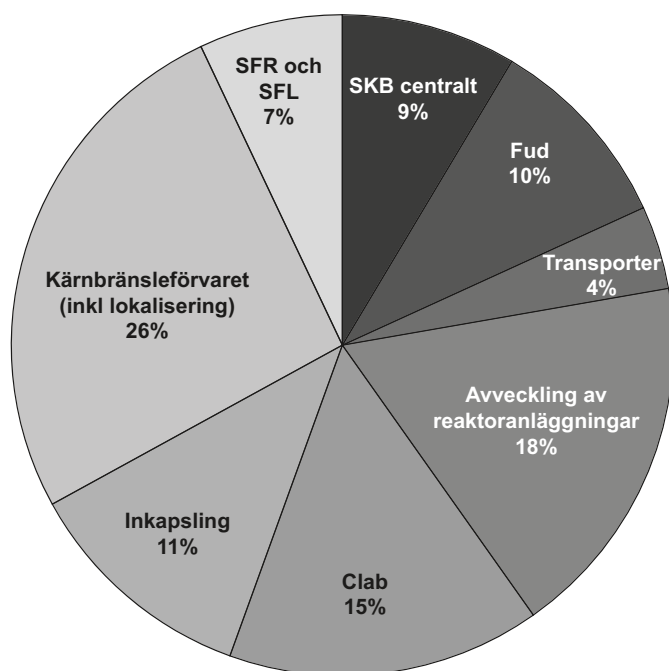
Tabell 2-6 redovisar i löpande prisnivå nedlagda kostnader till och med 2009 samt prognos för kostnadsutfallet 2010 respektive budgeterade kostnader för 2011. (Den i avsnitt 2.7.1 redovisade referenskostnaden innefattar kostnaderna från och med 2012.)

De kostnader för uppärbetning som förekom i ett tidigt skede är ej medtagna.

Hur den totala kostnaden, nedlagda och framtida, fördelar sig på olika anläggningar framgår av figur 2-16. Fördelningen är baserad på prisnivå januari 2010 varvid tidigare nedlagda kostnader har räknats upp med konsumentprisindex KPI.

Tabell 2-6. Nedlagda kostnader till och med 2009 samt prognos för utfallet 2010 och budgeterat för 2011, löpande prisnivå.

	Nedlagt till och med 2009 MSEK	Utfall 2010 (prognos) MSEK	Budget år 2011 MSEK	Summa till och med 2011 MSEK
SKB centralt	2 325	311	312	2 948
Fud	5 745	396	378	6 519
Transport				
– investering/reinvestering	225	10	45	280
– drift	763	38	40	841
Clab				
– investering/reinvestering	3 644	112	158	3 914
– drift	1 892	158	163	2 213
Inkapslingsanläggning				
– investering	321	25	27	373
Kärnbränsleförvaret (lokalisering, platsundersökningar och projektering)	3 104	156	185	3 446
SFR och Loma				
– investering/reinvestering	1 073	63	25	1 161
– drift	757	80	124	961
Totalt	19 849	1 349	1 457	22 654



Figur 2-16. Fördelningen av den totala kostnaden (nedlagda och framtida) för referensscenariot inne-
bärande drift av reaktorer i Forsmark och Ringhals i 50 år och i Oskarshamn 60 år.
Prisnivå januari 2010.

3 Kostnader enligt finansieringslagen

3.1 Driftscenarier för reaktorerna samt mängder använt kärnbränsle och radioaktivt avfall

Som framgick av översikten i kapitel 1 behöver ett antal kalkyler med olika omfattning och förutsättningar göras för få fram de belopp som krävs enligt regelverket. Alla dessa kalkyler utgår från referenskalkylen, det vill säga den som baseras på referensscenariot enligt kapitel 2. Utifrån den görs en nedskalning och omformning för att de olika kalkylerna ska stämma överens med de krav som regelverket ställer.

De viktigaste styrande parametrarna är reaktorernas drifttider och de bränslemängder som följer av detta. I referensscenariot följer man de aktuella planer som gäller för kraftföretagen men för kostnadsberäkningarna enligt finansieringslagen föreskriver regelverket vilka drifttider som ska gälla som underlag för beräkningar av kostnader och avgifter. Framförallt är det två driftscenarier som är av intresse och som kommer att redovisas här. Ett tredje, som inte redovisas, används som fördelning av kostnaderna mellan tillståndshavarna.

Det ena driftscenariot avser underlaget för beräkning av avgifter. Där föreskrivs att kostnadsberäkningarna ske utifrån att de reaktorer som i dag är i drift ska drivas i 40 år. En minimitid om sex år ska dock beaktas om det inte finns konkret anledning att anta en tidigare avställning. Minimiregeln innebär för Plan 2010 att alla reaktor ska drivas minst till och med år 2017.

Det andra driftscenariot utgör underlag för finansieringsbeloppet med en avstämning vid ingången av det första avgiftsåret som kalkylen avser, i vårt fall således per den 31 december 2011. Med avstämning menas att man inventerar mängden använt kärnbränsle som föreligger vid den angivna tidpunkten, inklusive det som finns i reaktorhårdarna. Kostnaderna ska sedan beräknas med begränsning till denna mängd. Som alltid ingår även kostnader för avveckling av kärnkraftverken i de olika kalkylerna.

Kalkylen för finansieringsbeloppet behandlas med i princip samma detaljeringsgrad som kalkylen för avgiftsunderlaget avseende inverkan av mängden kärnbränsle på kostnader och tidsplaner men mer schablonmässigt avseende förändringar i mängden radioaktivt avfall.

I tabell 3-1 redovisas driftdata och bränslemängder för scenariot med 40 års drift. I tabell 3-2 visas även för jämförelse mängderna i referensscenariot.

Kostnadsredovisningen längre fram i kapitlet görs relativt detaljerad för 40-årsscenario (avsnitt 3.5.2). För avstämningen den 31 december 2011 ges enbart totalbeloppet (avsnitt 3.5.3).

3.2 Förändringar i systemet jämfört med referensscenariot

Konsekvensen för systemet av de förändringar i bränsle- och avfallsmängder som görs jämfört med referensscenariot berör i första hand drifttiden för anläggningarna. De har också den effekten att deponeringstakten för kapslarna med använt bränsle påverkas. Det senare som en följd av att andelen ”gammalt” bränsle av den totala mängden ökar vilket underlättar möjligheten att möta den begränsning av temperaturen kring kapseln efter deponering som gäller.

Andra förändringar är en följd av att anläggningar eller anläggningsdelar för hantering av driftavfall eller utrymmen avsedda för avfall från annan part ska undantas vid beräkningen av kostnader enligt finansieringslagen. Sådana förändringar är dock kostnadsmässigt av mindre betydelse än de som sammanhänger med förändrade bränsle- och avfallsmängder.

Tabell 3-1. Driftdata samt elproduktion och bränslemängder vid kärnkraftverken.

Start kommersiell drift	Termisk effekt/ nettoeffekt	Energiproduktion			Bränsle till och med 2010	Totalt för grundkostnaden		
		till och med 2010	medelvärde från och med 2011	TWh/år		Drift till och med	Energi produktion	Använt bränsle
	MW	TWh		ton uran		TWh	ton uran	
F1 (BWR) 1980-12-10	2 928 / 978	206	8,1	758	2020-12-09	287	970	
F2 (BWR) 1981-07-07	2 928 / 990	197	8,1	742	2021-07-06	282	971	
F3 (BWR) 1985-08-22	3 300 / 1 170	217	9,8	748	2025-08-21	361	1 111	
O1 (BWR) 1972-02-06	1 375 / 473	96	3,5	449	2017-12-31	120	517	
O2 (BWR) 1974-12-15	1 800 / 638	144	6,1	552	2017-12-31	187	658	
O3 (BWR) 1985-08-15	3 900 / 1 400	201	11,2	721	2025-08-14	365	1 120	
R1 (BWR) 1976-01-01	2 540 / 855	163	6,3	634	2017-12-31	208	746	
R2 (PWR) 1975-05-01	2 652 / 866	181	7,0	588	2017-12-31	230	704	
R3 (PWR) 1981-09-09	3 135 / 1 051	182	8,3	574	2021-09-08	272	830	
R4 (PWR) 1983-11-21	2 775 / 935	178	7,1	566	2023-11-20	269	827	
B1 (BWR) 1975-07-01	1 800 / 600	93	–	425	1999-11-30	93	425	
B2 (BWR) 1977-07-01	1 800 / 600	108	–	455	2005-05-31	108	455	
BWR totalt	22 371 / 7 704	1 426	53	5 485		2 011	6 973	
PWR totalt	8 562 / 2 851	541	22	1 728		771	2 361	
Samtliga totalt	30 933 / 10 556	1 967	76	7 213		2 782	9 334	

Tabell 3-2. Inkapslat kärnbränsle och radioaktivt avfall att deponera.

	Mängd att slutförvara		Slutförvar
Använt BWR-bränsle	4 500 kapslar	(6 000) ¹⁾	Kärnbränsleförvaret
Använt PWR-bränsle			
Övrigt använt kärnbränsle (MOX, Ågesta, Studsvik)			
Driftavfall från kärnkraftverken	43 500 m ³	(50 500) m ³	SFR
Rivningsavfall från kärnkraftverken	133 000 m ³	(133 000) m ³	SFR
Drift- och rivningsavfall från kärnkraftverken (hårdnära komponenter)	3 300 m ³	(3 800) m ³	SFL
Driftavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	3 400 m ³	(4 300) m ³	SFR
Rivningsavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	3 300 m ³	(3 300) m ³	SFR
Driftavfall från SVAFO och Studsvik	11 600 m ³	(12 600) m ³	SFR
Rivningsavfall från SVAFO och Studsvik	5 000 m ³	(5 000) m ³	SFR
Avfall från SVAFO och Studsvik	6 000 m ³	(6 000) m ³	SFL
Totalt kortlivat radioaktivt avfall	199 800 m ³	(208 700) m ³	SFR
Totalt långlivat radioaktivt avfall	9 300 m ³	(9 800) m ³	SFL

¹⁾ Värden inom parentes avser referensscenariot enligt kapitel 2.

De viktigaste förändringarna jämfört med referensscenariot är i sammandrag:

- Antalet kapslar med använt kärnbränsle minskar från de 6 000 som ingår i referensscenariot. Den återstående grundkostnaden baseras på 4 500 kapslar och finansieringsbeloppet på 3 542 kapslar. Den totala drifttiden för kärnbränsleförvaret och Clink minskar med 15 respektive 21 år. Förkortningen av tidsplanen påverkar även andra anläggningar, främst SFL.
- Sådant driftavfall som omhändertas under pågående drift av reaktorerna ska kostnadsmissigt inte ingå i kalkylen (faller ej under begreppet restprodukter). Framförallt är det anläggningen SFR i sin nuvarande omfattning som exkluderas men detta får även följder för transportsystemet där kostnaderna för transporter till SFR också utgår liksom en proportionell andel av kostnaderna för SKB:s centrala funktioner.

- Utrymmen i SKB:s anläggningar som upptas av radioaktivt avfall från andra än tillståndshavarna (SVAFO med flera) ska kostnadsmissigt utgå. Detta avfall finansieras på annat sätt än via tillståndshavarnas fondandelar.

3.3 Beräkningsmetodik

3.3.1 Framtida reala prisförändringar

De kostnader som redovisas enligt finansieringslagen justeras för att beakta framtida reala prisförändringar. Dessa är beroende av faktorer som återfinns i samhället i stort och som SKB inte har någon kontroll över. De benämns externa ekonomiska faktorer (EEF) och kostnadsutvecklingen på lönesidan (inklusive produktivitetsutvecklingen), kostnader för olika insatsmaterial och maskiner samt växelkurser. Med ”reala” prisförändringar menas prisförändringar utöver den allmänna inflationen i samhället uttryckt genom konsumentprisindex, KPI. Den reala pris- och kostnadsutvecklingen definieras i kalkylen med en trendlinje för varje EEF. Trendlinjerna är framtagna baserade på historiska data. Följande områden beaktas:

- Pris- och produktivitetsutveckling för **lönekostnader i tjänstesektorn**.
- Pris- och produktivitetsutveckling för **lönekostnader i byggindustrin**.
- Prisutveckling för **maskiner**.
- Prisutveckling för **byggmaterial**.
- Prisutveckling för **förbrukningsmaterial**.
- Prisutveckling för **råmaterialet koppar**.
- Prisutveckling för **bentonit**.
- Prisutveckling för **energi**.
- **Växelkurs** i USD för varor och maskiner som direktimporteras.

3.3.2 Den successiva principen – en sannolikhetsbaserad kalkylmetod

För beräkningen av de belopp som ska redovisas enligt finansieringslagen (se kapitel 1) tillämpas en sannolikhetsbaserad beräkningsmetod (probabilistisk) som med vedertagna statistiska metoder tar hänsyn till de variationer och osäkerheter som naturligt finns med vid bedömningen av kostnaden för ett projekt, speciellt i ett tidigt skede. Metoden utgår från en kalkylprincip benämnd ”Den successiva principen”, som utvecklats speciellt som ett verktyg för hantering av denna typ av osäkerheter. Kort benämns den även ”successiv kalkyl”. Metoden beskrivs utförligt i *Proactive Management of Uncertainty using the Successive Principle*, Steen Lichtenberg, 2000.

Kostnaden för varje kostnadspost eller variation/osäkerhet betraktas som en variabel som med varierande grad av sannolikhet kan uppnå olika värden (stokastisk variabel). För varje kostnadspost och variation/osäkerhet väljs en lämplig funktion som definierar denna sannolikhetsfördelning (sannolikhetsfunktion).

Centralt i tillämpningen av ”den successiva principen” är metodiken för att strukturera kalkylen och ställa upp sannolikhetsfördelningar för de variationer/osäkerheter som man väljer att inkludera i analysen. Detta sker genom bedömningar i en för detta syfte särskilt sammansatt grupp. SKB har valt att kalla denna grupp för ”analysgruppen”. Just förekomsten och sammansättningen av analysgruppen och hur den arbetar är en av de saker som särskiljer ”den successiva principen” från andra sannolikhetsbaserade osäkerhetsanalyser.

Enligt metodikens upphovsman ska gruppen bestå av personer med olika kompetenser och i övrigt vara heterogent sammansatt vad avser ålder, befattningar etc. Detta för att få en optimal samverkan i gruppen och minimera risken för systematiska felbedömningar eller ensidighet i de slutsatser som gruppen kommer fram till. Antal deltagare kan variera med hänsyn till projektets karaktär. SKB har funnit att 16 deltagare är optimalt för planarbetet.

Den totala kostnaden erhålls därefter genom addering av samtliga kostnadsposter enligt de regler som gäller för addering av stokastiska variabler. Resultatet som erhålls är även det en stokastisk variabel innebärande att varje belopp som kan utläsas ur detta är kopplad till en viss sannolikhet. I vårt fall uttrycks denna koppling som ”sannolikheten för att ett visst belopp inte ska överskridas”. Detta anges i modellen som ”konfidensgraden” för beloppet. För ett belopp betyder exempelvis konfidensgraden 50 % att sannolikheten för att det valda beloppet ska kunna innehållas är 50 %.

Vilken konfidensgrad som ska gälla för de olika belopp som ska tas fram enligt finansieringslagen är en fråga för myndigheten att besluta om. Från det att den sannolikhetsbaserade beräkningsmetoden infördes i mitten av 90-talet har avgifterna beräknats utifrån ett belopp med konfidensgraden 50 %. (Sannolikheterna för ett överskridande respektive underskridande är lika stora.) Denna konfidensgrad utgör också basen för de belopp som redovisas nedan.

Den säkerhet som ska ställas för oplanerade händelser bestäms utifrån en väsentligt högre konfidensgrad. I denna redovisning används 80 %, (avsnitt 3.5.4).

Metoden ger även som resultat indikationer på var de större osäkerheterna finns. Dessa kan sedan brytas ner och analyseras mer ingående varefter beräkningen upprepas och då med en minskad osäkerhet som resultat. Denna ”successiva” konvergering mot en allt säkrare prognos har gett metoden dess namn.

3.3.3 Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken

Vissa egenskaper hos vårt unika projekt motiverar att man frångår de teoretiska formlerna vid addering av stokastiska variabler. I stället använder SKB en iterativ metod styrd av en slumpgenerator. Metoden, som allmänt används i olika sammanhang, går vanligtvis under benämningen montecarlo-simulering. Metoden ger en hög grad av flexibilitet vilket passar väl in vid de särskilda problem som måste beaktas. Sådana är exempelvis:

- Kalkylen löper över mycket lång tid. Effekten av olika händelser vid nuvärdesberäkning får olika vikt beroende på vald kalkylränta och händelsens förläggning i tiden.
- Det finns beroenden mellan vissa av de stokastiska variabler som ställs upp av analysgruppen.
- Kalkylen är mycket stor och omfattar ett stort antal variationer och osäkerheter. Montecarlo-simuleringen ger oss möjlighet att följa och registrera beräkningsproceduren i detalj vilket är önskvärt för kontroll och förståelse för hur olika händelser kan påverka utfallet.
- Vissa händelser är av så omfattande karaktär att kalkylunderlaget ändras på en principiell nivå. Sådana händelser måste hanteras i en tvåstegsprocess: sannolikheten för att händelsen inträffar och därefter vilka möjliga utfall som finns om händelsen inträffar.

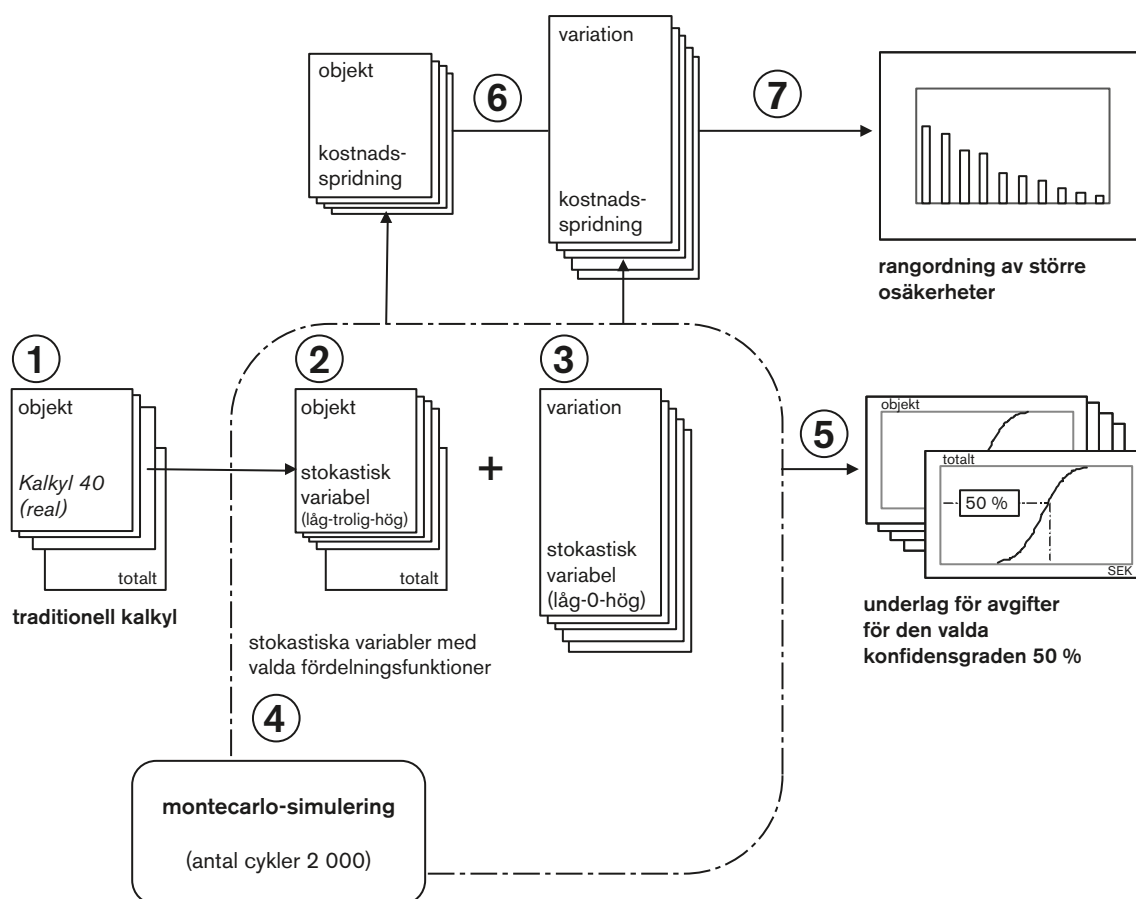
Montecarlo-simulering innebär att beräkningen genomlöps ett antal gånger benämnda cykler eller iterationer. Vid varje cykel bestäms utfallet för varje variabel utifrån den valda sannolikhetsfördelningen genom att ett slumpstal, specifikt för variabeln, avgör konfidensgraden. Uppsättning slumpstal förnyas för varje cykel. En cykel kan således i modellen sägas representera ett ”genomförande” av projektet. Det slutliga resultatet utgörs av den sannolikhetsfördelning som ges av samtliga beräkningscykler sammantagna. I plankalkylen omfattar simuleringen 2 000 cykler vilket har bedömts ge tillräckligt noggrannhet i resultatet.

Metodens tillämpning är schematiskt illustrerad i figur 3-1. Beskrivningen som följer ansluter till beteckningarna i figuren.

Systemet bryts ner i ett antal så kallade kalkylobjekt. I stort motsvarar dessa de olika kostnadsslagen, det vill säga investering, drift, rivning, återfyllning och förslutning för olika anläggningar.

Ingångsvärden i kalkylen utgörs av den ”troliga” kostnaden för varje kalkylobjekt och för totalbeloppet (1). De troliga kostnaderna hämtas vanligtvis från den nedskalade referenskalkylen, en kalkyl som alltså inte innefattar påslag för oförutsett och risk.

Nästa steg är att bestämma vilka variationer och osäkerheter som ska ingå i osäkerhetsanalysen. Dessa kan vara av den karaktären att de påverkar olika kalkylobjekt i flera delar av systemet (3), till exempel ändrad tidsplan eller ändrat antal kapslar. Alternativt kan de påverka enbart enskilda kalkylobjekt (2), till exempel osäkerhet i personalstyrka eller kapselkostnad. Varje variation definieras till



Figur 3-1. Schematisk beskrivning av kalkylstegen (siffror hänvisar till beskrivningen i texten).

sin omfattning (låg- och högalternativ) och en bedömning görs av vilka kalkylobjekt som påverkas av variationen. Låg- och högalternativen anges tillsammans med sina respektive konfidensgrader.

Därefter värderas kostnadspåverkan på olika kalkylobjekt av de variationer och osäkerheter man valt att inkludera. Genom att såväl kalkylobjekten som variationerna och osäkerheterna definierats inte bara med sina respektive troliga kostnader utan även med ett intervall (låg respektive hög kostnad relaterade till konfidensgrader) kan de ingående kostnadsposterna beskrivas som stokastiska variabler med tillhörande fördelningsfunktioner. Funktionerna väljs så att sannolikhetsfördelningen så väl som möjligt ansluter till variationens karaktär. Speciella egenskaper hos variationen såsom en markant snedfördelning av utfallet eller ett antingen-eller-värde (diskret fördelning) kan utgöra sådana egenskaper som ska påverka valet av sannolikhetsfunktion.

Slutligen beräknas utfallet och summeras i montecarlosimuleringen.

Resultatet ger för varje objekt liksom för systemet i sin helhet en fördelningsfunktion (5) ur vilken kostnaden kan erhållas för vald konfidensgrad. Dessutom avtappas under beräkningens gång delresultat (6) som ger möjlighet att värdera och rangordna osäkerheterna i analysen (7).

Då flera av de variationer som tas med i beräkningarna har en betydande tidsplanepåverkan varierar slutresultatet med olika diskonteringsräntor.¹⁰ Beräkningarna genomförs därför för varje kalkylränta av intresse.

Underlaget för kompletteringsbeloppet beräknas på samma sätt som underlaget för den återstående grundkostnaden men inkluderar mer exceptionella variationer med principiell system- eller tidsplanemässig påverkan.

¹⁰ Exempelvis kan ett osäkerhetspåslag som vid 50 % konfidensgrad är 20 % utan diskontering vara 15 % efter diskontering med en viss kalkylränta. Detta beroende på att stora osäkerheter som ligger långt fram i tiden förlorar i betydelse vid diskontering.

3.4 Variationer och osäkerheter beaktade i kalkylen

3.4.1 Allmänt

Som beskrevs i föregående avsnitt hanteras variationer och osäkerheter enligt den successiva principen genom att de först lyfts ut och behandlas separat. Detta sker genom en definition av så kallade generella villkor vilka fastlägger kalkylförutsättningarna i ”normalfallet”. I ett andra steg definieras och kostnadsberäknas variationer kring dessa generella villkor. Detta sker genom den så kallade trepunktskattningen där lågvärde, troligt värde och högvärde bedöms. Båda dessa steg genomförs i den särskilt sammansatta analysgruppen. Slutligen görs en statistisk summering av osäkerheterna, i SKB:s fall genom montecarlosimulering.

Trepunktskattningen i den tillämpning som SKB använder görs genom att ett lågvärde och ett högvärde kring det troliga värdet anges. Såväl lågvärdet som högvärdet är kopplat till en viss sannolikhet. Om det inte finns särskilda skäl att välja någon annan så används sannolikheten 1:10.¹¹ Det ska betonas att låg- och högvärdena inte utgör gränsvärden. Gränsvärdena, det vill säga extremvärdena minsta och högsta (min och max), följer av den sannolikhetsfunktion som ställs upp utifrån trepunktskattningen och kan skilja sig betydligt från låg- och högvärdena.

I beskrivningen nedan anges sannolikheten för låg- eller högvärdet endast om den avviker från den normala 1:10.

I detta sammanhang ska det påpekas att för variationer som påverkar tidsplanen går det normalt inte att entydigt ange ett låg- respektive högalternativ. Den kostnadsmässiga effekten av variationen påverkas vid diskonteringen. En förskjutning av aktiviteter längre fram i tiden ger normalt ökade kostnader genom att mellanliggande aktiviteter förlängs och en sådan förskjutning skulle då kunna betecknas som högalternativ. Syftet med kalkylen är emellertid att ge underlag för bedömning av avgiftsbehovet och i den analysen har diskonteringen en viktig roll. Vid positiv realränta kan då förskjutningen av aktiviteter genom nuvärdeseffekten ge en sänkning av avgiftsunderlaget och därmed ett lågalternativ. Men eftersom det i beräkningsmodellen föreligger ett behov av att beteckningarna ”låg” och ”hög” konsekvent relaterar till en viss händelseutveckling snarare än till vissa relativa belopp så använder SKB en konvention innebärande att förhållandet efter diskontering av de framtida kostnaderna får styra benämningen.

Vissa kalkylförutsättningar är av den karaktären att de är låsta och således inte ska ifrågasättas eller värderas inom analysgruppen. Sådana lösningar beslutas av SKB:s ledning, oftast i samförstånd med myndigheten. I den successiva kalkylen benämns dessa ”fasta förutsättningar”. Exempel på sådana fasta förutsättningar kan vara:

- Samhällssystemet och dess institutioner ska bestå under hela kalkylperioden.
- Kärnbränsleprogrammet ska inte innefatta upparbetning som ett alternativ.
- Endast KBS-3-metoden (i olika utföranden) ska beaktas.
- Bränslemängder ska vara låsta till den reaktordrift som stipuleras i finansieringslagen.
- Kalkylen upprättas för real prisutveckling och i dagens prisnivå.

Samtliga fasta förutsättningarna som identifierats inom plankalkylen gäller vid den osäkerhetsanalys som ligger till grund för bestämningen av den återstående grundkostnaden och underlaget för finansieringsbeloppet. Vissa av de fasta förutsättningarna gäller däremot inte i den osäkerhetsanalys som görs för att bestämma kompletteringsbeloppet. Istället omvandlas dessa förutsättningar till generella villkor och kan därmed varieras. Detta leder till att osäkerhetsanalysen för kompletteringsbeloppet innefattar en större mängd osäkerheter (variationer) än beräkningen för den återstående grundkostnaden och underlaget för finansieringsbeloppet.

Ett exempel på en fast förutsättning som inte gäller för kompletteringsbeloppet är lokaliseringen av Kärnbränslefordäret. I beräkningen av den återstående grundkostnaden och underlaget för finansieringsbeloppet gäller en lokalisering till Forsmark som en fast förutsättning. I beräkningen

¹¹ Sannolikheten 1:10 innebär att det är 10 % sannolikhet att utfallet inte överstiger lågvärdet och 90 % sannolikhet att det inte överstiger högvärdet.

av kompletteringsbeloppet utgör däremot lokaliseringen en osäkerhet och analysgruppen tar därför hänsyn till risken av att en ny lokaliseringsprocess skulle kunna bli aktuell.

I plankalkylen har därmed två uppsättningar generella villkor med tillhörande variationer identifierats. Sammantaget är listan mycket omfattande, i det närmaste heltäckande. Den första uppsättningen (kategori 1) avser de variationer som inkluderas i samtliga underlag, det vill säga den återstående grundkostnaden, underlaget för finansieringsbelopp och kompletteringsbeloppet. Den andra uppsättningen (kategori 2) inkluderas endast för kompletteringsbeloppet.

För överskådlighetens skull, såväl i denna rapport som för analysgruppens arbete, har osäkerheterna delats in i ett antal grupper:

- **Samhälle.** Denna grupp omfattar osäkerheter som SKB har mycket lite eller inget inflytande över. Till exempel lagstiftning och myndighetsfrågor eller politiska frågor i stort. Hit hör också frågan om hur värderingsförskjutningar i samhället rörande kärnkraft kan påverka projektets genomförande och kostnader. Frågor av samhällsekonomisk karaktär behandlas däremot separat inom gruppen ”ekonomi”.
- **Ekonomi.** Denna grupp har samma karaktär som gruppen ”samhälle” dock med tyngdpunkten på ekonomiska förhållanden såsom real prisutveckling för löner och insatsvaror, konjunkturberoenden och valutarisker.
- **Genomförande.** Hit hör tidsplanestrategier, lokaliseringsfrågor, strategi för avveckling av reaktoranläggningarna med mera.
- **Organisation.** Främst rör detta hur de framtida anläggnings- eller rivningsprojekten organisatoriskt ska genomföras och ledas.
- **Teknik.** Till denna grupp förs alla renodlade teknikfrågor. Största osäkerheterna finns av naturliga skäl i de framtida anläggningarna för hantering av såväl kärnbränsle som radioaktivt avfall. En mycket stor grupp inom området utgörs av flertalet objektspecifika variationer eller osäkerheter (förklaras nedan).
- **Kalkylering.** Denna grupp beaktar riskerna för felaktiga bedömningar i själva kalkylarbetet. Dessa kan bestå av såväl överskattning av svårigheterna (pessimistisk bedömning) som underskattning (optimistisk bedömning).

Objektspecifika variationer utgörs av preciserade eller mera schablonmässigt framtagna variationer som påverkar den troliga kostnaden för varje objekt, totalt 64 stycken. Detta avser således variationer som återstår efter att samtliga variationer kring de generella villkoren beaktats. Typiska sådana variationer avser till exempel ändringar i byggnadsvolym eller driftorganisation för enstaka objekt, eller varierande krav på utförande (exempelvis vid deponeringen). För vissa objekt ansätts en schablonmässig variation utan att man kan peka på någon specifik kostnadsfaktor.

Objektspecifika variationer ligger oftast inom intervallet -20% till $+30\%$ men kan för vissa objekt ha en betydligt större spridning. Framförallt gäller detta vissa objekt ingående i avvecklingen av reaktoranläggningarna samt mindre kostnadskrävande objekt där även små störningar kan få en procentuellt sett stor effekt.

En objektspecifik osäkerhet av intresse avser investeringen i SFL. Förvaret befinner sig i ett mycket tidigt utvecklingsskede innebärande att osäkerheten rörande den slutliga utformningen är stor. Variationen kring det troliga värdet har getts en relativt stor spännvidd, lågvärdet -30% och högvärdet $+100\%$.

Det ska påpekas ånyo att om inget annat anges kopplar de angivna låg- och högvärdena till sannolikheten 1:10.

I följande avsnitt redogörs för variationerna och osäkerheterna för de olika grupperna ovan. Inom varje grupp beskrivs först de som tillhör kategori 1 och därefter de som tillkommer i kategori 2 och som således endast ingår i underlaget för kompletteringsbeloppet.

3.4.2 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”samhälle”

Förändrade **lagstiftnings- och myndighetskrav** antas kunna få stor påverkan på kostnaderna, framför allt är sannolikheten stor att dessa krav kommer att öka med kostnadsökningar som följd. Vid värderingen av osäkerheten görs åtskillnad mellan sådana krav som har kärnteknisk anknytning och sådana som gäller för byggande och industriell verksamhet i allmänhet. De förra antas påverka såväl investering som drift medan de senare antas enbart påverka investeringskostnaderna. Påverkan ligger inom intervallet -5% till $+30\%$.

Variationer och osäkerheter som tillkommer i underlaget för kompletteringsbeloppet

Värderingsförskjutningar i samhället avseende inställningen till kärnkraft antas kunna ha en effekt på kostnaderna framförallt i fråga om lagstiftning och tillståndsprocesser men även i fråga om kravbildningen i stort. Påverkan på kostnaderna kan leda såväl mot ökade kostnader som minskande jämfört med det troliga värdet. Effekten simuleras i modellen som en årlig minskning eller ökning av driftkostnaden för systemet med -5% respektive $+30\%$ per år.

Drifttiden för reaktorerna påverkar normalt inte systemet eftersom detta är en fast förutsättning som ges av regelverket. Det finns dock ett undantag och det är tidsplanen för rivningen av kärnkraftverken. Denna tidsplan är baserad på referensscenariot och således given av 50 respektive 60 års drift av samtliga reaktorer (utom Barsebäck).

En tidigare avställning (genomsnittlig för alla reaktorerna) innebär antingen att rivningen tidigare läggs eller att kostnader för servicedrift under perioden från avställning till rivning tillkommer. En senare avställning å andra sidan medför att kostnaden för avvecklingsprocessen i sin helhet skjuts längre fram i tiden. Vid positiv realränta ger detta en ökad avkastning av de fonderade medlen. Lågalternativet baseras på en genomsnittlig drifttid av 70 år. Högalternativet baseras på en drifttid till och med år 2018.

3.4.3 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”ekonomi”

Kalkylen är baserad på antaganden om **den reala pris- och kostnadsutvecklingen** inom ett antal områden och osäkerheten kring dessa antagande ingår i osäkerhetsanalysen. Den reala pris- och kostnadsutvecklingen definieras i kalkylen med trendlinjer som i största möjliga grad är framtagna baserade på historiska data, se avsnitt 3.3.1. Analysgruppen värderar möjliga avvikelser i dessa trendlinjer.

Konjunktorens påverkan på kostnaderna är en av osäkerheterna inom gruppen ”ekonomi”. På lång sikt kan det antas att konjunktursvängningarna utjämnas men under korta kostnadsintensiva perioder kan de få betydelse. Två sådana perioder har identifierats. Dels investeringsskedet för Kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen som infaller mellan 2015 och 2025, dels perioden då rivningen av flertalet kärnkraftverk pågår. Detta sker med början under 2030-talet och en bit in på 2040-talet. För anläggningarna inom Kärnbränsleprogrammet antas konjunktoren verka inom spannet -15% till $+25\%$. Motsvarande för rivningen är -25% till $+20\%$. Anledningen till att rivningskostnaderna påverkas i en mer gynnsam riktning är att det där antas vara möjligt att i viss mån anpassa tidsplanerna för rivningen till konjunkturläget.

3.4.4 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”genomförande”

I det troliga fallet antas **tillståndsprocessen för Kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen** ta cirka fem år. Tillståndsprocessens tidsutsträckning antas i låg- och högalternativen till fyra respektive tio år. Förseningen innebär emellertid en längre avklingningstid för det använda kärnbränslet och med en måttlig ökning av deponeringstakten kan sluttidpunkten bibehållas trots förseningen.

Tiden för uppförande av Kärnbränsleförvaret uppskattas i det troliga fallet till tio år. Därefter kan anläggningen tas i drift och deponering påbörjas. Tiden för uppförande antas i variationen ligga mellan nio och 16 år. Även här antas deponeringstakten kunna öka vid en försening.

Driftstörningar genom åverkan och stöld etc. Driftstörningarna antas inte vara av större omfattning än att de går att ta igen genom övertid eller extra skift. En allmän kostnadsökning av 5 % på driften av inkapslingsanläggningen och Kärnbränsleförvaret antas för att täcka merkostnaderna. (Eventuella personskador eller materiella skador täcks av försäkringar och ingår inte i kalkylen. Försäkringspremierna ingår dock som en del av driftkostnaden.)

Den tid det tar att riva kärnkraftverken påverkar tidsberoende kostnader såsom bevakning och underhåll av reaktoranläggningen dock inte kostnader för själva rivningsarbetet. Tiden antas i variationen förkortas med två år respektive förlängas med två år.

Tidsplanen för avställningsdriften, det vill säga från avställning av reaktorn till dess att det använda bränslet transporterats bort, varierar mellan ett och fem år. Tiden är i det troliga fallet uppskattad till två år.

Tidpunkten för deponeringsstart för det utbyggda SFR påverkar förutom investeringskostnaden även tidpunkten för när rivningen av Barsebäcks reaktorer kan påbörjas. I variationen antas en försening med fem år vilket innebär att det utbyggda SFR tas i drift år 2025.

Tidpunkten för deponeringsstart för SFL ligger i SKB:s planeringsförutsättningar relativt långt fram i tiden, år 2045. I variationen antas i lågalternativet att anläggningen byggs så att deponeringen kan påbörjas år 2053. Deponeringen av det långlivade avfallet avslutas då samtidigt med det kortlivade. I högalternativet antas deponeringen påbörjas år 2030.

Strategi för avfallshantering vid rivningen av kärnkraftverken. Genom en effektivare strategi för avfallshandlingen antas tiden för rivningen kunna minskas med två år. Möjliga effektiviseringar är en för kraftverken gemensam avfallsbehandlingsanläggning samt att mycket lågaktivt avfall kan deponeras i lokala markförvar.

Variationer och osäkerheter som tillkommer i underlaget för kompletteringsbeloppet

Förseningar allmänt i drifttagningen av inkapslingsanläggningen och Kärnbränsleförvaret. Denna osäkerhet skiljer sig från förseningar i tillståndsprocessen som beskrevs ovan genom att orsaken här är mera allmän och framförallt kopplad till politiska beslut. En fördröjning av 15 år är antagen. I likhet med förseningen i tillståndsprocessen blir effekten på sluttidpunkten begränsad beroende på bränslets avklingning och möjlighet att öka deponeringstakten.

Störningar i driften beroende på omfattande tekniska fel, olyckshändelser etc antas påverka enbart driftförhållandena. (Eventuella personskador eller materiella skador täcks av försäkringar och ingår inte i kalkylen. Försäkringspremierna ingår dock som en del av driftkostnaden.) Skadan eller skadorna sammantaget antas vara av den omfattningen att driftavbrott i sammantaget fem år blir följden. Skadan eller skadorna antas dessutom inträffa i ett relativt sent skede varför den förlorade tiden inte lätt kan tas igen. Under stilleståndet antas att full personalstyrka bibehålls hela tiden indikerande att man inte i förväg vet hur länge avbrottet ska vara.

I lokaliseringen av Kärnbränsleförvaret inkluderas en variation där den valda platsen vid Forsmark inte blir aktuell utan en ny lokaliseringsprocess behöver startas. Sannolikheten för denna händelse är satt till 1:20. Kostnadseffekten av variationen varierar med avseende på den fördröjning i programmet som uppstår med de valda ytterlighetsfallen sju respektive 25 år samt avseende på om förvaret kan lokaliseras vid kusten alternativt längre inåt landet.

I lokaliseringen av inkapslingsanläggningen inkluderas en variation där anläggningen lokaliseras till platsen för Kärnbränsleförvaret (Forsmark). Alternativet innebär bland annat ökade driftkostnader samt att externa kapseltransporter utgår och ersätts med bränsletransporter från Clab till inkapslingsanläggningen. Sannolikheten för denna händelse är satt till 1:20.

I lokaliseringen av SFL inkluderas en variation där förvaret förläggs skilt från andra slutförvar. Detta blir ett högalternativ med kostnader för egna nedfarer till deponeringsnivån, med egen försörjning och driftorganisation samt med ett utökat lokaliserings- och platsundersökningsprogram. Sannolikheten för denna händelse är satt till 1:20.

3.4.5 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”organisation”

Betydelsen av **projektorganisationens effektivitet och kompetens** bedöms ligga inom ett intervall av -10 % till +15 % av investeringarna. Variationen är begränsad till Kärnbränsleförvaret samt inkapslingsanläggningen.

Hur **projekteringen av Kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen** genomförs antas påverka investeringskostnaderna inom ett intervall av -10 % till +20 %. Påverkan omfattar perioden fram till drifttagning av anläggningarna.

Inlärningseffekten vid rivningen av de tolv reaktor-anläggningarna är en fråga som i första hand gäller själva proceduren kring avvecklingen av ett kärnkraftverk. Inläringen när det gäller rivningsmetodiken och rivningsarbetet ligger främst under de ekonomiska faktorerna (EEF) där de innefattas i begreppet produktivitet utveckling. Referenskalkylen är upprättad utan avseende på att en inlärningseffekt uppstår. Ett lågvärde är ansatt innebärande att effektiviteten i hanteringen av processen ökar med 35 % från att den första till att den sista reaktorn rivs.

3.4.6 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”teknik”

Inom området teknik beaktas vid sidan av många av de objektspecifika variationerna och osäkerheterna främst layout- och genomförandepprinciper för Kärnbränsleförvaret. Det är framförallt fyra faktorer som innefattar osäkerheter av signifikant betydelse.

Anpassning till lokala förhållanden. SKB har valt Forsmark som plats för Kärnbränsleförvaret. Även om platsvalet och de undersökningar som genomförts i samband med detta har minskat osäkerheterna kring de lokala förhållandena så återstår detaljerade undersökningar. En osäkerhet av stor betydelse avser bergets sprickstruktur och övriga egenskaper. Detta antas ge en påverkan på utformningen av anläggningsdelarna under mark genom att förvarets utbredning påverkas av blockstrukturen i berget. Exempel på lågvärde är en minskning av förvarets utbredning genom att antalet förkastade kapselpositioner antas vara 5 % (troligt värde är 13 %). Motsvarande högvärde är en ökning av förvarets utbredning då antalet förkastade kapselpositioner antas vara 30 %. En annan variation behandlar osäkerheten kring utformningen av förvarets tillfarter i form av ramp och schakt. I ett lågalternativ antas rampen utgå och ytterligare ett schakt för kapseltransporter tillkomma. I högalternativet erfordras två ramper. Till dessa variationer kommer även osäkerheter avseende hanteringsutrustning med mera vilka påverkar dimensioner av berggrum och tunnlar.

De **termiska förhållandena** utgör en annan faktor av betydelse för Kärnbränsleförvaret. Detta berör både bränslet, det vill säga dess resteffekt, och de termiska egenskaperna hos bufferten och det omgivande berget. Dessa förhållanden påverkar avstånden mellan kapslarna som anpassas för att inte temperaturbegränsningen avseende bentoniten ska överskridas. Risken för höga temperaturer kan emellertid mötas av andra åtgärder exempelvis genom att effekten i kapseln begränsas antingen genom en lägre fyllningsgrad (färre element i en kapsel) eller genom en mer utdragen deponeringsprocess. Just den senare metoden används som variabel i modellen med en variation av den totala drifttiden med en minskning med tre år respektive en ökning med fyra år.

Den tredje faktorn rör villkoren kring **återfyllningen av deponeringstunnlar och förslutning av förvaret i övrigt**. Låg- och högalternativen uttrycks inte i konkreta alternativ till den metod och de material som anges i det troliga fallet eftersom detta inte är möjligt utan omfattande utredningar. Osäkerheten uttrycks i stället i kostnadspåverkan där lågalternativet innebär en kostnadsminskning med 50 % medan högalternativet är en kostnadsökning med 60 %. För berggrum som inte är i direkt kontakt med deponeringsområdet antas kostnadsspannet vara -60 % till +50 %.

Den fjärde faktorn slutligen avser möjligheten till en **mer kostnadseffektiv metod för utplacering av kapslarna** med tillhörande buffert i slutförvaret. Referensutformningen bygger på att kapslarna deponeras en och en i hål borrade i tunnelgolvet. Ett alternativ avser tekniken att placera kapslarna horisontellt i långa borrade hål, varje hål rymmande ett större antal kapslar. På detta sätt kan de relativt kostnadskrävande deponeringstunnlarna utslutas. Sannolikheten för detta alternativ har under de senaste åren bedömts allt högre i takt med det pågående utvecklingsarbetet som ger lovande resultat. I årets beräkning är sannolikheten satt till 40 %.

Metoden för uttag av berg. Referensscenariot är baserat på borrhning och sprängning med höga krav på frilagda ytor och begränsningar av de störningar i form av uppsprickning som sprider sig in i berget. En alternativ metod skulle kunna vara fullortsborrning med så kallad TBM-teknik. Sammantaget bedöms osäkerheten ge ett spann för kostnaderna för berguttag från -20 % till +20 % i förhållande till den troliga kostnaden.

Variationer och osäkerheter som tillkommer i underlaget för kompletteringsbeloppet

Temperaturen på kapselytan utgör i det nuvarande systemet en begränsning. Den får inte överstiga 100 °C men med den säkerhetsmarginal som man vill ha sätts den övre gränsen till 90 °C. Skulle man kunna visa på att denna begränsning kan tas bort eller höjas så innebär det en möjlighet till att förkorta deponeringsperioden. En ökning av deponeringstakten från 160 kapslar per år är relativt okomplicerad genom att anläggningarna kommer att vara dimensionerade för en kapacitet av 200 kapslar per år. En ökning av maxtemperaturen till 110 °C antas för denna variation vilket ger möjlighet att korta drifttiden för inkapsling och slutförvar med fyra år.

3.4.7 Variationer och osäkerheter inom gruppen ”kalkylering”

Påslag för oredovisat görs regelmässigt i kalkylarbetet för att täcka in kostnader för byggdelar eller annat som man erfarenhetsmässigt vet ska finnas med men som inte är redovisade på de ritningar eller i de specifikationer som ligger till grund för kalkylen. Detta ska inte förväxlas med påslag för oförutsett som vanligtvis förekommer i de deterministiska kalkylerna och som avser händelser som kan inträffa men även kan utebli. Påslaget för oredovisat görs procentuellt. Osäkerheten i bedömning är satt till cirka 50 % åt ena eller andra hållet vilket ger som resultat förändringar av kostnaderna för bygginvesteringar med 5 % och av bergarbeten med 10 %.

Realism i kostnadsuppskattningar avser det förhållandet att de individer som svarar för prissättningen av ingående delar i kalkylen bedömer komplexitet och svårigheter i utförandet med varierande inställning. Detta senare refereras vanligen till som pessimism (överskattning av svårigheter) eller optimism (underskattning av svårigheter). Osäkerheten är personorienterad och därför uppdelad på de ansvarsområden som de olika kalkylerarna har haft. Vanligtvis sammanfaller detta med olika teknikområden som kan avse bygg, bergarbeten, process, drift, rivning etc. Osäkerheten varierar mellan olika kalkylerare beroende på komplexiteten i det som de har haft att bedöma men ligger för de flesta från -20 % till +35 %.

3.5 Kostnadsredovisning

3.5.1 Allmänt

Kostnadsredovisningen i detta kapitel avser de belopp som tillståndshavarna är skyldiga att redovisa till myndigheten enligt gällande regelverk. Vad som inkluderas har beskrivits i tidigare avsnitt men två saker ska åter lyftas fram för att understryka skillnaden mellan de belopp som anges här och de som redovisades i kapitel 2:

- Kostnaderna avser enbart tillståndshavarnas framtida kostnader från och med 2012 för omhändertagande av använt kärnbränsle och eget sådant radioaktivt avfall som ej är driftavfall. Prinsnivån är januari 2010. Beloppen inkluderar även justering för reala prisförändringar i enlighet med metoden för applicering av externa ekonomiska faktorer, EEF.
- Påslag för oförutsett och risk har adderats till beloppen på totalnivå. Detta påslag har beräknats med den metod som beskrivits i avsnitt 3.3. Påslaget har erhållits genom att en viss konfidensgrad valts och applicerats på den sannolikhetsfördelning som utgör resultatet av osäkerhetsanalysen. Vilken konfidensgrad som använts beskrivs nedan i anslutning till respektive belopp.

Att påslaget för oförutsett och risk adderas enbart på totalbeloppet beror på att den beräkningsmetod som används värderar den totala osäkerheten. Detta överensstämmer också med hur Kärnavfallsfonden är uppdelad. Skulle man i beräkningarna analysera varje objekt för sig så skulle man förlora den ”statistiska” effekten av att sannolikheten för att negativa eller positiva händelser samtidigt ska inträffa för flertalet eller alla objekten blir mycket låg.

Ett påslag för oförutsett och risk framräknat på detta sätt går inte heller att knyta till enstaka objekt annat än genom någon typ av schablonmässig fördelning (till exempel genom proportionering). Om det visar sig ändamålsenligt att göra detta för något syfte där fördelningen är viktigare än det korrekta beräkningsutfallet så överläts denna förhållandevis enkla operation på användaren av resultatet.

Beträffande den totala bilden av kostnader för omhändertagande av restprodukter och annat radioaktivt avfall, inklusive nedlagda kostnader och budgeterade kostnader för det innevarande året, hänvisas till föregående kapitel.

3.5.2 Återstående grundkostnad

Tabell 3-3 ger en sammanställning av de framtida kostnader som är att hänföra till återstående grundkostnad och som utgör underlag för beräkning av avgifter.

Tabell 3-3. Sammanställning av återstående grundkostnader från och med 2012, prisnivå januari 2010.

		Kostnad per kostnadsslag MSEK	Kostnad per anläggning MSEK
SKB centralt och Fud		9 680	9 680
Transporter	investering	1 180	2 440
	drift och underhåll	1 260	
Clab	investering	1 430	7 820
	drift och underhåll	5 630	
	rivning	760	
Inkapslingsanläggning och kapselabrik	investering	2 910	10 700
	drift och underhåll	7 590	
	rivning	200	
Kärnbränsleförvaret – Yttre anläggningar	drift och underhåll	5 540	5 540
	investering och drift	230	230
– Driftområden ovan mark	investering	6 890	7 070
	rivning	180	
– Anläggningar under mark	investering	4 820	8 070
	återfyllning	1 200	
	rivning och förslutning	2 050	
Slutförvar för långlivat radioaktivt avfall, SFL	investering	770	1 480
	drift och underhåll	340	
	rivning och förslutning	370	
Mellanlager och markdeponier vid kärnkraftverken	investering	0	0
	drift och rivning	0	
Slutförvar för kortlivat radioaktivt driftavfall, SFR	investering	0	0
	drift och underhåll	0	
	rivning och förslutning	0	
Slutförvar för kortlivat radioaktivt rivningsavfall, SFR	investering	1 140	2 920
	drift och underhåll	1 560	
	rivning och förslutning	220	
Avveckling av reaktoranläggningar	avställningsdrift	1 780	22 060
	rivning	20 280	
Summa kostnad Kalkyl 40 (real) (exklusive påslag för oförutsett och risk)			78 010
Påslag för oförutsett och risk			11 800
Total återstående grundkostnad			89 810

De kostnader som i tabellen redovisas på objektsnivå innefattar inga påslag för oförutsett och risk. Detta påslag redovisas på totalnivån nederst i tabellen.

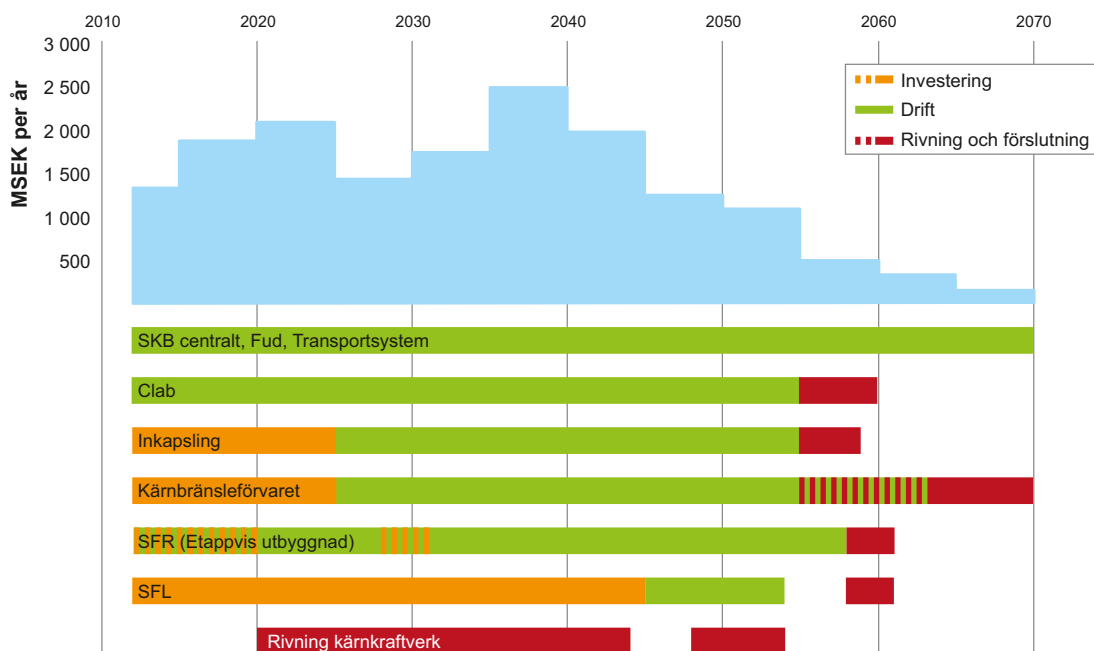
Kostnaderna för olika anläggningar redovisas under posterna *investering*, *drift och underhåll*, *återfyllning* samt *rivning och förslutning* (återfyllning avser enbart återfyllning av deponeringstunnlar). Till *investering* hänförs normalt endast de kostnader som uppkommer innan en anläggning eller en anläggningsdel tas i drift eller större reinvesteringar när en anläggning nått en betydande ålder (till exempel för Clab). I slutförvaret för använt kärnbränsle, där utbyggnaden av deponeringstunnlarna kommer att ske fortlöpande under deponeringsskedet (driftskedet), ingår emellertid även kostnaderna för detta arbete i investeringen.

Den återstående grundkostnaden uppgår till totalt 89,8 miljarder kronor. Av detta utgör 11,8 miljarder kronor påslag för oförutsett och risk. Av beloppet faller cirka 72 % inom SKB:s verksamhetsområde och är därmed gemensamt för tillståndshavarna, så kallade samkostnader. Resterande, cirka 28 %, utgör kostnader för verksamheter där varje tillståndshavare har ett eget kostnadsansvar och inte delar kostnaderna med andra tillståndshavare, så kallade särkostnader. Särkostnaderna avser avvecklingen av tillståndshavarens reaktor-anläggningar. Omhändertagandet av det radioaktiva rivningsavfallet faller dock inom SKB:s ansvarsområde.

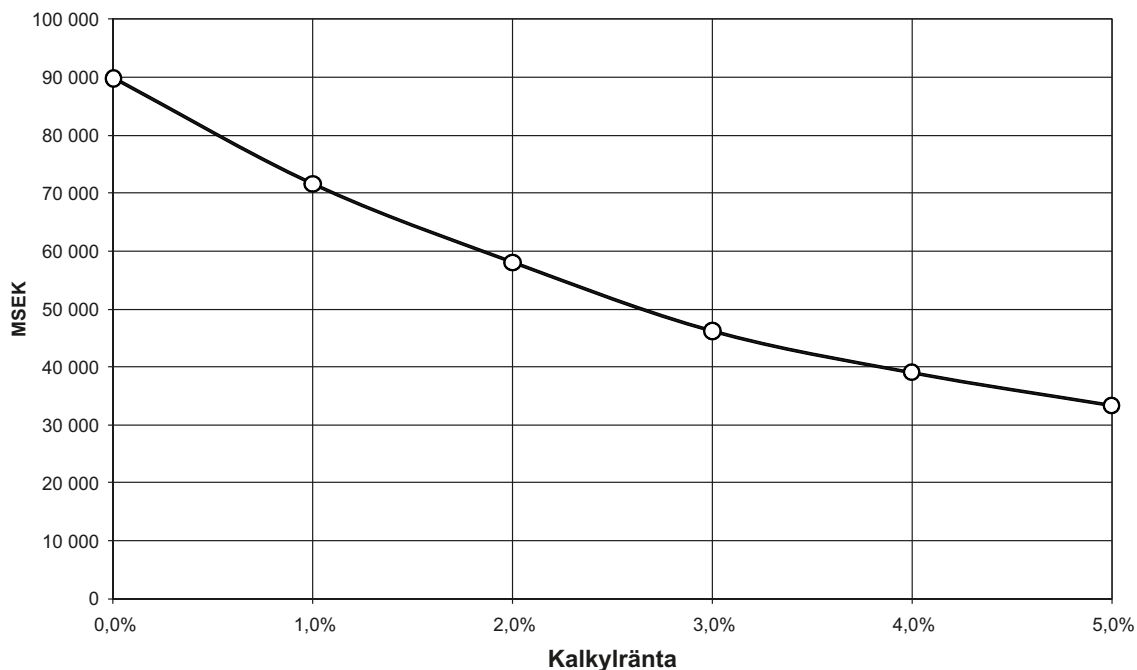
Figur 3-2 visar kostnaderna enligt tabell 3-3 fördelade i tiden. Påslaget för oförutsett och risk ingår inte i diagrammet eftersom detta endast kan fördelas i tiden genom en approximativ metod (detta görs inte här). Den angivna tidsfördelningen är enbart kopplad till den nedskalade referenskalkylen, se avsnitt 1.3.

Figur 3-2 visar även en förenklad tidsplan för de olika anläggningarna för att ge en uppfattning om den påverkan dessa har på kostnadsflödet. Bland annat kan man utläsa att de två kostnadstopparna i diagrammet härrör dels från investeringen i inkapslingsanläggning och Kärnbränsleförvar, dels från avvecklingen av kärnkraftverken.

Diagrammet i figur 3-3 visar nuvärdet av den återstående grundkostnaden för olika värden på diskonteringsräntan. Eftersom diagrammet avser totalbeloppet så ingår påslaget för oförutsett och risk. Detta möjliggörs genom att separata montecarlosimuleringar görs för varje ränta av intresse. Diagrammet är baserat på simuleringar för varje heltalsränta från 0 till 5 procent.



Figur 3-2. Återstående grundkostnad, exklusive påslag för oförutsett och risk, fördelad i tiden samt tillhörande tidsplan för anläggningarna, prisnivå januari 2010.



Figur 3-3. Nuvärdet av den återstående grundkostnaden som funktion av kalkylräntan, prisnivå januari 2010.

3.5.3 Underlag för finansieringsbelopp

Finansieringsbeloppet utgör underlag för en av de säkerheter som tillståndshavarna ska ställa vid sidan av avgiftsinbetalningar. Beloppet beräknas på samma sätt som den återstående grundkostnaden i föregående avsnitt men ska, när det gäller restprodukter, endast omfatta de som föreligger vid slutet av året före det år då kalkylen tar vid. I vårt fall innebär det de restprodukter som föreligger den 31 december 2011. Bland annat innebär detta att kapselantalet minskar från 4 500 till 3 542.

Underlaget för finansieringsbeloppet uppgår till 83,6 miljarder kronor vilket är 6,2 miljarder kronor lägre än den återstående grundkostnaden. (Det totala finansieringsbeloppet beräknas av myndigheten genom att de så kallade merkostnaderna adderas till det underlag för finansieringsbelopp som SKB redovisar.)

3.5.4 Kompletteringsbelopp

Kompletteringsbeloppet utgör underlag för en typ av säkerheter som reaktorinnehavarna ska ställa vid sidan av avgiftsinbetalningar och den säkerhet som berördes i föregående avsnitt. Även detta belopp är framtaget på i princip samma sätt som den återstående grundkostnaden dock med tre väsentliga skillnader.

- Beloppet ska utgöra underlag för säkerheter som till en skälig nivå ska täcka kostnader för oplanerade händelser. Osäkerhetsanalysen inkluderar därför händelser och osäkerheter som antas vara av betydligt större omfattning och av mer principiell natur än de som inkluderas vid beräkningen av de övriga beloppen. Se sammanställningen av variationer och osäkerheter i avsnitt 3.4.
- Kompletteringsbeloppet erhålls som skillnaden mellan ett belopp som representerar denna övre skäliga gräns och den återstående grundkostnaden. Det högre beloppet erhålls ur osäkerhetsanalysen vid en högre konfidensgrad än de 50 % som är vald för den återstående grundkostnaden. SKB anser att en konfidensgrad av 80 % är en nivå som motsvarar den ”skälighet” som regelverket anger.
- Kompletteringsbeloppet berör endast de andelar av det totala systemet som tillhör de tre reaktorinnehavarna Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag samt Ringhals AB. Barsebäck Kraft AB, i egenskap av en så kallad övrig tillståndshavare, omfattas inte av skyldigheten att redovisa ett kompletteringsbelopp.

Kompletteringsbeloppet, avseende de tre reaktorinnehavarna, har vid konfidensgraden 80 % beräknats till 13,1 miljarder kronor.