

Plan 2013

Kostnader från och med år 2015 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Underlag för avgifter och säkerheter åren 2015–2017

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2013

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

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



ISSN 1404-1804

Plan 2013

ID 1420189

Plan 2013

Kostnader från och med år 2015 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Underlag för avgifter och säkerheter åren 2015–2017

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2013

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 kärnkraftverken. Regelverket omfattar lagen (2006:647) och förordningen (2008:715) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet. Kostnadsberäkningen ska lämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten vart tredje år. SKB:s ägare har uppdragit åt SKB att upprätta en sådan kostnadsberäkning gemensamt för tillståndshavarna av de svenska kärnkraftverken.

Föreliggande rapport, som är den tjugonionde planredovisningen sedan starten med Plan 82, ger en uppdaterad sammanställning av dessa kostnader. I likhet med tidigare rapporteringar redovisas kostnaderna dels för systemet i sin helhet inklusive omhändertagande av radioaktivt driftavfall och visst avfall som härrör från andra än delägarnas anläggningar, dels för systemet med de begränsningar som följer av regelverket enligt ovan. De förra kostnaderna har baserats på ett scenario rörande reaktordriften som bygger på kraftverksägarnas aktuella planering, de senare på den drifttid av reaktorerna som stipuleras i regelverket.

Rapporten kan sägas vara disponerad i tre delar:

Kapitel 1 och 2 som ger bakgrundsinformation rörande finansieringssystemet och SKB:s kalkylmodell.

Kapitel 3 som informerar om den underliggande baskalkyl som bygger på aktuella planer för reaktordriften och SKB:s verksamhet.

Kapitel 4 som avser den kostnadsredovisning som faller under finansieringslagen och som utgör det primära syftet med rapporten.

Stockholm i december 2013

Svensk Kärnbränslehantering AB



Christopher Eckerberg
Vd

Sammanfattning

Ett företag som har tillstånd att inneha ett kärnkraftverk är ansvarigt för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från detta samt att efter avslutad drift avveckla kärnkraftverken. 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 avgifter från tillståndshavarens sida, främst under tiden reaktorerna är i drift men även senare om så skulle behövas.

Hur finansieringen ska gå till regleras i finansieringslagen (2006:647) med tillhörande förordning (2008:715). I detta regelverk görs det skillnad mellan tillståndshavare för en eller flera reaktorer där minst en reaktor är i drift respektive tillståndshavare där samtliga reaktorer permanent tagits ur drift efter den 31 december 1995. En tillståndshavare i den förra kategorin benämns reaktorinnehavare och betalar avgifter baserade på producerad el (öre/kWh). Reaktorinnehavare är i dag Forsmark Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag och Ringhals AB. En tillståndshavare av den senare kategorin, i dag Barsebäck Kraft AB, betalar avgiften med ett belopp årsvis om ytterligare medel enligt regeringsbeslut ska betalas in till fonden.

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 Strålsäkerhetsmyndigheten med tre års intervall.

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 2013. Referensscenariot återspeglar kärnkraftsföretagens aktuella planering som innebär att reaktorernas drifttid planeras till 50 alternativt 60 år beroende på reaktor.

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 Strålsäkerhetsmyndigheten finns inte men eftersom den ligger till grund för de övriga kalkylerna har SKB funnit det av värde att inkludera den. Detta sker i kapitel 3. Kostnadsredovisningen enligt finansieringslagen återfinns i kapitel 4. Därtill lämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten 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 tillståndshavarna.

Referensscenariot omfattar följande anläggningar och system i drift:

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

Referensscenariot omfattar även följande tillkommande anläggningar eller anläggningsdelar:

- 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 avfall.
- Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall, SFL.
- Kapselabrik och inkapslingsdel för använt kärnbränsle i anslutning till Clab.
- Slutförvar för använt kärnbränsle, Kärnbränsleförvaret.

Kostnaderna enligt referensscenariot omfattar även kostnader för forskning, utveckling och demonstration (Fud), samt för SKB centralt. De senare omfattar allmänna funktioner såsom företagsledning, verksamhetsstöd, kommunikation, miljö, övergripande säkerhetsfrågor etc. Dessutom innefattas kostnader för avveckling av dels reaktorerna, dels av 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. Till detta kommer 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 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 2020. Avgiftsberäkningen, som görs av myndigheten, bygger sedan på den elproduktion som förväntas 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 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 2014.

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 2015 och är angivna i prisnivå januari 2013.

Den återstående grundkostnaden	100,8 miljarder kronor
Underlag för finansieringsbelopp	95,4 miljarder kronor
Kompletteringsbelopp – vid 80 % konfidensgrad	11,1 miljarder kronor

Innehåll

1	Finansieringssystemet	9
1.1	Finansieringssystemet och gällande regelverk	9
1.2	Belopp att redovisa enligt finansieringslagen	10
2	SKB:s kalkylmodell	13
2.1	Kalkylmodellen – en stegvis process	13
2.2	Beräkning av referenskostnaden	14
2.3	Framtagande av kostnader att redovisa enligt finansieringslagen	16
2.3.1	Justering med hänsyn till framtida reala prisförändringar	16
2.3.2	Den successiva principen – en sannolikhetsbaserad kalkylmetod	16
2.3.3	Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken	16
2.3.4	Allmänt om de variationer och osäkerheter som beaktas	18
3	Kostnader enligt referensscenariot	21
3.1	Översiktlig systembeskrivning	21
3.2	Särskilda förutsättningar som underlag för kostnadsberäkningen	23
3.2.1	Driftscenarier för reaktorerna samt mängden restprodukter	23
3.2.2	Den övergripande tidsplanen för genomförandet	25
3.2.3	Lokalisering av framtida anläggningar	25
3.2.4	Rivning av kärnkraftverk	26
3.3	Beskrivning av anläggningar inom systemet för låg- och medelaktivt avfall	27
3.3.1	SFR – slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall	27
3.3.2	Anläggningar vid kärnkraftverken	29
3.3.3	SFL – slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall	29
3.4	Beskrivning av anläggningar inom KBS-3-systemet	30
3.4.1	Fud – Forskning, utveckling och demonstration	30
3.4.2	Clab – Centralt mellanlager för använt kärnbränsle	32
3.4.3	Anläggningar för inkapsling av använt kärnbränsle	33
3.4.4	Kärnbränsleförvaret	35
3.5	Beskrivning av transportsystemet	39
3.6	Kostnadsredovisning	39
3.6.1	Framtida kostnader	39
3.6.2	Nedlagda och budgeterade kostnader	40
4	Kostnader enligt finansieringslagen	43
4.1	Driftscenarier för reaktorerna	43
4.2	Förändringar jämfört med referensscenariot	45
4.3	Kostnadsredovisning	45
4.3.1	Allmänt	45
4.3.2	Återstående grundkostnad	46
4.3.3	Underlag för finansieringsbelopp	48
4.3.4	Kompletteringsbelopp	48

Förklaringar

BFA	Bergrum för avfall beläget vid Oskarshamns kärnkraftverk.
BWR	Kokvattenreaktor.
Clab	Centralt mellanlager för använt kärnbränsle beläget i Oskarshamns kommun.
Clink	Central anläggning för hantering, mellanlagring och inkapsling av använt kärnbränsle.
Fud	Forskning, utveckling och demonstration.
kkv	Kärnkraftverk.
Kärnbränsleförvaret	Slutförvar för använt kärnbränsle.
PWR	Tryckvattenreaktor.
SFL	Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.
SFR	Slutförvar för kortlivat radioaktivt drift- och rivningsavfall beläget i Östhammars kommun.
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 Finansieringssystemet

1.1 Finansieringssystemet och gällande regelverk

Ett företag som har tillstånd att inneha ett kärnkraftverk har, enligt 10–14 §§ lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen), ansvaret för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnreaktorerna. Tillståndshavarna har också ansvaret för att avveckla och riva kärnkraftverken efter avslutad drift. I ansvaret ingår att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs för detta samt att bedriva därtill kopplad forskning och utveckling. Tillståndshavaren är också skyldig att svara för kostnaderna.

Åtgärderna finansieras genom att tillståndsinnehavaren betalar avgifter till en fond, Kärnavfallsfonden, som förvaltas av staten. Inbetalningarna sker främst under tiden reaktorerna är i drift men även senare om så skulle behövas. Utöver dessa avgifter ska tillståndshavaren ställa vissa säkerheter till staten. Detta finansieringssystem regleras i finansieringslagen (2006:647) med tillhörande förordning (2008:715)¹. I den följande skrivningen, om inte annat sägs, refereras med beteckningen finansieringslagen till båda dessa regelverk eller endera beroende på vilken som är relevant i sammanhanget.

Kärnavfallsfonden placerar medlen på räntebärande konto hos Riksgäldskontoret eller i skuldförbindelser utfärdade av staten eller utgivna enligt lagen (2003:1223) om säkerställda obligationer. Tillståndshavaren har rätt att ur fonden få ersättning för sina kostnader för att fullgöra huvuddelen av sitt ansvar enligt kärntekniklagen.

Regelverket gör skillnad mellan å ena sidan restprodukter från den kärntekniska verksamheten 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 senare ska bäras direkt av tillståndshavaren.

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

Förutom tillstånd att driva kärnkraftverken har respektive kärnkraftsföretag separata tillstånd, eller planerar för sådana i framtiden, för mindre anläggningar som är belägna inom respektive kraftverksområde. Det rör sig om mellanlager eller deponier för mycket lågaktivt driftavfall. Anläggningarna används enbart av respektive tillståndshavare. Kostnaderna för att bygga och driva dessa mindre anläggningar betraktas som del av kostnaderna för den löpande driften av kärnkraftverket och ingår därför inte i kostnadsberäkningarna enligt finansieringslagen. Däremot ska kostnaderna för att i framtiden avveckla dessa anläggningar tas med i beräkningarna, eftersom de har ett tidsmässigt och sakligt samband med avvecklingen och rivningen av kärnkraftverken.

En tillståndshavare ska i samråd med övriga tillståndshavare beräkna kostnaderna för att ta hand om det använda kärnbränslet och radioaktiva avfallet samt för att avveckla och riva kärnkraftverken. Tillståndshavarna har gemensamt uppdragit åt SKB att ställa samman och redovisa dessa beräkningar. Kostnadsberäkningen ska lämnas till myndigheten vart tredje år.

¹ Lag (2006:647) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet samt förordning (2008:715, ändrad senast 2010:1547) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet.

Regeringen har beslutat att beräkningarna ska lämnas in till Strålsäkerhetsmyndigheten som upprättar förslag till kärnavfallsavgifter och säkerheter baserat på dessa uppgifter. Beslut om storleken av avgifter och säkerheter fattas av regeringen. Detta med undantag för den säkerhet som ska ställas av Barsebäck Kraft AB vilken 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 kärnkraftverken är avvecklade och samtliga restprodukter omhändertagna.

Den mängd använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som ska omhändertas är beroende av drifttiden för reaktorerna. Kostnadsberäkningarna ska enligt regelverket baseras på en antagen drifttid om 40 år för varje reaktor som för närvarande är i drift. För reaktorer som varit i drift i minst 34 år ska den återstående drifttiden dock antas vara sex år, om det inte finns skäl att anta att driften kan komma att upphöra dessförinnan. För Plan 2013, som ska ligga till grund för avgifter och säkerheter för åren 2015–2017, innebär detta att fem reaktorer antas vara i drift till och med år 2020. Dessa har då varit i drift under mer än 40 år².

De två säkerheter som tillståndshavaren ska ställa är dels en som avses täcka de avgifter som ännu inte betalats in, dels en för tillkommande kostnader för så kallade oplanerade händelser. Säkerheterna är avsedda att lösas ut om tillståndshavaren inte fullgör sin skyldighet att betala avgifter och medlen i Kärnavfallsfonden bedöms otillräckliga.

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

1.2 Belopp att redovisa enligt finansieringslagen

Fyra kostnadsbelopp ska enligt 2 § finansieringsförordningen ligga till grund för beräkningen av avgifter och säkerheter:

- *Grundkostnaden*: Summan av de förväntade kostnaderna för åtgärder och verksamhet som avses i 4 § 1–3 finansieringslagen.
- *Merkostnaden*: Summan av de förväntade kostnaderna för verksamhet som avses i 4 § 4–9 finansieringslagen.
- *Finansieringsbelopp*: Belopp som motsvarar skillnaden mellan summan av de återstående grundkostnaderna och merkostnaderna för de restprodukter som har uppkommit då beräkningen görs, och de medel som har fonderats för dessa kostnader.
- *Kompletteringsbelopp*: Belopp som motsvarar en skälig uppskattning av kostnader som avses i 4 § 1–3 finansieringslagen och som kan uppkomma till följd av oplanerade händelser.

SKB ska till Strålsäkerhetsmyndigheten redovisa den återstående grundkostnaden, det underlag för finansieringsbelopp som härrör från denna grundkostnad samt kompletteringsbeloppet. Merkostnaden beräknas av Strålsäkerhetsmyndigheten och är främst hänförlig till vissa statliga kostnader i samband med kontrollen av SKB:s och kärnkraftsföretagens verksamhet när det gäller slutförvaring av använt kärnbränsle samt avveckling och rivning av kärnkraftverken och SKB:s anläggningar.

SKB:s redovisning av den återstående grundkostnaden omfattar en beräkning av tillståndshavarnas framtida kostnader för en säker hantering och slutförvaring av restprodukter och för en säker avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar samt för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för de nämnda åtgärderna. Med återstående grundkostnad avses i årets redovisning de kostnader som uppkommer från och med 2015 under antagande om en drifttid för reaktorerna om 40 år alternativt minst sex års kvarstående drifttid.

²Till och med år 2020 blir antagna drifttider för F1 40,1 år, O1 48,9 år, för O2 46,0 år, för R1 45,0 år och för R2 45,7 år.

Ur redovisningen av den återstående grundkostnaden ska kunna utläsas dels totalsumman av tillståndshavarnas framtida grundkostnader, dels den del av totalsumman som avser kostnader för gemensamma anläggningar och verksamheter. Vidare ska det för varje tillståndshavare anges den del av den totala framtida grundkostnaden som är hänförlig till tillståndshavarens reaktorer samt hur stor andel av den totala mängden uppkomna och förväntade restprodukter som utgörs av restprodukter från dessa.

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

Det andra av de tre belopp som SKB har att redovisa till Strålsäkerhetsmyndigheten är en beräkning av den del av den återstående grundkostnaden som ska ligga till grund för finansieringsbeloppet. Detta belopp hänförs till de kostnader som tillståndshavarna kommer att ha relaterade till reaktor-drift fram till och med beräkningsåret vilket i årets rapport blir till årsskiftet 2014/2015.

Det tredje beloppet slutligen som SKB har att redovisa till Strålsäkerhetsmyndigheten är kompletteringsbeloppet. Detta ska enligt finansieringsförordningen motsvara ”en skälig uppskattning av kostnader som avses i 4 § 1–3 finansieringslagen och som kan uppkomma till följd av oplanerade händelser”. SKB:s tolkning av begreppet ”skälig” framgår av avsnitt 4.3.4 nedan. Den säkerhet som ska ställas baserad på kompletteringsbeloppet berör enbart reaktornnehavare. Barsebäck Kraft AB är således undantagen från kravet på att redovisa kompletteringsbelopp.

Föreliggande rapport redovisar kostnaderna enbart på totalnivå det vill säga sammantaget för samtliga tillståndshavare.

2 SKB:s kalkylmodell

I föregående kapitel redogjordes för de kostnader som SKB har att redovisa till myndigheten enligt finansieringslagen. De ska baseras på ett fiktivt driftscenario för reaktorerna vilket anges till 40 år (alternativt minst sex års återstående drift). De kostnader som redovisas till myndigheten är emellertid härledda ur kostnadsberäkningar som upprättas för ett annat driftscenario, ett scenario som är att hänföra till reaktorinnehavarnas aktuella planeringsförutsättningar. Det är också detta scenario som utgör grunden för SKB:s planering av sin verksamhet. De kostnader som är framräknade baserat på detta scenario går här under benämningen ”referenskostnaden”.

Referenskostnaden innefattas inte i SKB skyldighet att lämna kostnadsuppgifter enligt finansieringslagen men framtagandet av den får ändå betraktats som det första steget i SKB:s kalkylmodell. På grund av referenskostnadens betydelse som bas för övriga kostnads-kalkyler har SKB ansett det lämpligt att inkludera även den i föreliggande rapport och därtill avsatt ett särskilt kapitel för detta, kapitel 3.

2.1 Kalkylmodellen – en stegvis process

Kostnadsberäkningarna genomförs i fyra steg, schematiskt åskådliggjorda i figur 2-1.

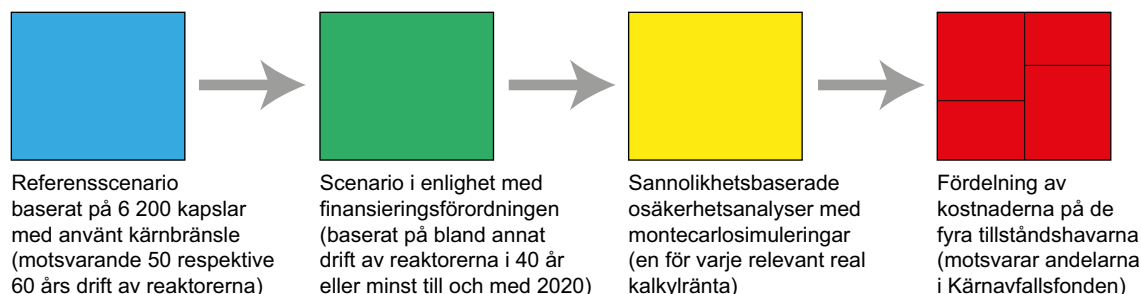
Steg 1 (blå ruta)

De framtida kostnaderna baseras på SKB:s aktuella planering rörande utformning och genomförande av systemet för att ha hand om det använda kärnbränslet och det radioaktiva avfallet. 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 2013.

Referensscenariot baseras på kärnkraftsföretagens aktuella planeringsförutsättningar³. Detta innebär 50 alternativt 60 års drift, se avsnitt 3.2.1. Avrundat ger detta bränsle motsvarande 6 200 kopparkapslar.

SKB:s planering innefattar i flera fall alternativa förslag till lösningar, exempelvis i fall där det pågår utvecklingsarbete. I referensscenariot måste man emellertid – för att få ett entydigt och konkret underlag för kostnadsberäkningarna – utgå från att en viss lösning kommer att genomföras. Denna utgångspunkt för beräkningarna ska dock inte uppfattas som ett slutligt ställningstagande från SKB:s sida.

Beräkningen av de kostnader som följer av referensutformningen och referensscenariot redovisas i kapitel 3.



Figur 2-1. De fyra stegen i SKB:s kalkylmodell.

³ Notera att drifttiden för Oskarshamn 1 ändrats sedan Fud-program 2013 publicerades. Den nya planeringsförutsättningen är 50 år istället för 60 år.

Steg 2 (grön ruta)

De kostnader som ska redovisas enligt finansieringslagen är lägre än de för referensscenariot. Främst beror detta på den kortare drifttid för reaktorerna som förutsätts, 40 år istället för 50 respektive 60 år. Detta innebär bland annat att mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall blir mindre. Vidare ska kostnadsberäkningen enligt finansieringslagen inte omfatta sådant radioaktivt avfall som utgör driftavfall. Sålunda ingår bland annat inte kostnaden för dagens slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall, SFR.

Avvikelserna från referensscenariot som behandlats i steg 1 liksom kostnaderna för vad som ska rymmas inom ramen för finansieringslagen redovisas i kapitel 4.

Steg 3 (gul ruta)

Finansieringslagen föreskriver att kostnadsredovisningen ska avse såväl de förväntade kostnaderna som tilläggskostnader täckande den eventuella effekten av oplanerade händelser. Det senare medför att någon form av osäkerhetsanalys baserad på sannolikhetsteoretiska överväganden bör tillämpas. SKB använder sig sedan mitten av 1990-talet av en metod som går under beteckningen ”Den successiva principen” eller kort ”successiv kalkyl”. Metoden redovisas översiktligt i avsnitt 2.3 nedan.

Steg 4 (röd ruta)

De avgiftsmedel som betalas till Kärnavfallsfonden avser att täcka respektive tillståndshavares kostnader⁴. Vissa kostnader är direkt hänförliga till den enskilda tillståndshavarens åliggande (särkostnader) medan andra avser aktiviteter som genomförs gemensamt med de övriga tillståndshavarna (i praktiken SKB:s ansvarsområde). Dessa gemensamma kostnader (samkostnader) delas upp mellan tillståndshavarna vilket sker baserat på olika avtal tillståndshavarna emellan. Proceduren för detta liksom resultatet av uppdelningen redovisas inte i denna rapport, utan lämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten i form av ett separat tabellverk.

Sambandet mellan olika kalkyler – en sammanfattning

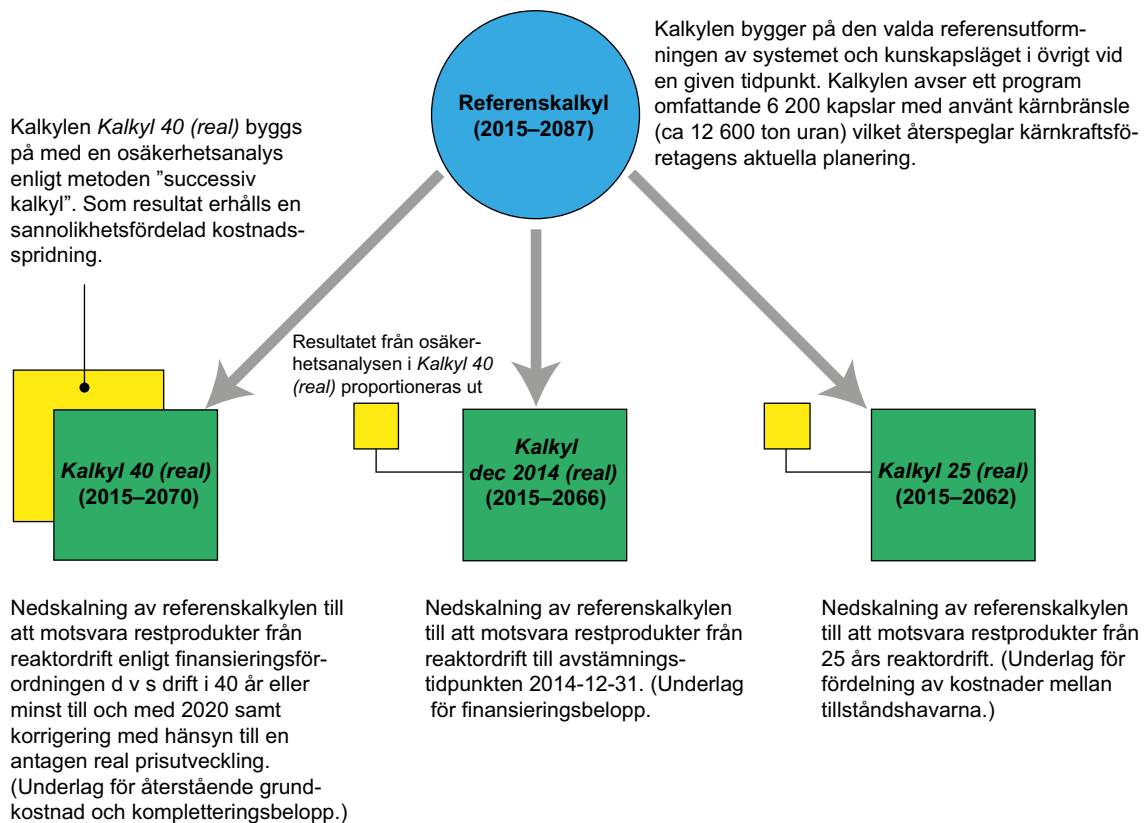
Under arbetet med kostnadsberäkningarna produceras ett antal kalkyler med varierande omfattning och med delvis olika förutsättningar. Vissa av kalkylerna avser att resultera i de belopp som efterfrågas enligt finansieringslagen, andra tas fram som underlag för SKB:s utvecklings- och planeringsarbete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

Referenskalkylen (blå cirkel enligt figur 2-2) behandlas som nämnts tidigare relativt utförligt i kapitel 3. Kalkylen med benämningen *Kalkyl 40 (real)* (den vänstra gröna rutan) behandlas i kapitel 4 och den därtill hörande osäkerhetsanalysen (gul ruta) redovisas i avsnitt 2.3 nedan. De övriga två (gröna rutor) behandlas inte vidare i denna rapport på annat sätt än att utfallet av *Kalkyl dec 2014 (real)* redovisas. Detta utgör underlag för beräkning av finansieringsbeloppet. Påslaget för oförutsett och risk i dessa två kalkyler härleds ur den osäkerhetsanalys som görs för *Kalkyl 40 (real)* (gul ruta). Samtliga kalkyler utom referenskostnaden är korrigerade för att ta hänsyn till en antagen real kostnadsutveckling (därav tillägget ”real”). Se vidare avsnitt 2.3.1.

2.2 Beräkning av referenskostnaden

Beräkningen av referenskostnaden görs på traditionellt sätt enligt en så kallad deterministisk metod, det vill säga en metod där förutsättningar är givna och låsta. Denna typ av kostnadsberäkning belastas vanligen med påslag för oförutsett och kanske även för risk. Detta sker dock inte här eftersom alla typer av osäkerheter behandlas separat inom den särskilda osäkerhetsanalys som görs och som beskrivs nedan i avsnitt 2.3.

⁴ Avgifter betalas även enligt den så kallade Studsvikslagen, men kostnader under denna behandlas inte i denna rapport.



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

Som grund för beräkningen 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 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"⁵.

Som sidokostnader betecknas kostnader för administration, projektering, upphandling och kontroll samt kostnader för provisoriska byggnader, maskiner, bostäder, kontor och liknande. Dessa kostnader är likaså relativt väl kända på procentuell basis.

⁵ 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.

2.3 Framtagande av kostnader att redovisa enligt finansieringslagen

2.3.1 Justering med hänsyn till framtida reala prisförändringar

SKB har sedan lång tid tillbaka även beaktat framtida reala prisförändringar i de kostnadsberäkningar som upprättas i enlighet med finansieringslagen. Med reala prisförändringar avses här den pris- och produktivitetsutveckling i projektet som avviker från utvecklingen i samhället i stort. Den senare uttryckt som konsumentprisindex, KPI. Dessa prisförändringar är beroende av utvecklingen i samhället och ligger utanför SKB:s kontroll. I kalkylerna beaktas den reala prisförändringen genom ett antal omräkningsfaktorer som här benämns externa ekonomiska faktorer, EEF. Dessa omfattar kostnadsutvecklingen för arbetskostnader (inklusive produktivitetsutvecklingen), kostnader för olika insatsmaterial och maskiner samt växelkurser. För varje sådan faktor anges den reala pris- och kostnadsutvecklingen i form av en så kallad trendlinje. Trendlinjerna är baserade på historiska data.

De externa ekonomiska faktorer som valts ut att ingå i kalkylen utgörs av ett begränsat antal observerbara makroekonomiska variabler. Den mycket stora mängd variabler som finns i ett projekt av denna karaktär reduceras härvid vid kalkyleringen till dessa få utvalda vilket innebär en relativt kraftig aggregering. Det är upp till kalkyleraren att avgöra till vilken av dessa utvalda variabler en viss kostnadspost ska föras.

2.3.2 Den successiva principen – en sannolikhetsbaserad kalkylmetod

För beräkningen av de belopp som ska redovisas enligt finansieringslagen tillämpas en sannolikhetsbaserad (probabilistisk) beräkningsmetod som med vedertagna statistiska metoder tar hänsyn till de variationer och osäkerheter som naturligt finns med vid bedömningen av kostnaden för ett projekt. Metoden utgår från en kalkylprincip benämnd ”den successiva principen”. Metoden utvecklades av Steen Lichtenberg och beskrivs utförligt i hans *Proactive Management of Uncertainty using the Successive Principle*, utgiven år 2000.

Centralt i tillämpningen av den successiva principen är metodiken för att strukturera kalkylen och ställa upp sannolikhetsfördelningar för de variationer respektive osäkerheter som man väljer att inkludera i analysen. Detta sker genom bedömningar inom en för detta syfte särskilt sammansatt grupp, ”analysgruppen”. Analysgruppen är brett sammansatt med deltagare från såväl områden med kärnteknisk anknytning som från områden som är helt fristående från sådan verksamhet.

Varje kostnadspost och varje variation respektive osäkerhet betraktas som en variabel, som med varierande sannolikhet kan uppnå olika värden (stokastisk variabel). För beräkningen ansätts lämpliga funktioner som definierar dessa sannolikhetsfördelningar. Den totala kostnaden erhålls genom att samtliga kostnadsposter adderas enligt de regler som gäller för addering av stokastiska variabler. Resultatet blir i sig en stokastisk variabel, vilket innebär att varje belopp som kan utläsas är kopplat till en viss sannolikhet för att beloppet ska kunna innehållas.

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

2.3.3 Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken

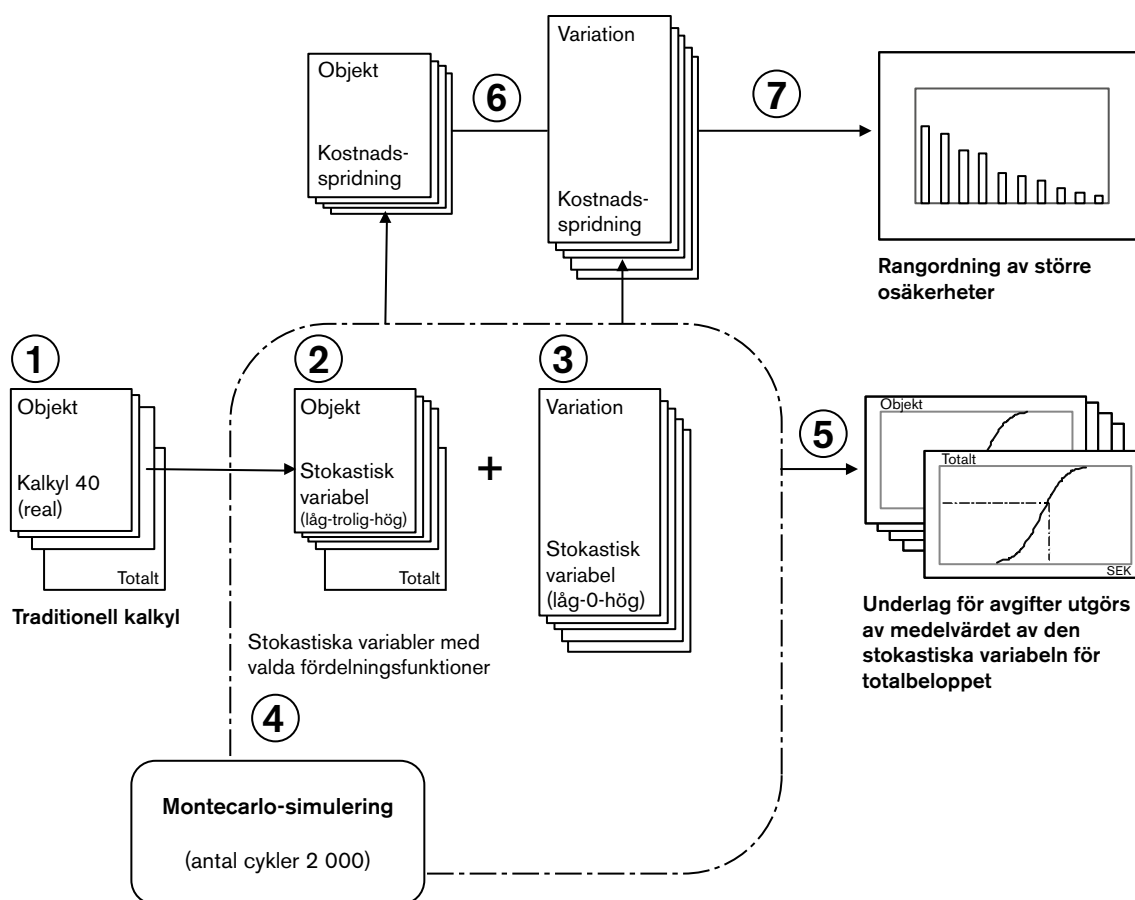
Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle samt avveckling och rivning av kärnkraftverken är ett i flera avseenden unikt projekt. Planering och genomförande har pågått under ungefär ett århundrade när projektet beräknas vara avslutat. Projektet är även kontinuerligt föremål för en ingående granskning av olika samhällsorgan. En fortlöpande teknikutveckling kommer att pågå under hela planerings- och genomförandeperioden.

Projektets unika karaktär motiverar att man frångår den metod för addering av stokastiska variabler som den klassiska successiva principen förordar. I stället tillämpar SKB så kallad Monte Carlo-simulering vilket är en iterativ metod där utfallet styrs av en slumpgenerator. Den ger en hög grad av flexibilitet, vilket passar de särskilda omständigheter som måste beaktas. Exempel på sådana omständigheter är:

- Kalkylen löper över mycket lång tid. Effekten av olika händelser vid nuvärdesberäkning får olika vikt, beroende på vald kalkylränta och händelsens förläggning i tiden.
- Förskjutningar i tidsplanen som uppkommer vid ett antal variationer gör att vissa styrande faktorer påverkas. Detta på grund av kortare eller längre avklingningstid för det använda bränslet.
- 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. Monte Carlo-simuleringen ger möjlighet att följa och registrera beräkningsproceduren i detalj, vilket är önskvärt för kontroll och förståelse av hur olika händelser kan påverka utfallet.
- Vissa händelser är av så omfattande karaktär att de – om de inträffar – ändrar kalkylunderlaget 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.

Den tillämpade metodiken är schematiskt illustrerad i figur 2-3. Beskrivningen som följer nedan ansluter till beteckningarna i figuren.

Initialt fastställs kalkylens omfattning och en strukturering sker. Omfattningen bestäms bland annat av så kallade fasta förutsättningar vilka låser ramarna för såväl utformningen av projektet som de allmänna förutsättningarna för kalkylen. Struktureringen som följer innebär att samtliga beräknade kostnader bryts ner i ett antal så kallade kalkylobjekt. I stort motsvarar dessa de olika kostnads-lagen, 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**). Dessa troliga kostnader hämtas vanligtvis från referenskalkylen som då har ”skalats ner” på sätt som tidigare beskrivits.



Figur 2-3. Schematisk beskrivning av kalkylstegen (siffror hänvisar till beskrivningen i texten).

Nästa steg är att bestämma vilka variationer och osäkerheter som ska ingå i osäkerhetsanalysen. Dessa kan vara av den karaktären att de påverkar enbart enskilda kalkylobjekt (2), till exempel osäkerhet i personalstyrka eller kapselkostnad. Alternativt kan de påverka olika kalkylobjekt i flera delar av systemet (3), till exempel ändrad tidsplan eller förändrade myndighetskrav. Varje variation definieras till sin omfattning (låg- eller högalternativ) och en bedömning görs av vilka kalkylobjekt som påverkas av variationen. Låg- och högalternativen anges tillsammans med sina respektive konfidensgrader (sannolikhet för att kostnaden inte ska överskridas).

Därefter utvärderas vilken påverkan de variationer och osäkerheter man valt har på kostnaderna för olika kalkylobjekt. Genom att såväl kalkylobjekten som variationerna och osäkerheterna definierats både med sina respektive troliga kostnader och med ett intervall (låg respektive hög kostnad relaterade till konfidensgrader), kan de olika 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), utgör sådana egenskaper som ska påverka valet av sannolikhetsfunktion.

Slutligen beräknas utfallet och summeras i Monte Carlo-simuleringen (4). Monte Carlo-simulering innebär att beräkningen genomförs ett antal gånger. Dessa benämns cykler eller iterationer. Vid varje cykel bestäms utfallet för varje variabel utifrån den valda sannolikhetsfördelningen genom att ett slumpstal, specifikt för variabeln, avgör konfidensgraden. Slumptalen 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 de kalkyler som ligger till grund för beräkningarna i Plan 2013 omfattar simuleringen 2 000 cykler, vilket har bedömts ge tillräckligt noggrannhet i resultatet.

Resultatet ger, både för varje objekt och för totalsumman, en fördelningsfunktion (5) ur vilken kostnaden kan erhållas för vald konfidensgrad eller som ett medelvärde över de 2 000 beräkningarna. Dessutom kan man under beräkningens gång få fram delresultat (6) som ger möjlighet att värdera och rangordna osäkerheterna i analysen (7).

Då flera av variationerna påverkar tidsplanen i betydande omfattning, beror slutresultatet även på vilken kalkylränta som väljs för diskontering till nuvärde⁶. Beräkningarna genomförs därför med ett antal olika kalkylräntor (jämför figur 4-3 i avsnitt 4.3.2).

2.3.4 Allmänt om de variationer och osäkerheter som beaktas

Den successiva kalkylen inrymmer en systematik innebärande att variationer, avvikande händelser eller andra osäkerheter som är av generell eller övergripande karaktär hanteras separat och var för sig. Kostnadseffekterna av dessa osäkerheter vid olika utfall adderas sedan enligt den valda statistiska metoden för att ge den totala effekten uttryckt som en sannolikhetsfördelning över olika kostnadsnivåer.

Även identifieringen och urvalet av dessa osäkerheter sker vanligen enligt en viss systematik med syftet att underlätta arbetet och minska risken för att väsentliga osäkerheter förbises. I planarbetet inordnas sålunda osäkerheterna under sex rubriker:

- **Samhälle.** Denna grupp omfattar osäkerheter som SKB har mycket lite eller inget inflytande över. Till exempel lagstiftnings- och myndighetsfrågor eller politiska frågor i stort.
- **Ekonomi.** Denna grupp har samma karaktär som gruppen ”samhälle” dock med tyngdpunkten på ekonomiska förhållanden såsom real utveckling av arbetskostnader och priser på insatsvaror, konjunkturberoenden samt valutarisker.
- **Genomförande.** Hit hör tidsplanestrategier, lokaliseringsfrågor, strategi för avveckling av kärnkraftverken med mera.

⁶Exempelvis 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.

- **Organisation.** Främst rör detta hur de framtida anläggnings- eller rivningsprojekten organisatoriskt kommer att genomföras och ledas.
- **Teknik.** Till denna grupp förs alla renodlade teknikfrågor. De största osäkerheterna finns av naturliga skäl i de framtida anläggningarna för hantering av såväl använt kärnbränsle som radioaktivt avfall. En mycket stor grupp inom området utgörs av flertalet objektspecifika variationer eller osäkerheter (se nedan).
- **Kalkylering.** Denna grupp beaktar riskerna för felaktiga bedömningar i själva kalkylarbetet. Dessa kan bestå av såväl överskattning av svårigheter (pessimistisk bedömning) som underskattning (optimistisk).

Variationer eller osäkerheter som är begränsade till enskilda kalkylposter hanteras i ett enklare förfarande som inte kräver samma systematiska angreppssätt. Oftast är dessa av mer begränsad betydelse för kostnadsutfallet.

Identifieringen av de osäkerheter som bör vägas in och den sannolikhetsmässiga karaktären hos dessa är frågor som hanteras inom en för ändamålet särskilt sammansatt grupp, den så kallade analysgruppen. Det tillgängliga urvalet av osäkerheter att beakta begränsas dock enligt principerna i den tillämpade kalkylmetodik av de tidigare nämnda fasta förutsättningarna. Dessa beslutas på en hög nivå inom SKB. De kan avse relativt självklara begränsningar, som att omhändertagandet ska ske inom Sveriges gränser, men även sådana som utgör viktiga policymässiga ställningstaganden, till exempel att endast KBS-3 ska beaktas som metod för den slutliga hanteringen av det använda kärnbränslet.

Enligt den metodik som SKB tillämpar anses vissa osäkerheter, ett fåtal främst händelser, vara av den karaktären att de enbart tillåts påverka de säkerheter som ska ställas och inte avgifternas storlek. Sådana händelser anses väsentligen påverka systemet i principiell grad. Med avseende på kostnadsredovisningen i föreliggande rapport är detta således händelser som enbart påverkar kompletteringsbeloppet.

Några av osäkerheterna presenteras här för att exemplifiera urvalet.

I gruppen samhälle återfinns till exempel osäkerheten rörande framtida lagstiftnings- och myndighetskrav där såväl krav relaterade till kärnteknik som till traditionell industriell verksamhet beaktas.

I gruppen ekonomi utgörs den största osäkerheten av synen på den framtida reala prisutvecklingen (EEF). Även konjunktursituationen vid olika investeringar ingår, dock är den av mindre betydelse.

Olika tidsplanefrågor ingår i gruppen genomförande liksom frågor kring lokalisering av framtida anläggningar.

Gruppen organisation innefattar inga osäkerheter med stort genomslag. Här återfinns frågor kring det organisatoriska genomförandet av de framtida anläggningarna under investeringsfasen. Dit får också rivningen av kärnkraftverken räknas.

I och med den fasta förutsättningen om att endast KBS-3 ska beaktas som metod för den slutliga hanteringen av det använda kärnbränslet innehåller gruppen teknik få osäkerheter av stor betydelse. De flesta generella osäkerheter rör bergarbetena i de framtida investeringarna för slutförvar. Många mindre betydelsefulla variationer återfinns i den kategori som är att hänföra till enskilda kalkylposter.

I den sista gruppen, kalkylering, återfinns osäkerheter som beaktar de enskilda underkalkylerna med avseende på deras realism. Detta är i hög grad kopplat till frågan om optimism eller pessimism hos de personer eller organisationer som genomför respektive kalkyl. Osäkerheten får relativt stort genomslag eftersom den täcker hela kalkylen sett på totalnivå.

3 Kostnader enligt referensscenariot

3.1 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 så kallade referensscenariot. Detta utgör i sin tur underlaget för beräkningen av referenskostnaden.

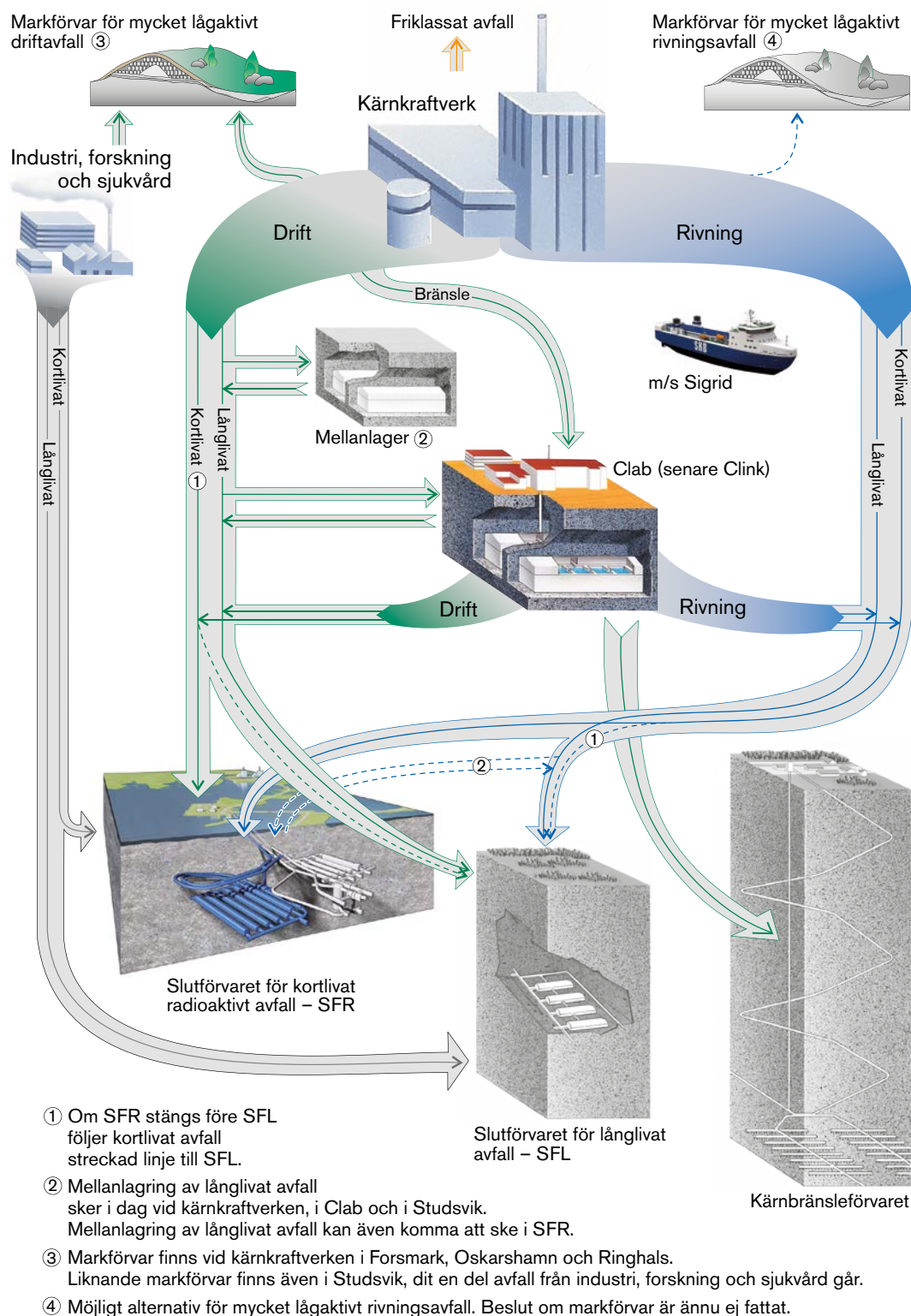
De anläggningar som SKB driver eller planerar för är avsedda för omhändertagande av restprodukter och radioaktivt driftavfall från de svenska kärnkraftverken. Samtidigt är det förutsatt att SKB i dessa anläggningar mot ersättning även ska ta emot mindre mängder radioaktivt avfall från industriella anläggningar, forskningsanläggningar och andra institutioner (till exempel inom sjukvården). Utrymmen för att hantera dessa mängder, i den omfattning vi känner i dag, är inkluderat i referensscenariot och kostnaderna ingår i referenskalkylen. Däremot ingår dessa kostnader inte i de kostnadsberäkningar som SKB ska redovisa enligt finansieringslagen (redovisas i kapitel 4), eftersom de finansieras av andra medel än ur tillståndshavarnas andelar i Kärnavfallsfonden.

Som framgått av avsnitt 1.1. definieras begreppet restprodukter i finansieringslagen som ”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 3-1.

Tabell 3-1. Typer av restprodukter och annat radioaktivt avfall att omhänderta.

	Finansiering direkt av tillståndshavarna (driftavfall) eller av annan intressent som köper utrymme i SKB:s anläggningar.	Finansiering inom finansieringslagens ram (endast sk restprodukter enligt definition i finansieringslagen)
	Kostnaderna ingår i de kostnader som redovisas i kapitel 3 i denna rapport.	Finansieringen sker via Kärnavfallsfonden. Kostnaderna behandlas i kapitel 4 i denna rapport.
Kortlivat mycket lågaktivt avfall	Driftavfall, komprimerat eller i behållare av betong eller stål. Mellanlagras där avfallet produceras (lokal mellanlagring). Slutförvaras antingen i mark-deponier på kraftverksområdena eller i SFR.	Drift- och rivningsavfall från de mellanlager och behandlingsanläggningar som faller under finansieringslagen (Clab, inkapslingsanläggning) samt rivningsavfall från kärnkraftverken. Mellanlagras lokalt. Slutförvaras i SFR.
Kortlivat låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kraftverken och 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 kärnkraftverken. Bland annat utbyta hårdkomponenter. 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 3-1 ger en samlad överblick av det svenska systemet för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall. Figuren illustrerar flödet av restprodukter och annat radioaktivt avfall, från kärnkraftverken och andra producenter av sådant avfall, via mellanlager och behandlingsanläggningar till olika typer av slutförvar. Med undantag av kärnkraftverken och de mellanlager eller markdeponier för avfall som finns hos de operatörer där avfallet uppkommer så planeras, byggs, drivs och avvecklas alla anläggningar i SKB:s regi.



Figur 3-1. Översikt av det svenska systemet för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall.

SKB svarar även för transporter av 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, m/s Sigrid.

Flera av anläggningarna är i drift, vilket ger ett gott underlag för kostnadsberäkningarna. För de framtida anläggningarna, som befinner sig i olika utvecklings- och projekteringskedan, har kostnadsberäkningarna baserats på ritningar, specifikationer, personalplaner med mera samt på erfarenheter från tillverkning och utnyttjande av framtagna prototypustning. Anläggningarna beskrivs var och en för sig i avsnitten 3.3 respektive 3.4.

Förutom kostnader för omhändertagande av restprodukter och annat radioaktivt avfall ingår i den totala kalkylen även kostnaderna för avvecklingen och rivningen av kärnkraftverken. Genomförandet av detta är inte en del av SKB:s åtagande, utan är en fråga för respektive kärnkraftsföretag. SKB svarar enbart för omhändertagande av det radioaktiva avfallet från rivningen samt i dagsläget för utredningsarbeten och uppskattningar av de framtida kostnaderna för avvecklingen. De särskilda förutsättningar som gäller för avveckling redovisas i avsnitt 3.2.4.

SKB:s arbete med omhändertagandet av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall kan relateras till ett antal system eller verksamhetsområden. Med undantag av SKB:s centrala funktioner med ledning och verksamhetsstöd samt avdelningar för kommunikation och för miljö- och säkerhetsfrågor beskrivs dessa i detta kapitel under rubrikerna:

- anläggningar inom systemet för låg- och medelaktivt avfall,
- anläggningar inom KBS-3-systemet,
- transportsystemet.

Fud – forskning, utveckling och demonstration – beskrivs här under KBS-3-systemet eftersom den till övervägande delen är inriktad mot omhändertagandet av det använda kärnbränslet.

Systemet för omhändertagande av låg- och medelaktivt avfall avser verksamheter som innefattar såväl hantering av det idag befintliga avfallet som planering och arbete med uppbyggnad av det system som behövs för att omhänderta det framtida låg- och medelaktiva avfallet på ett säkert sätt. De slutförvarsanläggningar som SKB planerar att etablera för låg- och medelaktivt avfall omfattar en utbyggnad av SFR (slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall) och uppförande av SFL (slutförvaret för långlivat avfall). SKB utreder även frågan om markförvar avsett för avfall med mycket låg aktivitet.

Inom KBS-3-systemet återstår det att bygga och driftsätta de anläggningar som behövs för inkapsling och slutförvaring av det använda kärnbränslet. I detta ingår att bygga en anläggningsdel för inkapsling av det använda kärnbränslet i anslutning till Clab och att bygga en slutförvarsanläggning där kapslarna ska deponeras. SKB planerar även att bygga en fabrik för tillverkning av de kopparkapslar som det använda bränslet ska inneslutas i.

3.2 Särskilda förutsättningar som underlag för kostnadsberäkningen

3.2.1 Driftscenarier för reaktorerna samt mängden restprodukter

Referensscenariot bygger på kraftverksägarnas nuvarande planer för driften av reaktorerna. Beroende på reaktor är den totala planerade drifttiden 50 eller 60 år, se tabell 3-3. Den planerade drifttiden för Oskarshamn 1 har ändrats från 60 år till 50 år sedan Fud-program 2013 publicerades.

Det är högst sannolikt att produktionsdata för de enskilda reaktorerna kommer att förändras under den tid som återstår av den totala beräknade drifttiden. I referensscenariot tas emellertid ingen hänsyn till detta utan underlaget är baserat på, förutom historiska data, dagens situation som skrivs fram och får gälla under hela kalkylperioden. Eventuella framtida förändringar kommer att arbetas in när beslut om sådana är fattade och eventuella tillhörande tillstånd erhållits.

Tabell 3-2 visar historiska data rörande den totala energiproduktionen och den genomsnittliga utnyttjningsfaktorn till och med år 2013 (de sista månaderna för 2013 utgör en prognos).

Tabell 3-3 utgör en sammanställning av reaktorernas historiska driftdata samt antaganden om framtida elproduktion och mängd använt kärnbränsle. Mängden bränsle anges som ton uran.⁷ Tabellen återger data baserade på 50 respektive 60 års drift av reaktorerna. I underlaget till referenskalkylen approximeras detta till att omfatta 6 200 kapslar med använt kärnbränsle.

Antalet kapslar med använt kärnbränsle framgår av tabell 3-4. I tabellen anges även de volymer av annat radioaktivt avfall som måste beredas plats för i de olika slutförvarerna. Volymerna avser de behållare med radioaktivt avfall som är färdiga för slutförvaring. Tabellen innefattar inte de avfallsmängder som läggs i de deponier för mycket lågaktivt kärnavfall som finns på kraftverksområdena.

Blockschemat i figur 3-2 utgör en sammanställning av vilka mängder och volymer av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som passerar genom lagrings- och behandlingsanläggningar för att slutligen bli deponerade i respektive slutförvar. Mängderna hänför sig till referensscenariot.

Tabell 3-2. Energiproduktion och genomsnittliga utnyttjningsfaktorer för de senaste tio åren.

År	Energi- produktion TWh	Utnyttjnings- faktor %	Anmärkning
2004	75,2	92	
2005	69,6	87	Barsebäck 2 ställdes av 2005-05-31.
2006	65,0	83	
2007	64,3	82	
2008	61,3	78	
2009	50,0	63	
2010	55,7	71	
2011	58,1	74	
2012	63,8	81	
2013	63,2	80	

Tabell 3-3. Driftdata samt elproduktion och bränslemängder baserat på 50 respektive 60 års drift.

Start kommersiell drift	Termisk effekt/ nettoeffekt	Energiproduktion till och med 2013		Bränsle till och med 2013 ton uran	Totalt för referensscenariot Planerad drifttid år	Drift till och med	Energi- produktion TWh	Använt kärnbränsle ton uran
		MW	TWh					
F1 (BWR) 1980-12-10	2 928 / 984	228	7,5	823	60	2040-12-08	431	1 425
F2 ¹ (BWR) 1981-07-07	2 928 / 990	222	7,5	803	60	2041-07-05	429	1 460
F3 (BWR) 1985-08-22	3 300 / 1 170	244	8,8	817	60	2045-08-20	522	1 582
O1 (BWR) 1972-02-06	1 375 / 473	100	3,5	371	50	2022-02-05	128	452
O2 (BWR) 1974-12-15	1 800 / 638	154	6,4	533	60	2034-12-14	289	872
O3 (BWR) 1985-08-15	3 900 / 1 400	226	11,2	766	60	2045-08-14	581	1 767
R1 (BWR) 1976-01-01	2 540 / 855	181	6,4	671	50	2025-12-31	257	870
R2 (PWR) 1975-05-01	2 652 / 866	194	6,3	595	50	2025-04-30	266	804
R3 (PWR) 1981-09-09	3 135 / 1 051	205	8,2	655	60	2041-09-07	432	1 275
R4 (PWR) 1983-11-21	2 775 / 935	196	7,3	620	60	2043-11-20	414	1 193
B1 (BWR) 1975-07-01	1 800 / 600	93		423		1999-11-30	93	423
B2 (BWR) 1977-07-01	1 800 / 600	108		442		2005-05-31	108	442
BWR totalt	22 371 / 7 710	1 556	51	5 649			2 839	9 292
PWR totalt	8 562 / 2 852	595	22	1 871			1 113	3 272
Samtliga totalt	30 933 / 10 562	2 152	73	7 520			3 952	12 564

¹ Forsmark 2 har sedan hösten 2012 tillstånd för provdrift till högst 3253 MW termisk effekt vilket motsvarar 1120 MW elektrisk nettoeffekt. Den högre effekten har effektuerats våren 2013. Plan 2013 bygger på en tidigare gjord prognos för F2.

⁷ 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 3-4. Inkapslat kärnbränsle och radioaktivt avfall att deponera.

	Mängd att slutförvara	Slutförvar
Använt BWR-bränsle	} 6 200 kapslar	Kärnbränsleförvaret
Använt PWR-bränsle		
Övrigt använt kärnbränsle (MOX, Ågesta, Studsvik)		
Driftavfall från kärnkraftverken	53 200 m ³	SFR
Rivningsavfall från kärnkraftverken	73 300 m ³	SFR
Drift- och rivningsavfall från kärnkraftverken (reaktordelar)	3 700 m ³	SFL
Driftavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	3 400 m ³	SFR
Rivningsavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	400 m ³	SFR
Driftavfall från SVAFO och Studsvik	11 500 m ³	SFR
Rivningsavfall från SVAFO och Studsvik	13 000 m ³	SFR
Avfall från SVAFO och Studsvik	11 800 m ³	SFL
Totalt kortlivat radioaktivt avfall	154 800 m³	SFR
Totalt långlivat radioaktivt avfall	15 500 m³	SFL

3.2.2 Den övergripande tidsplanen för genomförandet

I Fud-program 2013 presenteras den övergripande tidsplanen för hela kärnavfallsprogrammet. Planen redovisar översiktligt de åtgärder som behövs för att genomföra programmet samt vid vilka tider SKB planerar att lämna in ansökningar och andra lagstadgade redovisningar. Där framgår bland annat att Clink och Kärnbränsleförvaret ska byggas så att provdrift kan inledas under år 2029. Efter ett inledande skede kommer kapaciteten successivt att öka till deponering av 180 kapslar per år. Mot slutet av driftperioden minskar deponeringstakten till 100 kapslar per år. Minskningen är en anpassning till att det årliga tillflödet av använt kärnbränsle upphör när reaktorerna ställts av.

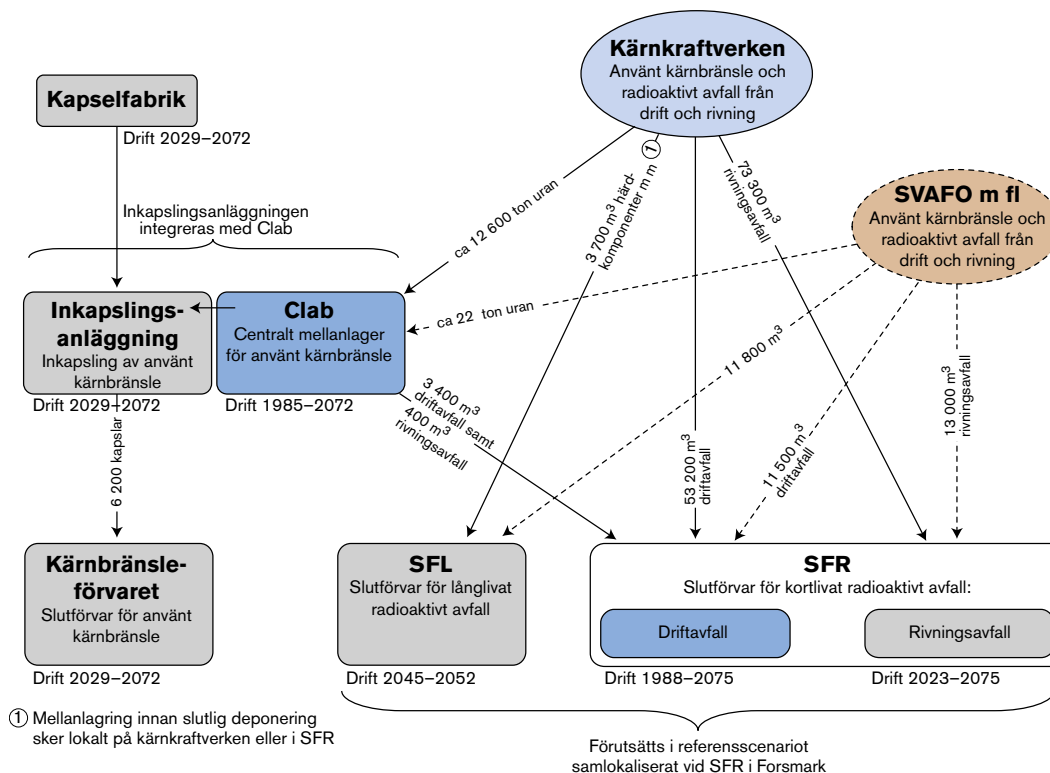
Enligt nuvarande planer kommer utbyggnaden av SFR att vara klar så att deponering av avfall från nedmontering och rivning av Barsebäckverket, Ågesta och anläggningarna på Studsviks industriområde kan påbörjas 2023. Deponering av rivningsavfall kommer att pågå tills den sista reaktorn är avvecklad.

Planeringen för SFL innebär att avfall ska kunna tas emot från mitten av 2040-talet tills allt långlivat rivningsavfall från kärnkraftverken är deponerat.

I avsnitt 3.6 finns en figur (figur 3-15) som illustrerar vid vilken ungefärlig tidpunkt olika framtida kostnader uppstår och för vilka anläggningar.

3.2.3 Lokalisering av framtida anläggningar

SKB ansökte i mars 2011 om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark och en inkapslingsanläggning i Oskarshamn. Ansökan enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen lämnades in 2006 och kompletterades 2009 avseende en sammanslagning av inkapslingsanläggningen med Clab till en integrerad anläggning under benämningen Clink. I mars 2011 gjordes ytterligare en komplettering med de delar av ansökningarna som berör KBS 3-systemet.



Figur 3-2. Blockschema som visar transportflöden avseende hanteringen av kärnkraftens restprodukter och annat radioaktivt avfall som underlag för referensscenariot.

SKB har ännu inte tagit ställning till var SFL bör lokaliseras. Den förutsättning som gäller i referensscenariot är att förvaret lokaliseras till Forsmark. Med utgångspunkt från de bygg- och transporttunnlar som finns i SFR förläggs anläggningen ytterligare ett par hundra meter ner i berget. Osäkerheten i detta antagande hänskjuts, i likhet med andra specifika osäkerheter, till den osäkerhetsanalys som görs i samband med att beloppen enligt finansieringslagen tas fram.

Beträffande kapsselfabriken så har SKB beslutat att den ska förläggas till Oskarshamnstrakten. Detta är ingen kärnteknisk anläggning utan en vanlig industrilokalisering där olika alternativ värderats avseende ekonomi, säkerhet och miljöpåverkan.

3.2.4 Rivning av kärnkraftverk

Till åtgärderna för att ta hand om kärnkraftens radioaktiva restprodukter hör att planera för och avveckla kärnkraftverken. Efter att allt radioaktivt material avlägsnats återstår en avslutande konventionell rivning. Även kostnader för denna ingår i referenskostnaden.

Efter att en reaktor permanent har ställts av påbörjas avvecklingen. Arbete med avveckling pågår sedan fram till dess att anläggningens återstående delar är radiologiskt friklassade. Resterande verksamhet regleras då inte längre av kärntekniklagen och den fortsatta konventionella rivningen kan ske under samma villkor som för annan industriell verksamhet. Hur långt rivningen ska drivas för återstående anläggningsdelar varierar mellan kraftverken, beroende på hur man ser på den fortsatta användningen av kraftverksområdet. I Plan 2013, liksom i tidigare planredovisningar, har ett schablonmässigt avdrag på 10 % gjorts på kostnader för konventionell rivning. Undantag är Barsebäck där hela kostnaden är medtagen. Det schablonmässiga avdraget kan i framtida redovisningar komma ses över.

Tidsplanen för när kärnkraftverken ska rivas påverkas av en rad olika faktorer. Rivningen kan genomföras på ett säkert sätt kort tid efter avställning, men det kan finnas fördelar med en senare rivning. I referenskalkylen förutsätts emellertid att nedmonteringen och rivningen av de reaktorer som nu är i drift startar snarast efter det att reaktorn ställts av.

Rivningen inleds med reaktorerna i Barsebäck. Det förutsätts i kalkylen att rivningen kan påbörjas år 2023 då utbyggnaden av SFR beräknas vara klar för att ta emot rivningsavfall.

Avställningsdrift är verksamheten från det att kärnkraftsreaktorn slutgiltigt ställts av till dess att allt bränsle avlägsnats från anläggningen. I de fall nedmontering och rivning inte kan inledas omedelbart efter avställningsdriften vidtar en period av så kallad servicedrift. Avvecklingen beräknas sedan ta fem till sju år och sysselsätta i genomsnitt ett par hundra personer per reaktoranläggning. Figur 3-3 utgör en principskiss över huvudaktiviteterna under förloppet.

Det radioaktiva avfallet från nedmonteringen och rivningen är 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 till SFR och deponeras där. Det långlivade avfallet, bland annat reaktortankens interna delar, kommer att mellanlagras antingen lokalt vid kraftverken eller temporärt i SFR. Detta avfall kommer senare att deponeras i SFL, som i referensscenariot antas bli färdigställt i mitten på 2040-talet.

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

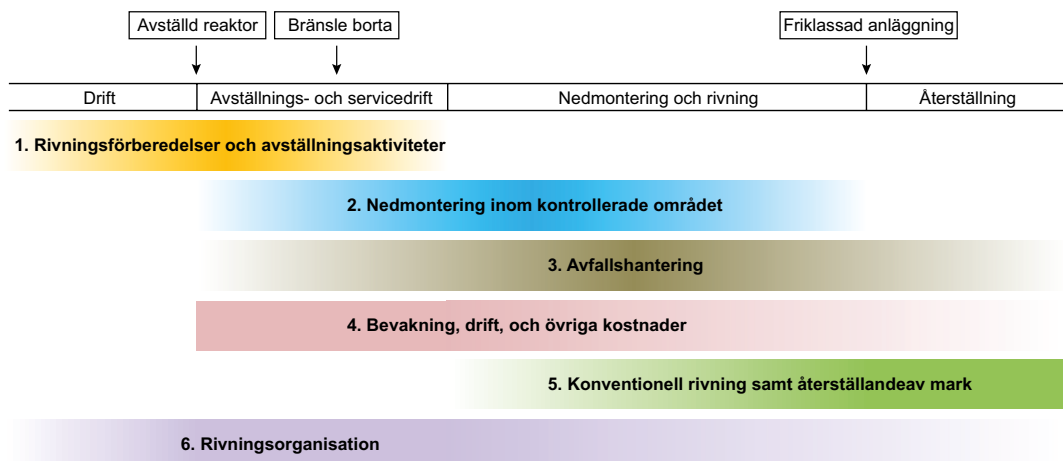
3.3 Beskrivning av anläggningar inom systemet för låg- och medelaktivt avfall

3.3.1 SFR – slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall

Vid Forsmarks kärnkraftverk drivs sedan år 1988 ett slutförvar för driftavfall från kärnkraftverken benämnt SFR. Anläggningen är placerad under Östersjön med cirka 60 meters bergtäckning. Från hamnen leder två stycken cirka en kilometer långa tillfartstunnlar ned till förvarsområdet. I SFR slutlagras även radioaktivt driftavfall från Clab och radioaktivt avfall från icke elproducerande verksamhet, bland annat Studsvik. Vid årsskiftet 2013/2014 förväntas cirka 35 000 kubikmeter avfall ha deponerats i SFR. Förvaret planeras inom den närmaste tiden att byggas ut för att även kunna ta emot radioaktivt rivningsavfall. Först kommer sådant avfall från Barsebäck där rivningen beräknas starta år 2023.

SFR består i dag av fyra stycken 160 meter långa bergsalar samt ett 70 meter högt cylindriskt bergtrum som innehåller en betongsilo. I silon placeras det avfall, som innehåller huvuddelen av de radioaktiva ämnena. Figur 3-4 visar en skiss av SFR med bilder från olika förvarsutrymmen. Figur 3-5 visar den framtida utbyggnaden som planeras stå klar år 2023.

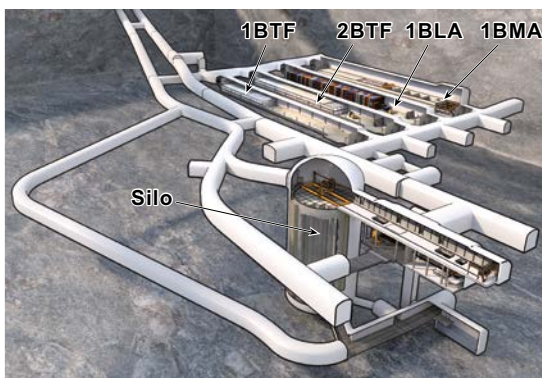
Övergripande tidsplan för kostnadsobjekt under avvecklingen av en reaktor



Figur 3-3. Principiell bild av de huvudaktiviteter som ingår i avvecklingen.



Vy över ovanmarksdelen



SFR under mark

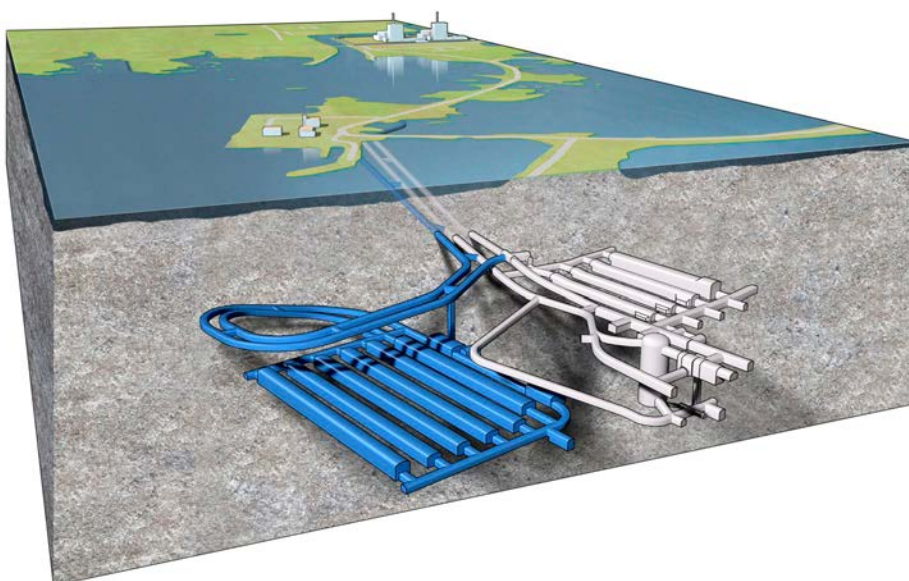


Bergssal för medelaktivt avfall



Vy över silotopp

Figur 3-4. SFR.



Figur 3-5. 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 fyllt 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 i bergsalarna 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 uppskattas att SFR kommer att ta emot totalt cirka 70 000 m³ driftavfall inklusive radioaktivt avfall från annan verksamhet som nämnts i avsnitt 3.1. Kapaciteten i nuvarande SFR är för närvarande cirka 60 000 m³. Det finns alltså ett behov av att bygga ut kapaciteten för driftavfall. Detta behov kommer att tillgodoses inom ramen för 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 byggas med anslutning till SFR, se avsnitt 3.2.3.

SKB tog över driften av SFR i egen regi år 2009 från att den tidigare utfördes på entreprenad av Forsmarks Kraftgrupp AB. Drift och underhåll sköts i dag av cirka 40 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 det framtida SFL.

SFR och SFL antas i referensscenariot komma att förslutas och avvecklas vid en gemensam tidpunkt som bestäms av att allt rivningsavfall från Clink ska kunna omhändertas.

3.3.2 Anläggningar vid kärnkraftverken

De anläggningar för hantering av radioaktivt avfall som i dag finns inom kraftverksområdena vid våra kärnkraftverk är avsedda för deponering eller mellanlagring av låg- och medelaktivt avfall. Dessa anläggningar omfattas antingen av tillståndet att inneha reaktoranläggningen eller av särskilt utfärdade tillstånd. Enbart de sistnämnda anläggningarna ingår i kostnadsberäkningarna för referensscenariot.

De som drivs med särskilt tillstånd är för närvarande:

- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Forsmark (Svalören).
- Ett mellanlager för hårdkomponenter vid Forsmark.
- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Oskarshamn (MLA).
- Ett bergförlagt torrt mellanlager vid Oskarshamn för kortlivat driftavfall från OKG och för långlivat avfall (hårdkomponenter) från samtliga kärnkraftverk (BFA).
- Ett markförvar (slutligt) för mycket lågaktivt driftavfall vid Ringhals.
- Ett mellanlager för driftavfall vid Ringhals (Kokillförrådet).

3.3.3 SFL – slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall

slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall, benämnt SFL, avses rymma i huvudsak hårdkomponenter och reaktordelar samt långlivat radioaktivt avfall från SVAFO och Studsvik⁸. Detta slutförvar är den anläggning som kommer att tas sist i drift. Detta antas ske 2045.

Lokaliseringen av SFL är ännu en öppen fråga. En möjlighet är att SFL kan komma att samlokaliseras med något av de övriga slutförvaren. I referensscenariot antas att en samlokalisering sker med SFR. Det ska påpekas att detta enbart är en förutsättning för kostnadsberäkningen. Idag pågår ett arbete med att ta fram möjliga förvarskoncept för SFL. För kostnadsberäkningen antas förvaret förläggas på 300 meters djup med anslutning till befintliga ramper. SFL:s förvarsvolym kommer att vara relativt liten i jämförelse med SKB:s övriga slutförvar. Den totala lagringsvolymen uppskattas till 16 000 m³.

Enligt den utformning som utgör underlag för kostnadsberäkningen består förvaret 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 fylls utrymmet mellan betongfacken och berget med bergkross och bergrummets öppningar förseglas med betongpluggar.

Beträffande personalstyrka under drift se avsnitt 3.3.1.

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; i referensscenariot antas detta ske i det utbyggda SFR.



Figur 3-6. M/s Sigrid samt transportbehållare för kortlivat radioaktivt avfall (ATB) och för hårdkomponenter (TK).

3.4 Beskrivning av anläggningar inom KBS-3-systemet

3.4.1 Fud – Forskning, utveckling och demonstration

SKB:s arbete med forskning, utveckling och demonstration, Fud, syftar till att ta fram nödvändiga kunskaper 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 2013, lämnades till regeringen i september 2013.

Under 2013 inledde SKB och Posiva ett fördjupat samarbete där målet är att utveckla gemensamma tekniska lösningar för ett slutförvarssystem inför driftsättningen. En avsiktsförklaring, ”Letter of Intent”, undertecknades hösten 2013.

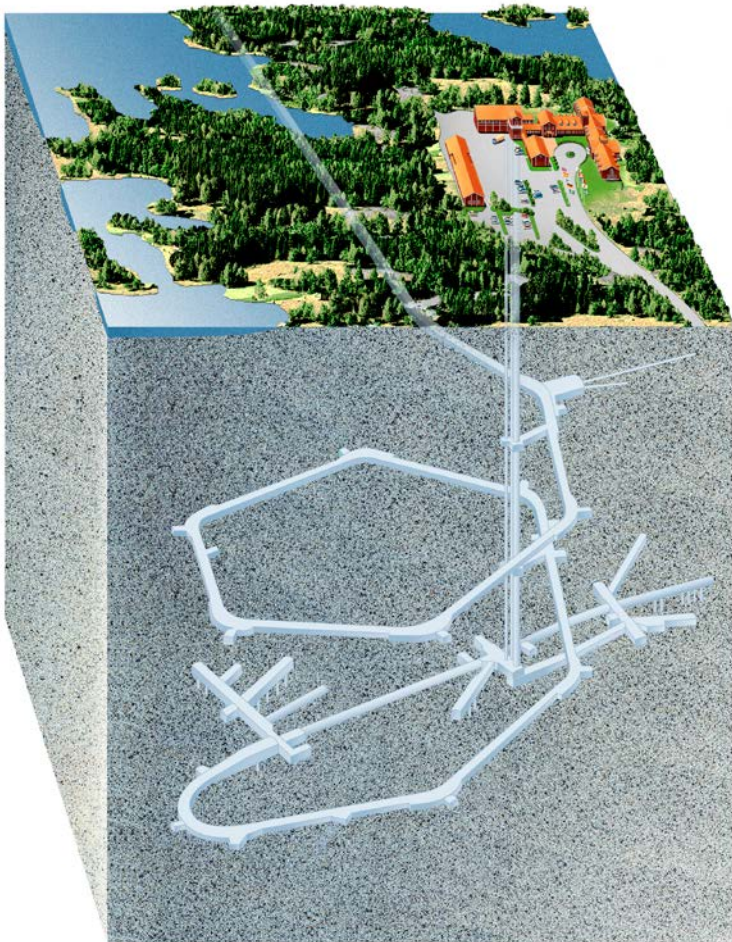
Fud-programmen har hittills huvudsakligen varit inriktat mot hanteringen av använt kärnbränsle. En allt större del tas emellertid numera upp av hanteringen av låg- och medelaktivt avfall. I detta ingår även metodstudier och uppföljning av erfarenheter avseende avveckling av kärnkraftverk. Inom systemet för låg- och medelaktivt avfall riktas Fud framförallt mot hanteringen av det långlivade avfallet.

Eftersom den dominerande delen av Fud-arbetet ligger inom KBS 3-systemet beskrivs verksamheten under avsnittet som rör detta system.

En viktig komponent i Fud-verksamheten är Äspölaboratoriet i närheten av kärnkraftverket i Oskarshamn, figur 3-7. 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.

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 deponeringsmaskiner i prototyputförande, utveckling av alternativet med horisontell deponering, testning av metod för nedsättande av bentonitbuffert och kapslar i de borrarade deponeringshålerna 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 3-8 visar den senaste utformningen av deponeringsmaskinen för hantering av kapslar med använt kärnbränsle.

I framtiden kommer anläggningen att användas för att utbilda och träna den personal som ska arbeta i Kärnbränsleförvaret. Laboratoriet kommer därför att vara i drift ungefär fram till dess att Kärnbränsleförvaret tas i drift.



Jan Rojmar

Figur 3-7. Äspölaboratoriet.



Figur 3-8. Deponeringsmaskin för hantering av kapslar i slutförvaret.

En annan viktig komponent i Fud-verksamheten är Kapsellaboratoriet i Oskarshamn 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 inkapslingsdelen av Clink.

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

Sedan år 2007 bedriver SKB forskning och utveckling i Bentonitlaboratoriet, som är beläget i anslutning till Äspölaboratoriet och kompletterar de försök som görs där. I Bentonitlaboratoriet testas bentonitens egenskaper samt utvecklas metoder för att fylla igen Kärnbränsleförvarets tunnlarna och för att bygga de pluggar som ska 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 inkapslingsdelen av Clink tas i drift.

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

3.4.2 Clab – Centralt mellanlager för använt kärnbränsle

Clab är placerat vid kärnkraftverket i Oskarshamn. Det använda kärnbränslet mellanlagras i anläggningens vattenbassänger. Anläggningen, som togs i drift år 1985, dimensionerades ursprungligen för att rymma cirka 3 000 ton bränsle (uranvikt) i fyra bassänger. Kapaciteten i dessa bassänger har senare ökat till cirka 5 000 ton. Detta möjliggjordes genom att införa nya lagringskassetter som medger tätare packning. Lagringskapaciteten ökade 2008 då ett nytt bergrum med lagringsbassänger togs i drift. SKB har idag tillstånd att lagra 8 000 ton bränsle i anläggningen.

Vid årsskiftet 2013/2014 förväntas cirka 5 740 ton bränsle finnas i anläggningen. Bassängerna kan rymma totalt cirka 11 000 ton bränsle. En utökning av lagringskapaciteten kräver ett nytt tillstånd.

Förutom använt kärnbränsle mellanlagras i dag även styrvastav från kokvattenreaktorer samt hårdkomponenter i anläggningen.

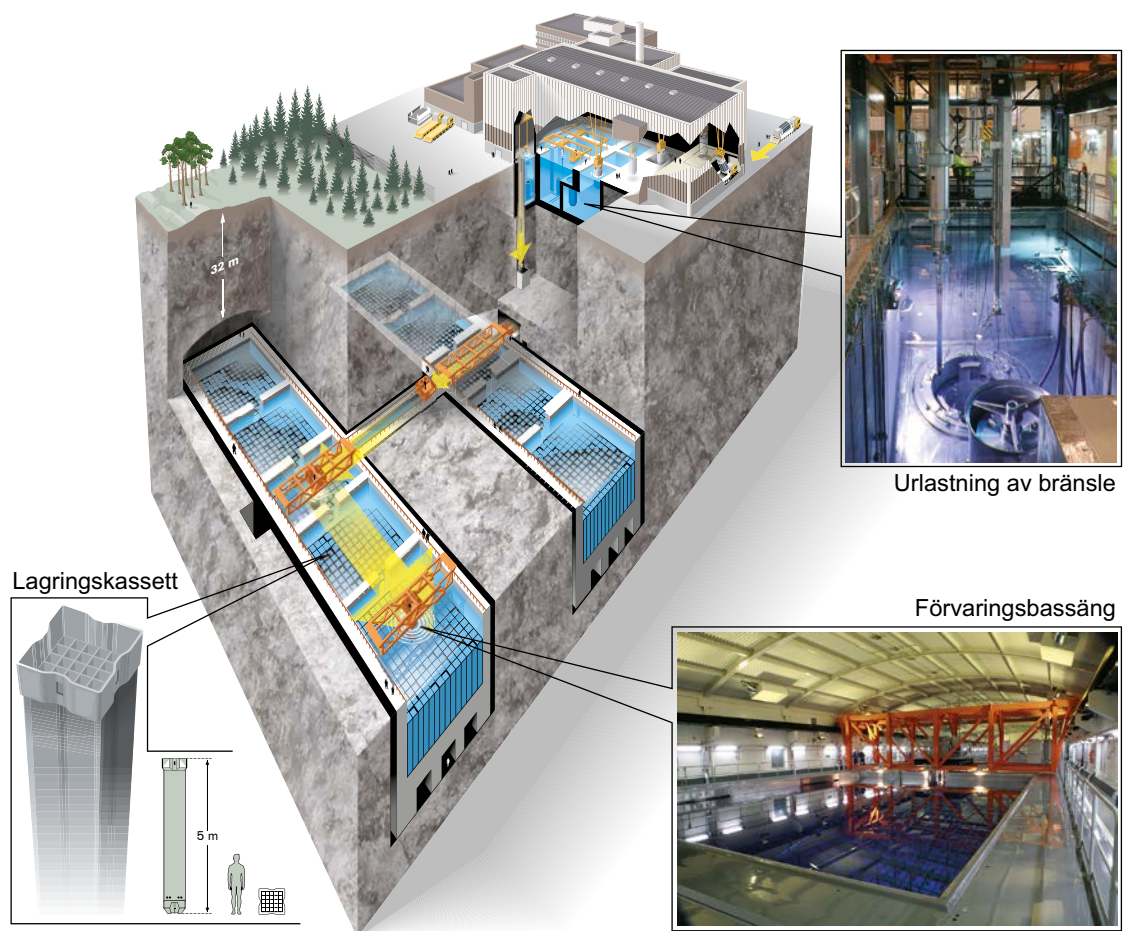
Clab består av en ovanmarksdel för mottagning av bränsle och en undermarksdel med förvaringsbassänger. I ovanmarksdelen inryms även utrustning för ventilation, vattenrening och kylning, avfallshandling, elsystem med mera samt utrymmen för administration och driftpersonal. Mottagning av bränsle och all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

Förvaringsbassängerna är placerade i bergrum och utförda i betong med rostfri plåtinklädnad. De 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 rivs liksom de delar av förvaringsbassängerna som har blivit radioaktiva. Det radioaktiva rivningsavfallet kommer att transporteras till SFR.

Kostnadsberäkningarna avseende Clab baseras på hittillsvarande erfarenheter och förnyade genomgångar av anläggningens framtida behov av underhåll och reinvesteringar.



Figur 3-9. Clab.

3.4.3 Anläggningar för inkapsling av använt kärnbränsle

Kapselabrik

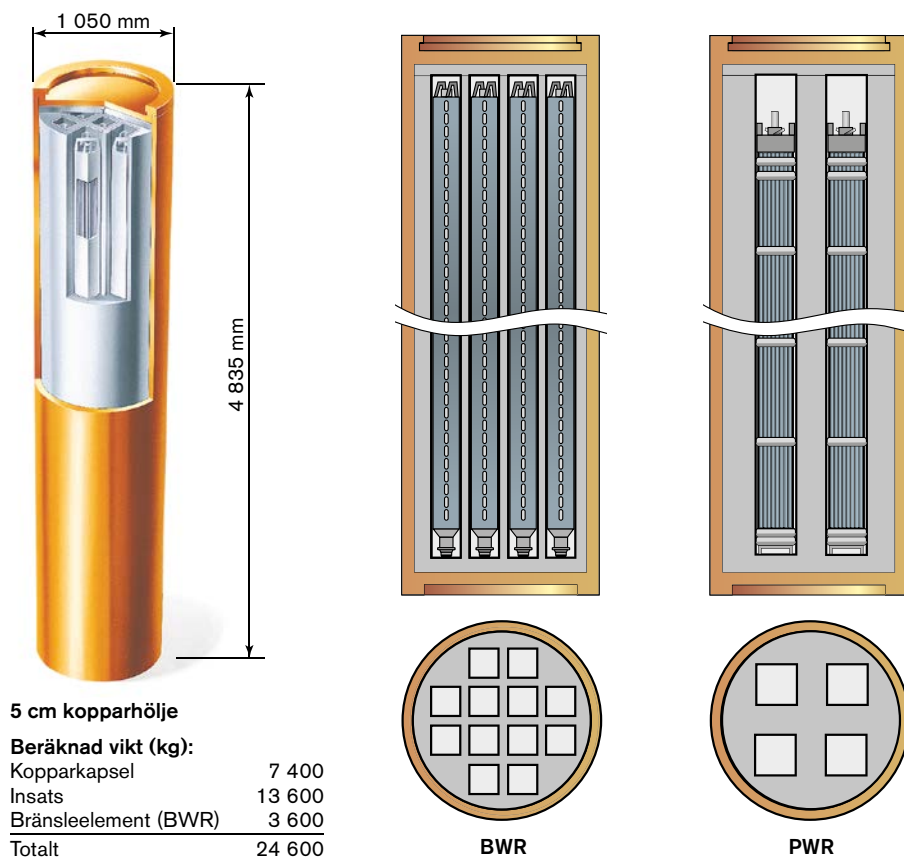
Med kapselabrik avses en anläggning där kapselns olika komponenter finbearbetas och sammansätts till en färdig kapsel.

Kapseln i referensutförningen består av en yttre, fem centimeter tjock, korrosionsbarriär av koppar i form av ett rör med lock och botten, se figur 3-10. Den koppar kvalitet som specificeras är en högren syrefri koppar med en liten tillsats av fosfor.

Inuti kopparröret finns en gjuten insats av segjärn med kanaler för bränsleelementen. Insatsen tjänstgör också som den tryckbärande komponenten i konstruktionen. Locket till insatsen tillverkas ur valsad stålplåt.

Till kapselabriken levereras komponenter såsom rör, lock och botten av koppar samt insatser av segjärn med stållock. Dessa komponenter finbearbetas i kapselabriken 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 och kopparlock levereras detta "paket" till Clink. Ett detaljerat leveranscertifikat medföljer kapseln med dokumentation av material och tillverkning.

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



Figur 3-10. Kopparkapsel med insats av segjärn.

Central anläggning för hantering, mellanlagring och inkapsling av det använda kärnbränslet, Clink

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 anläggningsdel i anslutning till Clab. När denna inkapslingsdel sammankopplats med Clab kommer de båda anläggningsdelarna att drivas som en integrerad anläggning. Denna anläggning benämns Clink.

I Clink kommer det att finnas ett antal stationer för olika arbetsmoment.

- Intransportdel med kvalitetskontroll av levererade kapseldelar.
- Inkapslingsdel med följande delmoment:
 - Verifiering av resteffekt, dokumentation och sortering av bränslet från förvaringsbassängerna. Omlastning av bränsleelement till transportkasset.
 - 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 friktionssvetsning.
 - Oförstörande provningar av svetsfog samt kylning av kapseln. Provning planeras ske både efter svetsning och efter maskinbearbetning.
 - Maskinbearbetning av svetsfog.
- Terminalbyggnad för färdiga kapslar. Transporten till slutförvaret sker i strålskärmande transportbehållare.
- Hjälpssystem med bland annat kyl- och ventilationssystem samt el- och kontrollutrustning.
- Personal- och kontorsutrymmen samt förråd.



Figur 3-11. Clink med inkapslingsdel för använt kärnbränsle (markerad i figuren).

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 6 200 kapslar kommer produktionstakten under större delen av driftperioden att ligga kring 180 kapslar per år för att mot slutet gå ner till 100.

Inkapslingen kommer att ske på dagtid. I uppskattningen av personalbehovet har hänsyn tagits till de samordningsfördelar avseende organisation och bemanning som fås då inkapslingsdelen sammankopplats med Clab och de båda anläggningsdelarna drivs som en integrerad anläggning, Clink.

SKB planerar att ansöka om att få inleda provdrift av Clink årsskiftet 2027/2028. Provdriften antas starta ett år senare. Ansökan om rutinmässig drift planeras för att lämnas in vid årsskiftet 2029/2030 och tillstånd väntas till halvårsskiftet 2030.

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

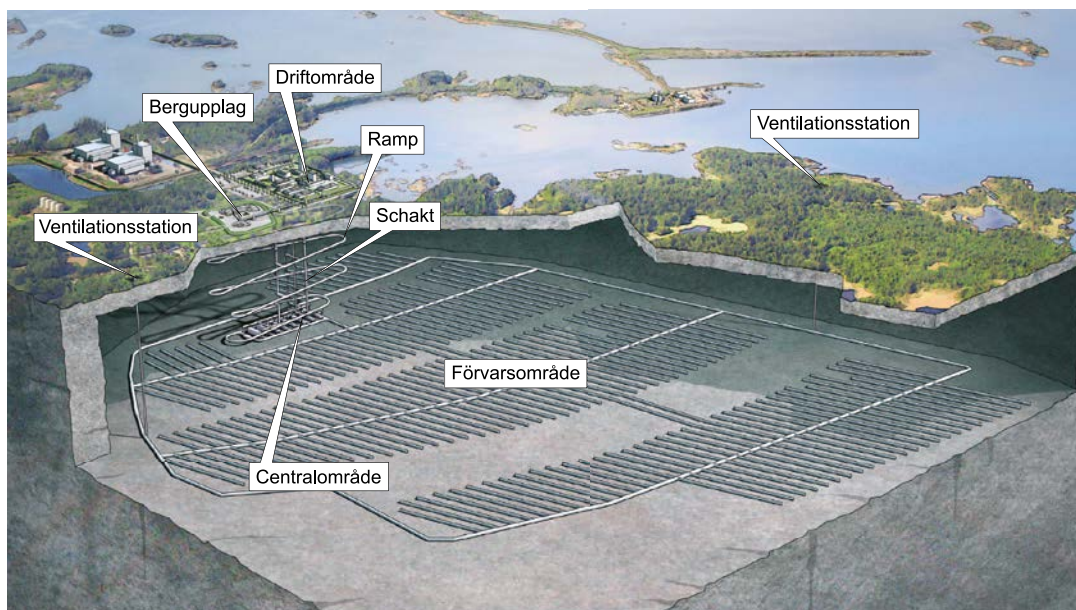
3.4.4 Kärnbränsleförvaret

SKB har ansökt om att få uppföra Kärnbränsleförvaret vid Söderviken, sydost om Forsmarks kärnkraftverk, figur 3-12. 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 meter under markytan.

Figur 3-12 visar förvarsområdets utbredning baserad på resultaten från platsundersökningarna. Området är beläget inom ett avgränsat bergområde, en så kallad tektonisk lins. För att undvika vattenförande strukturer och begränsa bergspänningarna har förvarsnivån satts till 470 meter. Avståndet mellan kapslarna och mellan deponeringstunnlarna bestäms av temperaturutvecklingen kring kapseln och då främst temperaturen i den omgivande bentoniten vars funktion är beroende av



Figur 3-12. Huvuddelarna av Kärnbränsleförvaret.

att temperaturen inte blir för hög. Bentonit är en lera som sväller vid vattenupptagning och har till uppgift att skydda kapseln samt fördröja eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen. Avståndet mellan kapslarna bestäms därför av bränslets resteffekt, värmeledningsförmågan hos berget och bentoniten samt bergets initialtemperatur. I referensscenariot har man valt ett kapselavstånd på 6,0 meter och ett tunnelavstånd på 40 meter. Den i figuren visade utbredningen innefattar dessutom 13 procents reservkapacitet för bortfall av deponeringshål som av någon anledning inte går att använda.

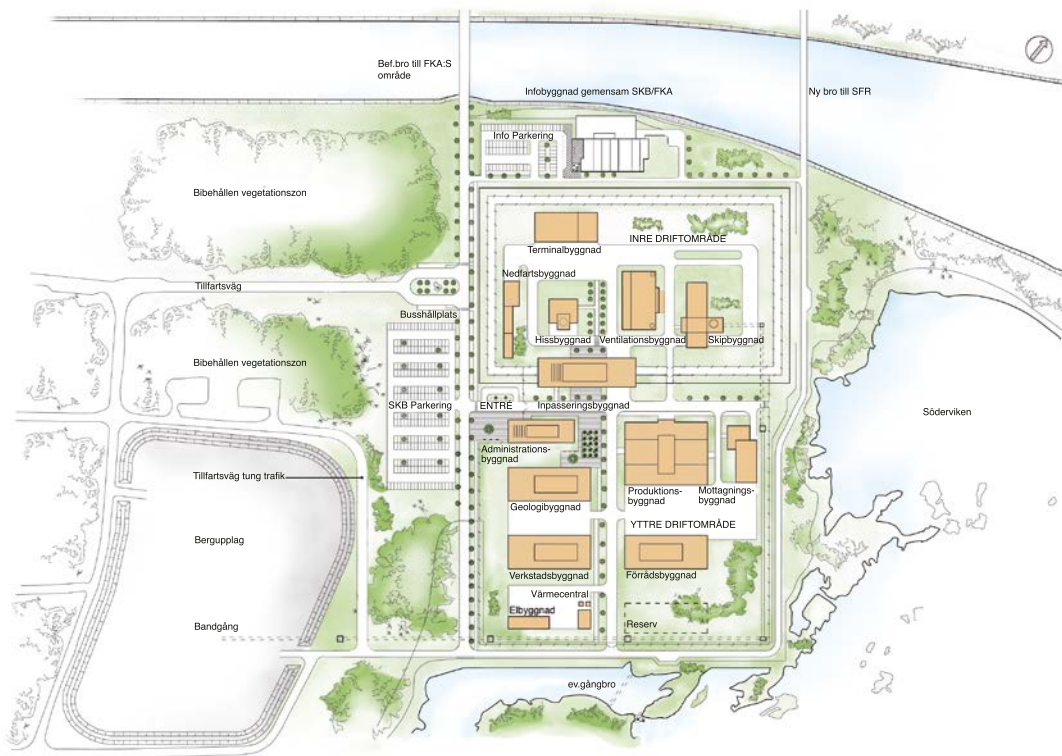
Referensutformningen bygger på alternativet med ett sammanhållet driftområde ovan mark och en spiralformad ramp för tunga och skrymmande transporter. Därtill kommer ett antal schakt för transporter, mediaförsörjning och ventilation. För att förkorta byggtiden drivs hisschaktet för bergsmassor, det så kallade skipschaktet, i form av ett sänkschakt (från markytan och ner) 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 3-13. 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. 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 Clink till hamnen vid Oskarshamns kärnkraftverk och vidare med m/s Sigríd till hamnen i Forsmark vid SFR. Med terminalfordonen transporteras de till terminalbyggnaden. I denna sker mellanlagring av transportbehållarna innan de transporteras ned till undermarksdelen, där kapslarna överförs till deponeringsmaskinen.



Figur 3-13. Kärnbränsleförvaret i Forsmark – ovanmarksdel.

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

Av översiktsbilden i figur 3-13 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 kilometer 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 berörda myndigheter startar den kärntekniska verksamheten med ett första skede benämnt provdrift. De huvudsakliga verksamheterna är bergarbeten, deponeringsarbeten och produktion/transport av buffert och återfyllningsmaterial. Dessa verksamheter kommer i princip att äga rum samtidigt, men i olika delar av undermarksdelen. Det 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. Deponeringen kan dock påbörjas direkt när provdriften startar, i och med att det under anläggningens uppförande har iordningställt ett antal deponeringstunnlar med tillhörande transport- och stamtunnlar. De senare betecknar de transport- och hanteringstunnlar som ligger i omedelbar anslutning till deponeringstunnlarna och binder samman 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 för att ligga till grund för tillstånd för rutinmässig drift.

Totalt kommer drygt 200 personer att vara sysselsatta vid Kärnbränsleförvaret.

Bergarbeten

Med bergarbeten avses alla aktiviteter som krävs för att spränga ut tunnlar och borra deponeringshål, inklusive förberedelser och detaljundersökningar. Bergarbetena omfattar även att försä tunnlar med tillfälliga installationer för ventilation, el, belysning och länshållning. Bergarbetena kommer att utföras med i huvudsak standardiserad utrustning för borrhning och sprängning. En för ändamålet särskilt utvecklad utrustning används för borrhning 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

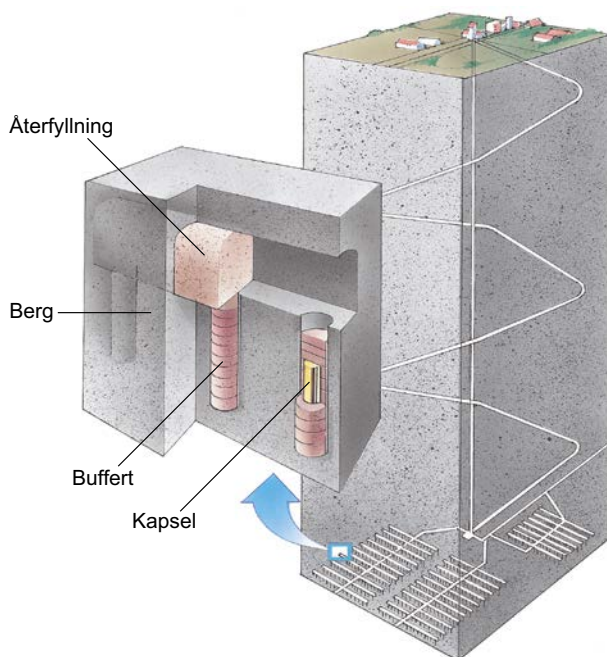
Deponeringsarbeten omfattar förberedelser för deponering, placering av buffert av bentonit i deponeringshålet, deponering av kapsel, samt återfyllning och plugning av deponeringstunneln, se figur 3-14.

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 återfyllning

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.

Återfyllningen ersätter det utsprängda berget i deponeringstunnlarna. Längre fram i tiden kommer det att bli aktuellt att även återfylla andra tunnlar och utrymmen i undermarksdelen. Återfyllningen i deponeringstunnlarna består av pressade block av bentonit som staplas i tunnlar. Pelletar av samma material används för utfyllnad i spalten mellan block och tunnelvägg.



Figur 3-14. KBS-3

Bentonit tas in med fartyg till hamnen i Hargshamn där lagring i lös vikt sker. Därifrån transporteras materialet till produktionsbyggnaden i det yttre driftområdet där tillverkning av buffert och återfyllning 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.

3.5 Beskrivning av transportsystemet

I kostnadsberäkningen skiljs mellan sjötransporter med tillhörande terminalhantering och landtransporter på väg. Sjötransporter redovisas under rubriken transportsystem medan landtransporter inkluderas i de anläggningar som berörs.

Systemet för sjötransporterna utgörs av de tre huvudkomponenterna fartyget m/s Sigrid, transportbehållarna och terminalfordonen. Detta system är utformat för att kunna användas för använt kärnbränsle och alla typer av kärnavfall.

M/s Sigrid, är ett nytt fartyg som ersätter m/s Sigyn (byggd 1982). Det nya fartyget har, liksom det gamla, dubbla bottenar och dubbel bordläggning. Konstruktionen skyddar lasten vid en eventuell grundstötning eller kollision. M/s Sigrid är mer bränslesnål och ger en lägre miljöpåverkan än sin föregångare. Hon rymmer tolv bränsle- och avfallsbehållare i stället för tidigare tio.

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 tre 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 3-6. För närvarande används fem sådana fordon.

Transporten av kapslar med använt kärnbränsle från Clink till Kärnbränsleförvaret förutsätts i referensscenariot komma att ske med sjötransport till hamnen i Forsmark. Den vidare transporten till driftområdet sker direkt med terminalfordon. 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 behov av nyansskaffning av såväl fartyg som fordon och transportbehållare.

3.6 Kostnadsredovisning

3.6.1 Framtida kostnader

De framtida kostnaderna för olika anläggningar och verksamheter i referensscenariot redovisas i tabell 3-5. För varje anläggning respektive verksamhet anges om kostnaderna avser *investering, drift och underhåll, återfyllning* och/eller *rivning och förslutning*. Kostnader för 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 i dag för Clab). I kostnaderna för Kärnbränsleförvaret, där utbyggnaden av deponeringstunnlarna kommer att ske fortlöpande under deponeringsskedet (driftskedet), ingår emellertid även kostnaderna för detta arbete i *investeringen*. Kostnadsuppskattningen i tabell 3-5 baseras på gällande underlag för referensscenariot och omfattar varken påslag för osäkerhet och risk eller justering för framtida reala prisförändringar (justering för EEF).

Tabell 3-5. Sammanställning av framtida kostnader för referensscenariot från och med 2015, prisnivå januari 2013.

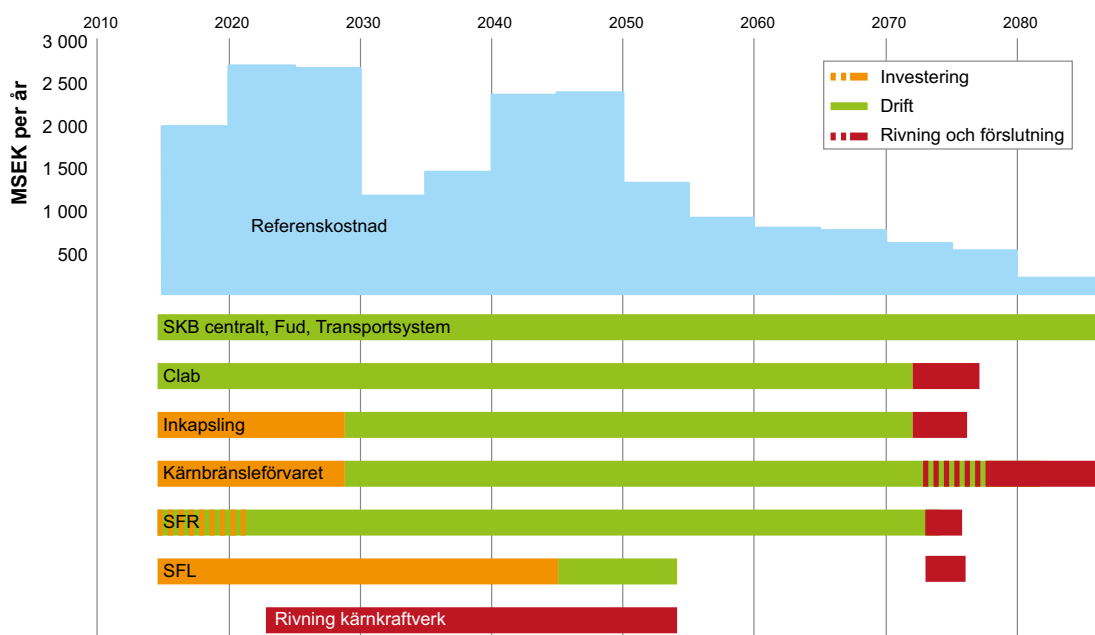
		Kostnad per kostnadsslag MSEK	Kostnad per anläggning MSEK
SKB centralt och Fud		9 900	9 900
Transporter	investering	1 400	3 100
	drift och underhåll	1 700	
Clab	reinvesteringar	2 120	11 130
	drift och underhåll	8 250	
	rivning	760	
Inkapsling	investering	4 340	15 650
	drift och underhåll & reinvesteringar	11 070	
	rivning	240	
Kärnbränsleförvaret – ovan mark	investering och rivning	5 460	28 750
	drift och underhåll (hela anläggningen)	5 930	
	reinvesteringar (hela anläggningen)	2 430	
– övriga bergutrymmen	investering	2 410	
	rivning och förslutning	1 440	
– stam- och deponeringstunnlar	investering	6 830	
	rivning, återfyllning och förslutning	4 250	
SFL	investering	860	1 520
	drift och underhåll & reinvesteringar	280	
	rivning och förslutning	380	
Mellanlager och markdeponier vid kärnkraftverken	investering, drift och rivning	120	120
SFR (driftavfall)	drift och underhåll & reinvesteringar	1 000	1 000
SFR (rivningsavfall)	investering	2 260	4 590
	drift och underhåll & reinvesteringar	1 970	
	rivning och förslutning	360	
Avveckling av kärnkraftverken		23 390	23 390
Total referenskostnad (exklusive justering för EEF och påslag för oförutsett och risk)			99 150

Referenskostnaden uppgår till totalt 99,2 miljarder kronor. Av dessa faller 75,6 miljarder kronor inom SKB:s verksamhetsområde och är därmed gemensamma för tillståndshavarna (samkostnader). Resterande utgör kostnader för verksamheter där varje tillståndshavare har ett eget kostnadsansvar (särkostnader).

Figur 3-15 visar referenskostnaden fördelad i tiden. En förenklad tidsplan visas för de olika anläggningarna för att ge en uppfattning om den påverkan dessa har på kostnadsflödet. De två kostnadstopparna i diagrammet härrör dels från investeringen i Kärnbränsleförvaret och inkapslingsdelen av Clink, dels från rivningen av kärnkraftverken.

3.6.2 Nedlagda och budgeterade kostnader

Tabell 3-6 redovisar nedlagda kostnader (i löpande prisnivå) till och med år 2012 samt prognos för kostnadsutfallet 2013 respektive budgeterade kostnader för år 2014. (Den i avsnitt 3.6.1 redovisade referenskostnaden innefattar kostnaderna från och med år 2015.)



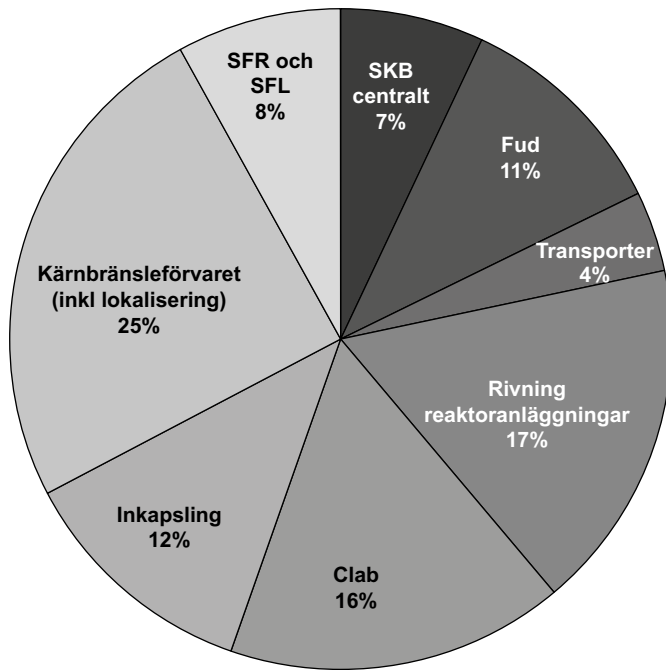
Figur 3-15. Tidsfördelningen av de framtida kostnaderna för referensscenariot samt översiktliga tidsplaner för anläggningarna, prisnivå 2013.

Tabell 3-6. Nedlagda kostnader till och med 2012 samt prognos för utfallet 2013 och budgeterat för 2014, löpande prisnivå.

	Nedlagt till och med 2012 MSEK	Utfall 2013 (prognos) MSEK	Budget år 2014 MSEK	Summa till och med 2014 MSEK
SKB centralt	3 237	295	303	3 835
Fud	6 794	259	242	7 295
Transport				
– investering/reinvestering	533	101	30	664
– drift	865	42	40	947
Clab				
– investering/reinvestering	3 947	88	121	4 156
– drift	2 422	204	207	2 833
Inkapsling				
– investering	379	65	54	498
Kärnbränsleförvaret (lokalisering, platsundersökningar och projektering)	3 779	289	270	4 338
SFR och Loma				
– investering/reinvestering	1 147	7	13	1 167
– drift	1 145	166	179	1 490
Totalt	24 248	1 515	1 459	27 222

De kostnader för uppbyggnad som förekom i ett tidigt skede ingår inte i tabellen.

Hur den totala kostnaden, nedlagda och framtida, fördelar sig på olika anläggningar framgår av figur 3-16. Fördelningen är baserad på prisnivå januari 2013 varvid tidigare nedlagda kostnader har räknats upp med konsumentprisindex, KPI.



Figur 3-16. Fördelningen av den totala kostnaden (nedlagda och framtida) för referensscenariot. Prinsnivå januari 2013.

4 Kostnader enligt finansieringslagen

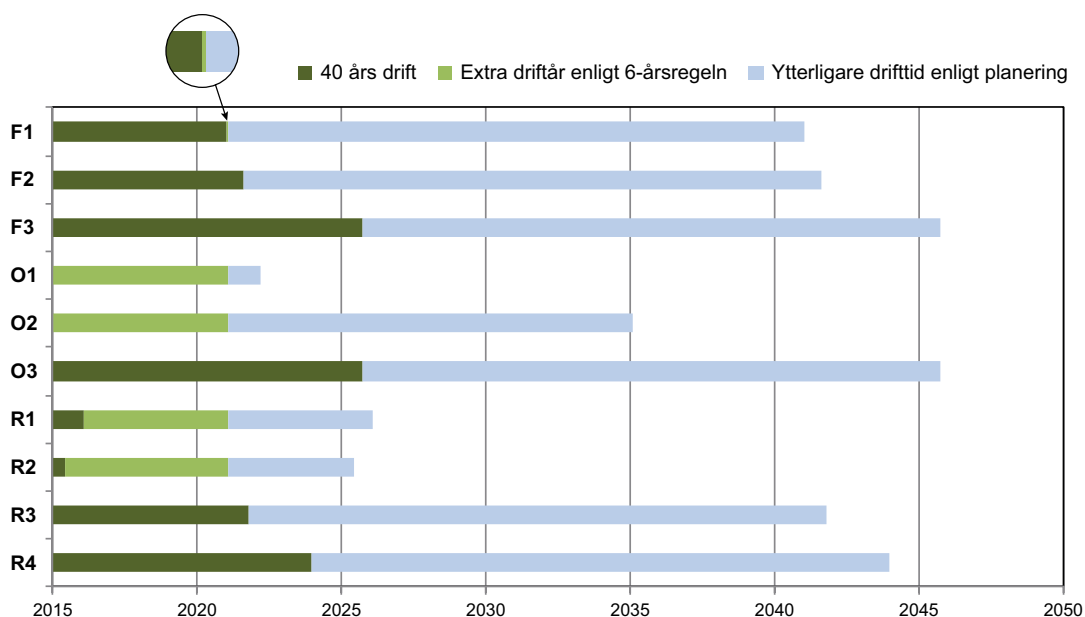
4.1 Driftscenarier för reaktorerna

För att få underlag för de belopp som krävs enligt finansieringslagen (se kapitel 1) behöver ett antal kalkyler med olika omfattning och förutsättningar göras. Alla dessa kalkyler utgår från referenskalkylen, det vill säga den som baseras på referensscenariot och som redovisas i kapitel 3.

Störst betydelse för utfallet av de olika kalkylerna har de antaganden som görs i fråga om reaktorernas drifttider och de mängder använt kärnbränsle som följer av detta. I referensscenariot följer man härvid de aktuella planer som gäller för kraftföretagen. För kostnadsberäkningarna enligt finansieringslagen föreskriver emellertid finansieringsförordningen vilka drifttider som ska gälla. Det är framförallt två driftscenarier som är av intresse. Ett tredje, som inte redovisas i Plan 2013, används som fördelning av kostnaderna mellan tillståndshavarna.

Det ena driftscenariot avser underlaget för beräkning av den återstående grundkostnaden, vilken ska läggas till grund för beräkningen av kärnavfallsavgiftens storlek (se kapitel 1). I finansieringsförordningen föreskrivs att kostnadsberäkningarna ska göras utifrån antagandet att de reaktorer som i dag är i drift ska drivas i 40 år. För reaktorer som varit i drift i minst 34 år ska den återstående drifttiden antas vara sex år om det inte finns skäl att anta att driften kan komma att upphöra dessförinnan. För Plan 2013, som är avsedd att läggas till grund för avgifter och säkerheter för åren 2015–2017, innebär detta att samtliga tio reaktorer antas vara i drift minst till och med år 2020. I figur 4-1 illustreras den framtida antagna drifttiden enligt finansieringslagen och den planerade drifttiden för reaktorerna.

Det andra driftscenariot utgör underlag för beräkning av finansieringsbeloppet med en avstämning vid ingången av det första avgiftsåret som kalkylen avser, i vårt fall således per den 31 december 2014. Avstämningen innebär att man utgår från den mängd använt kärnbränsle som kommer att finnas vid den angivna tidpunkten, inklusive det bränsle som då finns i reaktorhårdarna. Kostnaderna ska sedan beräknas utifrån antagandet att det är enbart denna mängd använt kärnbränsle som ska tas om hand. I övrigt gäller samma förutsättningar för kostnadsberäkningen som i det förstnämnda driftscenariot. Kalkylen för underlaget till finansieringsbeloppet behandlas schablonmässigt utifrån kalkylen för den återstående grundkostnaden.



Figur 4-1. Antaganden om den framtida drifttiden enligt finansieringslagen och den planerade drifttiden för reaktorerna.

I tabell 4-1 redovisas driftdata och bränslemängder för scenariot med 40 års drift. I tabell 4-2 visas även för jämförelse mängderna i referensscenariot.

Kostnadsredovisningen görs relativt detaljerad för 40-årsscenarioet (avsnitt 4.3.2). För underlaget till finansieringsbeloppet d v s avstämningen den 31 december 2014 ges enbart totalbeloppet (avsnitt 4.3.3).

Tabell 4-1. Driftdata samt elproduktion och bränslemängder enligt finansieringsförordningen.

Start kommersiell drift	Termisk effekt/ nettoeffekt MW	Energiproduktion		Bränsle till och med 2013 ton uran	Drifttid enligt fin.-lagen år	Totalt för grundkostnad		
		till och med 2013 TWh	medelvärde från och med 2014 TWh/år			Drift till och med	Energi produk- tion TWh	Använt bränsle ton uran
F1 (BWR) 1980-12-10	2 928 / 984	228	7,5	823	40,1	2020-12-31	282	984
F2 (BWR) 1981-07-07 ¹	2 928 / 990	222	7,5	803	40,0	2021-07-06	282	984
F3 (BWR) 1985-08-22	3 300 / 1 170	244	8,8	817	40,0	2025-08-21	347	1 097
O1 (BWR) 1972-02-06	1 375 / 473	100	3,5	371	48,9	2020-12-31	124	441
O2 (BWR) 1974-12-15	1 800 / 638	154	6,4	533	46,1	2020-12-31	199	645
O3 (BWR) 1985-08-15	3 900 / 1 400	226	11,2	766	40,0	2025-08-14	356	1 131
R1 (BWR) 1976-01-01	2 540 / 855	181	6,4	671	45,0	2020-12-31	225	805
R2 (PWR) 1975-05-01	2 652 / 866	194	6,3	595	45,7	2020-12-31	239	723
R3 (PWR) 1981-09-09	3 135 / 1 051	205	8,2	655	40,0	2021-09-08	267	824
R4 (PWR) 1983-11-21	2 775 / 935	196	7,3	620	40,0	2023-11-20	269	824
B1 (BWR) 1975-07-01	1 800 / 600	93	-	423		1999-11-30	93	423
B2 (BWR) 1977-07-01	1 800 / 600	108	-	442		2005-05-31	108	442
BWR totalt	22 371 / 7 710	1 556	51	5 649			2 017	6 953
PWR totalt	8 562 / 2 852	595	22	1 871			775	2 372
Samtliga totalt	30 933 / 10 562	2 152	73	7 520			2 792	9 325

¹ Forsmark 2 har sedan hösten 2012 tillstånd för provdrift till högst 3253 MW termisk effekt vilket motsvarar 1120 MW elektrisk nettoeffekt. Den högre effekten har effektuerats våren 2013. Plan 2013 bygger på en tidigare gjord prognos för F2.

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

	Mängd att slutförvara	Slutförvar
Använt BWR-bränsle	4 560 kapslar (6 200) ¹	Kärnbränsleförvaret
Använt PWR-bränsle		
Övrigt använt bränsle (MOX, Ågesta, Studsvik)		
Driftavfall från kärnkraftverken	44 200 m ³	(53 200) SFR
Rivningsavfall från kärnkraftverken	73 300 m ³	(73 300) SFR
Drift- och rivningsavfall från kärnkraftverken (hårdnära komponenter)	3 700 m ³	(3 700) SFL
Driftavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	2 500 m ³	(3 400) SFR
Rivningsavfall från Clab och inkapslingsanläggningen	400 m ³	(400) SFR
Driftavfall från SVAFO och Studsvik	11 500 m ³	(11 500) SFR
Rivningsavfall från SVAFO och Studsvik	13 000 m ³	(13 000) SFR
Avfall från SVAFO och Studsvik	11 800 m ³	(11 800) SFL
Totalt kortlivat radioaktivt avfall	144 900 m ³	(154 800) SFR
Totalt långlivat radioaktivt avfall	15 500 m ³	(15 500) SFL

¹ Enligt referensscenariot i kapitel 3

4.2 Förändringar jämfört med referensscenariot

Detta avsnitt berör förändringar i förhållande till beskrivningen av referensscenariot i kapitel 3.

Det är framför allt olika antaganden om drifttiden för reaktorerna som ger konsekvenser för mängderna använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Antagen drifttid påverkar också deponeringstakten för kapslarna med använt kärnbränsle. Kortare drifttid ger längre tid för mellanlagring, vilket underlättar möjligheten att möta den begränsning av temperaturen kring kapseln efter deponering som gäller.

De viktigaste förändringarna i driftscenarierna jämfört med referensscenariot är i sammandrag:

- Antalet kapslar med använt kärnbränsle minskar från de 6 200 som ingår i referensscenariot. Beräkningen av den återstående grundkostnaden baseras i stället på 4 560 kapslar. Utgångspunkt för beräkningen av underlaget till finansieringsbeloppet är att 3 775 kapslar ska deponeras.
- Den totala drifttiden för Kärnbränsleförvaret och Clink minskar. Det innebär att man vid beräkningen av den återstående grundkostnaden ska utgå från 17 år kortare drifttid än i referensscenariot och vid beräkningen av underlaget till finansieringsbeloppet från 21 år kortare drifttid. Den kortare tidsplanen påverkar även kostnadsberäkningarna för andra anläggningar, främst SFR.
- Kostnader för sådant driftavfall som omhändertas under pågående drift av reaktorerna ingår inte i beräkningen (faller ej under begreppet restprodukter). Det innebär framför allt att kostnaderna för slutförvaring av driftavfall i SFR inte ingår. Det innebär också att kostnaderna för transporterna till SFR utgår, liksom en proportionell andel av kostnaderna för SKB:s centrala funktioner.
- Kostnader för utrymmen i SKB:s anläggningar som upptas av radioaktivt avfall från andra än tillståndshavarna (SVAFO med flera) ingår inte i beräkningen. Dessa kostnader finansieras på annat sätt.

4.3 Kostnadsredovisning

4.3.1 Allmänt

Kostnadsredovisningen i detta kapitel avser de belopp som tillståndshavarna är skyldiga att redovisa till myndigheten enligt finansieringslagen. 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 avseende referenskostnaden i kapitel 3:

- Kostnaderna avser enbart tillståndshavarnas framtida kostnader från och med år 2015 för omhändertagande av använt kärnbränsle och eget sådant radioaktivt avfall som inte är driftavfall. Prisnivån är januari 2013. Kostnaderna justeras för framtida reala prisförändringar i enlighet med metoden för applicering av externa ekonomiska faktorer, EEF.
- Påslag för oförutsett och risk har beräknats med den metod som beskrivits i avsnitt 2.3. För det återstående grundbeloppet och för underlaget till finansieringsbeloppet har påslaget erhållits genom att medelvärdet ur den statistiska analysen har ansatts som återstående grundbelopp. För kompletteringsbeloppet har det 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 redovisningen av beloppet.

Både justeringen för EEF och påslaget från osäkerhetsanalysen särredovisas i tabell 4-3 och därefter adderats till kostnaden på totalnivå. Detta delvis för att underlätta jämförelsen med tabell 3-5 som avser motsvarande kostnader för referensscenariot men där dessa påslag inte förekommer.

Att påslaget för oförutsett och risk adderas enbart på totalbeloppet beror även 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).

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 figuren 3-16 i avsnitt 3.6.2.

4.3.2 Återstående grundkostnad

Tabell 4-3 ger en sammanställning av de beräknade framtida kostnader som är att hänföra till återstående grundkostnad och som utgör underlag för beräkning av avgifter.

Tabell 4-3. Sammanställning av beräknade återstående grundkostnader från och med 2015, prisnivå januari 2013.

		Kostnad per kostnadslag MSEK	Kostnad per anläggning MSEK
SKB centralt och Fud		8 630	8 630
Transporter	investering	1 090	2 350
	drift och underhåll	1 260	
Clab	reinvesteringar	1 560	8 220
	drift och underhåll	5 900	
	rivning	760	
Inkapsling	investering	4 170	12 250
	drift och underhåll & reinvesteringar	7 840	
	rivning	240	
Kärnbränsleförvaret – ovan mark	investering och rivning	5 480	21 940
	drift och underhåll (hela anläggningen)	3 790	
	reinvesteringar (hela anläggningen)	640	
– övriga bergutrymmen	investering	2 410	
	rivning och förslutning	1 440	
– stam- och deponeringstunnlar	investering	4 900	
	rivning, återfyllning och förslutning	3 280	
SFL	investering	780	1 380
	drift och underhåll & reinvesteringar	260	
	rivning och förslutning	340	
Mellanlager och markdeponier vid kärnkraftverken	investering, drift och rivning	–	–
SFR (driftavfall)	drift och underhåll & reinvesteringar	–	–
SFR (rivningsavfall)	investering	2 050	3 930
	drift och underhåll	1 540	
	rivning och förslutning	340	
Rivning av kärnkraftverken	nedmontering och rivning	22 750	22 750
Summa kostnad "Kalkyl 40"			81 450
Justering för EEF			1 290
Påslag för oförutsett och risk			18 010
Totalt återstående grundkostnad			100 750

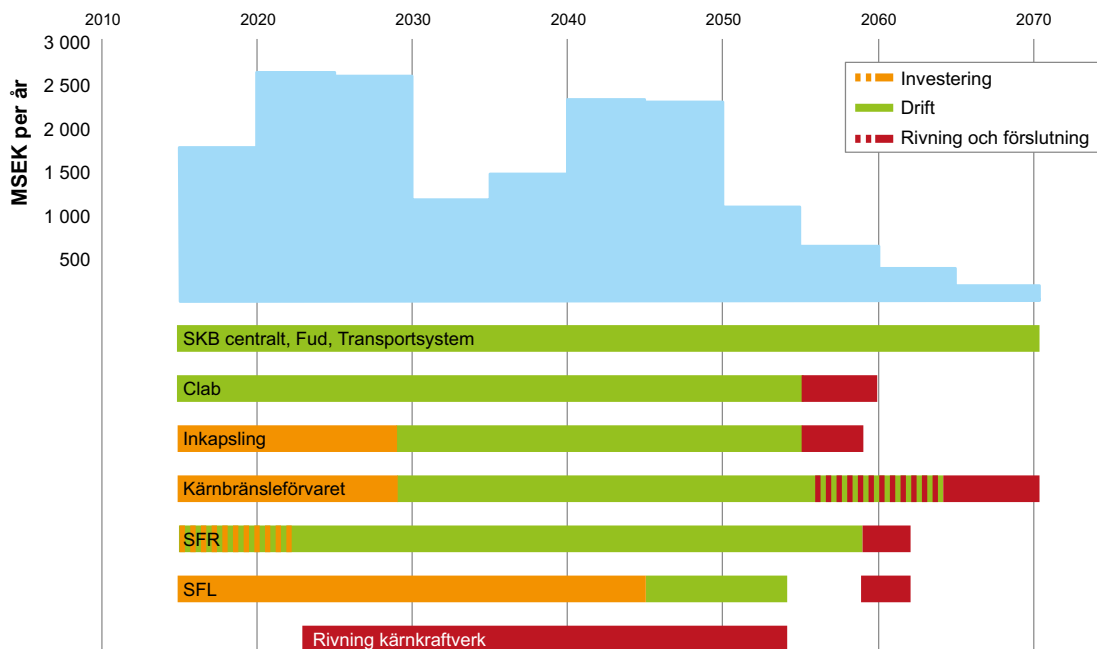
De kostnader som i tabellen redovisas specifikt för de olika objekten innefattar inga påslag för oförutsett och risk. Detta påslag, liksom effekten av EEF, redovisas som klumpsummor nederst i tabellen.

De beräknade 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 Kärnbränsleförvaret, där utbyggnaden av deponeringstunnlarna kommer att ske fortlöpande under deponeringsskedet (driftskedet), ingår emellertid även kostnaderna för detta i investeringen.

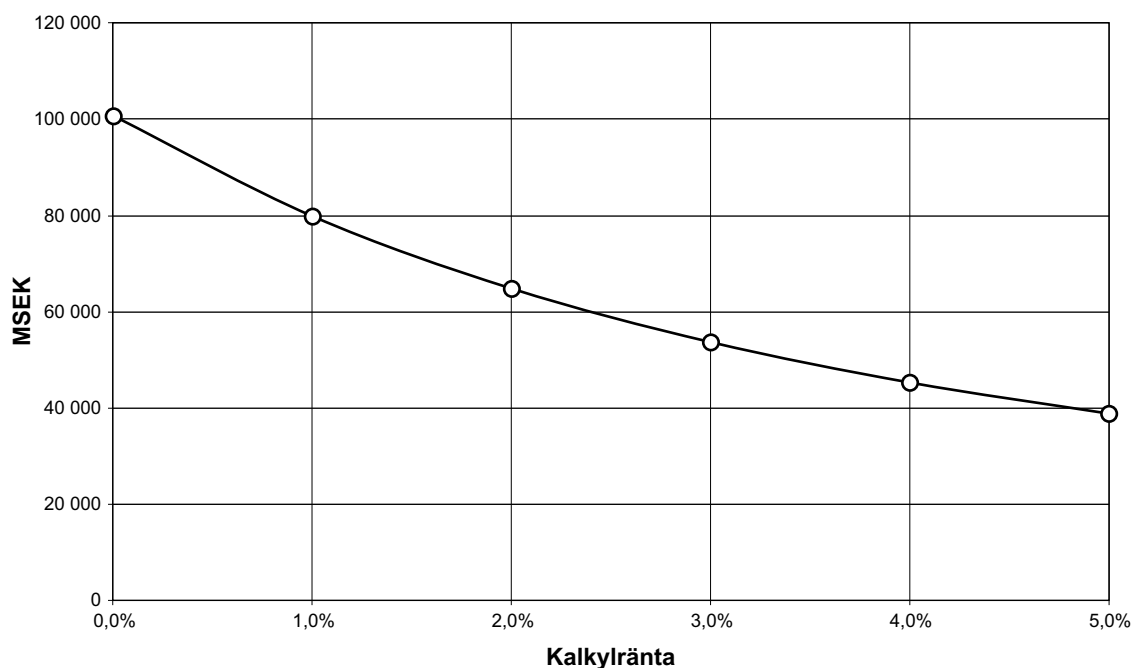
Den beräknade återstående grundkostnaden uppgår till totalt 100,8 miljarder kronor. Av detta utgör 18,0 miljarder kronor påslag för oförutsett och risk. Av beloppet faller cirka 70 % inom SKB:s verksamhetsområde och är därmed gemensamt för tillståndshavarna, så kallade samkostnader. Resterande, cirka 30 %, utgör kostnader för verksamheter där varje tillståndshavare har ett eget kostnadsansvar (och alltså inte delar kostnaderna med andra tillståndshavare), så kallade särkostnader. Särkostnaderna avser avvecklingen av tillståndshavarens kärnkraftverk. Omhändertagandet av det radioaktiva rivningsavfallet faller dock inom SKB:s ansvarsområde.

Figur 4-2 visar kostnaderna enligt tabell 4-3 fördelade i tiden. Påslaget för oförutsett och risk ingår inte i diagrammet. Figuren visar även en förenklad tidsplan för de olika anläggningarna för att ge en uppfattning om den påverkan dessa har på kostnadsflödet. De två kostnadstopparna i diagrammet härrör dels från investeringen i inkapslingsdelen i Clink och Kärnbränsleförvar, dels från avvecklingen av kärnkraftverken.

Diagrammet i figur 4-3 visar nuvärdet av den återstående grundkostnaden som en funktion av vilken kalkylränta som används vid diskontering till detta nuvärde. Diagrammet avser totalbeloppet, vilket innebär att påslaget för oförutsett och risk ingår. Framtagandet av diagrammet har möjliggjorts genom att separata Monte Carlosimuleringar har gjorts för räntenivåerna 1, 2, 3, 4 och 5 procent.



Figur 4-2. Återstående grundkostnad, exklusive påslag för oförutsett och risk, fördelad i tiden samt tillhörande tidsplan för anläggningarna, prisnivå januari 2013.



Figur 4-3. Nuvärdet av den återstående grundkostnaden som funktion av kalkylräntan, prisnivå januari 2013.

4.3.3 Underlag för finansieringsbelopp

Finansieringsbeloppet utgör underlag för en av de säkerheter som tillståndshavarna ska ställa vid sidan av avgiftsinbetalningar. Finansieringsbeloppet sätts samman av det underlag SKB lämnar (denna redovisning) och merkostnader framräknade av Strålsäkerhetsmyndigheten. SKB beräknar sin del av beloppet på samma sätt som den återstående grundkostnaden men, när det gäller kostnader för restprodukter, omfattar kalkylen endast de mängder som föreligger då kalkylen tar vid. För Plan 2013 avser detta endast de restprodukter som föreligger den 31 december 2014. Bland annat får detta som följd att kapselantalet minskar till 3 775 jämfört med de 4 560 som ligger till grund för beräkningen av den återstående grundkostnaden.

Den del av finansieringsbeloppet som baseras på SKB:s beräkningar uppgår till 95,4 miljarder kronor, vilket är 5,0 miljarder kronor lägre än den återstående grundkostnaden.

4.3.4 Kompletteringsbelopp

Kompletteringsbeloppet utgör underlag för en typ av säkerheter som reaktorinnehavarna ska ställa vid sidan av avgiftsinbetalningar och den säkerhet som finansieringsbeloppet utgör grund för. Även kompletteringsbeloppet 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 är att hänföra till mer principiella avvikelser från det valda systemet än de som inkluderas vid beräkningen av de övriga beloppen.
- Kompletteringsbeloppet erhålls som skillnaden mellan ett belopp som representerar denna övre skäliga gräns och den återstående grundkostnaden. SKB anser att en konfidensgrad av 80 % är en nivå som motsvarar den "skälighet" som finansieringslagen 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 omfattas inte av skyldigheten att redovisa ett kompletteringsbelopp.

Kompletteringsbeloppet, avseende de tre reaktorinnehavarna, har vid konfidensgraden 80 % beräknats till 11,1 miljarder kronor.