

Plan 2001

Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Svensk Kärnbränslehantering AB

Juni 2001

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

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

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



Plan 2001

Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Svensk Kärnbränslehantering AB

Juni 2001

Förord

Enligt "lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m" (1992:1537) åligger det reaktorinnehavarna att upprätta en beräkning av kostnaderna för samtliga åtgärder som behövs för att omhänderta i reaktorerna använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta samt avveckla och riva reaktoranläggningarna. Kostnadsberäkningen skall årligen insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer. SKB upprättar på uppdrag av kraftföretagen denna kostnadsberäkning.

Föreliggande rapport, som är den tjugonde årliga redovisningen, ger en uppdaterad sammanställning av erforderliga kostnader. I likhet med tidigare års rapportering redovisas kostnader dels för systemet totalt, dels för de delar som skall inkluderas i avgiftsunderlagsbeloppet i enlighet med finansieringslagen. De förra har baserats på ett scenario rörande reaktordriften som ansluter till reaktorinnehavarnas aktuella långsiktiga planering.

Stockholm i juni 2001
Svensk Kärnbränslehantering AB

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Peter Nygårds". The signature is stylized and somewhat cursive, with the first name "Peter" being more legible than the last name "Nygårds".

Peter Nygårds
VD

Sammanfattning

De företag som innehar kärnkraftverk är ansvariga för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnreaktorerna. De viktigaste åtgärderna är att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs, samt att bedriva därtill kopplad forskning och utveckling.

Den s k *finansieringslagen* (1992:1537) är kopplad till detta ansvar och föreskriver att en reaktorinnehavare, i samråd med övriga reaktorinnehavare, skall beräkna kostnaderna för omhändertagandet av det använda bränslet och radioaktiva avfallet samt för avveckling och rivning av reaktoranläggningen. Reaktorinnehavaren skall årligen inkomma till myndigheten med de kostnadsdata som erfordras för beräkning av dels de avgifter på elproduktionen som skall tas ut under det efterföljande året, dels de säkerheter som skall ställas för kostnader som inte täcks av inbetalade avgiftsmedel.

Reaktorinnehavarna har gemensamt uppdragit åt SKB att beräkna och sammanställa dessa kostnader.

I denna rapport presenteras en beräkning över kostnaderna för att genomföra samtliga dessa åtgärder. Beräkningarna baseras på den plan för hantering och slutförvaring av de radioaktiva restprodukterna, som utarbetats av SKB och som beskrivs i rapporten.

Följande anläggningar och system är i drift:

- Transportsystem för radioaktiva restprodukter.
- Centralt mellanlager för använt bränsle, CLAB.
- Slutförvar för radioaktivt driftavfall, SFR 1.

Senare planeras även:

- Kapselabrik och inkapslingsanläggning för använt bränsle.
- Djupförvar för använt bränsle.
- Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.
- Slutförvar för rivningsavfall.

I kostnadsberäkningarna ingår även kostnader för forskning, utveckling och demonstration, samt för att avveckla och riva reaktoranläggningarna.

Denna rapport baseras på den föreslagna inriktningen av verksamheten som presenterats i SKB:s FUD-program 98 och i den kompletterande redovisning som SKB inlämnat till myndigheten. I den senare redovisas valet av de tre platser där SKB vill gå vidare med undersökningar och samråd i platsundersökningsskedet. Platsvalen återspeglas även i kalkylen genom att referensscenariot i år innefattar en lokalisering av djupförvaret till en av de valda platserna. Härvid har valet gjorts utifrån vad som bäst belyser olika kostnadsaspekter och skall inte ses som någon prioritering i övrigt. Inriktningen i övrigt överensstämmer i stort med underlaget för föregående års rapport. SKB föreslår att djupförvaringen genomförs stegvis. Den inleds med ett första steg då ca 400 kapslar

deponeras. Därefter sker en utvärdering och förnyad licensiering innan anläggningen byggs ut i full skala.

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

- underlag för avgifter,
- underlag för grundbelopp,
- tilläggsbelopp.

Underlag för avgifter skall innefatta samtliga kostnader för att ta hand om det använda bränslet och radioaktiva avfallet som beräknas ha uppkommit till och med avgiftsåret, dvs år 2002, eller minst till och med 25 års drift av reaktorerna. Beloppet skall även omfatta kostnader för att avveckla och riva reaktorerna och för att genomföra erforderlig forskning och utveckling. I *underlaget för avgifter* ingår tillägg för osäkerheter till en viss nivå.

Underlag för grundbelopp skall innefatta kostnader i princip som ovan dock, vad avser använt bränsle och radioaktivt avfall, begränsat till de avfallsmängder som beräknas finnas vid slutet av innevarande år, dvs 2001-12-31. Detta belopp ger underlag för att bedöma omfattningen av *Säkerhet I*.

Tilläggsbeloppet utgör skillnaden mellan beloppet *underlag för avgifter* och en övre gräns för det belopp som reaktorinnehavaren i dagsläget skall garantera, inräknat fonderade medel. *Tilläggsbeloppet* skall enligt finansieringslagen omfatta "skäliga kostnader för tillkommande åtgärder som beror på oplanerade händelser". Detta belopp utgör grunden för bedömning av omfattningen av *Säkerhet II*.

Som grund för beräkningen av de ovan angivna beloppen ligger ett s k *referensscenario* baserat på reaktorinnehavarnas aktuella verksamhetsplanering. Med undantag för Barsebäck 1 innebär detta drift av reaktorerna i 40 år. *Referensscenariot* inkluderar det totala systemet alltså även med utrymme för radioaktivt avfall som ej faller under finansieringslagen. Kostnaderna för *referensscenariot* beräknas efter ett troligt scenario och alltså utan avseende på de osäkerheter som beaktas i de andra beloppen ovan. Totalt uppgår de framtida kostnaderna för *referensscenariot* till 47,9 miljarder kronor.

Resultatet av kalkylen framgår nedan. Med avseende på tidpunkten för rivning av reaktorerna redovisas två fall:

Fall (A) Den tidigaste rivningstidpunkten för en reaktor bestäms av referensscenariots drifttid av 40 år. Risker för ökade kostnader genom ändrad drifttid täcks genom *Säkerhet II*.

Fall (B) Avställningstidpunkterna för reaktorerna sammanfaller med utgången av *intjänandetiden* dvs efter 25 års drift. För de reaktorer som uppnått full intjänandetid ansätts i år en avställningstidpunkt 2002-12-31. Fall (B) är definitionsmässigt en fast förutsättning. Variationer studeras ej.

	Fall (A)	Fall (B)
<i>Underlag för avgifter</i>	43,7 miljarder kronor	45,1 miljarder kronor
<i>Underlag för grundbelopp</i>	42,3 miljarder kronor	44,6 miljarder kronor
<i>Tilläggsbelopp</i> vid 90 % konfidensgrad	7,1 miljarder kronor	7,1 miljarder kronor
Dito vid 80 % konfidensgrad	4,0 miljarder kronor	4,0 miljarder kronor

Innehåll

1	Kostnadsberäkningar enligt finansieringslagen	9
1.1	Finansieringslagen	9
1.2	Driftscenario för reaktorerna	10
1.2.1	Referensscenariot	10
1.2.2	Två fall med hänsyn till tidpunkten för rivning	10
1.3	Belopp att redovisa under finansieringslagen	11
2	Energiproduktion och avfallsmängder	13
3	System för hantering av de radioaktiva restprodukterna	15
3.1	Allmän översikt	15
3.2	Forskning, utveckling och demonstration – FUD	16
3.3	Transporter	18
3.4	Centralt lager för använt bränsle, CLAB	20
3.5	Inkapsling av använt bränsle	22
3.5.1	Kapselabrik	22
3.5.2	Inkapslingsanläggning	23
3.6	Djupförvar för använt bränsle	24
3.6.1	Lokalisering och platsundersökningar	24
3.6.2	Anläggningar under mark	25
3.6.3	Anläggningar ovan mark	26
3.7	Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall	27
3.8	Slutförvar för reaktoravfall, SFR 1	28
3.9	Rivning av kärnkraftverk	30
3.9.1	Avställning och rivning av reaktorläggningarna	30
3.9.2	Slutförvar för radioaktivt avfall från rivningen, SFR 3	30
4	Beräkningsmetodik	31
4.1	Beräkning av referenskostnader	31
4.2	Hantering av osäkerheter	31
4.2.1	Successiv kalkyl – en probabilistisk kalkylmetod	31
4.2.2	Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken	32
5	Osäkerheter beaktade i kalkylen	35
5.1	Allmänt	35
5.2	Osäkerheter beaktade i underlag för avgifter	35
5.3	Osäkerheter beaktade i tilläggsbelopp	39
6	Kostnadsredovisning	43
6.1	Allmänt	43
6.2	Framtida kostnader	43
6.2.1	Referenskostnader samt underlag för avgifter	43
6.2.2	Underlag för grundbelopp	46
6.2.3	Tilläggsbelopp	46
6.3	Tidigare nedlagda kostnader	47
	Referenser	49
	Bilaga 1 Detaljerad företeckning över radioaktiva restprodukter att deponera	51

Förklaringar

BWR	kokareaktor.
CLAB	centralt lager för använt bränsle.
FUD	forskning, utveckling och demonstration.
kkv	kärnkraftverk.
PWR	tryckvattenreaktor.
SFR 1	slutförvar för radioaktivt driftavfall.
SFR 3	slutförvar för rivningsavfall.
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB.
SKI	Statens Kärnkraftinspektion.
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 bränsle vilken definieras som vikten av uran som finns i bränsleelementen när de sätts in i reaktorn.
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 (ligger normalt mellan 75 % och 90 %).
utbränningsgrad	ett värde som här anger den energimängd som erhållits ur bränslet när det tas ur reaktorn för transport till CLAB, uttrycks vanligen i MWd per kg uran (MWd/kgU)
fall (A)	avser en rivningstidsplan för reaktoranläggningarna som ansluter till en drifttid av i medeltal 40 år och där variationsanalyser görs med avseende på denna drifttid.
fall (B)	avser en rivningstidsplan för reaktoranläggningarna som ansluter till en tänkt avställning sammanfallande med utgången av den sk intjänandetiden 25 år såsom definierad i finansieringslagen, inga variationsanalyser görs av avställningstidpunkterna (fast förutsättning).

1 Kostnadsberäkningar enligt finansieringslagen

1.1 Finansieringslagen

De företag som innehar kärnkraftverk är ansvariga för att vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnreaktorerna. De viktigaste åtgärderna är att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs, samt att bedriva därtill kopplad forskning och utveckling.

Den s k *finansieringslagen* (1992:1537) är kopplad till detta ansvar och föreskriver att en reaktorinnehavare, i samråd med övriga reaktorinnehavare, skall beräkna kostnaderna för omhändertagandet av det använda bränslet och radioaktiva avfallet samt för avveckling och rivning av reaktoranläggningen. Reaktorinnehavaren skall årligen inkomma till myndigheten med de kostnadsdata som erfordras för beräkning av dels de avgifter på elproduktionen som skall tas ut under det efterföljande året, dels de säkerheter som skall ställas för kostnader som inte täcks av inbetalade avgiftsmedel.

Reaktorinnehavarna har gemensamt uppdragit åt SKB att beräkna och sammanställa dessa kostnader.

Inbetalda avgiftsmedel förs över till den s k *Kärnavfallsfonden* vars medel är placerade på konto i Riksgäldskontoret. Reaktorinnehavaren äger rätt att ur fonden få ersättning för kostnader för omhändertagandet och för vissa andra kostnader angivna i finansieringslagen.

De framtida kostnaderna baseras på SKB:s aktuella planering rörande systemets utformning inklusive tidsplan för dess genomförande. I föreliggande rapport sammanfattas denna planering under benämningen *referensscenario*. SKB:s planering innefattar i flera fall alternativa förslag till lösningar exempelvis i fall där utvecklingsarbete eller insamling av faktaunderlag för beslut pågår. I *referensscenariot* måste emellertid en specifik lösning formuleras för att ett entydigt och konkret underlag för kostnadsberäkningarna skall erhållas. Denna formulering skall dock inte uppfattas som ett slutligt ställningstagande från SKB:s sida.

Vid framtagande av kostnadsunderlag för avgifter och säkerheter skall osäkerheter avseende den framtida utvecklingen vägas in. Detta sker genom att ett stort antal variationer appliceras på *referensscenariot*, variationer avseende såväl teknik som genomförande. Mer om detta i kapitel 5.

I princip skall fonderade medel vid varje tidpunkt täcka planerade framtida kostnader för avveckling och rivning av reaktoranläggningarna och för de anläggningar som erfordras för att redan uppkomna mängder använt bränsle och radioaktivt avfall skall kunna omhändertas. En successiv uppbyggnad av fonden till denna nivå medges dock under de första 25 driftåren, den s k *intjänandetiden*.

Reaktorinnehavaren skall ställa två typer av säkerheter. *Säkerhet I* skall täcka de avgifter som bortfaller och där medel måste betalas in till fonden på annat sätt om reaktorn ställs av före intjänandetidens utgång, dvs innan reaktorn uppnår 25 års drifttid. Säkerheten

avvecklas successivt i takt med att reaktorns drifttid närmar sig 25 år. Definitionsmässigt upphör således begreppet *Säkerhet I* år 2010 då den yngsta reaktor drivits i 25 år. *Säkerhet II* avser fallet att medel i Kärnavfallsfonden ej kommer att räcka till som en följd av oplanerade händelser. En fondbrist uppkommer i detta fall inte förrän långt fram i tiden varför *Säkerhet II* kommer att vara i kraft under lång tid.

1.2 Driftscenario för reaktorerna

1.2.1 Referensscenariot

Den plan som SKB upprättat för hanteringssystemet och som ger olika investerings- och driftskeden liksom dimensionerande data för anläggningarna baseras på historiska produktionsdata och de förhållandena som råder idag samt på prognoser rörande den framtida utvecklingen. Prognoserna grundas väsentligen på reaktorinnehavarnas planering för den framtida reaktordriften.

Drifttiden för reaktorerna bedöms idag komma att uppgå till 40 år eller mer¹⁾. Även om detta ska ses som ett medelvärde där variationer mellan enskilda reaktorer kan förväntas så har SKB ansett det rimligt att låta ett driftscenario baserat på 40 års drift för samtliga reaktor utgöra stommen i kalkylunderlaget. Detta bestämmer utformning och produktionskapacitet för olika anläggningar i systemet och ger också den tidigaste tidpunkten för rivning av reaktor-anläggningarna. Hanteringsprinciper, anläggningsutformning, genomförandeplan och övriga aktiviteter relaterade till detta scenario går som tidigare nämnts under beteckningen *referensscenario*.

I SKB:s plan för avfallshanteringen har utrymme även beretts för övrigt radioaktivt avfall som erhålls i Sverige, främst från Studsvik. Kostnaderna för detta är inkluderat i redovisningen men utgör dock endast någon enstaka procent av den totala kostnaden.

De kostnader som ska ligga till grund för beräkning av den årliga avgiften enligt finansieringslagen baseras på *referensscenariot* dock med en avräkning för kostnader relaterade till sådant **framtida** använt bränsle och radioaktivt avfall som är beräknat att uppkomma bortom intjänandetiden för respektive reaktor, dvs för tiden efter 25 års drift. Dessutom görs en avräkning för kostnader som av andra skäl ej skall inkluderas under finansieringslagen på grund av att de finansieras på annat sätt, till exempel kostnader för omhändertagande av studsviksavfallet.

1.2.2 Två fall med hänsyn till tidpunkten för rivning

Vid bedömning av behovet av avgifter att inbetala till *kärnavfallsfonden* utgör de framtida kostnadernas fördelning i tiden en väsentlig faktor. Detta sammanhänger med att inestående medel i fonden beräknas ge en viss årlig avkastning vilken skall tillgodoräknas. Utgifter för omhändertagande av använt bränsle och därtill hörande radioaktivt avfall är vad avser detta i stort fristående från drifttiderna för reaktorerna. Här följs det program som SKB upprättat med exempelvis en given starttidpunkt för deponeringen och en given deponeringstakt.

¹⁾ Härvid undantas Barsebäck 1 som ställts av 1999-11-30.

Samma gäller ej för kostnaderna för avveckling och rivning av reaktorerna. Utfallet i tiden, i första hand vad avser tidigaste tidpunkt, styrs direkt av avställningstidpunkterna för reaktorerna. Två fall att utgöra underlag för avgifter har förts fram av SKB respektive SKI under de senaste åren. De kostnadsmässiga effekterna av dessa båda fall redovisas i denna rapport. För att särskilja dem används beteckningarna (A) och (B).

Fall (A) Den tidigaste rivningstidpunkten för en reaktor bestäms av referensscenariots drifttid av 40 år. Detta gäller som det troliga fallet vid beräkning av underlaget för avgifter. Effekten av avvikelser, vilka kan vara mer eller mindre sannolika och utgörs av såväl kortare som längre drifttid, analyseras i den modell för analys av osäkerheter som tillämpas generellt i kalkylen. Risken för ökade kostnader genom ändrad drifttid täcks genom *Säkerhet II*.

Fall (B) Avställningstidpunkterna för reaktorerna sammanfaller med utgången av *intjänandetiden* dvs efter 25 års drift. För de reaktorer som redan uppnått full intjänandetid ansätts i år en avställningstidpunkt 2002-12-31. Fall (B) blir definitionsmässigt en fast förutsättning innebärande att några variationer av reaktordriften ej studeras. I fall (B) kommer rivningstidpunkten för de äldre reaktorerna att i hög grad bestämmas av den tid det tar att färdigställa anläggningar för omhändertagande av det radioaktiva rivningsavfallet. Under tiden från avställning fram till att så skett erfordras en underhålls- och servicedrift vid kraftverket. Medel för detta avsätts i *kärnavfallsfonden* och inkluderas således i avgiften.

Fallen (A) och (B) representerar två olika kostnadsnivåer för rivning och för slutförvaret för rivningsavfall. Beloppen framgår av tabell 6-1.

1.3 Belopp att redovisa under finansieringslagen

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

- underlag för avgifter,
- underlag för grundbelopp,
- tilläggsbelopp.

Underlag för avgifter skall innefatta samtliga kostnader för att ta hand om det använda bränslet och radioaktiva avfallet som beräknas ha uppkommit till och med avgiftsåret, dvs år 2002, eller minst efter 25 års drift av reaktorerna²⁾. Beloppet skall även omfatta kostnader för att avveckla och riva reaktorerna och för att genomföra erforderlig forskning och utveckling. I *underlaget för avgifter* ingår tillägg för osäkerheter till en viss nivå. Dessa tillägg erhålls i den statistiska kalkylmetod som tillämpas och som redovisas i kapitel 4. *Avgiftsunderlagsbeloppet*, AUB, erhålls slutligen genom att vissa kostnader för myndigheternas tillsyn m m läggs till. Dessa tillägg görs av myndigheten i samband med beräkning av avgifter och redovisas således inte i föreliggande rapport.

²⁾ De reaktorer som i föreliggande kalkyl ej uppnått 25 års drifttid är Ringhals 3 och 4, Oskarshamn 3 samt Forsmarks samtliga reaktorer.

Underlag för grundbelopp skall innefatta kostnader i princip som ovan dock, vad avser använt bränsle och radioaktivt avfall, begränsat till de avfallsmängder som beräknas finnas vid slutet av innevarande år, dvs 2001-12-31. *Grundbeloppet*, GB, erhålls därefter på samma sätt som ovan genom vissa tillägg från myndighetens sida. Differensen mellan *grundbeloppet* och det aktuella innehållet i Kärnavfallsfonden ger underlag för att bedöma omfattningen av *Säkerhet I*.

Tilläggsbeloppet utgör skillnaden mellan beloppet *underlag för avgifter* och en övre gräns för det belopp som reaktorinnehavaren i dagsläget skall garantera, inräknat fonderade medel. *Tilläggsbeloppet* skall enligt finansieringslagen omfatta "skäliga kostnader för tillkommande åtgärder som beror på oplanerade händelser". Den övre beloppsgränsen inkluderar osäkerheter med lägre grad av sannolikhet för inträffande och med mer omfattande konsekvenser än vad som ingår i *underlag för avgifter*. I övrigt tillämpas samma statistiska beräkningsmetod. *Tilläggsbeloppet* utgör grunden för bedömning av omfattningen av *Säkerhet II*.

2 Energiproduktion och avfallsmängder

Föreliggande kapitel redovisar den antagna energiproduktionen samt mängden använt bränsle och radioaktivt avfall som ryms inom *referensscenariot*. Redovisningen skiljer mellan de mängder som är att hänföra till verksamhetsplanen och de reducerade mängder som utgör grunden för beräkning av *underlag för avgifter*. Den principiella skillnaden mellan dessa har beskrivits i kapitel 1.

Prognoser för den framtida energiproduktionen och därav följande mängd använt bränsle upprättas per reaktor av reaktorinnehavarna på basis av deras aktuella verksamhetsplaner. Hänsyn tas därvid till förväntade framtida renoveringsarbeten samt eventuella framtida störningar i driften. Vid beräkning av mängden bränsle tas även hänsyn till *utbränningsgraden* (se förklaringar på sidan 6). I prognoserna särskiljs den energiproduktion och den mängd bränsle som är att hänföra till omfattningen enligt finansieringslagen och som således skall ligga till grund för avgiftsberäkningen.

Energiproduktionen i de svenska kärnkraftverken var under år 2000 totalt 55 TWh, vilket motsvarar en genomsnittlig energiutnyttjningsfaktor på 66 %. Under 1999 var den genomsnittliga energiutnyttjningsfaktorn 80 % liksom även under 1998. Den förhållandevis låga energiproduktionen för det gångna året beror dels på att tillgången på vattenkraft var osedvanligt god, vilket innebar att man nedreglerade anläggningar i viss utsträckning, men också på långvariga avställningar för underhållsarbeten i ett par fall.

Tabell 2-1 ger energiproduktion och använt bränsle för *referensscenariot* totalt och för den del som skall ligga till grund för avgiftsberäkningen, dvs drift av samtliga reaktorer till och med år 2002, dock minst i 25 år.

Huvuddelen av det använda bränslet kommer att mellanlagras i CLAB och därefter direktdeponeras. Utöver det bränsle som anges i tabell 2-1 tillkommer ca 20 ton bränsle från Ågesta samt 23 ton Mox-bränsle med tyskt ursprung. Det senare bränslet ersätter 57 ton svenskt bränsle som tidigare levererats till Cogema. 1989 överlät SKB rätten till upparbetning hos Cogema till åtta tyska företag. 140 ton bränsle har även sänts till BNFL för upparbetning, varifrån inget avfall kommer att återsändas.

Utöver använt bränsle ger det svenska kärnkraftsprogrammet upphov till låg- och medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken och från CLAB och inkapslingsanläggningen. När anläggningarna rivs uppkommer rivningsavfall. Aktivitetsinnehållet i de olika avfallstyperna är mycket olika. Kravet på hantering och slutförvaring blir därför beroende av avfallstyp. I tabell 2-2 ges en sammanställning av de radioaktiva restprodukter som skall deponeras. Avfallsmängderna redovisas i detalj i Bilaga 1.

Referensscenariot omfattar 4 500 kapslar vilket är en avrundad siffra som något överstiger den mängd som erhålls utifrån energiproduktionen angiven i tabell 2-1. Detta för att erhålla ett stabilt dimensioneringsunderlag som inte påverkas av mindre svängningar i reaktorinnehavarnas prognoser. Marginalen påverkar på intet sätt beräkningen av *underlag för avgifter* som i dagsläget täcker enbart ca 3 000 av det totala antalet förväntade kapslar.

Tabell 2-1. Elproduktion och bränsleförbrukning vid samtliga kärnkraftverk.

Start kommersiell drift	Termisk effekt/ nettoeffekt MW	Energiproduktion		Bränsle t o m 2000 ton uran	Totalt enligt referensscenario			Totalt som underlag för avgifter		
		t o m 2000 TWh	årligen ung. medelvärde TWh		Drift till och med	Energi- produktion TWh	Använt bränsle ton uran	Drift till och med	Energi- produktion TWh	Använt bränsle ton uran
B1 (BWR) 1975-07-01	1 800/600	93		425	1999-11-30	93	425	1999-11-30	93	425
B2 (BWR) 1977-07-01	1 800/600	91	4,0	420	2017-06-30	157	661	2002-06-30	99	449
R1 (BWR) 1976-01-01	2 500/830	111	5,7	467	2015-12-31	198	702	2001-12-31	123	500
R2 (PWR) 1975-05-01	2 570/870	122	6,0	434	2015-04-30	207	653	2001-12-31	134	464
R3 (PWR) 1981-09-09	2 780/920	112	6,3	373	2021-09-08	242	699	2006-09-08	148	462
R4 (PWR) 1983-11-21	2 780/920	107	6,2	362	2023-11-20	249	714	2008-11-20	156	483
O1 (BWR) 1972-02-06	1 375/440	69	3,5	370	2012-02-05	105	473	2001-12-31	73	382
O2 (BWR) 1974-12-15	1 800/600	101	4,6	427	2014-12-14	165	609	2001-12-31	109	446
O3 (BWR) 1985-08-15	3 300/1 160	126	8,9	477	2025-08-14	346	1 086	2010-08-14	212	716
F1 (BWR) 1980-12-10	2 930/970	133	6,8	543	2020-12-09	269	935	2005-12-09	166	645
F2 (BWR) 1981-07-07	2 930/970	130	6,8	521	2021-07-06	271	949	2006-07-06	168	633
F3 (BWR) 1985-08-22	3 300/1 160	129	8,1	486	2025-08-21	330	1 044	2010-08-21	207	705
BWR totalt	21 735/7 330	983	48	4 136		1 934	6 884		1 250	4 901
PWR totalt	8 130/2 710	341	19	1 169		698	2 066		438	1 409
Samtliga totalt	29 865/10 040	1 324	67	5 305		2 632	8 950		1 688	6 310

Tabell 2-2. Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera.

Huvudsakligt ursprung	Enhet	Enligt referensscenario		Underlag för avgifter	
		Antal enheter	Volym i slutlager m ³	Antal enheter	Volym i slutlager m ³
Använt bränsle	kapslar	4 300	18 000	3 300	12 600
Låg- och medelaktivt avfall från Studsvik	fat och kokiller	13 400	7 500	13 400	7 500
Reaktordelar	långkokiller	1 400	9 700	1 400	9 700
Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	fat och kokiller	25 800	49 000	18 100	34 300
Från rivning av kärnkraftverk, behandlingsanläggningar och Studsvik	ISO-cont	12 000	179 000	12 000	179 000
		57 000	263 000	48 000	243 000

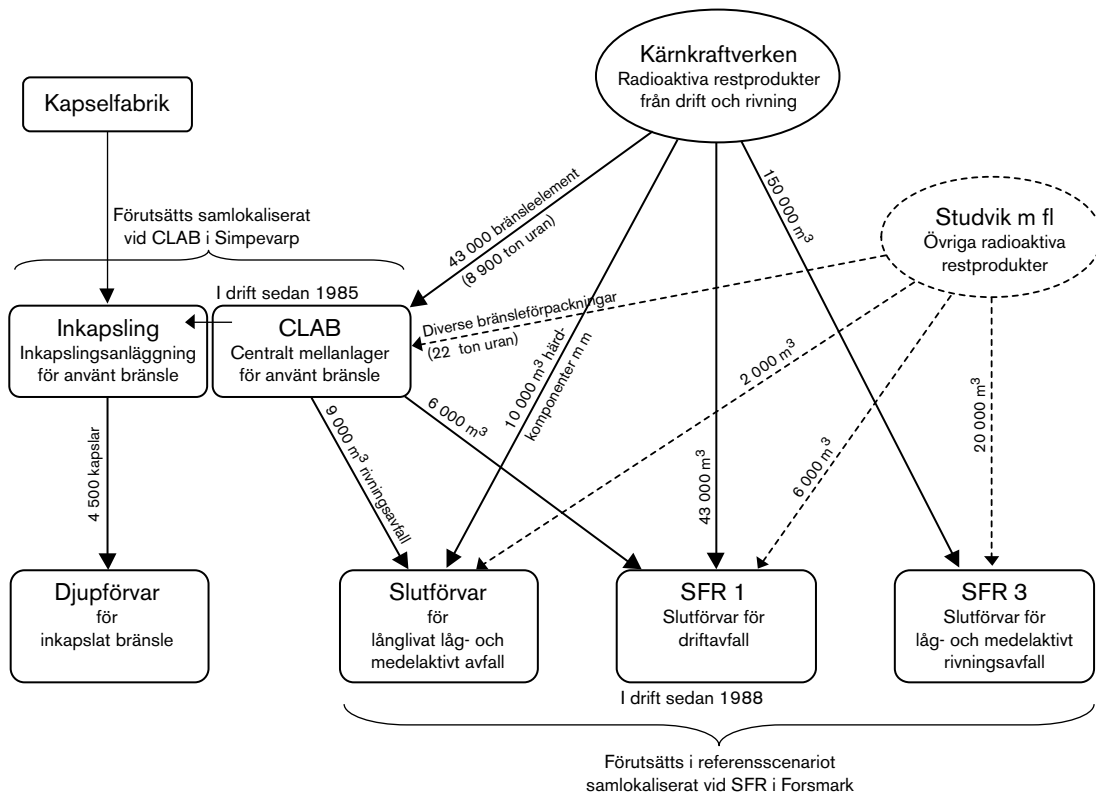
3 System för hantering av de radioaktiva restprodukterna

3.1 Allmän översikt

Det avfallshanteringsystem som har legat till grund för beräkningarna benämns *referensscenario*. Vid beräkning av *underlag för avgifter* reduceras omfattningen av systemet med hänsyn till att den mängd bränsle och andra restprodukter som skall beaktas är mindre, se avsnitt 1.2. Samtidigt beaktas också en mängd osäkerheter, se kapitel 4.

I detta kapitel beskrivs *referensscenariot* med en omfattning baserad på en planerad drift av reaktorerna i 40 år. Beskrivningen innefattar inte sådana möjliga framtida avvikelser från referensscenariot som utgör underlag för beräkning av tillägg för osäkerheter. Sådana avvikelser redovisas sammanhållet i kapitel 5. De anläggningar, system och åtgärder som ingår beskrivs översiktligt.

Blockschemat i figur 3-1 ger en sammanställning av hur restprodukterna passerar genom lagrings- och behandlingsanläggningar för att slutligen bli deponerade i respektive slutförvar.



Figur 3-1. Blockschema med transportflöden avseende hanteringen av kärnkraftens restprodukter (angivna avrundade data avser referensscenariot med drift av reaktorerna i 40 år).

I FUD-program 98 presenterades program och planer för insatser vad gäller kapsel, inkapslingsanläggning och djupförvar. Baserat på detta underlag har översiktliga tidsplaner för framtida anläggningar upprättats till grund för kostnadsberäkningarna. De ger att inkapslingsanläggning och djupförvar skall byggas så att deponering av inkapslat bränsle kan börja år 2015. Djupförvaringen genomförs stegvis. Den inleds med ett första steg, inledande drift, då ca 400 kapslar deponeras. Därefter sker en utvärdering och förnyad licensiering innan anläggningen byggs ut i full skala, reguljär drift. Den reguljära driften antas starta 2023.

Av figur 3-1 framgår vilka anläggningar som ingår i *referensscenariot*. Ett par av anläggningarna är i drift, vilket ger ett gott underlag för kostnadsberäkningarna. Övriga anläggningar befinner sig i olika utvecklings- och projekteringskedan där även enskilda bearbetnings- och hanteringssystem provas i full skala. För dessa anläggningar har kostnadsberäkningarna baserats på de ritningar, specifikationer, personalplaner m m som upprättats samt på erfarenheter från tillverkning och utnyttjande av framtagna prototyp-utrustning.

3.2 Forskning, utveckling och demonstration – FUD

SKB:s arbete med forskning, utveckling och demonstration (FUD) syftar till att ta fram nödvändiga kunskaper, underlag och data för att förverkliga slutförvaringen av använt kärnbränsle och annat långlivat radioaktivt avfall. Program för detta arbete presenteras av SKB vart tredje år. Det senaste programmet redovisades i september 1998 (ref 1) och en granskningsrapport från SKI presenterades i april 1999 (ref 3). Kompletterande redovisning upprättades för metoder, platsval och program inför platsundersökningsskedet och redovisades under december 2000 (ref 2).

Under 1999 har SKB sammanställt och redovisat en säkerhetsanalys, SR 97 (ref 4), som visar att förutsättningarna för att enligt KBS-3-metoden bygga ett säkert djupförvar för använt kärnbränsle i svensk granitisk berggrund är mycket goda. Myndigheterna presenterade under november 2000 sin granskning av SR 97 (ref 5). Sammanfattningsvis konstaterades att det i SR 97 inte framkommit några omständigheter som innebär att förvaring enligt KBS-3-metoden skulle ha avgörande brister vad avser krav på säkerhet och strålskydd. Som en konsekvens av detta har SKB i årets PLAN-arbete beslutat att alternativa metoder inte längre skall inkluderas bland variationerna vid analys av den kalkylmässiga effekten av oplanerade händelser (beräkning av *tilläggsbeloppet*).

FUD-arbetet inriktats mot de insatser som behövs för att genomföra byggande av en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle och ett djupförvar för inkapslat bränsle. Förutom det rena projekteringsarbetet och säkerhetsanalyserna krävs en relativt omfattande stödjande forskning och utveckling med tonvikt på utveckling av metoder och underlag för säkerhetsanalyser.

En viktig komponent i FUD-verksamheten är Äspö-laboratoriet. Detta används för att pröva, verifiera och demonstrera de undersökningsmetoder som senare skall användas för detaljerade studier av kandidatplatser för djupförvaret, samt för att studera och verifiera funktionen för olika komponenter i slutförvarssystemet. Det används även för att utveckla och testa teknik för deponering. En principskiss över laboratoriet visas i figur 3-2.



Figur 3-2. Principiell modell av Äspö-laboratoriet.

De olika tester av teknik och metoder som pågår i Äspö omfattar utprovning av deponeringsmaskinen i prototyputförande, testning av metod för nedsättande av bentonitbuffert och kapslar i de borrade hålen samt återfyllning och pluggning av deponeringstunnlar. Dessutom pågår förberedelserna för ett långsiktigt försök avseende återtag av deponerade kapslar samt iordningställande av en demonstrationsanläggning i full skala. Figur 3-3 visar demonstrationsanläggningen under pågående nedsättande av en kapsel.

Testning och verifikation av de valda lösningarna för hantering, förslutning och kontroll av kopparkapseln genomförs i SKB:s kapsellaboratorium i Oskarshamn. Laboratoriet skall även kunna användas för utbildning och träning av operatörer för ingående processer och funktioner.

Provtillverkning av kapslar i full storlek startade 1996. Tillverkningen sker hos olika företag.

I *referensscenariot* antas forskning, utveckling och demonstration på Äspö pågå tills deponering under den reguljära driften påbörjas. Därefter förs en mindre grupp som forskar och utvecklar i geovetenskap över till djupförvarets driftorganisation. På kapsellaboratoriet kommer det att pågå utveckling och utbildning fram till dess att inkapslingsanläggningen tas i drift.

Tidiga kostnader för djupförvarsprojektet dvs platsundersökningar, projektering och detaljundersökningar redovisas i kostnadssammanställningen under rubriken djupförvar.



Huvuddata:

Höjd	4,6 m
Bredd	3,7 m
Längd	11,8 m
Vikt, utan strålskyddstub	90 ton
Vikt, inkl strålskyddstub och kapsel	140 ton
Hastighet	1–10 m/min
Elkraftförsörjning	kabel
Kapacitet, huvudlyft	30 ton
Kapacitet, hjälplyft	5 ton
Kapacitet, lyft för bentonit plugg i maskinen	1 ton

Figur 3-3. Demonstrationsanläggningen i Äspö-laboratoriet med uppställd deponeringsmaskin.

3.3 Transporter

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

Transportsystemet, dvs sjötransporterna, utgörs av huvudkomponenterna fartyget M/S Sigyn, transportbehållare och terminalfordon. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av kärnavfall.

M/S Sigyn har en lastkapacitet av 1 400 ton och är byggt för ro-ro-hantering. Lastning med kran är även möjlig. Driften och underhållet av fartyget sköts av Rederiaktiebolaget Gotland.

Till årsskiftet 2000/2001 har totalt 3 430 ton bränsle transporterats från kärnkraftverken till CLAB och ca 27 600 m³ låg- och medelaktivt avfall till SFR.

Vid transporter av använt bränsle och härdkomponenter används behållare som konstruerats för att uppfylla krav på strålskärning och tåla stora yttre påkänningar. En sådan transportbehållare rymmer ca 3 ton bränsle. För transport av medelaktivt avfall till SFR används strålskärmande stålbehållare. De rymmer ca 20 m³ avfall och maximala transportvikten per behållare är 120 ton. För lågaktivt avfall från driften liksom för huvuddelen av rivningsavfallet kan standardcontainrar användas. För närvarande omfattar systemet 10 st transportbehållare för använt bränsle, 2 st för härdkomponenter och 27 st strålskärmande behållare för medelaktivt avfall.

Vid lastning och lossning transporteras behållarna kortare sträckor mellan lager och fartyg med hjälp av speciella terminalfordon, se figur 3-4. För närvarande används fem fordon.



Figur 3-4. Terminalfordon med transportbehållare.

Transporten av kapslar med använt bränsle från inkapslingsanläggningen vid CLAB till djupförvaret antas i referensscenariot ske med sjötransport till en hamn i Uppland (beträffande lokalisering se avsnitt 3.6.1). Djupförvaret antas vara lokaliserat i omedelbar anslutning till hamnen. Lokaliseringsalternativ för djupförvaret innebärande bortfall av behov av sjötransporter för denna typ av transporter eller tillkommande behov av vidare transporter från hamnen med järnväg till djupförvaret beaktas inte i referensscenariot utan inkluderas i de variationer som redovisas i kapitel 5.

Det inkapslade bränslet placeras vid transporten i behållare av liknande typ som används för bränslet i dag. Transporter av övrigt långlivat avfall och driftavfall från CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik planeras ske i speciellt utformade transportbehållare.

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

3.4 Centralt lager för använt bränsle, CLAB

Det centrala lagret för använt bränsle, CLAB, är placerat intill Oskarshamnsverket. Lagret som togs i drift 1985 dimensionerades ursprungligen för att lagra ca 3 000 ton bränsle (uranvikt) i fyra bassänger. Genom att införa nya lagringskassetter har kapaciteten i dessa bassänger ökat till ca 5 000 ton.

Vid årsskiftet 2000/2001 fanns bränsle motsvarande 3 430 ton uran i anläggningen. I anläggningen förvaras även hårdkomponenter och interna delar, som skall deponeras i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

CLAB består av en ovanjordsdel för mottagning av bränsle och en underjordsdel med förvaringsbassängerna. I ovanjordssdelen inryms även utrustning för ventilation, vattenrening och kylning, avfallshantering, elsystem m m jämte utrymmen för administration och driftpersonal. Mottagning av bränsle och all hantering sker i bassänger under vatten.

Förvaringsbassängerna är placerade i ett bergtrum och utförda i betong med rostfri plåtinklädnad. En bassäng rymmer 300 kassetter. Bränslet kommer i första hand att lagras i nya kassetter med antingen 25 BWR-element eller 9 PWR-element. De nya kassetterna har mellanväggar av borstål för att bibehålla kriticitets säkerhet vid den tätare packningen. De ursprungliga kassetterna innehåller 16 BWR-element eller 5 PWR-element. Omlastning från gamla till nya kassetter pågår.

För att utöka lagringskapaciteten vid CLAB pågår en utbyggnad av ytterligare ett bergtrum, CLAB 2, med lagringsbassänger av samma storlek som de befintliga. Utspårning av bergtrum och tunnlar är klart och byggnadsarbeten pågår. CLAB 2 skall vara driftsatt till början av 2004.

Den fasta personalstyrkan under drift är för närvarande ca 50 man. Härtill kommer servicepersonal som huvudsakligen tas ur OKGs ordinarie basorganisation. I genomsnitt motsvarar dessa insatser ca 60 helårstjänster. Under perioder då in- eller utlastnings-takten reduceras kan personalstyrkan minskas.

Sedan allt bränsle och övrigt avfall transporterats bort skall ovanjordsdelarna rivas liksom de delar av förvaringsbassängerna som har blivit aktiva. Det avfall som är radioaktivt sänds till djupförvaret.

Kostnaderna för CLAB baseras på hittillsvarande erfarenheter.



Hantering av transport-behållare i mottagningsdelen.



CLAB med två bergrum.



Hantering av kassett i lagringsdelen.

Figur 3-5. CLAB.

3.5 Inkapsling av använt bränsle

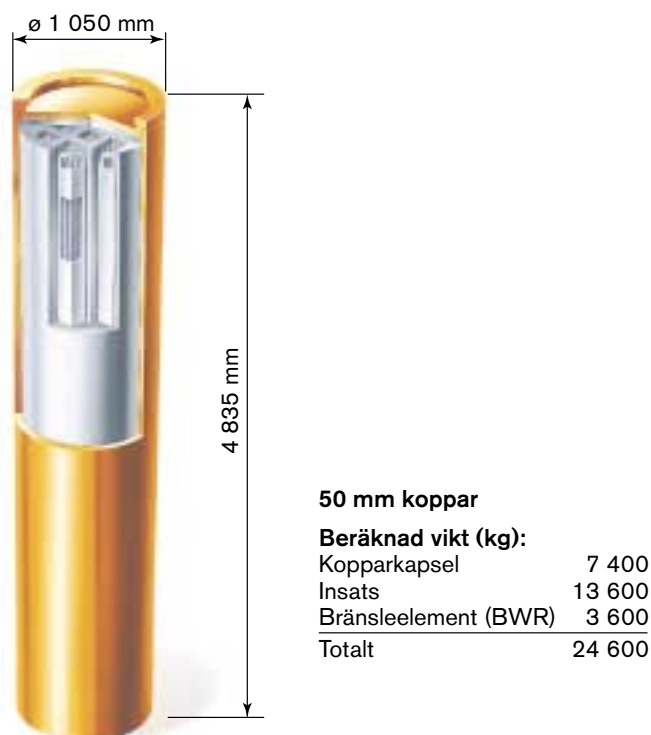
3.5.1 Kapselabrik

Preliminära utredningar har gjorts angående utformning av en fabrik för tillverkning av kapslar för djupförvar av använt kärnbränsle.

Den aktuella kapselkonstruktionen består av en yttre 50 mm tjock korrosionsbarriär av koppar i form av ett rör med lock och botten, se figur 3-6. Den kopparkvalitet som specificeras består av högren syrefri koppar med en liten tillsats av fosfor. Inuti kopparröret finns den gjutna insatsen med kanaler för bränsleelementen. Insatsen tjänstgör också som den tryckbärande komponenten i konstruktionen. Materialet i insatsen är segjärn. Locket till insatsen tillverkas ur valsad stålplåt.

Två metoder för tillverkning av kopparrören har studerats. I den tidigare utredningen har metoden med tillverkning genom rullformning av valsad plåt studerats. Plåten valsas till rörhalvor som sedan svetsas samman med långsgående elektronstrålesvetsning, (EB-svetsning). I en senare studie har man utgått ifrån dornpressning av kopparröret där röret formas i ett stycke. Lock och botten i koppar maskinbearbetas fram ur förformade smidda ämnen. Kopparbotten EB-svetsas sedan på röret. Svetsar kontrolleras med ultraljud och röntgen som oförstörande provning. Kostnaderna för de två metoderna är jämförbara.

De gjutna insatserna i segjärn levereras gjutna och grovbearbetade till fabriken för färdigbearbetning. Ämnen till insatslock skärs fram ur valsad stålplåt och färdigbearbetas.



Figur 3-6. Kopparkapsel med insats av segjärn.

Efter rengöring lyfts insatsen ned i kopparröret och kapseln färdigställs för leverans.

Med lokaler för underhållsverkstad, kontor och kontrollaboratorium omfattar fabriksbyggnaden ca 7 000 m². Personalbehovet uppskattas till 30 personer.

3.5.2 Inkapslingsanläggning

Innan det använda bränslet placeras i djupförvar skall det kapslas in i en beständig kapsel. Inkapslingen planeras ske i en ny anläggning i anslutning till CLAB. Även annat långlivat avfall kan komma att behandlas i inkapslingsanläggningen. Exempel på sådant avfall är härdkomponenter.

Kapseln föreslås bli utförd med en gjuten insats, som ger mekanisk hållfasthet, och en yttre del av koppar som ger korrosionsskydd, se figur 3-6. Kapseln rymmer upp till 12 BWR-element med boxar eller 4 PWR-element.

Inkapslingsanläggningen kommer att innehålla följande funktioner:

- Inkapslingsdel för inplacering av bränsle i kapsel, förslutning av kapsel samt kvalitetskontroll.
- Uttransportdel för kapslar. Uttransport sker i strålskärmande transportbehållare.
- Hjälpssystem med bl a kyl- och ventilationssystem samt el- och kontrollutrustning.
- Personal- och kontorsutrymmen samt förråd.

I fallet att även härdkomponenter och interna delar skall hanteras och ingjutas i anläggningen kommer även sådana funktioner att finnas.



Figur 3-7. Inkapslingsanläggning för använt bränsle sammanbyggd med CLAB.

Anläggningen projekteras för en tillverkningskapacitet av 200 bränslekapslar per år. Den långsiktiga produktionstakten vid anläggningen bestäms dock av möjligheterna att tillföra bränsle med hänsyn till den minsta lagringstid i CLAB som behövs för att bränslet skall avklinga till en lämplig nivå. I *referensscenariot* med drift av reaktorerna i 40 år kommer den genomsnittliga produktionstakten att ligga kring 160-170 kapslar per år. Totalt kommer i *referensscenariot* ca 4 500 kapslar att fyllas och förslutas i inkapslingsanläggningen.

Anläggningen drivs huvudsakligen på dagtid. I beräkningarna har hänsyn tagits till de samordningsfördelar vad gäller driftpersonal som fås då inkapslingsanläggningen placeras vid CLAB.

Under den inledande driften med start år 2015 antas att 400 kapslar färdigställas för deponering under ett antal år. Resterande kapslar färdigställs med början år 2023. Efter avslutad inkapsling kommer anläggningen att rivras och aktivt rivningsavfall att transporteras till slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

3.6 Djupförvar för använt bränsle

3.6.1 Lokalisering och platsundersökningar

Arbetet med lokalisering och utformning av djupförvaret bedrivs i enlighet med FUD-program 98 stegvis med förstudier, platsundersökningar och detaljundersökningar. Kostnaderna för lokalisering och platsundersökningar redovisas i tabell 6-1 under egen rubrik. Detaljundersökningarna genomförs parallellt med utbyggnaden av förvarets olika undermarksförlagda delar. Kostnaderna för detaljundersökningar redovisas därför under investering för djupförvar – bränsle.

SKB har i kompletteringen till FUD-program 98 (ref 2) valt ut och föreslagit tre platser för fortsatta undersökningar. Dessa platser är belägna i Östhammars kommun, Oskarshamns kommun samt Tierps kommun. SKB har valt att begränsa lokaliseringsförutsättningen i *referensscenariot* till en av dessa platser. Då ingen av platserna har prioriterad status har valet fallit på den utsedda platsen i Östhammars kommun eftersom läget transportmässigt ger en god kompromiss. Skilt ifrån platsen där inkapslingsanläggningen förutsätts ligga (vid CLAB) krävs nämligen en fortsatt redovisning av kostnader för sjötransporter utan att för den skull behovet finns att involvera landtransporter på järnväg vilket skulle bli fallet om Tierp valdes. Bland de variationer som studeras och som redovisas under kapitel 5 ingår lokalisering till någon av de övriga två platserna. Även fallet att samtliga tre platser överges för en helt annan lokalisering studeras men då endast som underlag för att bedöma behov av *Säkerhet II*.

Platsundersökningarna syftar till att få fram detaljerat underlag avseende berget för fortsatta säkerhetsanalyser och konstruktionsstudier och som underlag för tillståndsprövningen av djupförvaret. För närvarande pågår inom SKB planeringsarbeten samt arbete med att formulera det kvalitets- och kontrollprogram som skall finnas för att följa upp verksamheten. Målsättningen är att geovetenskapliga fältundersökningar baserat på provborrningar skall kunna igångsättas under 2002.

3.6.2 Anläggningar under mark

Djupförvaret planeras, enligt FUD-program 98, att ligga ca 500 m under markytan. Förvarsnivån kommer att nås via hisschakt alternativt ramp. Vilket nedfartssystem som är lämpligast beror på tekniska faktorer men även på lokala förhållanden. I *referensscenariot* beaktas en kombination av schakt och ramp. En översikt av djupförvaret framgår av figur 3-8.

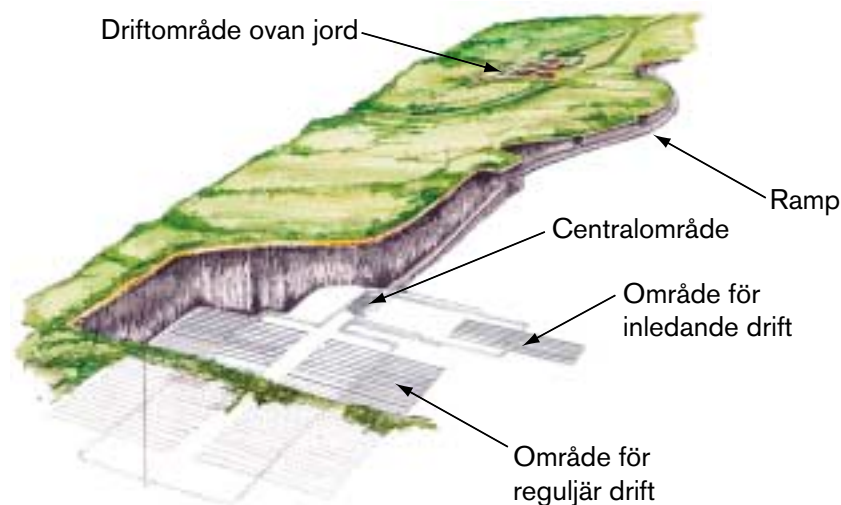
Utformningen av djupförvaret är anpassad till att deponeringen av bränsle sker stegvis. I första steget deponeras 400 kapslar. Det förutsätts att en separat förvarsdel arrangeras för dessa.

Djupförvarets centralområde under jord med olika serviceanläggningar kommer vid schaktalternativet att vara lokaliserat direkt under driftområdet ovan mark, medan rampalternativet ger större flexibilitet i placeringen. Centralområdet är anpassat till de antagna förutsättningarna för transporter av kapslar i transportbehållare ned till förvarsnivån och till att urlastning av transportbehållare sker där.

Placeringen av djupförvarets olika deponeringsområden kommer att bestämmas av de geologiska förhållandena på den valda platsen. Redovisningen i figur 3-8 är schematisk med två sammanhållna deponeringsområden, ett för vardera av de två deponeringsstegen. I verkligheten kommer ett stort antal bergblock att behöva utnyttjas med åtföljande uppdelning i ett flertal mindre deponeringsområden. Den merkostnad detta medför i form av längre transporttunnlar och ett större transportarbete är tagen hänsyn till i kalkylen.

Kopparkapslarna med bränsle placeras i borrarade vertikala hål i tunnelbotten och omges där av en buffert bestående av ett 35 cm tjockt lager av kompakterad bentonit.

Minimiavståndet mellan kapslarna och mellan deponeringstunnlarna ges i första hand av bergbyggnadstekniska begränsningar och krav på hanteringsutrymme men kan även komma att bestämmas av temperaturutvecklingen kring kapseln och då främst temperaturen på kapselytan och i den omgivande bentoniten. Denna bestäms av bränslets resteffekt, de termiska egenskaperna hos berget och bentoniten samt bergets initialtemperatur. Den senare avgörs till stor del av vald lokalisering. Med kapselavståndet



Figur 3-8. Djupförvaret – översikt.

6,0 m och tunnelavståndet 40 m såsom tillämpat i *referensscenariot* erhålls en god marginal till 100 °C vilket är den övre gräns som gäller vad avser temperaturen på kapselytan. För att ta hänsyn till vissa bergpartier, där deponering ej bör ske, har i *referensscenariot* kostnader medtagits för 5 % extra tunnellängd.

Kopparkapslarna transporteras från inkapslingsanläggningen vid CLAB till djupförvaret i speciella transportbehållare. Transportbehållarna förs ned till förvaringsnivån där omlastning sker till strålskyddstub som sedan transporteras till aktuell deponeringstunnel. Där förs den liggande kapseln över till deponeringsmaskinen.

Deponeringen av kapseln förbereds genom att bottenplattan och ringarna av bentonit placeras i deponeringshålet med separat hanteringsutrustning.

När deponeringsmaskinen befinner sig över deponeringshålet reses kapseln till vertikalläge och sänks ned i hålet, varefter resterande kompakterade bentonitblock över kapseln placeras i deponeringshålet. Hela sekvensen vid nedsänkningen av kapseln görs strålskärmad.

Deponeringstunnlarna återfylls successivt med en blandning bestående av bentonit och bergkross. I *referensscenariot* är proportionerna i blandningen 15/85.

Utsprängning av nya deponeringstunnlar sker samtidigt med deponering av kapslar samt återfyllning av deponeringstunnlar. Härvid kommer byggaktiviteterna att avskiljas från deponeringsarbetet genom att arbetena sker i de två skilda deponeringsområdena.

Deponering av kopparkapslar följer i princip produktionstakten i inkapslingsanläggningen, se avsnitt 3.5. Återfyllningen i deponeringstunnlarna sker tunnelvis och successivt i takt med att deponeringen framskrider. Efter avslutad deponering och återfyllning av deponeringstunnlarna återfylls transporttunnlar och schakt.

3.6.3 Anläggningar ovan mark

Djupförvarets driftområde ovan mark kommer att innehålla ett antal byggnader och servicefunktioner, se figur 3-9. Omfattningen kommer att vara beroende av platsspecifika förhållanden samt slutlig utformning av vissa funktioner t ex transporter mellan markytan och förvaringsnivån vilka kan ske i schakt eller i ramp.

I *referensscenariot* har förutsatts att följande byggnader finns inom driftområdet:

- Informationsbyggnad med matsal.
- Entrébyggnad med kontor och verkstäder.
- Personal- och förrådsbyggnad.
- Servicebyggnader för råvattenbehandling, sanitärt avlopp, värmecentral etc.
- Ventilationsbyggnad.
- Mottagningsbyggnad för transportbehållare med kapslar.
- Produktionsbyggnad för högtryckskompektering av bentonit.
- Förråd för återfyllnadsmassor.
- Förråd för bentonit.



Figur 3-9. Modell av driftområdet vid djupförvaret.

Till anläggningar ovan mark räknas även hamnen för mottagning av transportbehållare med kapslar samt bentonit och annat material. I *referensscenariot* förutsätts hamnen utgöras av en befintlig hamn som kompletteras med separat kaj, breddad och fördjupad inseglingsränna, hamnplan samt förrådsbyggnad för bentonit.

Under driftskedet kommer ca 200 personer att vara sysselsatta vid djupförvaret.

3.7 Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall

Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall avses rymma i huvudsak hårdkomponenter och reaktordelar samt långlivat låg- och medelaktivt avfall från Studsvik. Även rivningsavfallet från CLAB och inkapslingsanläggningen kan komma att slutförvaras här.

Lokaliseringen av förvaret är inte beslutad, ett beslut som för övrigt behöver fattas först långt fram i tiden. Avfallet antas bli mellanlagrat under tiden i avskärmande behållare varvid avklingningen senare kommer att underlätta den fortsatta hanteringen. Mellanlagringen kan arrangeras på olika sätt men i *referensscenariot* antas detta ske genom iordningställande av ett bergrum som senare, när avfallet borttransporterats för slutförvaring, inkluderas i SFR 3, se nedan. Slutförvaret för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet kan komma att samlokaliseras med något av de övriga slutförvaren. I *referensscenariot* antas härvid som en kalkylförutsättning att en samlokalisering sker med SFR 1. Förvaret förläggs på djupet 300 m med anslutning till befintliga ramper.

Förvaret utgörs av bergsalar i vilka avfallet staplas i betongfack och kringfylls med porös betong. Facken täcks successivt med betongplank och pågjuts. All hantering utförs fjärrstyrt med en travers. Utrymmet mellan betongfacken och berget utfylls slutligen med bergkross och bergrummets öppningar förseglas med betongpluggar. Detta senare sker i samband med försegling av förvaret.

Avfallet består huvudsakligen av kubiska betongkokiller med sidmåten 1,2 m eller av de typer av behållare som kommer att utvecklas för mellanlagring eller ingjutning av hårdkomponenter och reaktordelar. Vid beräkning av avfallsvolym i slutförvaret används i *referensscenariot*, såsom tidigare, en enhetskokill med sidmåten 1,2/1,2/4,8 m.

Beträffande personalstyrka under drift se avsnitt 3.8.

3.8 Slutförvar för reaktoravfall, SFR 1

Vid Forsmarks kärnkraftverk drivs sedan 1988 ett slutförvar för driftavfall från kärnkraftverken benämnt SFR 1. Anläggningen är placerad under Östersjön med ca 60 m bergtäckning. Från hamnen i Forsmark leder två stycken 1 km långa tillfartstunnlar ut till förvarsområdet. I SFR slutlagras även radioaktivt avfall från CLAB och likartat radioaktivt avfall från icke elproducerande verksamhet, bland annat Studsvik. I *referensscenariot* antas att även driftavfall från inkapslingsanläggningen i framtiden kommer att tas emot och slutförvaras i SFR 1.

SFR 1 består av fyra stycken 160 m långa bergsalar samt ett 70 m högt cylindriskt bergsrum som innehåller en betongsilo. I silon placeras det avfall, som innehåller huvuddelen av de radioaktiva ämnena. Figur 3-10 visar en skiss av SFR 1 och bilder från olika förvarsutrymmen.

För *referensscenariot* med 40 års drift av reaktorerna, uppskattas att SFR 1 kommer att ta emot totalt ca 50 000 m³ avfall. Behovet av en utbyggnad av en viss typ av lagringsutrymme i SFR 1 utreds för närvarande men en sådan är inte inkluderad i den föreliggande kalkylen.

Betongsilon står på en bädd av sand och bentonit. Invändigt är den uppdelad i vertikala fack, där avfallet placeras och kringgjuts med cementbruk. Utrymmet mellan silon och berget har fyllts med bentonit. Utrymmet ovanför silon kommer, när silon är full, att fyllas ut med en sand-bentonitblandning.

Vissa avfallskategorier kringgjuts efter att de har deponerats i de olika bergsalarna. Det finns även möjlighet att kringgjuta avfallet ytterligare när anläggningen försluts.

Hantering av medelaktiva avfallskollin i siloförvaret och i en av bergsalarna sker fjärrstyrt, medan lågaktiva kollin i de övriga bergsalarna hanteras med gaffeltruck.

Under drift behövs en personalstyrka på ca 12 man. Härtill kommer stödtjänster från Forsmarksverkets ordinarie basorganisation. I *referensscenariot* antas att SFR 3 och slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall kommer att ansluta till SFR 1. Behovet av personal på platsen antas oavsett detta kunna hållas på samma nivå som idag varför det i framtiden mera blir en fråga om att fördela en i det närmaste konstant driftkostnad mellan de olika förvaren. Betydelsen av detta ligger i att kostnader för omhändertagande av driftavfall från kärnkraftverken ej inkluderas i *underlag för avgifter*.

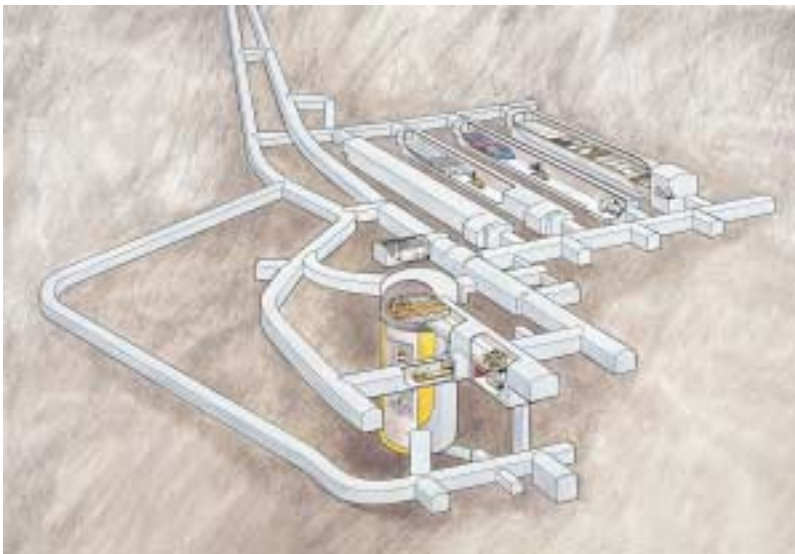
Anläggningen antas utifrån planeringsförutsättningarna i *referensscenariot* komma att förslutas och utvecklas gemensamt med övriga anläggningar på platsen dvs SFR 3 samt slutförvaret för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet.

Vid årsskiftet 2000/2001 hade ca 27 600 m³ avfall deponerats i SFR.



Vy över ovanjordsdelen.

Lager för medelaktivt avfall.



Vy över silotopp.



Figur 3-10. SFR 1.

3.9 Rivning av kärnkraftverk

3.9.1 Avställning och rivning av reaktorläggningarna

Till åtgärderna för att ta hand om kärnkraftens radioaktiva restprodukter hör även att riva anläggningarna när de har tagits ur drift (ref 6).

Tidsplanen för när reaktorläggningarna skall rivas påverkas av en rad olika faktorer. Rivningen kan genomföras på ett säkert sätt kort tid efter avställning, men det finns fördelar med en senare rivning. Den tidigaste tidpunkten för rivning, efter det att de olika reaktorerna ställts av och det använda bränslet transporterats till CLAB, styrs av iordningställandet av anläggningar för hantering av rivningsavfallet och handläggningen av tillståndsfrågor. För *referensscenariot* ger rivningen efter 40 års drift av de två äldsta reaktorerna, Oskarshamn 1 och 2, år 2016 som den tidigaste tidpunkten för start av rivningen.

Med hänsyn till resursutnyttjning och till mottagningskapaciteten i mellanlager och slutförvar är det lämpligt att starta rivning av olika reaktorläggningar med viss förskjutning. I *referensscenariot* antas minimum ett års förskjutning mellan start av rivning av reaktorer på samma plats. För två sammanbyggda kärnkraftsblock gäller att rivning kan påbörjas först efter det att båda ställts av och allt bränsle är borttransporterat.

Under perioden från det att reaktorn tas ur drift till dess att rivningen påbörjas sker borttransport av bränsle, dekontaminering³⁾ samt förberedelser för rivning. Denna period benämns *avställningsdrift* under tiden bränsle är kvar på anläggningen och *servicedrift* därefter. Under perioden med servicedrift, som varierar i längd beroende på tidsplanen för rivningen, kommer personalstyrkan successivt att minska till en mycket låg nivå. Själva rivningsarbetet beräknas sedan ta fem år per reaktorläggning och sysselsätta i genomsnitt ett par hundra man.

Det radioaktiva avfallet från rivningen är genomgående låg- och medelaktivt. Aktivitetsnivån varierar dock avsevärt mellan olika delar. Avfallet med högst aktivitet, reaktortankens interna delar, antas mellanlagras vid behov (se avsnitt 3.7), innan det slutdeponeras i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Övrigt radioaktivt rivningsavfall kommer att transporteras direkt till SFR 3, se nedan, och deponeras där. En stor mängd av rivningsavfallet kan friklassas, vid behov efter dekontaminering.

3.9.2 Slutförvar för radioaktivt avfall från rivningen, SFR 3

Det kortlivade rivningsavfallet från kärnkraftverken och från Studsvik och Ågesta planeras att deponeras i ett förvar benämnt SFR 3. Förvaret planeras att ligga i anslutning till SFR 1. Det kommer att bestå av fem bergsalar av liknande typ som i SFR 1. Huvuddelen av rivningsavfallet kan transporteras i standardcontainrar vilka, utan att tömmas, placeras i bergsalar. I SFR 3 kommer totalt ca 170 000 m³ rivningsavfall att lagras.

Härdkomponenter och reaktordelar från rivning av kärnkraftverken planeras bli deponerade i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall, se avsnitt 3.7.

Beträffande personalstyrka under drift se avsnitt 3.8.

Drifttiden vid SFR 3 bestäms av tidsplanen för rivning av reaktorläggningarna. Förslutningen av förvaret sker gemensamt med övriga förvar vid SFR.

³⁾ Tvättning eller rengöring på annat sätt för att avlägsna yttlig radioaktiv förorening.

4 Beräkningsmetodik

4.1 Beräkning av referenskostnader

Kostnaden för *referensscenariot*, dvs kostnader för samtliga anläggningar även de som ej täcks av finansieringslagen men utan tillägg för osäkerheter, beräknas med den traditionella kalkylmetoden, den s k deterministiska metoden. Därmed menas en metod där förutsättningar är givna och låsta. I PLAN-kalkylen definieras förutsättningarna både vad avser teknisk utformning och omgivningsfaktorer med de s k generella villkoren (beskrivs närmare i nästa avsnitt). Som grund 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, medan detaljeringsgraden är lägre för framtida anläggningar.

För varje kostnadspost beräknas en baskostnad som omfattar:

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

Mängdberäknade kostnader är sådana kostnader, som kan beräknas direkt med hjälp av underlaget och med kännedom om enhetspriser, t ex för betonggjutning, bergsprängning och driftpersonal. Vid bedömningen av såväl mängder som enhetspriser har erfarenheter som erhållits vid utbyggnader av kärnkraftverken, CLAB och SFR 1 tillämpats.

På ritningsunderlaget finns inte alla detaljer redovisade. Dessa icke mängdangivna kostnader kan uppskattas med god noggrannhet med hjälp av erfarenheter från andra liknande arbeten.

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

4.2 Hantering av osäkerheter

4.2.1 Successiv kalkyl – en probabilistisk kalkylmetod

För beräkningen av *underlag för avgifter* och även *tilläggsbelopp* (se kapitel 1) tillämpas en s k 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, speciellt i ett tidigt skede. Metoden utgår från en kalkylprincip benämnd "Successiv kalkylering" (ref 7), som utvecklats speciellt som ett verktyg för hantering av denna typ av osäkerheter.

Varje kostnadspost eller variation betraktas som en variabel som med varierande grad av sannolikhet kan anta olika värden. För varje kostnadspost och variation väljs en lämplig funktion som definierar denna sannolikhetsfördelning (fördelningsfunktion).

Den totala kostnaden erhålls sedan genom addering av samtliga kostnadsposter enligt de regler som gäller för addering av stokastiska variabler. Resultatet presenteras sedan som en fördelningsfunktion, som anger med vilken sannolikhet en viss kostnad kommer att innehållas. Sannolikheten uttryckt som ett procenttal benämns konfidensgraden. Konfidensgraden 50 % innebär exempelvis att sannolikheterna för ett överskridande respektive underskridande är lika stora. Vilken konfidensgrad som väljs vid presentationen av resultaten är beroende av syftet med kalkylen. För *underlag för avgifter* som skall återspegla ett troligt kostnadsutfall används 50 %-nivån. *Tilläggsbeloppet* bestäms utifrån en högre konfidensgrad, 80 % eller 90 %.

Metoden ger även som resultat indikationer på var de större osäkerheterna finns. Dessa kan sedan brytas ner och studeras mer ingående varefter beräkningen upprepas och då med en minskad osäkerhet som resultat. Denna "successiva" konvergering mot ett alltmer korrekt resultat har gett metoden dess benämning.

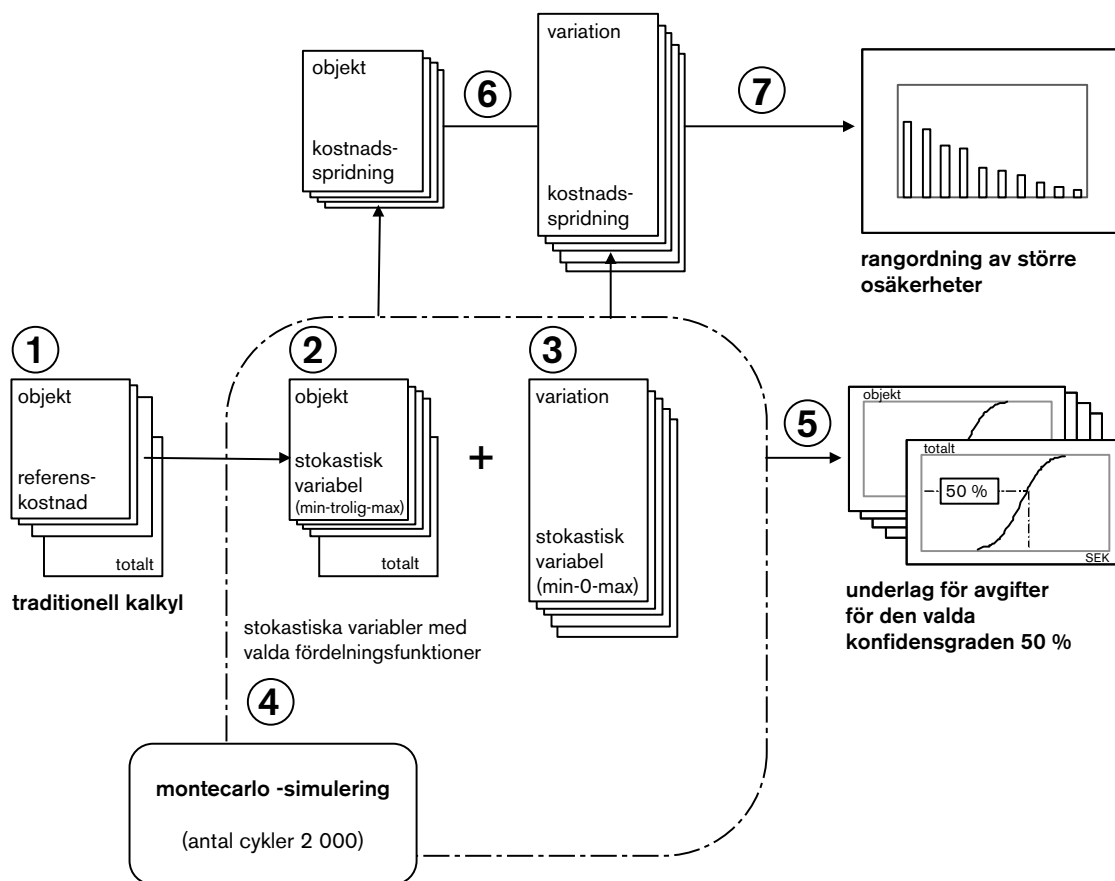
4.2.2 Översiktlig beskrivning av den tillämpade metodiken

Den statistiska summeringen av olika utfall i "Successiva kalkyl" måste för PLAN-kalkylen ske på ett sätt som tar hänsyn till vissa speciella och betydelsefulla förhållanden. Det viktigaste är den relativt stora andel tidsplaneberoenden som ligger i variationerna. Vid de diskonteringar som görs får detta i vissa fall effekten att min/max-värdena byter plats eller till och med får samma position relativt det troliga värdet. En annat förhållande som också måste beaktas är att det i viss utsträckning förekommer beroenden mellan variabler, ett förhållande som normalt inte ska förekomma i den "Successiva kalkylen". Dessa och andra företeelser hanteras enklast genom att summeringen sker i en s k montecarlosimulering. Beräkningen sker i ett antal cykler där varje cykel kan sägas representera ett "genomförande" och där utfallet för varje variation ges av slumpantal. Det totala utfallet erhålls som resultatet av ett stort antal beräkningscykler. I PLAN-kalkylen görs simuleringen i 2 000 cykler vilket ger tillräckligt liten felmarginal.

Metodens tillämpning är schematiskt illustrerad i figur 4-1. Beskrivningen som följer ansluter till beteckningarna i figuren.

Ingångsvärden i kalkylen erhålls med utgångspunkt från den "troliga" kostnaden för varje kalkylobjekt samt för totalen (1). De troliga kostnaderna beräknas i princip utifrån referensscenariot med en traditionell deterministisk kalkyl dock utan påslag för variationer och osäkerheter. Avvikelse från *referensscenariot* kan förekomma om en annan anläggningsutformning bedöms mer trolig i det framtida genomförandet. Indelningen i kalkylobjekt motsvarar i princip de olika kostnadsslagen för respektive anläggning, dvs investering, drift, försegling etc.

Nästa steg är att bestämma vilka variationer och osäkerheter som skall ingå i kostnadsberäkningen. Dessa kan vara av den karaktären att de påverkar kalkylobjekt i flera delar av avfallssystemet (3), t ex ändrad tidsplan eller ändrat antal kapslar. Alternativt kan de påverka enbart enskilda kalkylobjekt (2), t ex osäkerhet i personalstyrka eller kapselkostnad. Varje variation definieras till sin omfattning och en bedömning görs av vilka kalkylobjekt som påverkas av variationen. Vid bestämningen av omfattningen anges ett intervall som med en viss sannolikhet kommer att innehållas. Variationerna beskrivs närmare i kapitel 5.



Figur 4-1. Schematisk beskrivning av kalkylstegen (siffror hänvisar till beskrivningen i texten).

Därefter värderas kostnadspåverkan på olika kalkylobjekt av de variationer man valt att inkludera. Genom att såväl kalkylobjekten som variationerna definierats inte bara med sina respektive troliga kostnader utan även med ett intervall (lägsta respektive högsta kostnad relaterade till en viss sannolikhet för att de skall innehållas) kan de ingående kostnadsposterna beskrivas som stokastiska variabler med tillhörande fördelningsfunktioner. Funktionerna väljs så att sannolikhetsfördelningen så väl som möjligt ansluter till variationens karaktär. Sålunda beaktas speciella egenskaper hos variationen såsom en markant snedfördelning av utfallet eller ett antingen-eller-värde (diskret fördelning).

Slutligen beräknas utfallet och summeras i montecarlosimuleringen.

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

Då flera av de variationer som tas med i beräkningarna har en betydande tidsplane-påverkan varierar slutresultatet med olika diskonteringsräntor. Beräkningarna genomförs därför som ett flertal nuvärdesberäkningar med olika värden på kalkylräntan vid diskonteringen.

Underlaget för *tilläggsbelopp* beräknas på samma sätt som för avgifter. Då inkluderas även variationer med större system- och tidsplanemässig påverkan.

5 Osäkerheter beaktade i kalkylen

5.1 Allmänt

Som beskrevs i kapitel 4 hanteras osäkerheter i den successiva kalkylen genom att de först neutraliseras genom en definition av s k generella villkor vilka fastlägger kalkylförutsättningarna. I en andra process definieras och kostnadsberäknas variationer kring dessa generella villkor. Detta görs primärt i en särskilt sammansatt analysgrupp. Slutligen görs en statistisk summering av osäkerheterna genom montecarlosimulering.

För PLAN-kalkylen har två uppsättningar generella villkor med tillhörande variationer identifierats. Sammantaget är listan mycket omfattande, i det närmaste heltäckande.

Den första kategorin avser sådana variationer som är mer eller mindre vanliga i denna typ av anläggningsverksamhet. Denna typ av variationer inkluderas i den kalkyl ur vilken *underlag för avgifter* hämtas. Variationerna beskrivs i avsnitt 5.2 nedan.

Den andra kategorin består av mer extrema variationer med låg sannolikhet för inträffande. Denna typ av variationer inkluderas, tillsammans med variationerna i den förra kategorin, i den kalkyl ur vilken *tilläggsbeloppet* hämtas. Variationerna beskrivs i avsnitt 5.3 nedan.

Det ska också påpekas att det finns osäkerheter som inte beaktas i den föreliggande kalkylen. Sådana benämns ”fasta förutsättningar”. Hit hör exempelvis sådana skilda förutsättningar som drifttiden för reaktorerna, samhällsordningen och den framtida utvecklingen vad avser avkastningen på fonderade medel. Dessa osäkerheter beaktas i övervägandet om vilken konfidensgrad som ska ansättas det slutliga beloppet.

I årets kalkyl har en ny fast förutsättning införts innebärande att enbart KBS-3-metoden beaktas och detta även vid beräkning av *tilläggsbeloppet*, se avsnitt 3.2.

5.2 Osäkerheter beaktade i underlag för avgifter

Nedan ges en översikt över osäkerheter och tillhörande variationer som inkluderas i *underlag för avgifter*. För överskådlighet är de indelade i följande grupper:

- driftförhållanden för kärnkraftverken,
- hanterings- och förvarskoncept,
- teknik,
- lokalisering,
- tidsplaneberoenden,
- kalkylförutsättningar allmänt,
- objektspecifika variationer.

Om inget annat sägs antas de nedan angivna värdena avgränsa ett konfidensintervall av 80 %, dvs med sannolikheten 80 % antas värdet utfalla inom de angivna gränserna. Gränsvärdena är således inte strikta min- eller max-värden utan definierar enbart den sannolikhetsfunktion som ansätts osäkerheten ifråga.

Driftförhållanden för kärnkraftverken

Inga variationer beaktas inom *underlag för avgifter*

Hanterings- och förvarskoncept

Avser enbart förvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Förvaret befinner sig i ett mycket tidigt utvecklingsskede innebärande att variationen har getts en relativt stor spannvidd, lågvärdet -30 % och högvärdet +100 %, beräknat på investeringskostnaden.

Teknik

Inom området teknik beaktas dels kapselns utförande, dels layout- och genomförandeprinciper för djupförvaret för bränsle.

En lägre kostnad för kapseln kan erhållas vid en mindre tjocklek på kopparinklädnaden. 30 mm i stället för angivna 50 mm är ansatt som ett lågvärde. En avsevärt högre kostnad för kapseln erhålls om insatsen, som för det troliga fallet består av segjärn, behöver ersättas med ett mer beständigt material.

Beträffande kostnaden för djupförvaret för använt bränsle är det framförallt tre faktorer som innefattar osäkerheter av signifikant betydelse. Först och främst de lokala förhållanden dels vad avser bergets sprickstruktur, dels de geografiska förhållandena på markytan. Detta antas ge en påverkan på utformningen av undermarksdelarna dels genom att förvarets utbredning påverkas av de enskilda bergblockens storlek, dels genom att tillfarterna, dvs ramp och schakt, påverkas av förläggningsdjup och anslutningar till markanläggningarna. Till detta kommer även osäkerheter avseende hanteringsutrustning m m vilka påverkar dimensioner av bergrum och tunnlar. Exempel på högvärde i detta sammanhang är en ökning av förvarets utbredning (samtliga tunnellängder) med 20 %, ett förläggningsdjup på 700 m samt dubblerad ramp. Deponeringstunnelns sektionensarea ökas även.

Den andra faktorn av betydelse för djupförvaret är de termiska förhållandena både vad avser bränslet, dvs dess resteffekt, och egenskaperna i bufferten och i det omgivande berget. Dessa förhållanden kan påverka avstånden mellan kapslarna om de minimiavstånd som valts av layoutmässiga skäl ger otillåtet höga temperaturer på kapselytan. Dessa termiska förhållanden kan enbart påverka kostnaden i negativ riktning och är således exempel på en sk sned fördelning. Som mest antas dessa typer av variationer som högvärde ge ett kapselavstånd av 10 m istället för det troliga 6 m.

Den tredje faktorn av betydelse för djupförvaret är villkoren kring återfyllningen av deponeringstunnlar och andra bergrum. Som troligt fall antas återfyllningen ske med en blandning av bentonit och bergkross i proportionerna 15/85. Lågalternativet ges av en återfyllning med enbart bergkross medan högalternativet förutsätter en återfyllning i hela förvaret med naturlig lera och därtill relativt avancerade pluggningar i framförallt deponeringstunnlarnas öppningar.

En annan kostnadsfaktor som också kan hänföras till området teknik, dock med en anknytning till *kalkylförutsättningar allmänt*, är den s k produktivets- och metodutvecklingen. I kalkylen tas hänsyn till denna inom ett antal åtskilda områden såsom bergbyggnad, tillverkningsindustri och process, bygg och installation samt drift av anläggningar. Dessa variationer anges som en förväntad kostnadsutveckling, uttryckt i procent per år, i relation till inflationen. Som mått på inflationen används det index som ligger till grund för beräkningen av den reala förräntningen av fonderade medel, nämligen konsumentprisindex KPI. Värdet noll för variationen (vilket alltid utgör det "troliga" värdet vad avser generella variationer) innebär i detta fallet att den produktivets- och metodutveckling som sker, medför att kostnadsutvecklingen i systemet håller jämna steg med KPI. Prisökningen kan visserligen överstiga KPI i vissa delar av systemet men detta kompenseras då av produktivetsökningar i andra delar. Som lågvärde ansätts normalt en positiv produktivets- och metodutveckling om 2,0 % relativt KPI, räknat enligt ovan, och som högvärde en negativ om 1,0 %.

Lokalisering

Med de motiv som redovisas i avsnitt 3.6.1 har det "troliga" värdet baserats på en lokalisering av djupförvaret för bränsle till en av de tre platser SKB valt ut för vidare platsundersökningar. Detta för att få ett konkret underlag för kalkylen. Något lokaliseringalternativ utöver dessa tre platser studeras ej inom ramen för *underlag för avgifter*.

Utifrån dagens kunskapsnivå går det inte att med bestämdhet uttala sig om huruvida någon av de tre platserna utgör ett lågalternativ eller högalternativ. Att lokaliseringen längre fram kommer att visa sig ha en kostnadsmässig betydelse är dock högst sannolikt varför en schablonmässig kostnadsvariation läggs in i årets kalkyl med en 10 %-ig påverkan på investeringar samt ett hänsynstagande till de olika transportförutsättningar som gäller för de tre platserna. Denna variation kommer att uppdateras i takt med att underlag framkommer under platsundersökningsskedet.

Tidsplaneberoenden

Tidsplanepåverkande variationer går normalt inte att entydigt ange som låg- respektive högalternativ då polariseringen påverkas av vald ränta vid diskonteringen. En förskjutning av aktiviteter längre fram i tiden ger normalt ökade kostnader genom att mellanliggande aktiviteter förlängs och en sådan förskjutning skulle då kunna betecknas som högalternativ. Syftet med kalkylen är dock att ge underlag för bedömning av avgiftsbehovet och i den analysen utnyttjas diskonterade kostnader. Vid positiv realränta kan då förskjutningen av aktiviteter, trots reala merkostnader, ge en sänkning av avgiftsunderlaget. Följaktligen blir då alternativet ett lågalternativ. Eftersom behov föreligger av att beteckningarna låg och hög konsekvent relaterar till en viss händelseutveckling snarare än till vissa relativa belopp så används här en konvention. Denna innebär att förhållandet vid diskontering av de framtida kostnaderna med ränta motsvarande avkastningen av fonderade medel får styra.

Vid beräkningen av *underlag för avgifter* ansätts enbart en tidspåverkande variation. Denna avser den överordnade tidsplanestrategin. I den variationen förutsätts att starttidpunkten 2015 för deponeringen kvarstår och att den inledande deponeringen av 400 kapslar fullföljs men att utvecklingen därefter skiljer sig åt. I lågalternativet (lågt vid diskonterade kostnader) skjuts den resterande verksamheten med deponering fram i tiden dock med beaktande av att sluttidpunkten i referensscenariot (40 års drift av reaktorerna) bibehålls. Förskjutningen möjliggörs genom att kapaciteten ökas till 400 kapslar per år

istället för de 160-170 som utgör referensscenariot. I högalternativet tidigareläggs programmet genom att den reguljära driften följer omedelbart på den inledande driften. Därvid ökar resteffekten i kapseln vilket ger ett ökat kapselavstånd i djupförvaret.

Det skall särskilt noteras att utrymmet för denna variation delvis bestäms av det förhållande att i dag endast ca 70 % av det totala antalet kapslar i *referensscenariot* behöver beaktas (finansieringslagens begränsning). Andelen kommer att öka successivt fram till dess att alla reaktorer avvecklats, en långsam process dock vars slut troligen kommer att föregås av att variationen som sådan blir inaktuell.

Tidigare har funnits en variation där tidsplanen påverkas genom störningar i driften orsakade av åverkan, stöld etc. Genom att inkapslingstakten sänkts i år anses nu marginaler finnas för att på kort tid ta igen effekten av större avbrott. Kostnadseffekten begränsas då till extra uttag av övertid etc. Schablonmässigt görs en variation avseende driftkostnaden för inkapslingsanläggningen och djupförvaret med ett påslag om 5 %. (Påslaget inkluderar ej materiella kostnader då dessa täcks av försäkringar. Försäkringspremien ingår i driftkostnaden.)

Kalkylförutsättningar allmänt

Variationer avseende allmänna kalkylförutsättningar rör områdena konjunktur, valutakurser, lagstiftnings- och myndighetskrav samt det förhållandet att de olika individer som svarat för prissättningen av ingående delar i kalkylen bedömer komplexitet och svårigheter i utförandet med varierande inställning. Detta refereras vanligen till som pessimism (överskattning av svårigheter) eller optimism (underskattning av svårigheter) och sammanfattas med beteckningen realism i kostnadsuppskattningar. Denna senare variation är uppdelad i ett antal separata variationer motsvarande de huvudkalkylatorer som varit inblandade. Tendensen att överskatta svårigheter vid prissättningen i detta tidiga skede av ett projekt bedöms överväga⁴⁾. Lågalternativet innebär en minskning av berörda kostnader med 25 % medan högalternativet begränsas till en ökning med 15 %.

Variationen inom området konjunktur begränsas till att beröra dels investeringsskedet för inkapslingsanläggning och djupförvar för använt bränsle, 2008–2015, dels rivningen av kärnkraftverken, 2016–2032 för fall (A) och 2010–2023 för fall (B). Begränsningen motiveras av att detta rör stora kostnader koncentrerade till förhållandevis begränsade perioder. För övriga kostnader i systemet kan man anta att konjunkturberoende fluktuationer utjämnas på sikt. Lågvärdet beräknas här baserat på en kostnadsminskning med 15 % medan högvärdet baseras på en kostnadsökning med 25 %.

Variationer i växlingskurser berör endast sådana produkter som köps in direkt från utlandet och där effekten av kursvariationen inte kan antas inrymmas i exempelvis konjunkturvariationen eller i den allmänna prisnivån. Framförallt berörs inköp av bentonit, koppar och eventuella specialmaskiner.

Beträffande kostnadspåverkan av förändrade lagstiftnings- och myndighetskrav så görs åtskillnad mellan sådana som har kärnteknisk anknytning och sådana som gäller för byggande och industriell verksamhet i allmänhet. De förra antas påverka såväl investering som drift medan de senare antas enbart påverka investeringskostnaderna. Påverkan sätts till –5 % respektive +10 % på dessa kostnader.

⁴⁾ Prissättningen skall inte förväxlas med uppskattningen av projektets omfattning eller komplexitet i stort där förhållandet kan vara det motsatta dvs en tendens i riktning mot en underskattning.

Objektspecifika variationer

Objektspecifika variationer utgörs av preciserade eller mera generella variationer i den troliga kostnaden för varje objekt (32 st). Detta avser således variationer som återstår efter att samtliga de generella variationer som beskrivits ovan beaktats. Typiska sådana variationer avser t ex ändringar i byggnadsvolym eller driftorganisation, eller varierande krav på utförande (exempelvis vid deponeringen).

Ett område där en väsentlig del av osäkerheten täcks in av objektvariationer är rivning av kärnkraftverken. Denna process är uppdelad i ett större antal objekt, sex stycken, varför behovet av generella variationer på det tekniska området är begränsat. Exempelvis är den mer komplexa delen med rivning av reaktortank och interna delar avskild i ett separat objekt. Lågalternativet med metodutveckling och effektivare dekontaminering ger en kostnadsbesparing av 25 %. Högalternativet baserat på en antagen underskattning av arbetsinsatserna och försvårande omständigheter, till exempel effekter av bränsleskador, ger en kostnadsökning av 50 %.

5.3 Osäkerheter beaktade i tilläggsbelopp

Grupperingen av osäkerheterna är densamma som ovan. Men till skillnad från variationerna som inkluderas i *underlag för avgifter* är konfidensintervallet vidare, normalt 90 %, vilket innebär att angivna gränsvärden har en lägre grad av sannolikhet för inträffande.

Det skall åter framhållas att även variationerna angivna i föregående avsnitt inkluderas i *tilläggsbeloppet*. Nedan angivna variationer avser således en utökning av antalet händelser som beaktas.

Driftförhållanden för kärnkraftverken

Ett förhållande avseende driften av reaktorerna som motiverar en variation är förekomst av bränsleskador i onormal omfattning. Härvid beaktas enbart de fördyringar i hanteringsprocessen som uppkommer i systemet efter det att bränslet transporterats till CLAB. Merkostnader på kärnkraftverken inräknas ej. Här förekommer enbart ett högalternativ vilket ger en ökad driftkostnad för CLAB och inkapslingsanläggningen med 10 % (kapselkostnad påverkas ej).

Ett annat förhållande avser tidpunkten för avställning. Den del av systemet som kan påverkas av drifttiderna för reaktorerna⁵⁾ är tidsplanen för rivning av kärnkraftverken. Referenstidsplanen är baserad på 40 års drift av samtliga reaktorer (utom Barsebäck 1). Vid beräkning av *underlag för avgifter* och *tilläggsbelopp* kan som tidigare beskrivits i avsnitt 1.2.2 två fall (A) respektive (B) särskiljas. För fall (B) utgör avställningstidpunkterna en sk fast förutsättning och varierar ej. Följande gäller därför enbart för fall (A).

En tidigare avställning (genomsnittlig för alla reaktorerna) innebär antingen att rivningen tidigareläggs eller att kostnader för servicedrift under perioden från avställning till rivning tillkommer. En senare avställning å andra sidan medför att hela kostnaden för

⁵⁾ Den del av systemet som är beroende av mängden använt bränsle påverkas inte eftersom denna mängd styrs av villkoren i finansieringslagen (intjänandetiden).

rivningsprocessen skjuts längre fram i tiden vilket ger en ökad avkastning av de medel som är avsatta för att bekosta den. Lågalternativet baseras på en genomsnittlig drifttid av 60 år. Högalternativet på en motsvarande drifttid av 30 år.

Teknik

Variationerna inom teknikområdet specifika för beräkning av *tilläggsbeloppet* är i allmänhet så ingripande i verksamheten att större tidsplanepåverkan blir följd. Avsikten med variationerna är dock inte riktad mot tidsplanen varför de redovisas här under *teknik*.

Följande två variationer antas dock inte påverka tidsplanen för programmet.

KBS-3-metoden föreskriver inte i detalj hur kapsel med buffert skall appliceras i berget varför olika metoder kan övervägas. Som en variation studeras ett alternativ benämnt deponering i medellånga hål, MLH. Metoden innebär att deponeringstunnlarna utgår och ersätts med borrade långa horisontella hål där kapslarna deponeras liggande efter varandra med ett par meters mellanrum. Variationen relateras till en händelse innebärande att metoden i referensscenariot med hål i tunnelgolvet överges och ersätts med MLH. Kostnadseffekten erhålls efter en särskild analys där även osäkerheterna inom själva MLH-konceptet vägs in. MLH-metoden tillämpas med början i den reguljära driften, då erforderligt utvecklingsarbete kunnat avslutas. Starttidpunkten 2015 kan behållas eftersom den inledande driften sker med metoden enligt *referensscenariot*.

Den andra variation inom teknikområdet som inte medför tidplaneförändringar innebär att begränsningen av temperaturen på kapselytan utgår liksom även, i rimlig omfattning, eventuella begränsningar av temperaturen i bufferten. Detta ger ett lågalternativ innebärande att två kapslar kan deponeras i varje position. Besparingen reduceras något genom att den tunnellängd som är olämplig för deponering på grund av sprickförekomst eller annat ökar som en följd av att håldjupet i det närmaste fördubblas.

Av de variationer som har påverkan på tidsplanen är återtagande av kapslar den med störst påverkan på programmet och även med störst effekt på kostnadssidan vad avser odiskonterade belopp. Vid nuvärdesberäkning avklingar kostnadseffekten dock vid stigande realränta som en följd av den avsevärda fördröjning av genomförandet av programmet som blir följd. Variationen begränsas av den fasta förutsättningen att ett återtag endast kan ske en gång och senast innan den reguljära driften vid djupförvaret inleds. Liksom för variationen med MLH ovan betraktas återtaget som en händelse vilken i sin tur analyseras med avseende på låg- och högalternativ.

Det "troliga" fallet vid utfallet av händelsen "återtag" är att en ny lokaliseringsprocess måste genomföras och därefter en ny etablering av djupförvaret. Den totala fördröjningen av programmet antas bli 25 år, dock kompenserat i viss grad av att deponeringstakten sedan kan ökas då bränslet avklingat längre tid. Någon uppdelning i inledande drift och reguljär drift sker inte vid den nya etableringen. De 400 deponerade kapslarna antas bli kvar i det första förvaret till dess att de kan tas upp och direkt (efter kontroll) deponeras i det nya djupförvaret. Ett lågalternativ innebär att en ny lokaliserings- och platsundersökningsprocess ej erfordras då någon annan av de tre nu utsedda platserna kan utnyttjas. Ett högalternativ ges av en kortare fördröjning, 20 år, samt att kapslarna omedelbart vid beslut skall avlägsnas från det första förvaret som därefter försluts och återställs. Detta innebär bland annat att ett kapselförråd för dessa 400 kapslar måste anordnas.

I föregående avsnitt redovisades en variation innebärande störningar i driften på grund av åverkan, stöld etc, dvs orsakade genom avsiktligt handlande från individer. *Tilläggsbeloppet* inkluderar även störningar i driften beroende på omfattande tekniska fel, olycks-händelser etc. Liksom tidigare inkluderas inte den materiella skadan eftersom den ersätts genom försäkringar utan endast påverkan på driften. Ett högalternativ definieras som en skada med den omfattningen att ett driftavbrott i fem år blir följd. Skadan inträffar dessutom i ett sent skede varför den förlorade tiden inte kan tas igen. Under stilleståndet antas att full personalstyrka bibehålls indikerande att man inte i förväg vet hur länge avbrottet skall vara.

Lokalisering

Tre variationer berör lokaliseringsfrågor för respektive djupförvaret, inkapslingsanläggningen och slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Variationen för djupförvaret avser ett fall där inget av de tre utsedda områdena blir slutligen accepterat utan en ny lokaliseringsprocess behöver startas upp. Slutresultatet antas konservativt bli en inlandsförläggning i Norrland. Kostnadseffekten av variationen varierar med avseende på den fördröjning i programmet som uppstår med ytterlighetsfallen 7 respektive 25 år.

För inkapslingsanläggningen inkluderas en variation där anläggningen lokaliseras till platsen för djupförvaret för använt bränsle. Alternativet innebär bland annat att externa kapseltransporter utgår och ersätts med bränsletransporter från CLAB till inkapslingsanläggningen.

För slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall inkluderas en variation där förvaret lokaliseras skilt från andra slutförvar. Detta blir ett högalternativ med kostnader för egna nedfarter till deponeringsnivån, med egen försörjning och driftorganisation samt med ett utökat lokaliserings- och platsundersökningsprogram.

Tidsplaneberoenden

Två variationer är direkt inriktade mot förskjutningar i tidsplanen för programmet.

En variation avser förseningar i uppstartningen. Dvs startåret 2015 kan inte innehållas. En försening av 10 år antas vilket ger deponering av första kapsel 2025. Anledningen till förseningen specificeras inte men den kan utgöras av såväl tekniska som politiska faktorer. En del av förseningen tas igen genom att inkapslingstakten kan ökas på grund av den längre avklingningstiden för bränslet.

En annan tidsplanestyrande variation avser tidpunkten för rivning av kärnkraftverken (med bibehållande av avställningstidpunkterna för reaktorerna). Referensscenariot förutsätter tidig rivning dvs en rivning snarast efter att reaktorerna ställts av. Även här måste man särskilja fallen (A) och (B). För båda fallen ger lågalternativet en sen rivning. Detta innebär att rivningen läggs så långt fram i tiden att den är helt avslutad för samtliga reaktorer ungefär samtidigt med att alla andra aktiviteter avslutas, till exempel förslutning och återställande vid djupförvaret. Alternativet innebär att kostnader för tillkommande servicedrift för perioden mellan avställning och rivning måste beaktas. För fall (B) tillkommer ett högalternativ med tidigarelagd rivning vilket möjliggörs av att det troliga fallet innefattar en period av i storleksordningen 7–8 år mellan avställning och rivning, en period som i högalternativet kortas ner till 2–3 år.

6 Kostnadsredovisning

6.1 Allmänt

I detta kapitel redovisas samtliga kostnader för att ta hand om de radioaktiva restprodukter som beskrivits i kapitel 2 och för att avveckla och riva reaktoranläggningarna. Kalkylunderlaget vad avser systemet har beskrivits översiktligt i kapitel 3 och de osäkerheter som beaktats vid beräkning av *underlag för avgifter* och *tilläggsbelopp* har beskrivits i kapitel 5.

Kostnaderna för olika anläggningar redovisas i posterna: investering, drift och underhåll samt rivning och återfyllning (återfyllning av berggrum)⁶⁾. Till investeringskostnaderna hänförs normalt endast de kostnader som uppkommer innan en anläggning eller anläggningsdel tas i drift. I djupförvaret där utbyggnaden av deponeringstunnlarna kommer att ske fortlöpande under deponeringsskedet, har emellertid även kostnaderna för detta arbete hänförs till investeringskostnaderna.

I de efterföljande avsnitten redovisas mer detaljerat de belopp som skall ligga till grund för regeringens beslut om avgifter och säkerheter:

- underlag för avgifter,
- underlag för grundbelopp,
- *tilläggsbelopp*.

En närmare definition av beloppen ges i kapitel 1.

Slutligen ges en sammanställning av nedlagda och prognosticerade kostnader till och med år 2001 samt en illustration till hur den totala kostnaden fördelar sig på olika anläggningar och aktiviteter i systemet.

6.2 Framtida kostnader

6.2.1 Referenskostnader samt underlag för avgifter

Tabell 6-1 ger en sammanställning av de framtida kostnaderna från och med år 2002 dels för *referensscenariot* totalt enligt verksamhetsplanen, dels för de kostnader som är att hänföra till *underlag för avgifter* i enlighet med finansieringslagen. De senare är hämtade ur den successiva kalkylen beskriven i kapitel 4 och återger ett utfall där sannolikheten för under- respektive överskridande är densamma.

⁶⁾ Tidigare har begreppet reinvestering även använts. Sådana kostnader är nu fördelade antingen på investering eller på underhåll.

Tabell 6-1. Sammanställning av framtida kostnader från och med år 2002, prisnivå januari 2001.

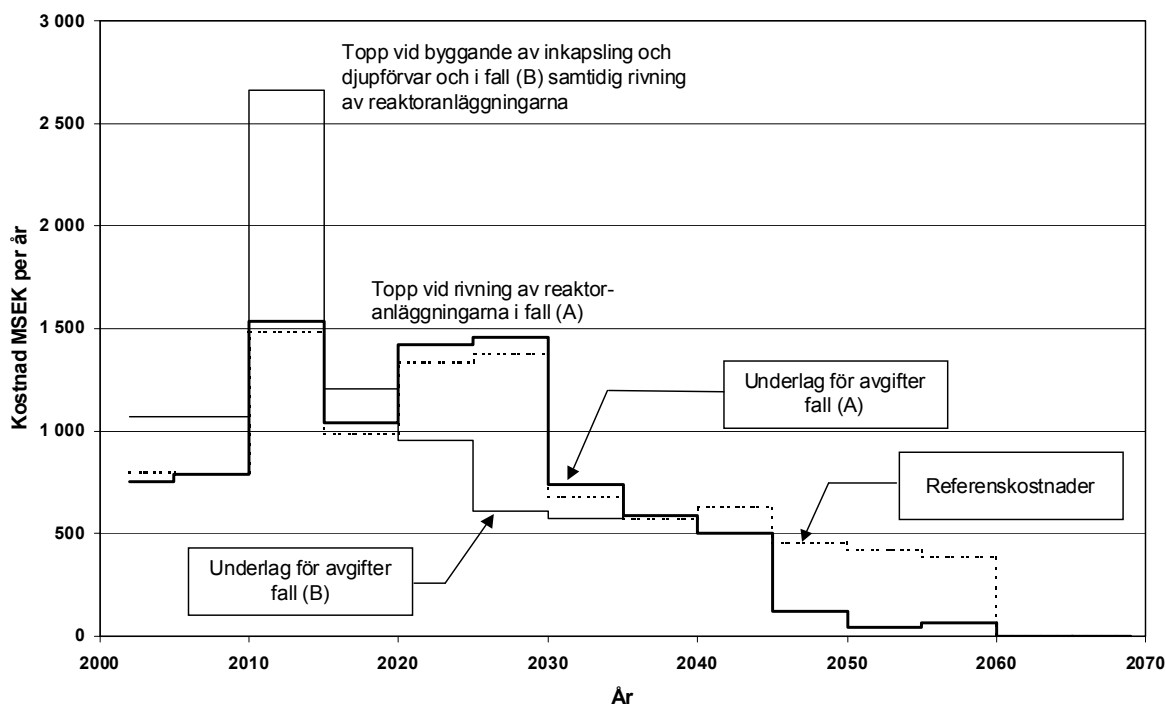
Objekt och kostnadsslag	Framtida kostnader enligt referensscenariot med drift av reaktorerna 40 år MSEK	Underlag för avgifter enligt finansieringslagen ¹⁾ MSEK
SKB adm och FUD		4 300
Transporter		1 300
investering	1 110	
drift och underhåll	1 050	
Rivning kkv		12 400 (A)
drift vid avställda kärnkraftblock	2 210	13 500 (B)
rivning	9 750	
CLAB		4 000
investering	510	
drift och underhåll	3 760	
rivning	390	
Inkapslingsanläggning		6 300
investering	1 950	
drift och underhåll	5 540	
rivning	160	
Djupförvar – yttre anläggningar		400
investering och drift	200	
Djupförvar – lokalisering, platsundersökningar		1 300
Djupförvar – driftområden (ovanjordsanl.)		4 100
investering	1 690	
drift och underhåll	3 210	
rivning	120	
Djupförvar – använt bränsle		7 600
investering	4 260	
drift och underhåll	840	
rivning och återfyllning	2 840	
Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall		560
investering	300	
drift och underhåll	140	
rivning och återfyllning	100	
Slutförvar för reaktoravfall – SFR 1		0
investering		
drift och underhåll	590	
rivning och återfyllning	130	
Slutförvar för rivningsavfall – SFR 3		1 430 (A)
investering	510	1 720 (B)
drift och underhåll	780	
rivning och återfyllning	60	
Totalt	47 900	43 700 (A) 45 100 (B)

¹⁾ Mängden använt bränsle och radioaktivt avfall begränsas till att omfatta det som bedöms uppkomma till och med år 2002 eller minst till och med 25 års drift av respektive reaktor. Dessutom ingår tillägg för osäkerheter.

²⁾ Innefattar även kostnader som finansieras utanför finansieringslagen.

(A) Alternativ där rivningstidpunkten styrs av referensscenariots drift av reaktorerna i 40 år.

(B) Alternativ där rivningstidpunkten styrs av en avställning av reaktorerna sammanfallande med utgången av den intjänandetid som anges i finansieringslagen (25 år).



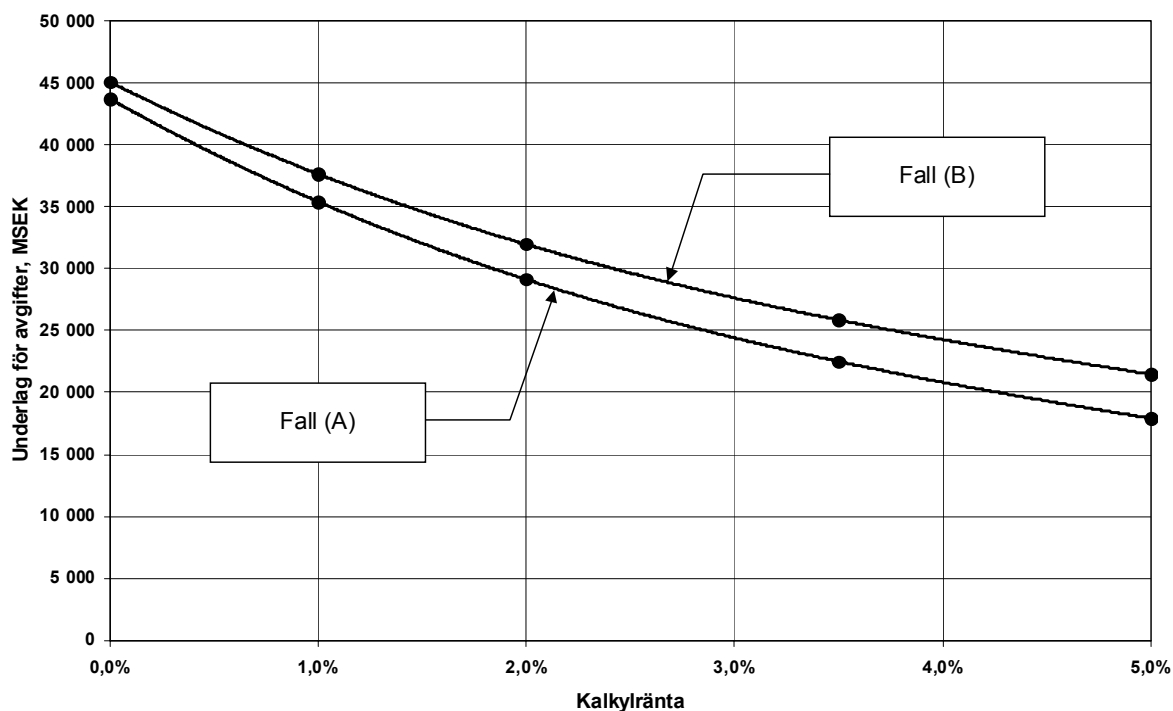
Figur 6-1. Sammanställning av framtida kostnader för referensscenariot samt för underlag för avgifter. Prisnivå januari 2001.

I den totala kostnaden inkluderas även kostnader som inte faller under finansieringslagen (kostnader för omhändertagande av driftavfall från kärnkraftverken, Ågestabränsle och avfall från Studsvik).

Figur 6-1 visar kostnaderna enligt tabell 6-1 fördelade i tiden. För *underlag för avgifter* är tidsfördelningen av nödvändighet approximativ eftersom kostnadsflödet påverkas av de variationer i tidsplanen som ingår i den statistiska analysen.

Beloppet *underlag för avgifter* uppgår till 43,7 miljarder kronor i prisnivå januari 2001 för fall (A) och 45,1 miljarder kronor för fall (B).

Då flera variationer påverkar tidsplanen för avfallssystemet har kostnadsberäkningarna även nuvärdesberäknats vid olika antaganden om realräntan. För att visa realräntans betydelse visas i figur 6-2 beloppet *underlag för avgifter* som funktion av vald realförräntning i kalkylen.



Figur 6-2. Underlag för avgifter som funktion av real förräntning vid diskontering. Prisnivå januari 2001.

6.2.2 Underlag för grundbelopp

Som underlag för att bestämma vilken säkerhet som behövs för att täcka de avgifter att hänföra till intjänandetiden som återstår att betala in, dvs *Säkerhet I*, har kostnader för ett tänkt fall beräknats där endast medräknats den mängd bränsle som föreligger vid utgången av innevarande år, dvs 2001-12-31. Detta ger *underlag för grundbelopp*. Beloppet innefattar kostnadseffekten av att mängden bränsle minskar med ca 830 ton uran jämfört med bränslemängden intäckt av *underlag för avgifter*. För fall (B) minskar kostnadsbesparingen genom att kostnader för tillkommande år med servicedrift vid avställd reaktor uppkommer.

Underlag för grundbelopp uppgår totalt till 42,3 miljarder kronor för fall (A) och 44,6 miljarder kronor för fall (B), vilket är 1,4 respektive 0,6 miljarder kronor lägre än *underlag för avgifter*.

6.2.3 Tilläggsbelopp

Tilläggsbeloppet skall användas som underlag för att bedöma behovet av *Säkerhet II* som skall täcka tillkommande kostnader till följd av oplanerade händelser. Vid beräkningen av *tilläggsbeloppet* har samma beräkningsmetodik tillämpats som för *underlag för avgifter*. De variationer som har applicerats på referensscenariot är dock betydligt mera omfattande.

Den sannolikhetsfördelning av kostnaderna som erhålls som resultat vid kostnadsberäkningen enligt den statistiska metoden ger möjlighet att bestämma en övre beloppsgräns. Detta sker utifrån valet av den konfidensgrad som anses motsvara finansieringslagens krav på en skälig täckning av kostnader beroende på oplanerade händelser. Hittills har av myndigheten konfidensgraden 90 % tillämpats vid bedömning av *Säkerhet II* innebärande att den på detta sätt erhållna övre beloppsgränsen med 90 % sannolikhet anses täcka uppkomna kostnader.

Tilläggsbeloppet, som utgör skillnaden mellan den övre beloppsgränsen och *underlag för avgifter*, har beräknats till 7,1 miljarder kronor vid konfidensgraden 90 % för fall (A) och 7,1 miljarder kronor för fall (B). Väljs konfidensgraden 80 % erhålls tilläggsbeloppet 4,0 respektive 4,0 miljarder kronor.

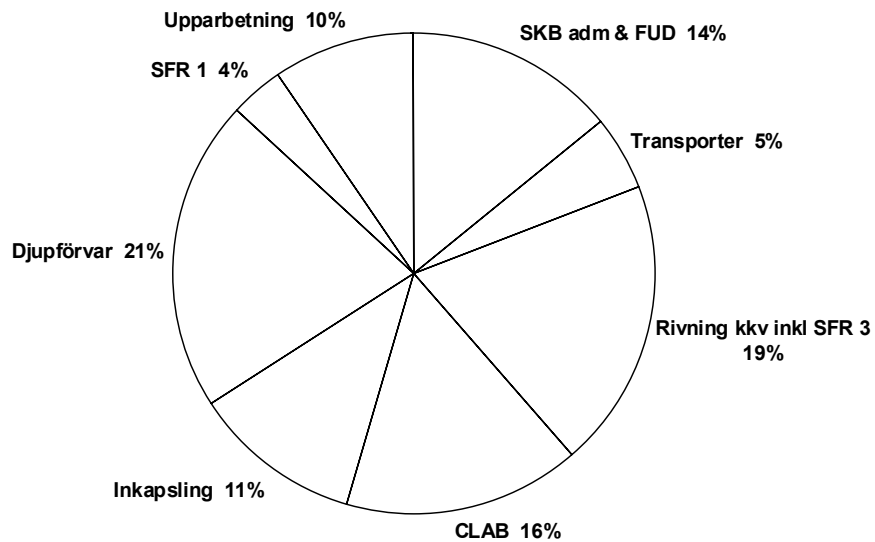
6.3 Tidigare nedlagda kostnader

Tabell 6-2 redovisar nedlagda kostnader till och med år 2000 i löpande prisnivå samt prognosticerade kostnader för år 2001.

Tabell 6-2. Nedlagda och prognosticerade kostnader till och med år 2001, löpande prisnivå.

		Nedlagt t o m 2000 MSEK	Prognos för år 2001 MSEK	Summa t o m 2001 MSEK
SKB administration		716	126	842
FUD		2 908	350	3 258
Transport	investering/reinvestering	185	6	191
	drift	538	18	556
CLAB	investering	2 645	207	2 852
	drift	1 012	79	1 091
Inkapslingsanläggning	investering	167	0	167
Djupförvar	lokalisering	483	40	523
SFR 1	investering	872	0	872
	drift/reinvestering	387	39	426
Upparbetning		3 816	4	3 820
Totalt		13 728	869	14 597

Den totala kostnadens fördelningen på olika delar av systemet framgår av figur 6-3. Den totala kostnaden består av nedlagda kostnader samt beräknade framtida kostnader. Fördelningen är baserad på prisnivå januari 2001 varvid nedlagda kostnader räknats upp med index.



Figur 6-3. Fördelning av den totala kostnaden (nedlagda och framtida) för alternativet drift av reaktorerna i 40 år.

Referenser

- Ref 1 SKB FUD-program 98
Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring
Program för forskning samt utveckling av demonstration av inkapsling
och geologisk djupförvaring
September 1998.
- Ref 2 Samlad redovisning av metod, platsval och program inför plats-
undersökningsskedet. Komplettering till SKB FUD-program 98
December 2000.
- Ref 3 SKIs utvärdering av SKB:s FUD-program 98
SKI Rapport 99:16
Gransknings-PM April 1999.
- Ref 4 Djupförvar för använt bränsle
SR 97 – Säkerheten efter förslutning
November 1999.
- Ref 5 SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport SR 97
SKI rapport 00:38
November 2000.
- Ref 6 Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk
Svensk Kärnbränslehantering AB
Mars 2000.
- Ref 7 Steen Lichtenberg
Proactive Management of Uncertainty using the Successive Principle
Polyteknisk Press, Danmark 2000.

Detaljerad förteckning över radioaktiva restprodukter att deponera enligt referensscenariot med drift av reaktorerna i 40 år

Värden inom parentes avser dimensionerade mängder för *underlag för avgifter*, dvs drift till och med år 2002 eller minst till och med 25 års drift.

Avfallskategori	Enhet	Dimension m	Antal enheter	Volum i slutlager m ³	Slutförvar
Använt BWR-bränsle	element	0,14/0,14/4,383	37 850 (26 600)	18 000 (12 600)	Djupf bränsle
Använt PWR-bränsle	element	0,21/0,21/4,103	4 460 (3 000)		
Övrigt använt bränsle (MOX, Ågesta, Studsvik)	diverse		640 (640)		
Reaktorernas interna delar samt hårdkomponenter	kokill	1,2/1,2/4,8	1 400 (1 400)	9 700 (9 700)	Slutf långl
Driftavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen till silo	kokill	1,2/1,2/1,2	3 200 (2 240)	5 500 (3 850)	SFR 1
Driftavfall från CLAB till bergsal	kokill	1,2/1,2/1,2	300 (210)	520 (360)	SFR 1
Avfall från Studsvik till silo	fat	0,6/0,9	350 (350)	130 (130)	SFR 1
	kokill	1,2/1,2/1,2	60 (60)	110 (110)	SFR 1
Avfall från Studsvik till bergsal	fat	0,6/0,9	8 350 (8 350)	3 010 (3 010)	SFR 1
	kokill	1,2/1,2/1,2	60 (60)	110 (110)	SFR 1
	ISO-cont		120 (120)	2 300 (2 300)	
Avfall från Studsvik till bergsal	fat	0,6/0,9	4 320 (4 320)	1 500 (1 500)	Slutf långl
	kokill	1,2/1,2/1,2	180 (180)	300 (300)	Slutf långl
Driftavfall från kärnkraftverken till silo	fat	0,6/0,9	4 330 (3 030)	1 560 (1 090)	SFR 1
	kokill	1,2/1,2/1,2	4 690 (3 280)	8 120 (5 680)	SFR 1
Driftavfall från kärnkraftverken till bergsal	fat	0,6/0,9	5 950 (4 170)	2 140 (1 500)	SFR 1
	kokill	1,2/1,2/1,2	5 770 (4 040)	9 970 (6 980)	SFR 1
	ISO-cont		590 (410)	11 270 (7 890)	SFR 1
	container	3,3/1,3/2,3	990 (690)	9 860 (6 900)	SFR 1
Rivningsavfall från kärnkraftverken till bergrum	ISO-cont m m		10 000 (10 000)	150 000 (150 000)	SFR 3
Rivningsavfall från Studsvik till bergrum	ISO cont		1 400 (1 400)	20 000 (20 000)	SFR 3
Rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen till bergrum	container	2,4/2,4/2,4	630 (630)	8 700 (8 700)	Slutf långl
Summa ca			96 000 (75 000)	263 000 (243 000)	

ISSN 1404-1804

CM Digitaltryck AB, Bromma, 2001