

# Lämpliga metoder för att beräkna kostnaderna för kärnkraftens slutsteg

Per-Erik Malmnäs  
Johan Thorbiörnson

Juni 2000

# Lämpliga metoder för att beräkna kostnaderna för kärnkraftens slutsteg

Per-Erik Malmnäs  
Johan Thorbiörnson

Juni 2000

# Förord

Enligt finansieringslagen skall kärnkraftföretagen, i praktiken Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), årligen till Statens kärnkraftinspektion (SKI) lämna en beräkning över framtida kostnader för att omhänderta det använda kärnbränslet och för avvecklingen och rivningen av kärnkraftverken. Efter att SKI granskat och värderat kostnadsberäkningarna lämnar SKI ett förslag till regeringen på avgiften som skall tas ut av kärnkraftföretagen per producerad kWh elenergi. Förutom avgiften skall SKI också lämna förslag på säkerhetsbelopp som skall omfatta kostnader som inte täcks av avgifter. Reaktorinnehavarna måste enligt finansieringslagen ställa säkerheter för det fall det visar sig att fonderade avgiftsmedel skulle vara otillräckliga som en följd av en förtida avställning av reaktorer eller av att framtida kostnader för att omhänderta det använda kärnbränslet samt att avveckla och riva reaktorerna visar sig vara underskattade.

SKI uppdrog i början av 1999 åt Alkestis AB att utifrån ett beslutsteoretiskt synsätt analysera SKB:s valda kalkylmetod i framtagningen av kostnader som följer av finansieringslagen. I den förstudie som föregick huvudstudien genomförde Alkestis en granskning av de scenarier/variationer som ingår i SKB:s underlag för beräkning av avgifter och tilläggsbelopp. Frågeställningarna var vilken relevans de olika scenarierna hade och hur variationer av dessa scenarier hade kvantifierats. En annan frågeställning var huruvida det var möjligt att kvantifiera vissa scenarier och om dessa i så fall skulle ingå i beräkningarna. En viktig del i analysen var också att bedöma känsligheten i beräkningarna beroende på vad de olika scenarierna/variationerna gav upphov till.

I rapporten redovisas resultaten från förstudien och huvudstudien. Huvudstudien har inriktats på att finna en lämplig metod att beräkna framtida avgifter och säkerhetsbelopp som följer av finansieringslagen.

SKI finner att de slutsatser som Alkestis för fram i sin studie och som redovisas i rapporten är viktiga och bör begrundas av SKB. Det är framförallt viktigt att SKB:s kalkylmetod i sin tillämpning kan göras tydlig och begriplig och därmed kan framstå som trovärdig.

Beställare och projektansvarig har varit Mårten Eriksson. En referensgrupp bestående av Sören Norrby, Öivind Toverud och Bengt Hedberg, samtliga SKI, har biträtt projektansvarig med utvärderingar under projektets gång. I referensgruppen har också ingått professor Hans G Rahm.

Från Alkestis AB har Per-Erik Malmnäs och Johan Thorbiörnson arbetat med uppdraget.

SKI, maj 2000

# Innehåll

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>1 BAKGRUNDSINFORMATION</b>	<b>5</b>
1.1 KÄRNKRAFTENS RESTPRODUKTER M.M.	5
1.1.1 Använt bränsle	6
1.1.2 Övrigt avfall	8
1.2 FÖRFATTNINGAR INOM KÄRNAVFALLSOMRÅDET	8
1.2.1 Kärntekniklagen	9
1.2.2 Finansieringslagen	9
1.2.3 Strålskyddslagen	11
1.2.4 Lag om kärnkraftens avveckling	12
1.3 RIKSDAGSBESLUT OM ENERGIPOLITIKEN	12
1.4 FINANSIERINGSSYSTEMET	13
1.4.1 Bakgrund	13
1.4.2 Nuvarande finansieringssystem	14
1.5 METODER FÖR ATT FASTSTÄLLA DEN ÅRLIGA AVGIFTEN OCH SÄKERHETSBELOPP II	15
1.5.1 Förutsättningar	16
1.5.2 Slutsatser	16
<b>2 SKB:S FÖRSLAG TILL HUR DEN ÅRLIGA AVGIFTEN OCH SÄKERHETSBELOPP II BÖR BESTÄMMAS</b>	<b>20</b>
2.1 SKB:S FÖRSLAG TILL HUR DEN ÅRLIGA AVGIFTEN BÖR BESTÄMMAS	21
2.1.1. Allmänna förutsättningar enligt Plan 98	21
<i>Not. Vi har valt att utgå från Plan 98 och inte från Plan 99 eftersom tidplaneförskjutningarna mellan dessa planer, främst beträffande rivning av reaktorerna, så tydligt påvisar bristerna i SKB:s angreppssätt.</i>	21
2.1.2 Antaganden om energiproduktion etc.	23
2.1.3 Antaganden om lokalisering.	23
2.1.4 Närmare beskrivning av anläggningar och system i basscenariot	23
2.1.4.1 FUD	23
2.1.4.2 Transportsystem	24
2.1.4.3 CLAB	25
2.1.4.4 Inkapslingsanläggning	25
2.1.4.5 Djupförvar	25
2.1.4.6 Slutförvar för reaktoravfall, SFR	25
2.1.4.7 Rivning av kärnkraftverk	26
2.1.5 Beräkningsmetod	27
2.2 UNDERLAG FÖR SÄKERHETSBELOPP II	29
<b>3 ALKESTIS FÖRSLAG TILL HUR DEN ÅRLIGA AVGIFTEN OCH SÄKERHETSBELOPP II BÖR BESTÄMMAS</b>	<b>30</b>
3.1 ANLÄGGNINGAR OCH AKTIVITETER SOM SKALL TÄCKAS AV ÅRS AVGIFTEN OCH AV SÄKERHETSBELOPP II	30
3.1.1 Konkret förslag	32
3.1.2 Kommentarer och kompletteringar	34
<b>4 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b>	<b>38</b>
4.1 EN OBETINGAD PROBABILISTISK ANSATS	38
4.2 EN BETINGAD PROBABILISTISK ANSATS	38
4.3 EN ICKE-PROBABILISTISK ETIKBASERAD ANSATS	39
4.4. SKB:S PROBABILISTISKA ANSATS	39
4.4.1 SKB:s behandling av osäkerheter i underlaget för att bestämma den årliga avgiften	40
4.4.1.1 Sammanfattande omdöme om behandlingen av variationerna i grupp 1 - 6.	40
4.4.1.2 Omdöme om variationerna i grupp 7	40

4.4.1.3 Konklusion	41
4.4.2 SKB:s behandling av osäkerheter i underlaget för att bestämma säkerhetsbelopp II	41
4.4.2.1 Sammanfattande omdöme om behandlingen av de nya variationerna i grupp 1 - 6.	41
4.5 REKOMMENDATIONER	42
<b>REFERENSER</b>	<b>44</b>
<b>FÖRKORTNINGAR</b>	<b>48</b>
<b>BILAGA A BAKGRUNDSUPPGIFTER SAMT FÖRFATTNINGSKOMMENTARER TILL LAGAR INOM KÄRNAVFALLSOMRÅDET</b>	<b>50</b>
A.1 UTVECKLINGEN AV KBS-KONCEPTET	50
A.1.1 KBS-1	50
A.1.2 KBS-3	51
A.2 FÖRFATTNINGSKOMMENTARER M. M.	51
A.2.1 Kärntekniklagen	52
A.2.2 Finansieringslagen	56
A.2.3 Strålskyddslagen	58
A.2.4 Lagen om kärnkraftens avveckling	59
A.3 SKB:S PLANRAPPORTER	60
A.3.1 Plan 82	60
A.3.2 Plan 83	61
A.3.3 Plan 84	61
A.3.4 Plan 85	61
A.3.5 Plan 86	62
A.3.6 Plan 87	62
A.3.7 Plan 88	63
A.3.8 Plan 89	63
A.3.9 Plan 90	63
A.3.10 Plan 91	63
A.3.11 Plan 92	63
A.3.12 Plan 93	64
A.3.13 Plan 94	64
A.3.14 Plan 95	64
A.3.15 Plan 96	64
A.3.16 Plan 97	65
A.3.17 Plan 98	65
A.3.18 Plan 99	65
<b>BILAGA B FÖRKLARINGAR AV ÅTERKOMMANDE TEKNISKA TERMER</b>	<b>66</b>
<b>BILAGA C DETALJERAD BESKRIVNING AV VALDA DELAR AV SKB:S UNDERLAG FÖR ATT BERÄKNA DEN ÅRLIGA AVGIFTEN OCH SÄKERHETSBELOPP II</b>	<b>68</b>
C.1 FUD, TEKNIK	68
C.1.1 Kapsel	68
C.1.2 Barriär och återfyllnad	70
C.1.3 Slutförvarsteknik	71
C.1.4 Återtag från djupförvaret	72
C.1.5 Fullskaleförsök vid Äspölaboratoriet	73
C.1.5.1 Prototypförvar	73
C.1.5.2 Provnings av olika återfyllnadsmaterial	74
C.1.5.3 Demonstration av deponeringsteknik och återtag av kapslar	74
C.1.5.4 Långtidsprov av buffertmaterialets funktion	75
C.1.5.5 Injekteringsteknik	76
C.2 INKAPSLINGSANLÄGGNING	78
C.3 DJUPFÖRVAR	81
C.4 SKB:S REFERENSFALL	89
C.4.1 Referensfallets grund och struktur	90
C.4.2 SKB:s behandling av osäkerheter	93
C.4.2.1 Variationer vid fastställandet av den årliga avgiften	95
Grupp 1	95
Grupp 3	95
Grupp 4	99
Grupp 5	100

Grupp 6	100
Sammanfattande omdöme om behandlingen av variationerna i grupp 1 - 6.	103
Variationerna i grupp 7	103
Konklusion	104
C.4.2.2 Variationer vid fastställandet av säkerhetsbelopp II	104
Grupp 1	104
Grupp 2	105
Grupp 3	106
Grupp 4	107
Grupp 5	108
Grupp 6	110
Sammanfattande omdöme om behandlingen av de nya variationerna i grupp 1 - 6.	112
Sammanfattande omdöme om SKB:s underlag för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II	112

## **BILAGA D TABELLER TILL BILAGA C** **114**

## **BILAGA E SÄRSKILT YTTRANDE AV EXPERTERNA MÅRTEN ERIKSSON OCH SÖREN NORRBY** **132**

### Tabeller

TABELL 1.1 KÄRNKRAFTVERK I SVERIGE	5
TABELL 1.2 HUVUDTYPER AV RADIOAKTIVA RESTPRODUKTER ATT DEPONERA	5
TABELL 1.4.1 AVGIFTER OCH AVGIFTSFÖRSLAG ÖRE/KWH	13
TABELL D.1 VARIATIONER I GRUPP 1 - 6 FÖR AVGIFTSUNDERLAGET	114
TABELL D.2 KALKYLOBJEKT MED FÖRDELNINGAR	114
TABELL D.3 OBJEKTvariationer	117
TABELL D.4 SKILLNADER MELLAN HÖG- OCH LÅGVÄRDEN VID VISSA VARIATIONER.	118
TABELL D.5 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 90%.	118
TABELL D.6 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 80%.	119
TABELL D.7 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 70%.	119
TABELL D.8 SKILLNADER MELLAN HÖG- OCH LÅGVÄRDEN VID ICKE-SYMMETRISKA OBJEKTvariationer.	119
TABELL D.9 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 90%.	120
TABELL D.10 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 80%.	121
TABELL D.11 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 70%.	122
TABELL D.12 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 90%.	123
TABELL D.13 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 80%.	125
TABELL D.14 SKILLNADER MELLAN MODIFIERADE HÖG- OCH LÅGVÄRDEN, 70%.	127
TABELL D.15 VARIATIONER I GRUPP 1 - 6 FÖR SÄKERHETSBELOPP II	128

# Sammanfattning

I föreliggande rapport diskuteras vilket underlag som bör ligga till grund för Statens kärnkraftinspektionens förslag till regeringen om årliga avgifter och säkerhetsbelopp som skall säkerställa finansieringen av det svenska kärnkraftsprogrammet slutsteg.

Rapporten är resultatet av ett uppdrag från Statens kärnkraftinspektion (SKI) att granska den probabilistiska metod som reaktorägarna företrädde av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) sedan 1996 tillämpat för kostnadsberäkningar. Denna metod infördes i samband med att finansieringslagen reviderades och nya begrepp med definitioner (belopp för avgiftsunderlag, grundbelopp etc.) infördes i finansieringssystemet. SKI har i samband med granskningarna av SKB:s årligen framlagda beräkningar (planrapporterna) ansett SKB:s metod vara användbar för framtagning av avgifter och säkerhetsbelopp men samtidigt uttryckt att det behövs förtydliganden vad gäller metodens praktiska tillämpning och då särskilt i framtagning av kostnadsunderlag och kvantifieringar av ingående variabler i underlaget.

Utgångspunkten för Alkestis granskning har varit att det är rimligt att ställa höga krav på underlagets kvalitet och att de logiska och matematiska resonemang som leder från underlagsmaterialet till ett förslag om viss årlig avgift och vissa säkerhetsbelopp måste vara mycket tydliga.

Studien är upplagd så att kapitel 1 och bilaga A i huvudsak består av bakgrundsinformation för att även en icke-specialist skall kunna följa framställningen i de senare avsnitten. I kapitel 1 diskuteras dock även allmänt möjliga sätt att gå tillväga vid beräkningen av den årliga avgiften och de olika säkerhetsbeloppen. Slutsatsen är att redan mycket allmänna överväganden torde visa att det lämpliga i att använda en probabilistisk ansats i detta sammanhang kan ifrågasättas. I kapitel 2 och i bilagorna C och D redovisas en tämligen ingående granskning av SKB:s metod för att beräkna den årliga avgiften och de olika säkerhetsbeloppen. Slutsatsen är att SKB:s metod och tillämpningen av den kan ifrågasättas. Alkestis anser därför att införandet av en alternativ metod för kostnadsberäkningar bör övervägas. I kapitel 3 redovisas ett alternativt tillvägagångssätt för fastställandet av årliga avgifter och säkerhetsbelopp. Framställningen där gör inte på något sätt anspråk på fullständighet eller slutgiltighet utan skall ses som ett första förslag till alternativ metodik för kostnadsberäkningar.





# Summary

The present report is devoted to a discussion of what kind of cost calculations the Swedish Nuclear Power Inspectorate should demand from the owners of the Swedish nuclear power plants in order to make a proposal to the Swedish government on a suitable annual fee and a suitable supplementary amount for contingency allowance to cover the future costs of decommissioning the power plants and disposing of the waste. The report was commissioned by the the Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKI) because SKI wanted an independent review of the probabilistic method for cost calculations used by the Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB) since 1996. This method was introduced as a response to some changes of the Swedish legal system regulating the financing of the future costs of decommissioning the nuclear power plants and disposing of the waste. The most important change was that the annual fee paid by the reactor owners should only cover the costs of a certain basic scenario and that the annual fee should be supplemented by a suitable guarantee to cover the occurrence of cost driving unforeseen events . The method used by SKB has been considered feasible for determining a suitable annual fee and suitable guarantees by SKI but SKI has also asked for more information on important matters such as the bases for various calculations and the rationale behind certain probability distributions assumed.

The point of departure for the review performed by Alkestis Co is that the basic material employed for the cost calculations should meet a high standard and that the logical and mathematical arguments leading from the basic material to proposals of a certain annual fee and certain amount of guarantees must be transparent.

Chapter 1 and appendix A mainly consist of material collected to enable a non-specialist to follow the account in the following sections. However, chapter 1 also contains a general discussion on suitable approaches to handle the problem of calculating the annual fee and the various guarantees. The conclusion reached there is that already quite general considerations cast some doubts on the suitability of using a probabilistic approach in this context. Chapter 2 in conjunction with appendices C and D is devoted to a detailed examination of the method used by SKB to calculate the annual fee and the various guarantees. The conclusion reached there is that both the method itself as well as the present application made of it can be challenged. Hence the introduction of an alternative approach to cost calculations should be considered. A first attempt to provide an alternative approach is therefore presented in chapter 3.



# 1 Bakgrundsinformation

## 1.1 Kärnkraftens restprodukter m.m.

Elproduktionen från de svenska kärnkraftverken, se tabell 1.1, ger upphov till en del radioaktiva restprodukter både vid drift och sedan verken stängts, se tabell 1.2.

*Tabell 1.1 Kärnkraftverk i Sverige*

Reaktor	Datum för kommersiell drift	Nettoeffekt MW
Barsebäck 1	1975-07-01	600
Barsebäck 2	1977-07-01	600
Ringhals 1	1976-01-01	830
Ringhals 2	1975-05-01	870
Ringhals 3	1981-09-09	920
Ringhals 4	1983-11-21	920
Oskarshamn 1	1972-02-06	440
Oskarshamn 2	1974-12-15	600
Oskarshamn 3	1985-08-15	1 160
Forsmark 1	1980-12-10	970
Forsmark 2	1981-07-07	970
Forsmark 3	1985-08-22	1 160

Källa: SKB Plan 99.

*Tabell 1.2 Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera*

Produkt	Huvudsakligt ursprung	Enhet	Antal enheter	Volym i slutlager m <sup>3</sup>
Använt bränsle		kapslar	3 100	12 800
Alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från Studsvik	fat och kokiller	2 800	1 700
Härdkomponenter	Reaktordelar	kokiller	1 400	9 500
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	fat och kokiller	48 000	76 400
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	främst 20 m <sup>3</sup> ISO- containrar	8 200	155 300
Total mängd ca			63 500	255 700

Källa: SKB Plan 99.

Volymerna i tabell 1.2 förutsätter att reaktorerna drivs i 25 år dock minst t o m år 2000.

Reaktorägarna har ansvar för att dessa restprodukter omhändertas på ett säkert sätt och för rivningen av reaktorerna och andra anläggningar. Detta ansvar regleras i lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) och i lagen (1992: 1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (finansieringslagen). Tillsynsmyndighet för dessa lagar är SKI. Samtidigt har regeringen ett övergripande ansvar i dessa frågor vilket bl. a. Innebär att det är regeringen som – efter förslag från SKI – årligen fattar beslut om den avgift och de säkerhetsbelopp som skall gälla. Regeringens ansvar framgår särskilt tydligt i förarbetet till den ursprungliga finansieringslagen (prop. 1980/81: 90, sid. 609 ff.), se även avsnitt B1.2.2 i bilaga 1 nedan. För att hantera restprodukterna på ett rationellt sätt har reaktorägarna bildat ett gemensamt bolag, SKB, som driver ett förvar för radioaktivt driftavfall (SFR-1) och ett centralt mellanlager för använt bränsle (CLAB) samt handhar transporten av avfallet. Vidare bedriver SKB ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete som främst gäller lokalisering och byggande av slutförvaret av det använda bränslet och en inkapslingsfabrik för bränslet.

### **1.1.1 Använt bränsle**

Av restprodukterna är det använda bränslet viktigast eftersom 99% av aktiviteten återfinns i det. Det använda bränslet kommer att uppgå till ca 6 300 ton under ovan angivna drifttider och till ca 9 300 ton om samtliga reaktorer drivs i 40 år. Idag lagras det använda bränslet först ca 9 månader i bassänger vid kärnkraftverken varefter det sänds till det centrala lagret för använt bränsle beläget vid Oskarshamns kärnkraftverk. CLAB, som togs i drift 1985, innehåller f. n. en lagringsbassäng som rymmer 5 000 ton använt bränsle men byggs ut med ytterligare en lagringsbassäng så att ca 8 000 ton bränsle kommer att kunna lagras där. I CLAB lagras även interna delar och hårdkomponenter . CLAB är licensierat för drift i 60 år men beräknas ha en livslängd av minst 100 år vid normalt underhåll, se Söderman (1997). Om CLAB av någon anledning snabbt måste överges blir följderna dock allvarliga, se Birgersson et al (1997).

Sverige har alltså f. n. ett väl fungerande system för att ta hand om det använda bränslet. Lagring i CLAB eller i ett annat sorts ytnära förvar, som i likhet med CLAB kräver ständig tillsyn, erbjuder dock ingen permanent lösning eftersom det använda bränslet måste isoleras från biosfären i minst 100 000 år in i framtiden och Sverige sannolikt kommer att vara istäckt under delar av denna tid. För att lösa avfallsdeponeringen har reaktorägarna föreslagit att det använda bränslet efter en tids mellanlagring placeras i en speciell kopparkapsel, se avsnitt C.1.1 i bilaga C med referenser, och därefter deponeras i det svenska urberget på ca 500 m djup. Detta förslag har sin upprinnelse i den s. k. villkorslagen från april 1977 i vilken det stipulerades att bränsle inte

fick tillföras nya kärnkraftverk om inte ägarna kunde (i) uppvisa ett avtal om upparbetning och ange en säker metod för att deponera avfallet efter upparbetningen eller (ii) ange en säker metod för att direkt deponera det använda bränslet, se bilaga A. Som svar bildade reaktorägarna projekt KärnbränsleSäkerhet (KBS) som en avdelning inom det samägda företaget Svensk kärnbränsleförsörjning AB (SKBF) och redan i november 1977 presenterades det första konceptet (KBS-1), se avsnitt A.1.1 i bilaga A, för att deponera förglasat avfall från upparbetning. Detta koncept kom att utgöra grunden för tillstånden att ladda Barsebäck 2, Ringhals 3 och 4 samt Forsmark 1 och 2. Det nuvarande konceptet utgör en utveckling av KBS-3 konceptet från 1983, se avsnitt A.1.2 i bilaga A, som låg till grund för tillstånd att ladda Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

KBS-3 konceptet bedömdes alltså som tillräckligt säkert för att tillåta en laddning av ovan nämnda reaktorer. Samtidigt gjorde dock regeringen klart att detta beslut inte innebar ett godkännande av KBS-3 metoden utan SKB uppmanades att även studera andra alternativ. Så har även skett i viss utsträckning men KBS-3 har alltid förblivit huvudalternativet för SKB. En jämförelse mellan KBS-3 och vissa alternativ finns i den s. k. PASS-studien från 1992, och en allmän översikt över alternativa slutförvarsmetoder återfinns i Ekendahl och Papp (1998) och i Lundberg (1997). SKB:s huvudargument för KBS-3 metoden är att den är säker och kan genomföras inom rimlig tid utan en alltför omfattande teknikutveckling.

De FoU- och FUD-program som SKB enligt kärntekniklagen skall inlämna vart tredje år med början 1986 utgör en tydlig redovisning av utvecklingen inom det svenska kärnavfallsprogrammet. Ansvaret för granskningen av dessa program åvilade i början Statens kärnbränslenämnd (SKN) men övergick år 1992 till SKI samt Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM). (KASAM och SKI var före år 1992 remissinstanser till SKN i granskningen av SKB:s FoU-program.) På grundval av vad som framkommit vid SKI:s och KASAM:s granskningar tar regeringen därefter ställning till SKB:s program. Senast skedde detta i januari 2000. SKI:s utlåtanden över SKB:s FoU- och FUD-rapporter föregås av ett omfattande remissförfarande och är oundgängliga för en förståelse av kärnavfallsproblemet.

För att lösa kärnavfallsproblemet i enlighet med KBS-konceptet, så måste SKB först hitta en lämplig plats för deponering av avfallet. I detta syfte har SKB bl. a. bedrivit förstudier i Storuman och Malå och bedriver f. n. sådana i kommunerna Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp, Hultsfred och Älvkarleby. År 2002 hoppas SKB kunna inleda platsundersökningar med ett omfattande borrhprogram inom två av de kommuner där förundersökningar pågår. Efter dessa platsundersökningar, som beräknas ta 4 – 8 år, räknar SKB med att kunna inleda detaljundersökningar vid en plats, kanske år 2008. Dessa detaljundersökningar skall sedan övergå till en provdeponering av ca 400 kapslar använt bränsle, kanske åren 2015 - 2017. Efter en

utvärderingsperiod om ca tio år skall sedan resten av det använda bränslet deponeras. Den tänkta deponeringstakten är ca 200 kapslar per år. Kapslarna skall tillverkas i en egen fabrik och bränslet skall inkapslas i en särskild anläggning som är planerad att ligga i anslutning till CLAB.

SKI:s senaste bedömning av KBS-3 konceptet återfinns i SKI Rapport 99:16. SKI konstaterar där att någon form av slutförvaring i djupa geologiska formationer är det mest ändamålsenliga sättet att omhänderta det använda bränslet och annat långlivat avfall från det svenska kärnkraftsprogrammet. Detta följer av kravet på teknisk genomförbarhet inom överskådlig tid och följande etiska krav, den s. k. KASAM-principen, som SKI anslutit sig till, se t. ex. SKI Rapport 99:18 sid. 6.

- Ansvaret för omhändertagandet av kärnavfall och använt kärnbränsle bör inte lämnas till framtida generationer. I detta ligger inte bara att nu ta det ekonomiska ansvaret utan att också rent praktiskt genomföra de åtgärder som behövs för en säker slutförvaring.
- Omhändertagandet bör utformas så att en säker slutförvaring kan ske utan att övervakning efter förslutning av ett slutförvar är nödvändig.
- Slutförvaring skall ske så att man inte nödvändigtvis försvårar för kommande generationer att vidta åtgärder t. ex. att övervaka eller förbättra förvaret.

SKI stöder också SKB:s fokusering på KBS-3 metoden samtidigt som man konstaterar att det återstår en hel del utvecklings- och utprovningsarbete innan KBS-3 kan realiseras. SKI har också betonat att beslutsprocessen för slutförvar och inkapsling är mycket utdragen och att de slutgiltiga besluten, avseende förslutning av slutförvaret, kommer att fattas först om 50 - 60 år.

### **1.1.2 Övrigt avfall**

Det låg- och medelaktiva avfallet tas idag först omhand vid respektive kärnkraftverk varvid man på olika sätt söker minimera det avfall som måste deponeras. Deponeringsavfallet skickas till ett slutförvar för driftavfall (SFR-1) som ligger i anslutning till Forsmarks kärnkraftverk. Där förvaras det i bergtrum med ca 50 m bergtäckning under Östersjön. Det avfall som kommer att uppkomma vid rivningen av de kärntekniska anläggningarna kommer dels att deponeras i ett nytt förvar (SFR 3) i anslutning till SFR 1 dels att deponeras i ett antal förvar, SFR 3-5, i anslutning till eller avskilt från slutförvaret för det använda kärnbränslet.

## **1.2 Författningar inom kärnavfallsområdet**

Ansvaret för kärnavfallshanteringen regleras i kärntekniklagen (1984: 3, omtryckt 1992: 1536) och i strålskyddslagen (1988: 220). Finansieringsfrågorna i samband med kärnavfallsprogrammet regleras i lagen (1992: 1537) om finansiering av framtida utgifter för använt bränsle m.m., den s. k. finansieringslagen.

## 1.2.1 Kärntekniklagen

De i detta sammanhang relevanta avsnitten är följande:

**2 §** I denna lag avses med

1. *kärnteknisk anläggning*:

- a. anläggning för utvinning av kärnenergi (kärnkraftsreaktor),
- b. annan anläggning i vilken en självunderhållande kärnreaktion kan ske, såsom forskningsreaktor,
- c. anläggning för utvinning, framställning, hantering, bearbetning, lagring eller slutlig förvaring av kärnämne, och
- d. anläggning för hantering, bearbetning, lagring eller slutlig förvaring av kärnavfall,

2. *kärnämne*:

- a. uran, plutonium eller annat ämne som används eller kan användas för utvinning av kärnenergi (kärnbränsle) eller förening i vilket sådant ämne ingår,
- b. torium eller annat ämne som är ägnat att omvandlas till kärnbränsle eller förening i vilket sådant ämne ingår, och
- c. använt kärnbränsle som inte är placerat i slutförvar,

3. *kärnavfall*:

- a. använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar,
- b. radioaktivt ämne som har bildats i en kärnteknisk anläggning eller material eller annat som har blivit radioaktivt förorenat i en sådan anläggning, och
- c. radioaktiva delar av en anläggning som avvecklats.

**10 §** Den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet skall svara för att de åtgärder vidtas som behövs för

1. att med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs upprätthålla säkerheten,
2. att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt, och
3. att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar i vilka verksamheten inte längre skall bedrivas.

**11 §** Den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor skall, utöver vad som sägs i 10§, svara för att den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs som behövs för att vad som föreskrivs i 10§ 2 och 3 skall kunna fullgöras.

**12 §** Den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor skall i samråd med övriga reaktorinnehavare upprätta eller låta upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som anges i 10 § 2 och 3 och 11 §. Programmet skall dels innehålla en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga, dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst sex år. Programmet skall vart tredje år insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer för att granskas och utvärderas. I samband med granskningen och utvärderingen får sådana villkor ställas upp som behövs avseende den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten.

**13 §** I fråga om skyldighet för en reaktorinnehavare att svara för vissa kostnader som staten har och att erlægga en årlig avgift till staten finns bestämmelser i lagen (1992: 1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m.

**14 §** Om ett tillstånd återkallas eller ett tillstånds giltighetstid går ut, kvarstår skyldigheterna enligt 10 § till dess de fullgjorts eller befrielse från dem medgivits. Befrielse kan medges av regeringen eller av den myndighet som regeringen bestämmer.

**16 §** Tillsynen över efterlevnaden av denna lag och av villkor eller föreskrifter som meddelats med stöd av lagen samt övervakning och kontroll av slutförvar utövas av den myndighet som regeringen bestämmer.

Tillsynsmyndighet över kärntekniklagen är SKI. En del av förarbetena till kärntekniklagen återges i avsnitt A.2.1 i bilaga A.

## 1.2.2 Finansieringslagen



Medan kärntekniklagen reglerar reaktorinnehavarnas ansvar , inklusive det ekonomiska, för hantering och slutförvaring av kärnavfallet syftar finansieringslagen till att säkerställa att medel finns tillgängliga när de olika åtgärderna enligt kärnavfallshanteringsprogrammet skall genomföras. Finansieringslagen är ursprungligen från 1981 och syftena med lagen och den etiska bakgrunden till densamma framgår klart av förarbetena till den ursprungliga lagen. En del av dessa återges i avsnitt A.2.2 i bilaga A. De i detta sammanhang relevanta delarna är följande:

**1 §** Avgifter skall betalas enligt denna lag för att finansiera dels omhändertagande av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnreaktorer, dels vissa andra kostnader enligt denna lag och lagen (1984: 3) om kärnteknisk verksamhet.

För sådana kostnader för omhändertagande som inte täcks av inbetalade avgiftsmedel skall säkerheter ställas.

Avgift skall betalas och säkerheter ställas av den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor (reaktorinnehavaren). Avgiften skall betalas årligen så länge reaktorn är i drift.

**1 a §** Avgiften skall betalas till den myndighet som regeringen bestämmer. Dessa avgiftsmedel skall föras över till en fond, benämnd Kärnavfallsfonden.

**2 §** Skyldigheten att betala avgift och ställa säkerheter för omhändertagande omfattar kostnader för

1. en säker hantering och slutförvaring av i reaktorn använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta efter det att kärnbränslet eller avfallet har förts bort från anläggningen,
2. en säker avveckling och rivning av reaktoranläggningen,
3. den forsknings- och utvecklingsverksamhet som för att vad som avses i 1 och 2 skall kunna fullgöras.

**2 a §** Reaktorinnehavaren skall ställa fullgoda säkerheter till den myndighet som regeringen bestämmer.

Säkerheterna skall motsvara de kostnader för omhändertagande som anges i 3 § första stycket 2 och 3. Säkerheter behöver inte ställas för belopp som täcks av reaktorinnehavarens andel av medlen i kärnavfallsfonden.

En fastighet på vilken det bedrivs kärnteknisk verksamhet får inte utgöra säkerhet.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer skall pröva säkerheterna. Ett beslut som rör den ställda säkerheten får ändras när det finns anledning till det.

**3 §** Reaktorinnehavaren skall i samråd med övriga reaktorinnehavare beräkna kostnaderna för omhändertagandet. En sådan beräkning skall innehålla en uppskattning av 1. kostnaderna för samtliga åtgärder som kan behövas då reaktorn drivits i 25 år samt, om drifttiden för reaktorn överstiger 25 år, kostnaden för tillkommande åtgärder varje år därutöver (belopp för avgiftsunderlag),

2. de kostnader enligt 1 som kan hänföras till det kärnbränsle som har använts när beräkningen görs (grundbelopp), om drifttiden för reaktorn understiger 25 år,

3. skäligen kostnader för tillkommande åtgärder som beror på oplanerade händelser.

Av beräkningen skall dessutom framgå kostnaderna för de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst tre år.

Kostnadsberäkningen skall varje år ses över och lämnas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

**4 §** Utöver kostnader för omhändertagande skall avgifterna täcka statens kostnader för att

1. komplettera forsknings- och utvecklingsverksamhet som avses i 2 § 3 samt pröva frågor härom,

2. pröva frågor som avses i 2 a § tredje stycket, 5 § första stycket, 8 b och 8 c §§ denna lag,

3. pröva frågor om övervakning och kontroll av slutförvar enligt 16 § lagen (1984: 3) om kärnteknisk verksamhet.

Avgifterna skall vidare täcka kostnaderna för kärnavfallsfondens förvaltning samt de kostnader som reaktorinnehavarna, staten eller kommunerna har för information till allmänheten i frågor som rör hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.

**5 §** Avgiftens storlek fastställs årligen för nästföljande kalenderår av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

Varje reaktorinnehavare skall betala avgift i förhållande till den energi som levereras.

**6 §** Avgiften bestäms så att de sammanlagda avgiftsbeloppen täcker de kostnader för omhändertagande som avses i 3 § första stycket 1 och kostnaderna enligt 4 §.

Vid avgiftsberäkningen skall hänsyn tas till tidigare åtgärder för omhändertagande av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta, reaktorinstalleringens beskaffenhet och övriga omständigheter som kan påverka avgiftens storlek.

**8 §** Reaktorinnehavarens andel av medlen i Kärnavfallsfonden skall användas för att ersätta innehavaren för kostnader för omhändertagandet samt för att täcka kostnader enligt 4 § hänförliga till reaktorn och bränsle som använts i reaktorn.

**8 a §** Medel i Kärnavfallsfonden som inte behövs för det ändamål som anges i 8 § skall återbetalas till reaktorinnehavaren när

1. allt det kärnbränsle som använts i reaktorn och allt det radioaktiva avfall som härrör från detta har placerats i slutförvar och

2. reaktorinstalleringen har avvecklats och rivits.

Medel i fonden som inte behövs får återbetalas innan dess, om det finns särskilda skäl för det.

**8 b §** Om medlen i Kärnavfallsfonden visar sig otillräckliga och åtgärder för omhändertagande som avses i 2 § inte vidtas av reaktorinnehavaren, får regeringen besluta att säkerheterna skall utnyttjas för att finansiera åtgärderna. Om reaktorn drivs kortare tid än 25 år, får regeringen dessutom besluta att säkerheterna får utnyttjas för att tillföra Kärnavfallsfonden medel som motsvarar de avgifter som beräknas falla bort på grund av den begränsade drifttiden.

**8 c §** Frågor om användning och återbetalning prövas av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

**9 §** Reaktorinnehavaren skall på begäran lämna de upplysningar och tillhandahålla de handlingar som behövs för att regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer skall kunna fastställa avgiftens storlek och behovet av säkerheter samt pröva frågor om användningen av medlen. I den utsträckning det behövs skall reaktorinnehavaren på begäran även lämna tillträde till anläggningar eller platser där använt kärnbränsle eller radioaktivt avfall som härrör från detta förvaras eller hanteras.

Ovanstående version trädde i kraft den 1/1 1996. Den föregicks av en utredning,

Kärnbränslefondsutredningen, vars betänkande SOU 1994: 107 bl. a. ger en god framställning av finansieringssystemets utveckling, se även avsnitt 1.3 nedan. Författningskommentarer till den ursprungliga finansieringslagen återfinns i Prop. 1980/81: 90 och till versionen ovan i Prop. 1995/96: 83. En del av dessa återges i avsnitt A.2.2 i bilaga A.

### **1.2.3 Strålskyddslagen**

De i detta sammanhang relevanta avsnitten är följande:

**13 §** Den som bedriver eller har bedrivit verksamhet med strålning skall svara för att det i verksamheten uppkomna avfallet hanteras och, när det behövs, slutförvaras på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt. Detsamma gäller kasserade strålkällor som används i verksamheten.

Om det är påkallat från strålskyddssynpunkt får regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer föreskriva att den som bedriver eller har bedrivit verksamhet med strålning skall svara för att det i verksamheten uppkomna radioaktiva avfallet hanteras eller slutförvaras på särskilt angivet sätt.

**14 §** Den som bedriver eller har bedrivit verksamhet med en teknisk anordning som kan alstra strålning skall, i den utsträckning som föreskrivs av regeringen eller av den myndighet som regeringen bestämmer, svara för att anordningen oskadliggörs, när den inte längre skall användas i verksamheten.

Motiveringar till strålskyddslagen finns i prop. 1987/88: 88. En del av dessa återges i avsnitt A.2.3 i bilaga A.

## 1.2.4 Lag om kärnkraftens avveckling

Denna lag berör kärnavfallsfrågan på så sätt att den i någon mån kan utnyttjas för att förutsäga hur länge kärnkraftverken kommer att vara i drift. De i detta sammanhang relevanta avsnitten är följande:

**1 §** Denna lag innehåller bestämmelser om upphörande av rätten att driva kärnkraftsreaktorer för att utvinna kärnenergi till följd av omställningen av energisystemet i Sverige.

Syftet med omställningen är att åstadkomma en ekologiskt och ekonomiskt hållbar energiförsörjning byggd på förnybara energilag. Omställningen skall genomföras på ett sätt som gör det möjligt att tillförsäkra svensk industri och samhället i övrigt el på internationellt konkurrenskraftiga villkor.

**2 §** Regeringen får beträffande varje kärnkraftsreaktor besluta att rätten att driva reaktorn för att utvinna kärnenergi skall upphöra att gälla vid den tidpunkt som regeringen anger.

**3 §** Beslut av regeringen enligt 2 § skall fattas med utgångspunkt i att varje kärnkraftsreaktor skall tas ur drift vid den tidpunkt som bäst gagnar syftet med omställningen av energisystemet och dess genomförande enligt 1 § andra stycket.

Vid avgörande av när en reaktor skall tas ur drift skall hänsyn tas till reaktorns geografiska läge. För varje reaktor skall i övrigt beaktas andra särskilda förhållanden såsom ålder, konstruktion och betydelse för energisystemet.

**7 §** När ersättningen skall bestämmas skall som särskilda förutsättningar gälla följande:

1. Har upphörandet av driften vid en kärnkraftsreaktor medfört inverkan av någon betydelse på priset på högspänd el i Sverige, skall ersättningen beträffande den reaktorn bestämmas på grundval av det pris som skulle ha gällt om en sådan inverkan inte hade förekommit.

2. Ersättningen skall bestämmas utifrån antagandet att en kärnkraftsreaktor inte kan utnyttjas mer än 40 år efter den tidpunkt då den först togs i kommersiell drift.

När ersättningen skall bestämmas skall hänsyn inte tas till sådan värdeändring som uppkommer efter det att rätten att driva kärnkraftsreaktorn har upphört. Om det allmänna prisläget därefter har höjts, skall dock ersättningen jämkas med hänsyn till detta.

Tolkningsföreskrifter till denna lag återfinns i Prop. 1996/97: 176. Den text som berör 7 § 2 återges i avsnitt A.2.4 i bilaga A.

## 1.3 Riksdagsbeslut om energipolitiken

Under våren 1997 fattade riksdagen ett beslut om den framtida energipolitiken på basis av regeringens proposition 1996/97: 84. I Näringsutskottets betänkande 1996/97:NU12 sid. 1 f anfördes följande:

I februari 1997 träffades en överenskommelse om den framtida energiförsörjningen mellan företrädare för Socialdemokraterna, Centerpartiet och Vänsterpartiet. Utskottet tillstyrker nu regeringens förslag att riksdagen skall anta de i överenskommelsen angivna riktlinjerna för energipolitiken.

Enligt utskottets mening är det av väsentlig betydelse att omställningen av Sverige till ett ekologiskt hållbart samhälle kan påskyndas. Energipolitiken skall skapa villkoren för en effektiv energianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning med låg påverkan på hälsa, miljö och klimat samt underlätta omställningen till ett ekologiskt samhälle. Härutöver skall energipolitiken bidra till att skapa stabila förutsättningar för ett konkurrenskraftigt näringsliv och en förnyelse och utveckling av den svenska industrin. Energipolitiken skall även främja ett breddat energi-, miljö- och klimatsamarbete i Östersjöregionen.

Landets elförsörjning skall tryggas genom ett energisystem som grundas på varaktiga, helst inhemska och förnybara, energikällor samt en effektiv energianvändning. Användningen av fossila bränslen bör hållas på en låg nivå. Det befintliga ledningsnätet för naturgas, som är det fördelaktigaste fossila bränslet, bör utnyttjas effektivare.

Enligt riktlinjerna skall de två kärnkraftsreaktorerna i Barsebäck ställas av. Detta kraftverk är olämpligt lokaliserat till ett mycket tätbefolkat område. Åtgärder skall vidtas för att under de närmaste åren kompensera bortfallet av el genom effektivare energianvändning, konvertering samt hushållning med och tillförsel av el från andra energikällor. Förhandlingar skall upptas med Sydkraft AB om en stängning av en första reaktor i Barsebäck före den 1 juli 1998 och en andra reaktor före den 1 juli 2001. Ett villkor för stängningen av den andra reaktorn är att bortfallet av elproduktion kan kompenseras genom tillförsel av ny elproduktion och minskad användning av el. Innan en stängning av den andra reaktorn kan genomföras bör riksdagen, betonas utskottet, ges möjlighet att pröva att förutsättningen för stängningen av kärnkraftsreaktorn är uppfylld. Till frågan om lagstiftningen beträffande avvecklingen av kärnkraften återkommer utskottet när regeringen framlagt sitt lagförslag. Detta förslag, som är aviserat till hösten 1997, baseras på en utarbetad departementspromemoria som nyligen har remissbehandlats.

Samtidigt som det är av vikt att avvecklingen av kärnkraften inleds är det enligt utskottets uppfattning betydelsefullt att omställningen och utvecklingen av energisystemet sker under tillräckligt lång tid så att inte problem uppstår för sysselsättning, välfärd, konkurrenskraft och miljö. Utskottet ansluter sig därför till förslaget enligt överenskommelsen att år 2010 inte längre skall gälla som s. k. slutår för kärnkraftsavvecklingen.

## 1.4 Finansieringssystemet

### 1.4.1 Bakgrund

Framställningen nedan bygger på den redogörelse för finansieringssystemets framväxt som återfinns i Kärnbränslefondsutredningens betänkande (SOU 1994: 107).

Vid mitten av 1970-talet började kärnkraftsföretagen göra avsättningar för att skapa täckning för de framtida kostnaderna för hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. De underliggande beräkningarna utfördes av SKBF. I november 1978 tillkallades en särskild utredare med uppgift att lämna förslag rörande hur de framtida kostnaderna för hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall skulle hanteras. Som ett resultat av utredningen tillkom 1981 års finansieringslag enligt vilken kärnkraftsföretagen skulle betala en årlig avgift för att finansiera de framtida kostnaderna. Avgiften skulle sättas in på ett särskilt konto i Riksbanken och räntan läggas till kapitalet. Avgiften har alltsedan 1981 års finansieringslag bestämts av regeringen efter förslag från SKN t. o. m. 1991 och från SKI för åren därefter. Underlaget till avgiften har sedan 1982 utgjorts av kostnadsberäkningar utförda av SKBF och dess efterföljare SKB. Storleken på avgifterna sedan 1982 framgår av tabell 1.4.1 nedan. En del av förarbetena till 1981 års finansieringslag återfinns i avsnitt A.2.2. i bilaga A.

*Tabell 1.4.1 Avgifter och avgiftsförslag öre/kWh*

År	SKN/SKI förslag	Regeringens beslut	SKN/SKI	Regeringens
			förslag, 82-års prisnivå	beslut, 82-års prisnivå
1982	1,7	1,7	1,7	1,7
1983	1,9	1,7	1,7	1,6
1984	2,1	1,9	1,8	1,6

1985	2,1	1,9	1,7	1,4
1986	1,9	1,9	1,4	1,4
1987 1)	1,9	1,9	1,4	1,4
1988 1)	1,9	1,9	1,3	1,3
1989 1)	2,0	1,9	1,3	1,2
1990 1)	2,1	1,9	1,2	1,1
1991 1)	2,2	1,9	1,2	1,0
1992 1)	2,2	1,9	1,2	1,0
1993 1)	2,1	1,9	1,1	1,0
1994 1)	2,4	1,9	1,2	0,9
1995 1)	2,3	1,9	1,2	0,9
1996 1)	2,4	1,9	1,2	0,9
1997 1)	1,1	1,1	0,6	0,6
1998 1)	1,1	1,1	0,6	0,6
1999 1)	1,3	1,3	0,7	0,7

1) individuella avgifter fr. o. m. 1987

Källa: Eriksson (1999).

År 1986 genomfördes vissa förändringar i finansieringslagen och efter bl. a. önskemål om friare placering av fondmedlen tillkom den senaste lagändringen som trädde i kraft den 1/1 1996. Sänkningen av avgiften fr. o. m. år 1997 beror på att finansieringen av framtida utgifter från denna tidpunkt även bygger på ett system med säkerheter.

#### 1.4.2 Nuvarande finansieringssystem

Enligt det nuvarande systemet skall reaktorägarna inte bara betala en årlig avgift utan även ställa säkerheter av två slag, *säkerhet I* och *säkerhet II*. Den årliga avgiften skall baseras på en beräkning av kostnaden för ett s. k. *basscenario* som är ett möjligt förlopp för hantering och slutförvaring av det använda kärnbränslet samt rivning av de kärntekniska anläggningarna. Beräkningen skall liksom tidigare utföras av SKB och granskas av SKI som därefter lämnar förslag till regeringen om den årliga avgiften. Vidare skall reaktorägarna beräkna kostnaden för ett modifierat basscenario som utgår från att alla reaktorer stängs av under det år som beräkningarna görs. Denna kostnad kallas för *grundbelopp*. Skillnaden mellan grundbeloppet och den aktuella behållningen i Kärnavfallsfonden kallas *säkerhetsbelopp I*. Detta belopp skall täckas av säkerhet I. Slutligen skall reaktorägarna beräkna kostnaden för vissa oplanerade händelser som kan inträffa. Den beräknade kostnaden för dessa händelser kallas *säkerhetsbelopp II*. Detta

belopp skall täckas av säkerhet II. Säkerhetsbelopp II fastställs av regeringen för ett år i taget efter förslag från SKI.

Den senaste lagändringen innebar även förändringar beträffande förvaltningen av Kärnavfallsfonden. Fonden förvaltas f. n. av en särskild myndighet, Kärnavfallsfondens styrelse, som årligen lämnar förslag angående den realränta som SKI bör tillämpa. Behållningen per den 31/12 1998 var SEK 21 765 358 963 och beloppet är placerat på följande sätt:

- Ca 44 % av fondens tillgångar är placerade så att en årlig real avkastning på ca 4,1 % är säkerställd till år 2020.
- Ytterligare ca 39 % av fondens tillgångar är placerade så att en årlig real avkastning på ca 4,4 % är säkerställd till år 2014.
- Ytterligare ca 6 % av fondens tillgångar är placerade så att en årlig real avkastning på ca 3,7 % är säkerställd till år 2028.
- Återstoden av fondens tillgångar är placerade till nominell ränta med relativt kort bindningstid.

På basis av dessa förhållanden föreslog fondens styrelse att avgiften för 2000 borde baseras på det bokförda värdet per den 31/12 1998 och på en årlig real avkastning på 4 % t. o. m. år 2020 och en årlig real avkastning på 2,5 % för tiden därefter.

## **1.5 Metoder för att fastställa den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II**

Såvitt vi kan se finns det, generellt sett, två olika sätt att år 2000 angripa problemet att fastställa en lämplig årlig avgift och ett lämpligt säkerhetsbelopp II.

(a) Man kan försöka förutsäga hur kärnkraftens restprodukter kommer att omhändertas under de närmaste seklen och därefter beräkna kostnaderna för denna hantering, eller

(b) Man kan bestämma vilka aktiviteter och anläggningar som den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II skall bekosta och därefter beräkna kostnaderna för dessa aktiviteter och anläggningar.

Tills nu har den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II fastställts på basis av SKB:s beräkningar som bygger på en blandning av dessa två angreppssätt. I ett logiskt sammanhängande underlag måste man, enligt vår mening, bestämma sig för ett av dem. Vid första anblicken framstår (a) som det rimligaste angreppssättet eftersom vi på goda grunder anser att det är klokt att förfara så i de flesta andra sammanhang. En noggrannare analys visar emellertid att det kan ifrågasättas huruvida det är lämpligt att använda detta angreppssätt för att fastställa den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II. Skälen till detta redovisas nedan.

### 1.5.1 Förutsättningar

- Enligt kärntekniklagen är reaktorinnehavarna skyldiga att omhänderta det använda kärnbränslet och det övriga radioaktiva avfallet på ett säkert sätt samt att avveckla och riva reaktorerna på ett säkert sätt. Det finns inte i lagen eller i dess förarbeten någon angivelse av när detta skall vara gjort, se avsnitten 1.2.1 och A.2.1. Inte heller i förarbetena till strålskyddslagen, se avsnitt A.2.3, ges några tidsangivelser. I förarbetena till kärntekniklagen betonas istället att bästa möjliga metod med avseende på säkerhet och strålskydd skall väljas och att reaktorinnehavarna inte bör binda sig för en specifik metod för tidigt. Varken kärntekniklagen eller strålskyddslagen kan därför hindra reaktorinnehavarna från att skjuta upp viktiga investeringar om de så önskar. Det framgår också av avsnitt A.2.3 i bilaga A att reaktorinnehavarna har aviserat sådana förskjutningar under de senaste åren: mellan 1996 och 1998 har driftstarten för inkapslingsanläggningen och djupförvaret framflyttats med sju år och mellan 1998 och 1999 har rivningen framflyttats med 16 år. Det är inte heller troligt att lagen kommer att ändras så att reaktorinnehavarna kommer att tvingas deponera det använda kärnbränslet och det radioaktiva avfallet vid en viss tidpunkt.

Detta följer redan av att det inte finns något godkänt koncept för att slutförvara det använda kärnbränslet och att SKI med bestämdhet framhållit (SKI Rapport 99: 16 sid. 8 f) att man bara kommer att godkänna ett steg i taget i deponeringsprocessen och att det kommer att krävas nya säkerhetsanalyser åtminstone inför följande steg: platsundersökningar, byggande av inkapslingsanläggning, detaljundersökning, provdeponering, reguljär deponering och förslutning. Det finns inte heller någon omfattande politisk opinion i Sverige för en snabb deponering. Den internationella aktiviteten inom kärnavfallsområdet är inte sådan att den förutsätts föranleda en tidig deponering i Sverige. Slutligen förutsätts att det inte inom den närmaste tiden kommer att uppstå ett internationellt regelverk som framtvingar en slutförvaring inom en viss tidpunkt.

- Den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II fastställs för ett år i taget. Underlaget skall beräknas av SKB och granskas av SKI som lämnar ett förslag till regeringen som fattar beslut i frågan. Den årliga avgiften baseras på en intjänandetid av 25 år per reaktor.
- Tidpunkten för rivningen av kärnkraftsreaktorerna påverkas av hur länge dessa kommer att drivas i framtiden. Detta är i första hand beroende av politiska beslut. Dels kan avvecklingslagen användas för att stänga reaktorer, dels kan skatter och subventioner av annan elproduktion göra reaktorerna olönsamma. Vidare kan brist på underhåll eller kompetent personal tvinga fram en avställning av säkerhetsskäl antingen genom beslut av ägaren eller av Kärnkraftinspektionen.

### 1.5.2 Slutsatser

Om vi vill använda angreppssätt (a) för att beräkna den årliga avgiften, så kan vi välja att göra det "tout court" eller betingat av vissa antaganden som är mer eller mindre välmotiverade. Ett minimikrav för att angreppssätt (a) skall kunna användas obetingat för att beräkna den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II är att reaktorinnehavarna redovisar ett för myndigheterna och regeringen acceptabelt utfallsrum i form av en förteckning över vilka aktiviteter som kan äga rum inom detta område och vilka byggnader som komma att uppföras. Vidare måste detta utfallsrum kunna motiveras utifrån en ren förutsägelse av vilka aktiviteter som kan komma att äga rum inom detta område och vilka anläggningar som kan komma att byggas inom de närmaste decennierna. Dessutom bör tidsangivelser åtminstone i form av intervall ingå. I princip är det inte svårt att ange ett sådant utfallsrum: det gäller bara att för varje år ange vilka möjliga aktiviteter och anläggningar som kommer att finnas det året. Därefter kan man söka ansätta och motivera sannolikheter. Men detta förfaringssätt skulle knappast harmoniera väl med den syn på beslutsprocessen som SKI gett uttryck för vid den senaste FUD-granskningen och som angivits i förutsättningarna ovan, eftersom det omfattar bedömningar om vilka beslut reaktorägarna, myndigheter och regeringen kommer att fatta i framtiden. En obetingad användning av angreppssätt (a) torde därför vara mindre lämplig för att fastställa årsavgiften och säkerhetsbelopp II.

Som illustration kan vi betrakta följande möjliga utfallsrum: Alla reaktorer drivs i mellan 24 och 40 år, utbränningsgrad: BWR 38 - 55 MWd/kgU, PWR 41 - 60 MWd/kgU, rivning 2010 - 2032, anläggningar med möjliga drifttider: CLAB, 1985 - 2055, inkapslingsanläggning, 2014 - 2018, 2027 - 2055, SFL 2, 2015 - 2019, 2027 - 2055, SFL 3 - 5, 2030 - 2056, SFR 1, 1988 - 2012, SFR 3, 2016 - 2029. Om regeringen och myndigheterna kan acceptera att ett sådant utfallsrum skall gälla, så innebär det bl. a. en förutsägelse om att ett slutförvar kommer att byggas vid en viss tidpunkt och att en provdeponering följd av en utvärderingsperiod, en reguljär deponering och en förslutning kommer att äga rum. Dessa aktiviteter förutsätter ett godkännande från myndigheterna och framtida regeringar samt ett initiativ från reaktorinnehavarnas sida.

Sett ur vår synpunkt är det svårt att se hur regeringen och SKI skulle kunna acceptera ett underlag för beräkningar av avgifter och säkerhetsbelopp som baseras på sådana förutsägelser innan KBS-3 metoden slutgiltigt godkänts.

Om vi istället övergår till en betingad användning av angreppssätt (a), så måste vi först bestämma vilka antaganden som är lämpliga att göra och motivera detta val. Av genomgången i föregående stycke följer att vi måste göra tämligen omfattande och konkreta antaganden och ge dessa inte bara en teknisk utan även en ekonomisk och etisk motivering. Om vi t. ex. inskränker de möjliga koncepten till varianter av KBS-3, så måste det motiveras med hjälp av argumentet att endast KBS-3 kan genomföras inom rimlig tid till överkomlig kostnad. Detta är i sin tur bara ett gott



argument om det är viktigt att det använda kärnbränslet deponeras inom en tämligen kort tid. Men detta bygger i huvudsak på det etiska argumentet att det är en skyldighet för de generationer som utnyttjar kärnkraften att målmedvetet arbeta för ett slutförvar för det använda kärnbränslet i ordningställs inom rimlig tid. Frågan är sedan hur stort spelrum som återstår för förutsägelser med välmotiverade sannolikhetsfördelningar. Den detaljerade genomgången av SKB:s ansats i kapitel 2 och bilaga C torde visa att detta spelrum är så litet att det är av begränsat intresse.

Det framstår därför som lämpligare att renodla underlaget och ange ett antal tekniskt rimliga scenarier som den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II skall bekosta. Men det innebär en övergång från angreppssätt (a) till angreppssätt (b). En första ansats till en konkretisering av detta angreppssätt ges i kapitel 3.



## 2 SKB:s förslag till hur den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II bör bestämmas

I detta kapitel redogörs för SKB:s förslag till hur den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II bör bestämmas och grunderna för detta förslag. En utförligare framställning ges i bilaga C.

Som framgår av kapitel 1 och bilaga A så uppvisar kraftindustrins förslag till hur kärnavfallsfrågan bör lösas en slående kontinuitet både beträffande anläggningar och tidplaner alltsedan den första KBS-rapporten 1977 t. o. m. Plan 98. De främsta förändringarna är dels övergången från upparbetning till direktdeponering fr. o. m. Plan 86 dels införandet av en inledande fas, kallad demonstrationsdeponering, i FUD-rapporten 1992. Denna kontinuitet framträder även i sättet att beräkna kostnaderna för kärnkraftens slutsteg fr. o. m. Plan 82 t. o. m. Plan 95. Som grund för beräkningarna har legat ett tänkt referensfall som varit förenligt med KBS-rapporterna och sedan 1986 med FoU- och FUD-programmen. De stora osäkerheter som med nödvändighet vidhänger ett projekt som sträcker sig till mitten av nästa århundrade hanterades genom att olika typer av påslag gjordes. I och med den senaste ändringen av finansieringslagen, som trädde i kraft den 1/1 1996, har en viss förändring inträffat beträffande finansieringen av kostnaderna för kärnkraftens slutsteg. För att trygga finansieringen av kärnkraftens slutsteg skall kraftföretagen dels betala en årlig avgift dels ställa säkerheter av två slag: den första säkerheten skall säkerställa finansieringen av kärnkraftens slutsteg för den händelse att vissa reaktorer inte kan drivas i 25 år, som är den intjänandetid som legat till grund för den årliga avgiften, och den andra säkerheten skall säkerställa finansieringen för den händelse att vissa oplanerade händelser inträffar. Tyvärr hann inte den utredning som föregick lagändringen närmare fördjupa sig i frågan om vad som borde täckas av den årliga avgiften och vad som borde täckas av säkerhet II. Denna brist framgår tydligt utifrån ett särskilt yttrande i Kärnbränslefondsutredningens betänkande (SOU 1994:107 sid. 253 f) vilket återges i bilaga E nedan. Den grundliga analys av vad som *bör* hänföras till avgiftsunderlaget och vad som bara behöver täckas av säkerhetsbeloppet som där efterlyses har tyvärr ännu inte kommit till stånd. Förarbetena till lagen ger t. ex. liten vägledning i denna fråga, och de ansvariga myndigheterna främst SKI men även KASAM har inte intagit någon bestämd ståndpunkt i fråga om detta problem. Det finns således ännu idag inte någon gemensam och välgrundad uppfattning om vad som *bör* täckas av den årliga avgiften och vad som *bör* täckas av den årliga avgiften + säkerhet II.

## 2.1 SKB:s förslag till hur den årliga avgiften bör bestämmas

### 2.1.1. Allmänna förutsättningar enligt Plan 98

**Not.** Vi har valt att utgå från Plan 98 och inte från Plan 99 eftersom tidplaneförskjutningarna mellan dessa planer, främst beträffande rivning av reaktorerna, så tydligt påvisar bristerna i SKB:s angreppssätt.

- Avgiften baseras på en trolig kostnad för att ta hand om avfallet. Den beräknade kostnaden beaktar de osäkerheter och variationer som är normala för ett projekt av detta slag.
- Avgiften skall täcka kostnaderna för att ta hand om det använda bränslet m. m. från 25 års drift av reaktorerna , för att avveckla och riva reaktorerna och för att genomföra erforderlig forskning och utveckling. Om en reaktor drivits längre än 25 år skall kostnaderna inkludera bränsle m. m. som använts t. o. m. 1999. (Detta krävs av finansieringslagen.)
- Avgiften baseras på ett basscenario som beskriver de åtgärder och anläggningar som behövs för att ta hand om det använda bränslet och riva kärnkraftverken. I basscenariot tas hänsyn till normala osäkerheter, variationer och störningar för ett projekt. Basscenariot är baserat på KBS-3 metoden. Den tidplanestrategi för den fortsatta verksamheten som anges i FUD 95 ligger till grund för basscenariot. Närmare bestämt skall följande gälla (se SKB arbetsrapport U-98-05):

Det använda bränslet lagras i ca 9 mån vid kärnkraftverken. Därefter transporteras det till CLAB där det förvaras i ca 30 år. Sedan placeras det i kapslar som deponeras i hål på ca 500 m djup i den svenska berggrunden. I en första etapp, 2015 - 2019, deponeras 400 kapslar. Efter en utvärderingsperiod så deponeras resterande kapslar mellan 2027 och 2040.

Deponeringen föregås av en platsvalsprocess som innefattar 5-10 förstudier i skilda kommuner, minst två platsundersökningar med start 2001 och en detaljundersökning med start 2008. En inkapslingsfabrik byggs i anslutning till CLAB. 400 inkapslingar av använt bränsle sker mellan 2014 och 2019. Den resterande inkapslingen (av använt bränsle och av vissa härdkomponenter) äger rum mellan 2027 och 2040. Kärnkraftverken rivs 2003 - 2017. Det långlivade avfallet förvaras i CLAB innan det inkapslas och deponeras. Rivningsavfallet deponeras i SFR 3, 2004 - 2014. Långlivat låg- och medelaktivt avfall deponeras i SFL 3 -5 eventuellt belägna i anslutning till slutförvaret för det använda kärnbränslet 2030 - 2041. CLAB och inkapslingsanläggningen rivs 2041- 2043 och det aktiva avfallet deponeras i SFL 3 - 5.

**Not.** Dessa tidsangivelser förutsätter att kärnkraftverken drivs i 25 år, dock minst t. o. m. 1999.

- Kortlivat avfall skall deponeras i SFR snarast efter att det erhålls.
- Använt bränsle mellanlagras i CLAB innan det placeras i djupförvar. Därigenom begränsas värmeutvecklingen i djupförvaret. Tiden för mellanlagring är i basscenariot ca 35 år.
- Rivning av kärnkraftverken antas påbörjas snarast möjligt efter avställning.

**Kommentar.** Den första strecksatsen utgår från följande sats på sid. 1 i Plan 98: "Härigenom kan avgiften baseras på en trolig kostnad för att ta hand om avfallet." Av kontexten framgår det att detta skall göra det lättare att fastställa en rimlig, snarare än trolig, kostnad.

Det framgår inte tydligt vad som är styrande för den tidplan som ligger till grund för de beräkningar som SKB redovisat. Tidplanen har i stora drag förblivit oförändrad sedan 1977. I ett fall, SFR 3, saknar den helt grund eftersom tidpunkten från det att en ansökan lämnats in till dess att anläggningen kan tas i drift är minst 10 år och en sådan ansökan inte inkommit än (maj 2000). I andra delar styrs den av tekniska faktorer: minsta lämplig tid för mellanlagring, förväntad tid för projektering och byggande etc. Men den övergripande tidplanen kan inte enbart bero av sådana faktorer. I Plan 98 finns det inga motiveringar för tidplanen och inte heller i FUD-program 95 som planrapporten sägs bygga på. En sådan återfinns dock i tidigare FoU-program och i *Översiktsstudie 95* där följande rader återfinns på sid. 5:

"Kärnavfallet tas om hand enligt följande principer:

- Avfallet måste isoleras på ett sådant sätt att det inte kan skada människor, djur eller natur varken idag eller i framtiden.
- Vår generation, som använder elström från kärnkraften, har ansvar för att avfallet tas om hand på ett säkert sätt.
- Att ta ansvar innebär att se till att de metoder som nu finns för förvaring av avfallet, kan prövas och genomföras i praktiken.
- Eftersom vi inte vet något om samhället i framtiden ska vi så långt som möjligt begränsa de åtgärder som krävs av kommande generationer.
- Metoderna för avfallshanteringen ska fungera på naturens villkor. Därför bygger de på naturligt förekommande material och kemiska miljöer.
- Framtidens samhälle ska ha möjlighet att återta avfallet om det så önskar.

Dessa principer har använts för att bygga upp det system för hantering av radioaktivt avfall som finns idag. De kommer också att tillämpas i planeringen och uppförandet av de återstående anläggningarna, inkapslingsanläggningen och slutförvaret av det använda kärnbränslet. Arbetet genomförs stegvis inom ramen för de lagar som etablerats i samhället för omhändertagande av avfallet."

Om dessa principer ligger till grund för SKB:s redovisning i Plan 98, så innebär det att tidplanen beträffande deponering av avfallet till stor del styrs av etiska principer i kombination med en viss tveksamhet om framtida generationers möjlighet och kompetens att ta hand om avfallet på ett lika bra eller bättre sätt än vad som planeras idag. Dessa principer ger också en god förklaring till den valda tidplanen för rivning av kärnkraftverken. Den vikt dessa principer har haft torde dock vara begränsad eftersom SKB i Plan 99 förskjuter rivningen 16 år framåt och mellan 1996 och 1998

förskjutit inkapslingsanläggningen och djupförvaret sju år framåt trots att det inte redovisas några yttre händelser som kunnat motivera så stora förändringar. Visserligen har förstudierna tagit längre tid än beräknat men det kan inte ensamt förklara en förskjutning av djupförvaret sju år framåt.

### **2.1.2 Antaganden om energiproduktion etc.**

- Drifftid 25 år, dock minst t o m 1999.
- Energiutnyttjningsfaktor 80% för såväl BWR som PWR.
- Framtida medelutbränningsgrad BWR 42 MWd/kgU.
- Framtida medelutbränningsgrad PWR 44 MWd/kgU.

**Kommentar.** Antagandet i den första strecksatsen skall enligt SKB:s angreppssätt uppfattas som en förutsägelse. Någon motivering för denna förutsägelse ges inte. Antagandet i den andra strecksatsen motsvarar kraftföretagens bästa bedömning. Bedömningens relation till driftdata diskuteras inte.

### **2.1.3 Antaganden om lokalisering.**

- Inkapslingsanläggningen placeras vid CLAB.
- Djupförvaret placeras i norra Sverige, i inlandet eller vid kusten.
- Transporterna av avfallet sker med fartyg till närmaste hamn.
- Eventuella transporter från hamnen sker med järnväg.

**Kommentar.** Antagandet i den första strecksatsen skall enligt SKB:s angreppssätt uppfattas som en förutsägelse. Någon motivering för denna förutsägelse ges inte.

## **2.1.4 Närmare beskrivning av anläggningar och system i basscenariot**

### **2.1.4.1 FUD**

SKB bedriver sedan länge ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete. En översikt av dagsläget och planerna under de närmaste åren återfinns i FUD-program 98. De i detta sammanhang viktigaste avsnitten är de som berör lokalisering och teknik.

#### *Lokalisering*

En översiktlig redogörelse avseende för- och nackdelar med en lokalisering till olika delar av Sverige ges i Leijon (1998), och en lägesredovisning av lämpliga geovetenskapliga platsvalskriterier finns i Ström et al (1998). Viktig information finns också i de publicerade förstudierapporterna från Storuman och Malå samt i de preliminära slutrapporterna från Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred.

## *Teknik*

Verksamheten är mycket omfattande och berör främst följande delar av djupförvarskonceptet: kapsel, barriär och återfyllnad, slutförvarsteknik och återtag från djupförvaret. Vidare pågår och planeras ett antal fullskaleförsök vid Äspölaboratoriet varav de viktigaste är följande: prototypförvar, provning av olika återfyllnadsmaterial, demonstration av deponeringsteknik och återtag av kapslar, långtidsprov av buffertmaterialets funktion och injekteringsteknik. En närmare beskrivning ges i avsnitt C.1 i bilaga C.

### **2.1.4.2 Transportsystem**

Det existerande transportsystemet är huvudsakligen baserat på sjötransporter och dess huvudkomponenter är fartyget M/S Sigyn, transportbehållare och transportutrustningar vid kärnkraftverk och övriga anläggningar. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av avfall.

Vid transporter används behållare som konstruerats för att uppfylla höga krav på strålskärmning och klara stora yttre påkänningar. Använt bränsle, härdkomponenter och interna delar transporteras i cylindriska transportbehållare. En sådan transportbehållare rymmer 3 ton bränsle. För transport av medelaktivt avfall till SFR används strålskärnade stålbehållare. De rymmer ca 20 m<sup>3</sup> avfall och den maximala transportvikten per behållare är 120 ton. För lågaktivt avfall från driften används standardcontainrar. Sådana kommer även att kunna användas för huvuddelen av rivningsavfallet. För närvarande omfattar systemet 10 transportbehållare för använt bränsle, 2 behållare för härdkomponenter och 27 behållare för medelaktivt avfall.

Vid lastning och lossning transporteras behållarna kortare sträckor mellan lager och fartyg med speciella terminalfordon. För närvarande används fem fordon.

I basscenariot antas det att ca 750 km sjötransporter utförs från inkapslingsanläggningen vid CLAB till en hamn för en eventuell vidare transport med järnväg till djupförvaret. Det inkapslade bränslet placeras i transportbehållare av liknande typ som används för bränslet idag. Transporter av övrigt långlivat avfall och driftavfall från CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik planeras ske i speciellt utformade transportbehållare. En närmare beskrivning av transportsystemet finns i Ekendahl och Pettersson (1998).

### **2.1.4.3 CLAB**

CLAB är placerat intill Oskarshamnsverket. Det togs i drift 1985 och har en lagringskapacitet om 5 000 ton uran. F. n. pågår en utbyggnad av CLAB som skall vara klar till årsskiftet 2003/2004. Vid årsskiftet 1998/1999 fanns bränsle motsvarande 2 990 ton uran i CLAB. I anläggningen förvaras även hårdkomponenter och interna delar som skall förvaras i djupförvaret.

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

### **2.1.4.4 Inkapslingsanläggning**

SKB:s huvudalternativ är att inkapslingen av det använda kärnbränslet och vissa hårdkomponenter skall ske i en ny anläggning som är direkt ansluten till CLAB. En beskrivning av den tänkta anläggningen ges i Gillin (1998). En kort beskrivning ges också i avsnitt C.2 i bilaga C.

### **2.1.4.5 Djupförvar**

Beskrivningar av det tänkta djupförvaret finns i de olika förstudierrapporterna och i Lönnerberg och Pettersson (1998). En kort beskrivning ges också i avsnitt C.3 i bilaga C.

### **2.1.4.6 Slutförvar för reaktoravfall, SFR**

Vid Forsmarks kärnkraftverk drivs sedan 1988 ett slutförvar för driftavfall från kärnkraftverken, 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 anslutning till SFR 1 planeras även ett slutförvar för rivningsavfall, SFR 3.

#### *SFR 1*

SFR 1 består av fyra stycken 160 m långa bergsalar samt ett 70 m högt cylindriskt bergtrum som innehåller en betongsilo. I silon placeras det avfall som innehåller huvuddelen av de radioaktiva ämnena. Vid 25 års drift av reaktorerna kommer SFR 1 att ta emot högst 60 000 m<sup>3</sup> avfall, något som innebär att en utbyggnad inte behövs eftersom kapaciteten är ca 63 000 m<sup>3</sup>. Anläggningen antas i basscenariot förslutas i början av 2010-talet. Under drift erfordras en personalstyrka om 15 man. Härtill kommer stödtjänster från Forsmarksverkets ordinarie basorganisation.

#### *SFR 3*

Rivningsavfallet från kärnkraftverken och Studsvik kommer att deponeras i SFR 3, som planeras



bestå av fem bergsalar liknande dem i SFR 1. Huvuddelen av rivningsavfallet kan transporteras i standardcontainrar som direkt placeras i bergsalarna. Mängden rivningsavfall kommer att uppgå till ca 140 000 m<sup>3</sup>.

#### **2.1.4.7 Rivning av kärnkraftverk**

I Rivningsstudie 94 med underlagsrapporter ges en redogörelse för möjlig teknik att använda vid rivningen av kärnkraftverken och de resulterande kostnaderna. Vid kostnadsberäkningen har rivningsarbetet delats upp i följande delområden:

- Avställnings- och servicedrift
- Systemrivning av BWR respektive PWR
- Byggnadsrivning och återställning.

##### *Avställnings- och servicedrift*

Denna delas in i tre perioder:

1. Perioden från det att reaktorn tagits ur drift till dess att allt bränsle borttransporteras
2. Perioden från det att bränslet är borttransporterat tills systemrivningen är avslutad
3. Perioden från det att systemrivningen är avslutad tills rivningen av aktiva byggnadsdelar är avslutad.

En beräkning av kostnaderna för avställnings - servicedriften finns i Walin och Wikström (1994). De har utgått från Ringhals driftorganisation och gjort detaljerade personaluppskattningar för detta verk för perioderna 1 och 2 ovan. Utifrån dessa har sedan personalbehovet vid de övriga verken uppskattas. En viktig slutsats av deras arbete är att kostnaderna för period 1 vid en successiv avställning av blocken är ca 2/3 av kostnaden vid en samtidig avställning.

##### *Systemrivning*

För systemrivning finns två studier: en för Oskarshamn 3 utförd av ABB Atom och en för Ringhals utförd av Mats Johansson vid Ringhalsverket, se Johansson (1993). Av dessa har vi bara haft tillgång till den senare. Enligt den kan rivningen delas upp i nio delprojekt. För varje delprojekt finns det uppskattningar av resursåtgång i form av manår och av avfallsmängder. Hanteringen av detta avfall behandlas i en separat studie, Persson (1992).

Omhändertagande av reaktortanken behandlas inte i ovanstående studier utan har behandlats separat. För detta moment finns det två möjligheter: hela tanken lyfts ut och deponeras eller så sönderdelas tanken på plats. Heltanksalternativet har behandlats i två studier: en grundläggande studie av Forsmark 1 och en kompletterande studie av Ringhals 1 och 3, Stenberg (1993). Av dessa har vi bara haft tillgång till den senare. Den utgår från att reaktorerna drivits i 40 år och varit avställda i fem år innan rivningen inleds. Ett lyft av tankarna (utan interna delar) ger enligt

Ringhalsstudien upphov till något högre doser än för Forsmark 1. Kostnaden beräknas till 20 MSEK per block och baseras på utländska erfarenheter och ånggeneratorbytet i Ringhals 2. Sönderdelning av reaktortankar har behandlats i en separat studie.

Enligt Rivningsstudie 94 kostar detta alternativ ca 52 MSEK per block.

### *Byggnadsrivning och återställning*

Detta moment beskrivs i Bäcklund och Pettersson (1993) som är en uppdatering av SKB AR 86-02 från november 1985. I studien beskrivs olika möjliga metoder för byggnadsrivning och en redogörelse av ett sannolikt rivningsförlopp avseende Barsebäck 2. Den senare studien är utförd av Svenska Rivningsteknik AB som medverkat vid rivningen av R1 reaktorn vid KTH. Enligt den studien beräknas en byggnadsrivning kunna ske inom tre år. Kostnaden uppskattas till 125 MSEK (prisnivå januari 1992).

Rivningsstudie 94 innehåller även ett kort avsnitt om rivning av reaktorerna 40 år efter avställning. Kostnaden för själva rivningsarbetet bedöms inte minska i någon större utsträckning eftersom samma arbetsmetoder kommer att tillämpas även efter 40 års väntetid.

SKI har låtit NAC International granska SKB:s rivningsstudie, se SKI Report 95:65. NAC anför synpunkter inom följande områden:

#### (i) Dekontaminering

Upp till 200 manår kan behövas för dekontaminering av en reaktor i stället för ansatta 10 manår.

#### (ii) Löner

Kostnaden per manår bör sättas till 683 000:- istället för 557 000:-.

#### (iii) Omhändertagande av reaktortanken

Kostnaden bör ligga i intervallet 1 392 - 1 536 MSEK istället för SKB:s värde 616 MSEK för samtliga reaktorer.

## **2.1.5 Beräkningsmetod**

SKB har valt att beräkna kostnaderna genom att först beräkna dem för ett tänkt referensfall, se avsnitt C.4 i bilaga C, och därefter beakta en del av de osäkerheter som naturligtvis är förknippade med ett projekt av denna karaktär. Vid behandlingen av osäkerheter har man inspirerats av en ansats för att beräkna kostnaderna för nära förestående projekt som utvecklats av Steen Lichtenberg och modifierat den på ett sätt som man ansett ändamålsenligt.

Lichtenbergs metod beskrivs i Lichtenberg (1990) och i Lichtenberg (2000) som skiljer sig åt i viktiga avseenden. I det tidigare verket förespråkar Lichtenberg att det framtida projektet delas

upp i ett antal, säg 25 – 45, ungefär lika stora delar och att man specificerar de osäkerheter som vidlåder projektet. För varje del beräknas kostnaden genom att en grupp söker uppskatta den maximala, den minimala och den mest sannolika kostnaden. Vid uppskattningarna är det viktigt att extremvärdena beräknas först. Annars är risken för en låsning uppenbara. Ur värdena ovan kan man härleda en triangelfördelning oavsett om t. ex. maximum uppfattas absolut eller som att det innehålls med en viss sannolikhet, säg 95%. Lichtenberg föredrar dock att istället använda Erlangfördelningar. Han ger dock inga anvisningar för hur lämpliga sådana skall konstrueras. Kostnaden för hela projektet blir till slut en stokastisk variabel som är summan av kostnaderna för delarna. Eftersom kostnaderna för delarna uppfattas som oberoende stokastiska variabler, så är det lätt att beräkna medelvärde och varians för summan. Vidare är delarna nästan lika stora och deras fördelningar har ungefär samma medelvärde och varians. Därför är summan nästan normalfördelad. Lichtenberg (2000) skiljer sig från Lichtenberg (1990) bl. a. i det avseendet att det inte är klart i det senare verket att extremvärdena skall bestämmas före det mest sannolika värdet. I båda verken betonas dock att det är legitimt att i grupp bestämma sannolikhetsfördelningar rent subjektivt oavsett tillgängligt underlag.

**Kommentar.** Lichtenberg förtiger helt hur de ansatta fördelningarna skall förhålla sig till det tillgängliga underlaget. Därmed är grunden för bygget mycket bräcklig. Vidare torde stokastiskt oberoende vara svårvisat i praktiken. Därmed försvinner enkelheten.

I likhet med Lichtenberg har SKB delat upp hela slutförvarsprojektet i ett antal kalkylposter (36 st. , se bilaga C). Dessa uppfattas som oberoende stokastiska variabler. För var och en av dessa har en eller flera fördelningsfunktioner angivits. De angivna fördelningsfunktionerna anger bara kostnadsfördelningen givet en viss kalkylränta. Inga underliggande fysiska fördelningar anges. Det bör också noteras att SKB vid konstruktionen av fördelningsfunktionerna utgår från det mest sannolika värdet och inte först söker uppskatta extremvärdena. Ett alternativt förfaringsätt torde i praktiken ha varit omöjligt eftersom SKB har räknat på ett referensfall ända sedan 1982. Vid konstruktionen av fördelningsfunktionerna har vidare bara vissa osäkerheter som vidlåder ett kalkylobjekt beaktats. Andra osäkerheter, närmare bestämt sådana som påverkar flera kalkylobjekt, har brutits ut och behandlats separat med benämningen variationer, se bilaga C. Resultatet av SKB:s förfaringsätt är att underlaget för att beräkna den årliga avgiften har fått en struktur som är logiskt otydlig och matematiskt ogenomskinlig:

- förutsättningarna är inte tydligt angivna,
- de flesta fördelningar saknar motiveringar eller är rent hypotetiska, och
- det finns ingen tydlig formell härledning av den fördelningsfunktion som den valda ansatsen sägs resultera i.

Dessutom saknas en ordentlig diskussion om vilka förutsättningar som bör gälla, vilka osäkerheter som bör beaktas och hur dessa bäst behandlas givet den kunskap vi har idag. För en utförligare diskussion hänvisas till bilaga C.

## **2.2 Underlag för säkerhetsbelopp II**

Underlaget för säkerhetsbelopp II är väsentligen en utvidgning av underlaget för att fastställa den årliga avgiften. Utvidgningen består i ett tillägg av ett antal variationer vilka behandlas med samma teknik som variationerna vid fastställandet av den årliga avgiften. Dock saknas det i SKB:s underlag en argumentering för det presenterade urvalet av variationer, vilka beskrivs närmare i bilaga C där det också återfinns en diskussion av rimligheten i de ansatta fördelningarna.

## **3 Alkestis förslag till hur den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II bör bestämmas**

Efter genomgången i föregående kapitel och i bilaga C av SKB:s underlag för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II, så kan det vara lämpligt att övergå till en diskussion av hur en alternativ ansats bör konkretiseras d. v. s. generera ett underlag med vars hjälp den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II kan beräknas med någon precision. Diskussionen kommer därvid inte att vara förutsättningslös utan helt inriktad på de krav som bör ställas på ett sådant underlag. Viktiga utgångspunkter är härvid att kraven bör stå i samklang med de uttalanden som myndigheterna gjort i samband med FUD granskningarna och med det särskilda yttrandet i Kärnbränslefondsutredningens slutbetänkande, se bilaga E.

### **3.1 Anläggningar och aktiviteter som skall täckas av årsavgiften och av säkerhetsbelopp II**

Först och främst bör naturligtvis villkoren i finansieringslagen uppfyllas. Det framgår dock av de relevanta avsnitten i kapitel 1 och bilaga A att finansieringslagen med förarbeten inte ger särskilt precisa anvisningar om vad som skall täckas av den årliga avgiften och av säkerhetsbelopp II. Om man utgår från den praxis som har varit rådande sedan 1982, så förefaller det dock rimligt att utgå från att det i första hand är ett förverkligande av KBS-projektet samt en rivning av de befintliga reaktorerna som skall täckas av årsavgiften och säkerhetsbelopp II.

De främsta argumenten för detta är att KBS-projektet anses tillräckligt lovande både beträffande säkerhet och möjligheter till genomförande för att vara huvudalternativet för ett slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet. Det finns dock fortfarande osäkerheter beträffande vissa barriärer som kan leda till att konceptet måste överges av säkerhetsskäl: SKB måste visa att det går att framställa kopparkapslar som uppfyller de krav som kommer att ställas och att bentonitbufferten fungerar på ett sätt som kan godtagas. Tillräcklig kunskap om detta kommer vi förmodligen inte att ha förrän tidigast ca 2020. Det är alltså möjligt att KBS-projektet måste överges av säkerhetsskäl på ett tämligen sent stadium. Något underlag för att ange hur troligt detta är finns tyvärr inte idag. Om KBS-projektet måste överges av säkerhetsskäl, så är det svårt att idag ange vad som kommer att ersätta det. Denna möjlighet kan därför knappast ingå i underlaget för årsavgiften och säkerhetsbelopp II utan får finansieras på annat sätt.

Reaktorägarnas ansvar i enlighet med § 10 i kärntekniklagen kvarstår dock naturligtvis i ett sådant fall.

En annan viktig utgångspunkt för ett närmare bestämmande av avgift och säkerhetsbelopp II är att SKI har godtagit de etiska principer ( se t. ex. SKI Rapport 99:18 sid. 6) som utgör grunden för KBS-projektet inklusive nuvarande tidplan samt provdeponering av 400 kapslar följd av en utvärderingsperiod om 10 år:

- Ansvaret för omhändertagandet av kärnavfall och använt kärnbränsle bör inte lämnas till framtida generationer. I detta ligger inte bara att nu ta det ekonomiska ansvaret utan att också rent praktiskt genomföra de åtgärder som behövs för en säker slutförvaring.
- Omhändertagandet bör utformas så att en säker slutförvaring kan ske utan att övervakning efter förslutning av ett slutförvar är nödvändig.
- Slutförvaring skall ske så att man inte onödigtvis försvårar för kommande generationer att vidta åtgärder t ex att övervaka eller förbättra förvaret.

Dessa principer bör också rimligtvis utgöra grund för en i detta sammanhang lämplig tidplan för rivning av de befintliga reaktorerna. En sådan bör alltså primärt förutsättas ske så snart det är rimligt med hänsyn till strålningsriskerna för personalen och de ekonomiska kostnaderna. Ett datum "post quem" bestäms av att en anläggning för att ta emot rivningsavfallet måste vara byggd och licensierad.

En annan viktig utgångspunkt för beräkningarna är antaganden om förväntad drifttid för reaktorerna. Om man utgår från förarbetena till den senaste ändringen av finansieringslagen och de senaste riksdagsbesluten om energifrågor, så är det rimligast att utgå från att alla reaktorer utom Barsebäck 1 drivs i 25 år dock minst t. o. m. år 2000. Det är också rimligt att utgå från att reaktorinnehavarna får stå för den projektrisk som följer av en eventuellt alltför optimistisk tidplan i KBS-projektet. Mer konkret innebär det att avgift + säkerhetsbelopp II bör täcka ett återtagande och ny deponering efter provdeponeringen, en deponering i två plan och en förlängd mellanlagring efter olika steg: förundersökningar, platsundersökningar, detaljundersökning och provdeponering med utvärdering.

Vidare måste man göra vissa antaganden om samhällets utveckling under de närmaste 60 åren: institutioner, levnadsstandard och teknik. Vi har i stort valt att utgå från att dagens samhälle kommer att bestå och att avfallshantering och rivning i stort sett kommer att ske med dagens teknik. Detta innebär t. ex. att det i den mer detaljerade framställningen nedan måste finnas tämligen precisa skäl för varje besparing som kan hänföras till teknikutveckling. Detta antagande om samhället kan knappast anses rimligt. Vi vill dock hävda att det är det bästa i det aktuella sammanhanget. Vår förmåga att förutsäga samhällets utveckling under de närmaste 50-60 åren är alldeles för dålig för att ligga till grund för ett beslut om avgift + säkerhetsbelopp II år 1999. Detta leder naturligt över till ett allmänt krav på begriplighet: (i) underlaget skall vara så tydligt

och väldokumenterat som möjligt samt bygga på dagens kunskap och (ii) steget från underlag till avgift + säkerhetsbelopp II skall kunna följas av utomstående.

Slutligen måste de realränteantaganden som görs motiveras på ett mycket konkretare sätt än som varit fallet hittills. Den realränta som använts de senaste åren har uteslutande baserats på KPI. Det är dock inte klart att detta är lämpligt för alla delar av programmet för kärnkraftens slutsteg eftersom så stora delar av kostnaderna för rivning och deponering utgörs av lönekostnader och det inte är helt lätt att se hur ökade lönekostnader i detta sammanhang skall kunna kompenseras av ökad produktivitet om man inte förutsätter en ospecificerad teknikutveckling. En närmare behandling av realränteproblemet ligger dock tyvärr utanför ramen för föreliggande arbete. Redan nu bör man dock överväga att lägga in en buffert i säkerhetsbelopp II som skydd mot en ofördelaktig real kostnadsutveckling.

### **3.1.1 Konkret förslag**

Allmän förutsättning: alla reaktorer utom Barsebäck 1 drivs i 25 år dock minst t o m år 2000.

Dagens samhälle består: institutioner, levnadsstandard och tekniknivå.

Den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II skall täcka ett slutförande av KBS-projektet samt en rivning av de existerande reaktorerna. Dessutom skall en förlängd mellanlagring täckas av avgift + säkerhetsbelopp II.

A. Den årliga avgiften skall täcka följande:

a. Förundersökningar: Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp, Hultsfred och Älvkarleby.

b. Minst två platsundersökningar med start 2002.

c. En detaljundersökning med start 2008.

d. En deponering av det använda kärnbränslet på 500 m djup vid någon av platserna under a.

Tidplan: provdeponering 2015 - 2019, utvärdering 2019 - 2027, reguljär deponering 2027 - 2040, förslutning ca 2050.

e. En tillverkning av ca 3 000 kapslar enligt FUD- program 98.

f. En inkapsling av det använda bränslet. Tidplan: 400 kapslar mellan 2014 - 2018, 2 600 kapslar mellan 2027 - 2040.

g. Rivning av kärnkraftverken enligt Plan 98, 2003 - 2017.

h. Deponering av rivningsavfallet i SFR 3 enligt Plan 98, 2004 - 2014.

i. Deponering av långlivat låg- och medelaktivt avfall i SFL 3 -5, 2030 - 2041.

j. Rivning av CLAB och inkapslingsanläggningen och deponering av det aktiva avfallet i anslutning till förvaret för använt bränsle.

k. Erforderlig administration samt FUD-verksamhet.

l. Vissa projektrisker: problem och fördyringar vid kapseltillverkning, inkapsling, transporter , deponering och rivning.

B. Den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II skall täcka åtgärderna under A samt ett återtag efter provdeponering omedelbart följt av en ny deponering. Dessutom skall en deponering i två plan och en ofördelaktig kostnadsutveckling täckas av årsavgiften + säkerhetsbelopp II. Närmare bestämt skall följande täckas:

a. Förundersökningar: Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp, Hultsfred och Älvkarleby.

b. Minst två platsundersökningar med start 2002.

c. En detaljundersökning med start 2008.

d. En provdeponering av det använda kärnbränslet på 500 m djup vid någon av platserna under a. Tidplan: provdeponering 2015 - 2019, utvärdering 2019 - 2027.

d'. Ett återtagande och förvar av 400 kapslar följt av deponering på en ny plats i en ny kommun.

Tidplan: återtagande 2027 - 2031, detaljundersökning 2031 - 2038, provdeponering 2038 - 2042, utvärdering 2042 - 2050, reguljär deponering 2050 - 2063, förslutning 2073.

Fall 1. Slutförvar i ett plan, djup 500 m.

Fall 2 Slutförvar i två plan, djup 500 m resp. 600 m.

e. En tillverkning av ca 3 000 kapslar enligt FUD- program 98.

f. En inkapsling av det använda bränslet. Tidplan: 400 kapslar mellan 2014 - 2018, 2 600 kapslar mellan 2050 - 2063.

g. Rivning av kärnkraftverken enligt Plan 98, 2003 - 2017.

h. Deponering av rivningsavfallet i SFR 3 enligt Plan 98, 2004 - 2014.

i. Deponering av långlivat låg- och medelaktivt avfall i SFL 3 -5.

j. Rivning av CLAB och inkapslingsanläggningen och deponering av det aktiva avfallet i anslutning till förvaret för använt bränsle.

k. Erforderlig administration samt FUD-verksamhet.

l. Vissa projektrisker: problem och fördyringar vid kapseltillverkning, inkapsling, transporter , deponering och rivning.

m. Ökade kostnader i förhållande till antagen real avkastning på fondbehållningen.

C. Den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II skall täcka åtgärderna under A samt ett återtag efter provdeponering följt av förlängd mellanlagring och en ny deponering. Dessutom skall en deponering i två plan och en ofördelaktig kostnadsutveckling täckas av årsavgiften + säkerhetsbelopp II. Närmare bestämt skall följande täckas:

a. Förundersökningar: Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp, Hultsfred och Älvkarleby.

b. Minst två platsundersökningar med start 2002.

c. En detaljundersökning med start 2008.



- d. En provdeponering av det använda kärnbränslet på 500 m djup vid någon av platserna under a. Tidplan: provdeponering 2015 - 2019, utvärdering 2019 - 2027.
- d'. Ett återtagande och förvar av 400 kapslar följt av mellanlagring och deponering på en ny plats i en ny kommun.
- Tidplan: återtagande 2027 - 2031, detaljundersökning 2045 - 2052, provdeponering 2052 - 2056, utvärdering 2056 - 2064, reguljär deponering 2064 - 2078, förslutning 2088.
- Fall 1. Slutförvar i ett plan, djup 500 m.
- Fall 2 Slutförvar i två plan, djup 500 m resp. 600 m.
- e. En tillverkning av ca 3 000 kapslar enligt FUD- program 98.
- f. En inkapsling av det använda bränslet. Tidplan: 400 kapslar mellan 2014 - 2018, 2 600 kapslar mellan 2064 - 2078.
- g. Rivning av kärnkraftverken enligt Plan 98, 2003 - 2017.
- h. Deponering av rivningsavfallet i SFR 3 enligt Plan 98, 2004 - 2014.
- i. Deponering av långlivat låg- och medelaktivt avfall i SFL 3 -5.
- j. Rivning av CLAB och inkapslingsanläggningen och deponering av det aktiva avfallet i anslutning till förvaret för använt bränsle.
- k. Erforderlig administration samt FUD-verksamhet.
- l. Vissa projektrisker: problem och fördringar vid kapseltillverkning, inkapsling, transporter , deponering och rivning.
- m. Ökade kostnader i förhållande till antagen real avkastning på fondbehållningen.

### **3.1.2 Kommentarer och kompletteringar**

#### *Allmänt*

Listorna ovan är framtagna efter diskussioner med SKI. Fördelen med att ange listor liknande A, B och C ovan är att det blir klart vad årsavgiften respektive årsavgiften + säkerhetsbelopp II skall bekosta. Detta torde i sin tur leda till ett ökat förtroende för avgiftssystemet. De borde kanske kompletteras med ett antagande om en längre torr mellanlagring efter ett återtagande av kapslar. Vidare bör man kanske diskutera om inte årsavgiften + säkerhetsbelopp II skall kunna täcka en reguljär deponering av ca 400 kapslar/år. Scenario A ovan skiljer sig från basscenariot i Plan 98 i två avseenden: (i) scenario A skall inte till skillnad från basscenariot i Plan 98 uppfattas som en stokastisk variabel. Av skäl som framförts ovan, så anser vi helt enkelt att ett probabilistiskt angreppssätt är olämpligt i detta sammanhang. (ii) Slutförvaret förutsätts placeras i en av förstudiekommunerna till skillnad från basscenariot i Plan 98 som utgår från en förläggning av djupförvaret i Norrlands inland.

### *Tidplaner*

Tidplanen följer den i Plan 98 som förutsätts tekniskt möjlig. Den kanske bör modifieras i fråga om SFR 3. Tidplanen skall användas så att man i fortsättningen gör minsta lämpliga förändringar i den allt eftersom åren går. Fördelarna med ett sådant förfaringssätt är att årsavgift och säkerhetsbelopp kan hållas på en konstant nivå om inte viktiga yttre händelser inträffar. Exempel på sådana yttre händelser är klara politiska signaler beträffande Sveriges framtida elförsörjning och kärnkraftens plats i den.

### *Elproduktion och bränslemängd*

Utnyttjningsfaktorerna är 76% för såväl BWR som för PWR. Denna siffra utgör medelvärdet för åren 1988 - 1998, se Eriksson (1999, sid. 19).

Framtida utbränningsgrad: samma som i SKB:s referensfall.

### *Lokalisering*

Inkapslingsanläggningen förläggs i anslutning till CLAB.

### *Kapsel*

Tillåten max temperatur på kapselytan vid deponering är 80°C.

### *Buffertmaterial*

MX-80 bentonit med hög vattenmättnadsgrad i enlighet med långtidsproven i Äspölaboratoriet.

### *Förslutningsmaterial*

Krossmaterial bestående av 30% benonit och 70% bergkross i enlighet med proven i Äspölaboratoriet och de förväntade högre salthalterna vid ett kustnära djupförvar, se Leijon (1998).

### *Konsekvenser för kostnaderna*

#### I. Den årliga avgiften

Om man utgår från scenario A ovan vid beräkningen av den årliga avgiften, så ändras förutsättningarna i förhållande till SKB:s referensfall främst i fråga om transporter och djupförvaret. Beträffande djupförvaret, så måste man överväga om man för enkelhets skull skall behålla en generisk beskrivning av ovanjordsdelen och nedfartsrampen eller om man skall utgå från de preliminära beskrivningar som finns i förstudierapporterna. Det som talar för att man tills vidare behåller en generisk beskrivning är att alla förstudier inte är avslutade och att platsundersökningarna är tämligen nära förestående. Man bör därför vänta med mer realistiska beskrivningar tills beslut om platsundersökningar har fattats. Beträffande underjordsdelen, så innebär en förläggning av djupförvaret till en av förstudiekommunerna istället för i Norrlands inland en högre initialtemperatur i berget jämfört med SKB:s referensfall. Den högre bergtemperaturen kommer att leda till att avståndet mellan kapslarna ökar från 6 m till ca 6,5 m. I

fråga om transporter, så innebär en förläggning av djupförvaret till en av förstudiekommunerna att avstånden för sjötransporter ändras i förhållande till SKB:s referensfall. Beträffande landtransporterna så kanske man dock bör behålla de generiska kraven tills beslut om platsundersökningar har fattats.

Den fråga som förmodligen framstår som viktigast är hur man bör hantera projektrisker: skall den årliga avgiften täcka en långsammare inkapslings - och deponeringstakt med oförändrad arbetsstyrka eller skall detta föras över till säkerhetsbelopp II? Skall vissa valutarisker täckas av årsavgiften eller skall dessa också föras till säkerhetsbelopp II?

## II. Säkerhetsbelopp II

Förslag till projektrisker som skall täckas av säkerhetsbelopp II.

### a. Allmänt

(i) Valutarisker: det lägsta värdet av 1SEK/1USD under perioden 1992 - 1999 bör användas.

(ii) Konjunktur: ett lämpligt påslag för att investeringarna i inkapslingsanläggning och djupförvar kan komma att ske under en ofördelaktig konjunktur bör göras.

(iii) Realränta: Tills vidare bör KBS-3 index och inte KPI användas.

### b. Deponering:

(i) Deponeringstakt: 175 kapslar per år i stället för planerade 200 per år.

Möjlig orsak: längre avstånd mellan ovanjordssdelen och underjordssdelen i djupförvaret.

(ii) Deponering av kapsel och bentonitbuffert i ett paket .

(iii) 20% längre transporttunnlar än i referensfallet

Möjlig orsak: Fler svaghetszoner än beräknat, se Palmqvist et al (1999).

(iv) 20% fler deponeringshål än i referensfallet.

Möjlig orsak: problem med vattenflödet i deponeringshålen.

(v) Fräsning av deponeringstunnlarna med TBM, cirkulärt tvärsnitt.

### c. Inkapsling

Inkapslingstakt: 175 kapslar per år, se Andersson et al (1998).

### d. Rivning

Ökade kostnader för avställningsdrift.



## 4 Slutsatser och rekommendationer

I detta kapitel redovisar vi våra slutsatser beträffande vilka metoder eller ansatser som är lämpliga att använda för att generera ett underlag för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II. Dessutom anger vi några punkter som bör utredas närmare.

### 4.1 En obetingad probabilistisk ansats

En obetingad probabilistisk ansats för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II förutsätter att reaktorinnehavarna redovisar ett för myndigheterna och regeringen acceptabelt utfallsrum i form av en förteckning över vilka aktiviteter som kan äga rum inom detta område och vilka byggnader som komma att uppföras. Vidare måste detta utfallsrum kunna motiveras utifrån en ren förutsägelse av vilka aktiviteter som kan komma att äga rum inom detta område under det närmaste seklet. I princip är det inte svårt att ange ett sådant utfallsrum: det gäller bara att för varje år ange vilka aktiviteter och anläggningar som kan finnas det året. Därefter kan man söka ansätta och motivera sannolikheter. Men ett sådant förfaringsätt skulle knappast harmoniera väl med den syn på beslutsprocessen som SKI gett uttryck för vid den senaste FUD-granskningen eftersom det omfattar bedömningar av vilka beslut som reaktorinnehavarna, myndigheter och regeringen kommer att fatta i framtiden. En obetingad probabilistisk ansats är därför mindre lämplig att använda för att fastställa den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II.

### 4.2 En betingad probabilistisk ansats

Vid en betingad probabilistisk ansats antar man att vissa förhållanden kommer att gälla och företar därefter betingade gissningar om andra förhållanden. En sådan ansats är fullt möjlig att använda för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II. På grund av vad som anförts i avsnitt 4.1 ovan måste man dock göra tämligen omfattande antaganden. För att beräkna den årliga avgiften kan det t. ex. vara lämpligt att antaga att KBS-3 konceptet kommer realiseras i stort sett enligt referensfallet och att eventuella tidsförskjutningar enbart orsakas av tekniska problem. Vidare kan det vara lämpligt att fixera layout av slutförvar och inkapslingsanläggning. Om man gör sådana antaganden, så återstår det ett tämligen begränsat utrymme för gissningar. Vidare måste grunden för de gissningar som kan bli aktuella anges noggrant, så att prognosvärdet av gissningarna kan bedömas av myndigheterna. Efter vår genomgång av underlaget för SKB:s sannolikhetsuppskattningar är vi något pessimistiska angående möjligheterna att med rimlig ansträngning ange tillfredställande underlag i de kostnadsmässigt viktigaste fallen. Därför har vi svårt att i nuvarande läge rekommendera att en betingad probabilistisk ansats används som underlag för den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II.

### 4.3 En icke-probabilistisk etikbaserad ansats

Vid en icke-probabilistisk etikbaserad ansats för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II anger man tämligen detaljerat vilka aktiviteter och anläggningar som skall täckas av den årliga avgiften respektive av den årliga avgiften + säkerhetsbelopp II. Vidare är grunden för de ansatta tidsschemana i huvudsak etisk. Det främsta argumentet för att använda t. ex. den etikbaserade ansats som beskrivs i kapitel 3 är att den harmonierar bättre med finansieringslagen och den praxis som har förelegat sedan 1982 än de probabilistiska ansatserna. Vidare är den mycket tydlig och tillåter en enkel modifiering i händelse av förskjutningar i avfallsprogrammet. Slutligen kan eventuella fel korrigeras eftersom beräkningarna görs om varje år. I dagsläget syns det därför inte finnas något riktigt gott skäl att avvisa en sådan ansats.

### 4.4. SKB:s probabilistiska ansats

Vid vår utvärdering av SKB:s metod för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II har vi haft stora svårigheter att klassificera den efter gängse kriterier. Den metod som SKB utgått ifrån, Steen Lichtenbergs metod för successiv kalkylering, är tänkt att användas vid en obetingad probabilistisk ansats. Det är dock inte rimligt att uppfatta SKB:s metod och användningen av den som obetingad probabilistisk: en sådan ansats har en helt annan struktur och innehåller helt andra motiveringar än de som återfinns i SKB:s underlag. Vid en obetingad probabilistisk ansats finns det t. ex. ingen plats för ett referensfall av det slag som återfinns i Plan 98. Det är också mycket svårt att se hur SKB:s metod skall kunna uppfattas som betingat probabilistisk. Det finns nämligen i SKB:s underlag ingen tydligt identifierbar mängd av antaganden utifrån vilken det går att bedöma de ansatta fördelningarna. Det går t. ex. inte att uppfatta SKB:s ansats som betingat av det angivna referensfallet. Möjligen kan det tänkas att SKB avsett att som antagande inkludera de fördelningar som vi tolkat som hypotetiska, se avsnitt 4.4.1.1 och 4.4.2.1 nedan. Ett sådant förfarande är naturligtvis möjligt men knappast lämpligt om inte de antagna fördelningarna kan motiveras på ett tillfredsställande sätt. Enligt vår uppfattning utgör denna avsaknad av en tydlig logisk struktur i SKB:s metod den allvarligaste bristen i den. En bedömning av en tillämpning av en probabilistisk ansats förutsätter nämligen att ansatsens struktur är tydlig. Andra viktiga brister i SKB:s underlag är följande:

- SKB har valt att hantera osäkerheter genom att ange sannolikhetsfördelningar över kostnader. De underliggande fysiska fördelningarna redovisas inte. Ett underlag för de ansatta fördelningarna saknas i stor utsträckning och det är vidare oklart hur en fördelning skulle kunna motiveras i dessa fall.

- Ett underlag för de ansatta kostnadsintervallen saknas. Det är inte klart hur kostnadsintervallen för de olika kalkylobjekten beror av antaganden om mantimmar, lönenivåer etc.

Ett mer specificerat omdöme om SKB:s behandling av osäkerheter återfinns i avsnitten 4.4.1 och 4.4.2 nedan.

#### **4.4.1 SKB:s behandling av osäkerheter i underlaget för att bestämma den årliga avgiften**

##### **4.4.1.1 Sammanfattande omdöme om behandlingen av variationerna i grupp 1 - 6.**

a. För en del variationer är fördelningarna hypotetiskt ansatta och bör därför, enligt vår uppfattning, inte ingå i underlaget för beräkningar av den årliga avgiften. Detta gäller fördelningarna i variationerna 3.5/1, 3.6, 3.7, 3.8, 4.2/1 och 5.2

b. Underlag saknas för fördelningarna i följande variationer: 6.1, 6.2/1, 6.3, 6.7, 6.8 och 6.9.

Fördelningar utan underlag bör inte ingå i underlaget för den årliga avgiften. En jämförelse mellan ansatta fördelningar reser också andra frågor beträffande relevansen vid aktuellt förfarande, se tabellerna D.1 och D.2 i bilaga D. Exempelvis är spridningen för 6.2/1 (valutakurser, som får anses vara förknippad med stor osäkerhet) densamma som den i kalkylobjekt 11, driften av CLAB givet tidplanen i referensfallet, som borde kunna preciseras med ganska stor säkerhet.

c. Följande fördelningar kan med vissa reservationer, se ovan, anses vara tillräckligt väl motiverade för att kunna användas i underlaget för att fastställa den årliga avgiften: var. 1.1, 3.2, 3.3 och 3.4. Effekten av dessa variationer är tämligen måttlig, se tabellerna D.4 - D.7 i bilaga D, och kan knappast ensam motivera en probabilistisk ansats. En sådan medför ju en ökning av komplexiteten.

##### **4.4.1.2 Omdöme om variationerna i grupp 7**

SKB har delat upp hela programmet för kärnkraftens restprodukter i 36 kalkylobjekt, se tabell D.2 i bilaga D. För vart och ett av dessa har man angett en fördelning på liknande sätt som för variationerna i grupp 1-6. Endast kostnadsfördelningar anges. Motiveringarna för de underliggande ospecificerade fysiska fördelningarna är mycket sparsamma, väsentligen följande:

- Rivning kvv - avställningsdrift resp. servicedrift: Variationer i personalstyrka.

- Rivning kkv - system- och byggrivning: Reduktion genom att s. k. repetitionseffekter beaktas. Kostnadsökning genom uppräknig av svårighetsgraden att hantera de aktiva delarna, såväl systemdelar som betong.
- Inkapslingsanläggning - investering: Variationer i byggnadsvolym och varierande komplexitet i processen.
- Inkapslingsanläggning - kapslar: Generell prisvariation p. g. a. osäkerheter i bl. a. tillverkningsprocessen.
- Djupförvar yttre anläggningar - investering: Variationer i omfattningen av utbyggnad av hamn och järnväg. Det senare avser kostnadsnivån (t. ex. antal broar).
- Djupförvar allmänna delar - investering: Dominerande är variationer i volymbehov, utförandestandard, etc.

Någon egentlig möjlighet att bedöma rimligheten i de ansatta fördelningarna föreligger inte.

#### **4.4.1.3 Konklusion**

Underlaget som redovisats, och som ligger till grund för beräkning av den årliga avgiften, omfattar ett antal fördelningar som till stor del saknar motivering. Dessutom används fördelningar med liten spridning för variationer där kunskapen rimligtvis är relativt dålig, t. ex. framtida valutakurser. Konstruktionen av den slutliga fördelningen utifrån de primära fördelningarna, d. v. s. de som beskrivits ovan, är dessutom mycket svår att förstå och kanske t. o. m. felaktig. Det senare kan illustreras genom följande specialfall. Betrakta variationerna 1.1 och 6.9 i kombination med kalkylobjekt 26. Det korrekta tillvägagångssättet är att utgå från 1.1 och konstruera en ny fördelning över påslag i % för kalkylobjekt 26 och att därefter applicera en av de underliggande fördelningarna till 6.9 (påslagsfördelning i %) för att konstruera en ny fördelning i % för kalkylobjekt 26. I underlaget finns inget som antyder att ett sådant förfarande använts.

### **4.4.2 SKB:s behandling av osäkerheter i underlaget för att bestämma säkerhetsbelopp II**

#### **4.4.2.1 Sammanfattande omdöme om behandlingen av de nya variationerna i grupp 1 - 6.**

a. Fördelningarna i följande variationer torde vara rent hypotetiska: 2.1, 3.1, 4.1, 4.2/2, 4.3, 5.1, 5.3, 5.4, 5.5 och 5.6.

Hypotetiska fördelningar bör inte ingå i underlaget för säkerhetsbelopp II.

b. Underlag saknas för fördelningarna i följande variationer: 1.2, 3.5/2, 6.2/2, 6.4, 6.5 och 6.6.



Fördelningar utan underlag bör inte ingå i underlaget för säkerhetsbelopp II.

c. För följande fördelningar är statusen osäker: 2.2 och 2.3.

## **4.5 Rekommendationer**

- SKI bör verka för att underlaget för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II baseras på en tydligt definierad metod. I dagsläget framstår en icke-probabilistisk etikbaserad metod som lämpligast i detta sammanhang. Det kan dock inte uteslutas att en betingad probabilistisk metod kan vara lika lämplig eller ännu lämpligare. En sådan metod förutsätter dock ett tämligen omfattande arbete av ett slag som vi har ringa erfarenhet av i Sverige.
- SKI bör verka för att den valda metoden tillämpas på ett sådant sätt att det är möjligt att granska resultatet.
- SKI bör verka för att frågan om en lämplig diskontering av framtida utgifter utreds närmare.



# Referenser

- Ageskog, L., och Renström, P., *Studie av temperaturutvecklingen kring kapseln som underlag vid val av kapselstorlek*, SKB projekt PM 97-3420-26, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.
- Andersson, S.O., Brunzell, P., Heibel, R., McCarthy, J., Pennington, C., Rusch, C., och Varley, G., *Swedish Encapsulation Station Review*, SKI Report 98: 33, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm 1998.
- Birgersson, L., Grundfelt, B., och Pers, K., *Konsekvenser av ett övergivet CLAB*, SKB rapport R-98-18, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.
- Brown, A.D., och Sherriff, B.L., *The effects of microbial activity on the natural and engineered barriers of a high-level nuclear waste repository*, SKI report 98:24, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm 1998.
- Bäcklund, E., och Pettersson, S., *Studie av byggnadsrivning av de svenska kärnkraftverken*, SKB AR 93-26, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1993.
- Detaljerat program för forskning och utveckling 1999-2004*, svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.
- Ekendahl, A-M., och Pettersson, S., *Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle*, SKB rapport R-98-14, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.
- Ekendahl, A-M. och T. Papp: *Alternativa metoder, Långsiktigt omhändertagande av kärnavfall*, SKB rapport R-98-11, SKB september 1998.
- Eriksson, M., *Diskussionsunderlag inför framtagning av "SKI's avgiftsförslag m. m. till regeringen för 2000" i enlighet med finansieringslagen*, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1999.
- FUD-program 95: Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1995.
- FUD-program 98: Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.
- Förstudie Hultsfred: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 2000.
- Förstudie Malå: Slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1996.
- Förstudie Nyköping: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.
- Förstudie Oskarshamn: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1999.
- Förstudie Storuman: Slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1995.
- Förstudie Tierp: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 2000.

*Förstudie Älvkarleby: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 2000.

*Förstudie Östhammar: Preliminär slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.

Gillin, K., *Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Johansson, M., *Rivningsstudie av processutrustning PWR-anläggning Ringhals block 2*, SKB AR 93-27, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1993.

*Kärnbränslecykelns slutsteg: Förglasat avfall från upparbetning, I Allmän del*, Projekt Kärnbränslesäkerhet, Stockholm 1977.

Leijon, B., *Nord-syd/Kust-inland*, SKB rapport R-98-16, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Lichtenberg, S., *Projektplanläggning – i en föränderlig verden*, Polyteknisk Forlag, Lyngby 1990.

Lichtenberg, S., *Proactive Management of Uncertainty using the Successive Principle*, Polyteknisk Press, Lyngby 2000.

Lundberg, H., *Alternativ till KBS-3*, ÅF-Energikonsult, Stockholm 1997.

Lönnnerberg, B., och Pettersson, S., *Säkerheten vid drift av djupförvaret*, SKB rapport R-98-13, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Munier, R., et al, *Förslag till principiella utformningar av förvar enligt KBS-3 för Aberg, Beberg och Ceberg*, SKB rapport R-97-09, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.

Persson, H., *Avfallshantering vid rivning av Ringhals 2*, SKB AR 94-33, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1992.

Pettersson, S., *Underlag för slutligt val av kapseldimension*, SKB projekt PM 97-3420-27, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.

Palmqvist, K., Wallroth, T., Green, L., och Jönsson, L., *Kostnadsberäkning av djupförvaring av det använda kärnbränslet*, SKI Rapport 99:51, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1999.

*PASS-studie: Projekt alternativstudier för slutförvar, Slutrapport*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1992.

*Plan 98: Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

*Plan 99: Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1999.

*Rivningsstudie 1994: Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1994.

*SKB arbetsrapport U-98-05: redovisning av kostnadsberäkningarna för plan 98*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

*SKI Report 95: 65, An Evaluation of Cost Estimates of Nuclear Power Reactor Decommissioning in Sweden, Germany and the United States*, Sweish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm 1995.

*SKI Rapport 98: 34: Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 1999 enligt lagen (1992: 1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m. m. (finansieringslagen)*, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1998.

*SKI Rapport 99:16: SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 98, Gransknings-PM*, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1999.

*SKI Rapport 99:18: SKIs och SSIs granskning av SKBs systemredovisning i FUD-program 98*, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1999.

*SOU 1994: 107: Säkrare finansiering av framtida kärnavfallskostnader*, Betänkande av Kärnbränslefondsutredningen, Stockholm 1994.

Stenberg, T.A., *Heltanksstudie för Ringhals 1 och Ringhals 3*, SKB AR 94-30, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1993.

Ström, A., et al, *Geovetenskapliga värderingsfaktorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering*, SKB rapport R-98-20, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Söderman, E., *Kontrollerad långtidslagring i CLAB*, SKB rapport R-98-17, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1997.

Söderman, E., *Jämförelse mellan våt och torr lagring av bränsle*, SKB rapport R-98-19, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Walín, S-E., och Wikström, M., *Avställnings- och servicedrift, beräkningar av kostnader för samtliga verk*, SKB AR 94-29, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1994.

*Översiktsstudie 95: Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle*, Svensk kärnbränslehantering AB, Stockholm 1995.



# Förkortningar

BWR - Kokarreaktor

CLAB - Centralt lager för använt bränsle

FUD - Forskning, utveckling och demonstration

KASAM - Statens råd för kärnavfallsfrågor

KBS - Kärnbränslesäkerhet

NAC - Nuclear Assurance Corporation

PWR - Tryckvattenreaktor

SAFE - Safety Assessment of Final Repository for Radioactive Operational Waste

SB-II - Säkerhetsbelopp II

SFL - slutförvar för långlivat avfall

SFR 1 - Slutförvar för radioaktivt driftavfall

SFR 3 - Slutförvar för rivningsavfall

SKB - Svensk kärnbränslehantering AB

SKBF - Svensk kärnbränsleförsörjning AB

SKI - Statens kärnkraftinspektion

SSI - Statens strålskyddsinstitut

TBM - tunnelborrningsmaskin

ZEDEX - Zone of Excavation Disturbance EXperiment





# Bilaga A Bakgrundsuppgifter samt författningskommentarer till lagar inom kärnavfallsområdet

## A.1 Utvecklingen av KBS-konceptet

### A.1.1 KBS-1

Det första förslaget att omhänderta det använda kärnbränslet utgick från att det först skulle upparbetas och därefter mellanlagras i ca 30 år före deponering. Förslaget beskrivs i rapporten *Kärnbränslecykelns slutsteg Förglasat avfall från uppabetning* ur vars första del vi hämtat följande, se a. a. sid. 27 ff:

Det alternativ för hantering av det använda kärnbränslet som presenteras i föreliggande rapport bygger på följande principer.

- 1 Slutlig förvaring av avfallet i urberg.
- 2 Flera barriärer mot spridning av de radioaktiva ämnena från den slutliga förvaringsplatsen.
- 3 Flexibilitet i hanteringskedjan för att bevara handlingsfriheten och göra det möjligt att utnyttja en fortsatt teknisk utveckling.

---

För att uppnå en säker slutförvaring av det högaktiva avfallet och samtidigt bibehålla stor handlingsfrihet och anpassningsmöjligheter till framtida teknisk utveckling föreslås följande hanteringskedja.

- 1 Sedan det använda kärnbränslet fått svalna under minst sex månader vid kraftverken transporteras det till en uppabetningsanläggning eller till ett centralt lager för använt bränsle.

- 2 I det centrala bränslelagret kan bränslet förvaras upp till ca 10 år i vattenfyllda bassänger. ---  
Från det centrala bränslelagret transporteras bränslet till uppabetning.

- 3 Bränslet uppabetas 2 - 10 år efter det att bränslet tagits ut ur reaktorn och det högaktiva avfallet från uppabetningen överföres till fast form, förglasas. ---

- 4 Förglasningen ger som produkt högaktiva cylindriska glaskroppar inneslutna i kärl av rostfritt stål, avfallscylinrar. Varje cylinder innehåller avfall från ca 1 ton uran. Cylindrarna förvaras vid uppabetningsanläggningen till dess att minst 10 år förflutit från det att bränslet först togs ut ur reaktorn. ---

- 5 Från uppabetningsanläggningen fraktas avfallscylinrarna till ett mellanlager för högaktivt avfall. Detta utformas som ett luftkyllt torrt förråd placerat i berg med ca 30 m bergtäckning (se kap I: 6). Avfallet kan förvaras på detta sätt under mycket lång tid. Mellanlagret tillsammans med centrala bränslelagret dimensioneras för avfallet från 13 reaktorer. Lagringstiden i mellanlagret har valts till 30 år. Härigenom erhålles god tid för optimering av den slutliga förvaringsmetoden. Mellanlagringen kan också göras längre än 30 år. Under en 30-årsperiod minskar strålning och värmeutveckling i avfallet till ungefär hälften. ---

- 6 Efter 30 års förvaring i mellanlagret inkapslas avfallscylinrarna i ett långtidsbeständigt hölje. Detta utföres av titan med 6 mm tjocklek. För att begränsa strålningen från titanhöljets och därmed den radiolytiska sönderdelningen av grundvattnet i berget, införes ett 10 cm tjockt blyskikt mellan den rostfria behållaren närmast glasets och titanhöljets. --  
- Den sammanlagda vikten av avfallscylinrar och inkapsling är ca 3,9 ton. Ytterdimensionerna på kapseln är ca 0,6 m diameter och 1,8 m längd.

7 Det inkapslade avfallet förs slutligen till ett slutförvar ca 500 m ned i urberget. Förvaret utföres som ett system av tunnlar med ca 3,5 m bredd och höjd och på ca 25 m inbördes avstånd. I tunnarnas golv borras förvaringshål med ca 1 m diameter och ca 5 m djup. Centrumavståndet mellan hålen är ca 4 m. --- Runt avfallskapseln packas ett buffertmaterial bestående av en blandning av kvartssand och bentonit. Bentonit är en lera som sväller då den tar upp vatten. Det primära ändamålet med buffertmassan är att fixera kapseln och utgöra ett mekaniskt skydd. Materialet har valts med tanke på mekanisk stabilitet och långtidsbeständighet. Det har även låg genomsläpplighet för vatten, samt en jonbytande förmåga för flera radioaktiva ämnen i avfallet. ---

8 Återfyllning av förvaringshålen med buffertmassa sker i direkt anslutning till deponering. Ovanföriggande tunnelsystem kan hållas öppet och ventilerat så länge som deponering pågår i anläggningen. Under denna tid är återvinning av det deponerade avfallet i princip ganska enkel. En sådan återvinning har ej närmare studerats eftersom det är lämpligare att utöka förvaringen i mellanlagret, om man är tveksam till att påbörja slutförvaringen. Sådan tveksamhet kan förorsakas av pågående teknisk utveckling för alternativ användning av avfallsprodukterna eller önskemål om att invänta praktiska erfarenheter från utländska anläggningar för slutförvaring.

9 Sedan deponeringen slutförts i alla borrhål i hela tunnelsystemet fylls tunnarna med en liknande blandning av kvartssand och bentonit som använts i förvaringshålen. Tillfartstunnlar och schakt fylls på likartat sätt.

10 Transporter av använt kärnbränsle utföres med redan nu använd och beprövad teknik. Med en smärre anpassning kan samma transportbehållare användas för transport av förglasat högaktivt avfall. ---

### **A.1.2 KBS-3**

Inför laddningen av Oskarshamn 3 och Forsmark 3 presenterade SKBF ett förslag till omhändertagande av det använda kärnbränslet som sedan dess i stort sett har varit kraftindustrins huvudalternativ. Förslaget beskrivs i rapporten *Kärnbränslecykelns slutsteg Använt kärnbränsle - KBS-3* ur vars sammanfattning vi hämtat följande:

#### Hanteringsgång

---

1. Det använda kärnbränslet förvaras först under ca 6 månader i förvaringsbassänger vid kraftverken.
2. Bränslet transporteras i specialkonstruerade behållare --- från kraftverken till ett centralt mellanlager.
3. I mellanlagret, CLAB, som är gemensamt för alla svenska reaktorer, förvaras bränslet i vattenbassänger i 40 år.
4. Från CLAB transporteras bränslet till en inkapslingsstation belägen ovan jord i anslutning till slutförvaret.
5. I inkapslingsstationen innesluts bränslet i kopparkapslar ---.
6. Kopparkapslarna med bränslet överförs till ett slutförvar i berg på ca 500 m djup.
7. I slutförvaret deponeras kapslarna en och en i deponeringshål, där de omges av ett s k buffertmaterial som består av hårt sammanpressad bentonitlera.

Sedan alla kapslar deponerats förseglas slutförvaret genom att alla tunnlar och schakt återfylls med en blandning av sand och bentonitlera.

Slutförvaret skulle ha ett utseende som liknade det i KBS-1 dock med den skillnaden att avstånden mellan deponeringshålen tänktes vara 6 m. Förvaret skulle vara färdigt år 2020.

Kopparkapseln skulle ha diametern 0,8 m och längden 4,5 m. Kopparkapseln skulle ha en tjocklek av 10 cm och kapseln skulle rymma 8 BWR element om tomrummen fylldes med smält bly och 9 BWR element om tomrummen istället fylldes med kopparpulver. I blyalternativet skulle kapseln väga 22 ton medan vikten i alternativet med kopparpulver skulle bli 18,5 ton.

## **A.2 Författningskommentarer m. m.**

## A.2.1 Kärntekniklagen

Prop. 1983/84: 60

(a) Allmän motivering, sid. 38 ff.

### 5.3.2 Avfallshantering och slutförvaring

#### 5.3.2.1 Ansvar för avfallsprodukter

Enligt lagstiftningen på kärnenergiområdet skall den som bedriver verksamhet ansvara också för att de radioaktiva restprodukter som uppkommer i verksamheten tas om hand på ett säkert sätt, liksom att den anläggning i vilken verksamheten bedrivits avvecklas och rivs på ett säkert sätt, samt att han svarar för kostnaderna härför. Enligt både villkorlagen och finansieringslagen åligger ansvaret för avfallets omhändertagande reaktorinnehavaren och avser enligt villkorlagen använt kärnbränsle och det vid uppberetning erhållna högaktiva avfallet samt enligt finansieringslagen använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta. I båda lagarna avses avfall från kärnkraftsreaktorer. Avfall från exempelvis forskningsreaktorer omfattas inte av lagarna.

Bakgrunden till att ansvaret för avfallshanteringen koncentrerats till kärnreaktorer avsedda för kraftproduktion synes främst vara att det är på detta område de stora mängderna använt kärnbränsle och radioaktivt avfall uppkommer och att det framstår som mest angeläget att lösa detta problem. I förarbetena till finansieringslagen (prop. 1980/81: 90, bilaga 1, s. 328 och 608) framhölls t. ex. att drift av forskningsreaktorer ger upphov till använt kärnbränsle, låt vara i mindre omfattning, och att detta avfall bör tas omhand på samma sätt som motsvarande avfall från kärnkraftsreaktorer, eftersom samma krav på säkerhet måste gälla också för denna typ av avfall. De speciella förutsättningar som gäller för drift av forskningsreaktorer, liksom den förhållandevis ringa mängd avfall som genereras vid dessa, innebar emellertid enligt föredragandens uppfattning att avfallet från dessa anläggningar kunde behandlas i särskild ordning. De ekonomiska problemen i samband med denna hantering ansågs vidare inte vara av samma art som när det gäller använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kraftproducerande reaktorer. I fråga om det låg- och medelaktiva avfallet framhölls att detta kräver betydligt kortare förvaringstider och ställer betydligt lägre krav beträffande omhändertagande, hantering och förvaring. Hanteringen av detta avfall sker vidare till övervägande del under den tid kärnkraftsanläggningen är i drift. Denna typ av avfall ansågs därför kunna lämnas åsido.

Atomlagstiftningskommittén har uttalat att det inför en ny lagstiftning bör slås fast att ansvaret för omhändertagande av det radioaktiva avfallsprodukterna åligger envar som har tillstånd att bedriva verksamhet på kärnenergiområdet och att detta ansvar omfattar även medel- och lågaktivt avfall. En sådan bestämmelse, säger kommittén vidare, ligger i linje med den allmänt godtagna principen att den som driver en industriell verksamhet också skall ansvara för att de problem som verksamheten ger upphov till kan lösas. Mot denna inställning har ej framförts någon invändning under remissbehandlingen.

En bestämmelse om att en tillståndsinnehavares ansvar omfattar allt i verksamheten uppkommet använt bränsle och radioaktivt avfall har sin motsvarighet i 1 § finansieringslagen. I förhållande till den lagen innebär en bestämmelse med angiven innebörd ett något utvidgat ansvar. Ansvaret för uppkomna restprodukter bör alltså omfatta inte bara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta utan över huvud allt radioaktivt avfall som uppkommer i verksamheten samt radioaktiva ämnen som avskiljs vid uppberetning och inte återanvänds. Vad jag nu förordar överensstämmer med atomlagstiftningskommitténs förslag och har ej mött någon erinran under remissbehandlingen. En bestämmelse med det innehåll som jag nu har angett bör således införas i den nya lagen. Det innebär att en innehavare av tillstånd till verksamhet på kärnenergiområdet är skyldig att svara för att allt i verksamheten uppkommet kärnavfall och sådant kärnbränsle, som inte återanvänds, hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt samt att den anläggning, i vilken verksamheten bedrivs, avvecklas och rivs på ett säkert sätt, sedan verksamheten har upphört. I detta ansvar ingår bl. a. att ombesörja att tekniskt kunnande, kompetens, utrustning och anläggningar finns tillgängliga i behövlig utsträckning och att svara för de faktiska kostnaderna härför. I den nya lagen bör vidare särskilt anges att ansvaret avser var och en som fått tillstånd till verksamhet på kärnenergiområdet. Ansvaret kommer således att avse inte endast den som har tillstånd till innehav och drift av reaktorer för kraftproduktion.

Radioaktivt avfall från annan verksamhet än drift av kärnkraftverk, t. ex. forskning och sjukvård, bör som uttalas i prop. 1980/81: 90, bilaga 1, s. 328, kunna förvaras i de anläggningar som uppförs av det av kraftindustrin gemensamt ägda företaget. Förhandlingar härom pågår f. n. En preliminär överenskommelse vad gäller förvaring av det aktuella avfallet i SFR har träffats. Jag avser att senare återkomma med förslag i frågan.

Ansvaret för avfallet bör som uttalades i den nyss nämnda propositionen övergå till innehavaren av avfallsförvaret. Som ett villkor vid tillståndsprövningen av ett slutförvar kan föreskrivas skyldighet att ta emot sådant radioaktivt avfall från annan inhemsk än drift av kärnkraftverk som innebär sådana långsiktiga risker att en slutförvaring av

samma slag som för kärnkraftens högaktiva avfall är påkallad. Jag vill emellertid framhålla att det är innehavaren av tillståndet till verksamheten som har det direkta ansvaret för att avfallsfrågorna blir lösta.

Enligt min mening talar övergripande säkerhetsskäl för att allt radioaktivt avfall, således även sådant som inte härrör från kärnkraftsindustrin, blir omhändertaget enligt de riktlinjer som jag nu har angett. Denna ståndpunkt har också fullföljts genom det beslut om tillstånd till anläggande och drift som lämnats i juni 1983 av anläggningen för slutlig förvaring av låg- och medelaktivt avfall utanför Forsmark. Frågan om det icke kärnkraftsanknutna avfallet kommer enligt regeringens direktiv att behandlas av utredningen för översyn av strålskyddslagstiftningen (Jo 1983: 06).

#### 5.3.2.2 Forskning och utveckling på avfallsområdet m. m.

---

Som jag nyss har angett (avsnitt 5.3.2.1) bör i den nya lagen införas en bestämmelse om ansvar för den som bedriver verksamhet på kärnenergiområdet att svara för en säker hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Härutöver bör samtliga reaktorinnehavare, liksom f. n. gäller enligt finansieringslagen, vara skyldiga att bedriva den forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs på avfallsområdet och i övrigt vidta alla åtgärder för att kunna fullgöra denna skyldighet. Reaktorinnehavarna bör också åläggas att på samma sätt som gäller enligt finansieringslagen svara för statens kostnader för bl. a. forskning och utveckling på avfallsområdet och att erlægga en årlig avgift till staten.

Det måste med mitt synsätt läggas stor vikt vid att forsknings- och utvecklingsverksamheten bedrivs allsidigt och effektivt. De forskningsinsatser som behövs är även mycket resurskrävande. Jag utgår därför ifrån att kraftbolagens skyldigheter på detta område samordnas och avser avfallet från samtliga kraftreaktorer i landet. En sådan samordning sker också f. n. och ombesörjs av Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.

Mot bakgrund av den betydelse som tillagts reaktorinnehavarnas forsknings- och utvecklingsverksamhet har atomlagstiftningskommittén ansett det nödvändigt att samhället ges ökade möjligheter till kontroll och inflytande över denna fråga. Kommittén knöt i sitt förslag an till den årliga plan över forsknings- och utvecklingsverksamheten på avfallsområdet som åligger reaktorinnehavarna enligt finansieringslagen. Denna plan avsågs årligen granskas och utvärderas av kärnbränslenämnden med hänsyn till den planerade framtida forskningen och redan uppnådda forskningsresultat. Nämnden föreslogs därvid få möjlighet att uppställa erforderliga föreskrifter för forskningsverksamheten och att själv, liksom f. n., utföra kompletterande forskning på avfallsområdet. Enligt kommittén var det en förutsättning för att driftstillståndet inte skulle återkallas att tillståndshavaren fullföljde sin skyldighet i fråga om forskning och utveckling av en säker avfallshantering.

Förslaget om ökad kontroll och inflytande från samhällets sida har ej mött någon invändning under från remissinstansernas sida. Flera remissinstanser, främst från företrädare för kraftbolagen och myndigheter, framhåller dock att forskningen på avfallssidan med nödvändighet måste ses på lång sikt och att granskningen av forskningsprogrammet bör ske med längre tids mellanrum än ett år.

Bestämmelser om reaktorinnehavarnas forsknings- och utvecklingsverksamhet är enligt min mening grundläggande för att få ett sammanhållet system som leder fram till en säker avfallshantering och slutförvaring. I detta arbete bör delta både kraftindustrin och samhället genom i första hand den myndighet som regeringen utser härför. Genom en noggrann prövning av det forsknings- och utvecklingsprogram som behövs för att komma fram till en säker slutlig avfallsförvaring ges fortlöpande möjlighet att bedöma slutleden av bränslehanteringen. Genom uppställande av krav på ett allsidigt forskningsprogram och en fortlöpande redovisning av forskningsresultaten på området, vinner man också en öppenhet och insyn i de problem som återstår att lösa. Stort avseende bör således fästas vid uppföljningen och utvärderingen av det framtida forskningsarbetet på en säker slutförvaring. En sådan ordning innebär att bindningar till just en viss metod undviks. Om det sålunda under det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet kommer fram bättre eller mera förfinade lösningar på avfallsproblemet bör dessa kunna väljas.

Samhällets kontroll över forskningen på avfallsområdet utövas i dag av kärnbränslenämnden. I nämndens uppgifter ingår bl. a. att bereda och avge förslag om den årliga avgiften som skall utgå till staten enligt finansieringslagen och med ledning av reaktorinnehavarnas forskningsplan ta ställning till och ombesörja kompletterande forskning. Jag delar atomlagstiftningskommitténs och remissinstansernas uppfattning att samhällets inflytande över reaktorinnehavarnas forskningsverksamhet behöver stärkas. Den myndighet som regeringen utser härtill bör inte bara som f. n. följa utvecklingen på avfallsområdet utan även granska den planerade framtida forskningen och utvärdera redan uppnådda resultat. Myndigheten bör också ges möjlighet att från kraftbolagen erhålla de upplysningar som behövs för dess granskning och att ge erforderliga föreskrifter för bolagens forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Enligt min mening är det inte påkallat att forskningsprogrammet underkastas en omfattande utvärdering varje år. Med hänsyn till den långsiktiga inriktning forsknings- och utvecklingsarbetet har anser jag att kraftbolagens forsknings- och utvecklingsprogram bör omfatta minst sex år och att en utvärdering av detta program bör ske vart tredje år med början år 1986. Genom att programmet granskas vart tredje år får man ett rullande programsystem.

Utvärderingen av programmet bör göras av den utsedda myndigheten, som därefter redovisar sitt ställningstagande till regeringen.

Innebörden av det forsknings- och utvecklingsprogram, som jag nu har angett, är av annan karaktär än den årliga plan som enligt finansieringslagen skall ges in till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer (kärnbränslenämnden). Planen enligt finansieringslagen har - utöver att bereda kärnbränslenämnden möjlighet att följa kraftbolagens forskning - det syftet att utgöra underlag för bestämmande av den årliga avgift som reaktorinnehavarna har att erlägga till staten för att medel skall finnas tillgängliga för att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall m. m. och för den kompletterande forskning som skall ombesörjas av kärnbränslenämnden. Det forsknings- och utvecklingsprogram som avses i den nu föreslagna lagen är däremot helt inriktat på den långsiktiga lösningen av en säker avfallshantering och slutförvaring. Detta program skall också vara allsidigt, dvs. redovisa alternativa lösningar, och ge möjlighet till utvärdering av uppnådda forskningsresultat. Med hänsyn till dessa skillnader anser jag att en särskild bestämmelse om det långsiktiga forsknings- och utvecklingsprogrammet bör tas upp i den nya lagen, med bestämmelsen om den årliga planen för avgifternas bestämmande bör kvarstå i finansieringslagen.

Vad jag nu har angett innebär att uppföljningen och tillsynen över reaktorinnehavarnas forsknings- och utvecklingsverksamhet regleras genom den nya lagen, medan den årliga plan som skall lämnas enligt finansieringslagen utgör en kostnadsredovisning över dels de beräknade totala hanterings- och förvaringskostnaderna, dels de närmaste årens kostnader för åtgärder på avfallsområdet. Underlag för bedömningen av kostnadsredovisningen fås genom forsknings- och utvecklingsprogrammet.

---

#### 5.3.4 Kompetensfördelningen mellan SKI och SSI

Tillsynen av atomenergilagens efterlevnad samt av villkor som meddelats i tillstånd eller senare utövas av myndighet som regeringen bestämmer. Med stöd av atomenergilagen har regeringen utsett SKI till tillsynsmyndighet i frågor som omfattas av denna lag. Tillsynen över efterlevnaden av strålskyddslagen och föreskrifter som meddelats med stöd av denna lag utövas av strålskyddsmyndigheten och tillsynsmän. Strålskyddsmyndighet är SSI.

Tillsynen över verksamheten på kärnenergiområdet utövas således av myndigheter som regeringen utsett med stöd av bemyndiganden i respektive lag. Jag föreslås att motsvarande ordning bibehålls i den nya lagen. Som jag tidigare har angett (avsnitt 5.3.2.2) har jag nyligen tillsatt en utredning vad avser den tillsyn över kärnbränslehanterings slutled som omfattas av mitt förslag.

Frågan om tillsynsmyndigheternas organisation ankommer på regeringen att avgöra. Jag vill emellertid som bakgrund till mina överväganden beträffande SKI:s och SSI:s verksamhet och organisation särskilt framhålla följande..

Jag har tidigare (avsnitt 5.2) förordat att den nuvarande uppdelningen mellan atomenergilagen och strålskyddslagen bibehålls. Det innebär således att respektive tillsynsmyndighet (SKI och SSI) självständigt prövar frågor inom sitt kompetensområde. Ett bibehållande av den nuvarande lagtekniska uppdelningen med en lag som reglerar säkerheten och en lag som reglerar strålskyddet och enligt dessa lagar uppdelar tillsyn på två myndigheter ställer stora krav på att myndigheterna samordnar sin verksamhet. Behov av samordning av säkerhets- och strålskyddsintressen föreligger i nästan samtliga led inom kärnbränslehanteringen och gör sig gällande såväl vid granskning och bearbetning av det underlag som ligger till grund för en anläggnings utformning m.m. som vid åtgärder som måste vidtas under anläggningens drift. ---

Jag är samtidigt medveten om att ett bibehållande av två tillsynsmyndigheter på detta område ställer stora krav på samarbete och samordning av verksamheten. Att därvid i viss omfattning de båda myndigheternas verksamhet går in i varandra synes vara oundvikligt. En sådan överlappning behöver dock inte alltid vara till nackdel och får accepteras med hänsyn till lagens utformning och karaktär samt den nära sammanvägning av säkerhets- och strålskyddsfrågor som måste göras.

---

#### (b) Specialmotivering, sid. 90 ff.

#### 10 §

---

*Punkten 1* har, som angetts i avsnitt 5.3.1.2, i huvudsak utformats med 10 § första stycket i strålskyddslagen som förebild. Enligt den paragrafen åligger det envar som bedriver radiologisk verksamhet att vidta alla åtgärder som behövs för skydd mot strålning. Bestämmelsen i förevarande paragraf tar sikte på säkerheten vid kärnteknisk verksamhet och ålägger en tillståndshavare att inte bara följa de villkor som uppställts av regeringen eller

tillsynsmyndigheten (SKI) utan även att själv vara verksam för att vidta alla de åtgärder som behövs för att upprätthålla säkerheten. Innebörden av begreppet säkerhet anges i 4 §.

*Punkterna 2 och 3* gäller, liksom punkten 1, inte bara innehavare av kärnkraftsreaktorer, utan alla som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet. Enligt 1 § 1 finansieringslagen avser reaktorinnehavarens ansvar använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta. I mitt förslag har tillståndsinnehavarnas ansvar utvidgats till att avse allt kärnavfall som uppkommer i verksamheten.

Tillståndsinnehavarnas ansvar enligt punkterna 2 och 3 innebär, på motsvarande sätt som gäller enligt finansieringslagen, en skyldighet att vidta alla de åtgärder som behövs för att uppkommet kärnavfall och kärnämne som icke återanvänds skall kunna hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt och att den anläggning, i vilken verksamheten inte längre skall bedrivas, avvecklas och rivs på ett säkert sätt. Här ligger bl. a. ett ansvar för att klarlägga vilka åtgärder som behövs och hur dessa åtgärder skall kunna vidtas.

Som angetts i avsnitten 5.3.2.1 och 5.3.2.2 måste de krav som ställs på omhändertagande av kärnavfall med nödvändighet vara mycket långtgående med hänsyn till säkerhet och strålskydd. Detsamma gäller i fråga om avveckling och rivning av en anläggning. I denna skyldighet ingår även en fullständig demontering och bortforsling av t. ex. en reaktor och övriga anordningar som ingår i reaktor-anläggningen.

I det ansvar som enligt förevarande paragraf åläggs reaktorinnehavare och övriga innehavare av tillstånd till kärnteknisk verksamhet ingår att svara för de faktiska kostnader som behövs för avfallshanteringen. Som påpekades av lagrådet i yttrandet över finansieringslagen (prop. 1980/81: 90, bil. 1, s. 637) omfattar tillståndsinnehavarens ansvar även att ansvara med återstoden av sin förmögenhet för kostnader som staten skulle kunna ådra sig för sådana åtaganden, ifall tillståndsinnehavaren skulle underlåta att fullgöra sina skyldigheter och staten därför nödgas vidta åtgärderna.

Ett viktigt komplement till vad som åligger en tillståndsinnehavare enligt förevarande paragraf utgör de skyldigheter beträffande iakttagande av strålskyddet som anges i 10 § strålskyddslagen.

## 12 §

---

I paragrafen åläggs en innehavare av kärnkraftsreaktor skyldighet att i samråd med övriga reaktorinnehavare förete ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som krävs för en säker hantering och slutförvaring av uppkommet kärnavfall och för kärnämne som inte skall användas på nytt. Programmet skall också avse en säker avveckling och rivning av den anläggning i vilken verksamheten har bedrivits.

Problemen på avfallsområdet är i allmänhet gemensamma för samtliga reaktorinnehavare och därför är ett för reaktorinnehavarna, åtminstone i väsentliga delar, gemensamt system en viktig förutsättning för att lösa frågor om de i flera avseenden svåra och kostsamma åtgärder som krävs för en säker avfallshantering och för en avveckling av anläggningarna. En sådan samordning sker f. n. och ombesörjs av det av kraftbolagen gemensamt ägda Svensk Kärnbränsleförsörjning AB. Möjligheten att upprätta ett gemensamt forsknings- och utvecklingsprogram ges i paragrafen genom föreskriften att en reaktorinnehavare skall upprätta eller låta upprätta programmet i samråd med övriga reaktorinnehavare. Även om reaktorinnehavarna upprättar ett gemensamt program vilar ansvaret för att programmet upprättas och ges det innehåll som föreskrivs på den enskilde reaktorinnehavaren.

Som jag har angett i avsnitt 5.3.2.2 skall forskningsprogrammet vara inriktat på att redovisa den forskning och utveckling som behöver vidtas för att slutligt kunna lösa problemen kring en säker hantering och slutförvaring enligt den metod som framstår som bäst med hänsyn till säkerhet och strålskydd. Forskningen omfattar hela processkedjan för avfallens omhändertagande och slutförvaring, således olika typer av mellanlager och andra anläggningar som behövs före slutförvaringen. I kravet på ett allsidigt program ingår också en redovisning och en uppföljning av alternativa hanterings- och förvaringsmetoder som framkommer under den fortsatta utvecklingen på avfallsområdet, genom såväl den egna forskningen som utländsk forskning. Syftet med bestämmelsen är att någon bindning till en viss från början bestämd hanterings- och förvaringsmetod inte skall ske förrän man fått tillräckliga kunskaper för att kunna överblicka och bedöma föreliggande säkerhets- och strålskyddsproblem. Framkommer under det fortsatta forskningsarbetet en ny och bättre metod bör i stället denna väljas.

Det är för den slutliga lösningen av avfallsfrågan väsentligt att programmet ges en långsiktig inriktning. I paragrafen anges därför att forsknings- och utvecklingsprogrammet skall innehålla en översiktlig del i vilken anges samtliga de åtgärder som kan bli behövliga. Programmet skall emellertid innehålla en mera detaljerad del som behandlar de åtgärder som avses bli vidtagna på kort sikt. Denna period skall avse en tidsrymd om minst sex år.

Programmet skall med början 1986 vart tredje år insändas till regeringen eller till den myndighet som regeringen bestämmer för att granskas och utvärderas. Denna granskning och utvärdering skall avse både den planerade framtida forskningen och redan uppnådda forskningsresultat. De närmare skälen för denna prövningsordning har redovisats i avsnitt 5.3.2.2. Behövs i viss fråga en årlig redovisning av forskningsprogrammet har tillsynsmyndigheten på forskningsområdet möjlighet att med stöd av 16 - 18 §§ infordra behövliga upplysningar av reaktorinnehavaren.

## A.2.2 Finansieringslagen

Prop. 1980/81: 90

På sid. 609 ff. anför det föredragande statsrådet följande:

Innan jag närmare redogör för de finansiella lösningar jag förordar när det gäller hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt från uppberetning av använt kärnbränsle vill jag fastlägga de grundläggande principer som bör gälla vid denna hantering.

En grundläggande princip bör vara att kostnaderna för verksamheten skall täckas av intäkterna från den produktion av energi som har gett upphov till dem. Med hänsyn till den långa tid som krävs för hantering och förvaring, kommer utgifter att uppstå långt efter det att produktionen vid en anläggning, som de radioaktiva restprodukterna direkt kan hänföras till, har upphört. Därmed finns inte heller några löpande inkomster att disponera för att bestrida utgifterna. Till hanteringen av restprodukter hänförs i detta sammanhang även avveckling och rivning av den anläggning där produktionen har ägt rum.

Dessa förhållanden innebär att medel för att bestrida framtida utgifter för verksamhetens fortlöpande måste tas ur intäkterna från energiproduktionen och hållas samlade på ett sådant sätt att de successivt kan disponeras för sitt ändamål. Dispositionen av medel sker såväl under den tid produktionen pågår som under avsevärd tid därefter.

En annan grundläggande princip bör vara att den som bedriver verksamhet, där radioaktiva restprodukter uppkommer, har att svara för att dessa restprodukter tas omhand på ett säkert sätt. Det innebär att de företag som bedriver sådan verksamhet inte endast har att tillhandahålla finansiella medel härför, utan även har att svara för att erforderliga åtgärder verkligen kommer till stånd. De måste ombesörja att tekniskt kunnande, kompetens, utrustning, anläggningar m. m. finns tillgängliga i erforderlig utsträckning och utnyttjas. Det kan ske såväl inom den egna organisationen som genom köp av erforderliga tjänster.

En tredje grundläggande princip bör vara att staten har ett övergripande ansvar för det radioaktiva avfallet. Det långsiktiga ansvaret för hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall bör ligga hos staten. Ansvaret för verksamheten bör således fördelas mellan kraftföretagen och staten.

Organisationen för hantering och förvaring av radioaktivt avfall bör utgå från dessa grundläggande principer. Den bör således återspegla ansvarsförhållandena men också möjliggöra nära samverkan mellan staten och kärnkraftföretagen.

I betänkandet föreslås ett system med avsättningar. Jag delar bedömningen att kraftföretagen liksom f. n. bör göra avsättningar för de kostnader som är förenade med omhändertagande, hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. I betänkandet föreslås att de avsatta medlen skall få finnas kvar i kärnkraftföretagen och disponeras av dem i deras rörelse. Om medlen investeras skall enligt förslaget säkerhet ställas.

Vad gäller var medlen skall finnas och under vilka förutsättningar de skall få utnyttjas har remissinstanserna redovisat skilda uppfattningar.

För egen del vill jag i dessa frågor anföra följande. När det gäller medlens användning måste hänsyn tas dels till den långa tid över vilken verksamheten sträcker sig, dels behovet av värdesäkring av medlen.

Riksdagens beslut med anledning av resultatet av folkomröstningen i kärnkraftsfrågan som hölls våren 1980 innebär att kärnkraft inte skall utnyttjas i Sverige efter år 2010. Detta innebär att de tre aktieföretag som nu endast har till uppgift att driva kärnkraftsreaktorer, inte med förutsättningar som gäller beträffande nuvarande verksamhet, kommer att bedriva någon intäktsgivande verksamhet efter detta år. Att i denna situation ställa krav på dessa företag som innebär att de skall fondera medel för en verksamhet som beräknas pågå till år 2060 finner jag direkt olämpligt. Såväl det direkta som det övergripande ansvaret för verksamheten torde vid denna tidpunkt helt ha övergått till staten.

Det synes mig också osäkert om kraftföretagen eller deras dotterbolag kan ställa sådana säkerheter att de framtida finansieringsbehoven i alla situationer kan tillgodoses.

Med hänsyn till vad jag nu har anfört anser jag att de kostnader som är förenade med hanteringen av det använda bränslet och med de övriga åtgärder som jag har angett bör finansieras genom att medel härför uttas genom en avgift till staten. Avgiften bör erläggas till den myndighet som regeringen bestämmer och av denna insätts på räntebärande konto i riksbanken. Räntan som utgår på medlen bör läggas till kapitalet. Härigenom erhålls en viss värdesäkring av medlen.

Prop. 1995/96: 83 sid. 30 ff.

Författningskommentarer

### 1§

Paragrafen har kompletteras med en hänvisning till skyldigheten att ställa säkerheter för de kostnader för omhändertagande som inte täcks av inbetalade avgiftsmedel. Vad omhändertagande omfattar definieras i 2§. Eftersom det i 4§ föreslås att även andra kostnader än statens skall ersättas har hänvisats till vissa kostnader. Skyldigheten att ställa säkerhet ankommer - liksom skyldigheten att betala avgifter - på reaktorinnehavaren.

### 2§

Paragrafen har kompletterats med hänsyn till skyldigheten att ställa säkerheter. Ramen för kostnadsansvaret för omhändertagande som reaktorinnehavaren svarar för har inte ändrats.

### 2a§

Paragrafen är ny och behandlar skyldigheten att ställa säkerheter för kostnader som inte täcks av avgiftsmedel. Enligt första stycket skall reaktorinnehavaren till den myndighet som regeringen bestämmer ställa fullgoda säkerheter som motsvarar de kostnader för omhändertagande som avses i 3§ första stycket 2 och 3. Säkerhet behöver dock inte ställas för belopp som täcks av reaktorinnehavarens andel av medlen i Kärnavfallsfonden. Tilläggsbeloppet i 3§ första stycket 3 täcks däremot inte av avgiftsmedel. De kostnader som ingår i tilläggsbeloppet måste därför alltid motsvaras av ställda säkerheter.

Med fullgoda säkerheter avses t. ex. borgen, kreditförsäkringar och fastighetsinteckningar. Det ligger i sakens natur att den kärntekniska verksamheten inte bör användas som säkerhet i någon form. En uttrycklig regel har därför tagits in i andra stycket om att en fastighet på vilken det bedrivs kärnteknisk verksamhet inte får utgöra säkerhet. Att föreskriva att kärnkraftverket eller någon verksamhet med sådan anknytning inte heller får utgöra säkerhet får anses överflödigt.

I tredje stycket anges att regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer skall pröva säkerheterna. I denna prövning ligger att bedöma om säkerheterna som sådana är godtagbara, tillräckliga till belopp och om den beräkning avseende grundbelopp och tilläggsbelopp som lämnats av reaktorinnehavaren kan godtas. Åtminstone inledningsvis bör denna prövning utföras av regeringen, som erhåller ett underlag för prövningen från SKI eller annan myndighet. Normalt bör en sådan prövning äga rum varje år sedan kostnadsberäkningen enligt 3§ getts in. Det kan vid prövningen av säkerheter även framkomma att säkerheterna uppgår till ett för högt belopp. I sådana fall får de säkerheter som inte behövs återlämnas alternativt sättas ned. Hur säkerheterna kan komma att variera över tiden finns närmare beskrivet i avsnitt 6.1 och 6.2.

### 3§

Paragrafen reglerar innehållet i den kostnadsberäkning som årligen skall lämnas av reaktorinnehavarna och som ligger till grund för avgiftsberäkningen såvitt gäller kostnader för omhändertagande.

Första stycket har kompletterats så att det framgår att kostnadsberäkningen skall omfatta tre olika belopp. Dessa belopp ligger till grund för beräkningen av avgiften och för att bestämma hur stora säkerheter som krävs. Enligt punkt 1 skall kostnaderna för samtliga åtgärder som kan behövas då reaktor drivits i 25 år redovisas, med tillägg för de årliga kostnader som tillkommer om reaktor drivs en längre tid. Detta belopp för avgiftsunderlag omfattar samtliga de kostnader för omhändertagande som anges i 2§. Beräknings sättet med en intjänandetid på 25 år motsvarar det som i dag används i praktiken när underlaget tas fram för beslut om avgifternas storlek. I motsats till vad som gäller i dag skall dock skäliga kostnader för tillkommande åtgärder som beror på oplanerade händelser redovisas separat som ett tilläggsbelopp enligt punkt 3. Härmed avses inte mindre fördyringar som erfarenhetsmässigt ofta förekommer vid genomförandet av ett planerat framtida projekt, t. ex. normala mindre påslag för ökning i byggkostnaderna. Sådana påslag bör ingå i beloppet för avgiftsunderlaget. Med oplanerade händelser menas i stället händelser som påverkar planeringen för omhändertagandet på ett mera grundläggande sätt, exempelvis genom att en teknisk lösning som ligger till grund för beräkningarna inte visar sig möjlig att genomföra i praktiken, utan måste ersättas av en annan lösning. Vissa åtgärder måste kanske tidigareläggas. Det kan också vara fråga om att realräntan blir lägre än vad som antagits vid avgiftsberäkningen. Tilläggsbeloppet omfattar endast skäliga kostnader. En riktlinje för bedömningen av vilka kostnader som bör beaktas är att händelser som visserligen är mindre sannolika men ändå framstår som möjliga skall beaktas vid beräkningen. Det ligger i sakens natur att en ökad säkerhet över dess kostnader och händelser består kommer att nås med tiden. Enligt punkt 2 skall ett grundbelopp redovisas om reaktor drivits kortare tid än 25 år. Grundbeloppet beräknas på samma sätt som beloppet för avgiftsunderlaget, men bara det bränsle som har använts när beräkningen sker beaktas och hänsyn tas inte till den framtida bränsleanvändningen. Kostnader för avveckling och rivning av reaktor anläggningen enligt 2§ 2 och för forsknings- och utvecklingsverksamhet enligt 2§ 3 ingår.

Grundbeloppet och tilläggsbeloppet används för att bestämma hur stora säkerheter som



krävs.

Andra stycket motsvarar det sista ledet i första stycket andra meningen i den äldre lydelsen.

Liksom tidigare gäller enligt tredje stycket att kostnadsberäkningen varje år skall ses över och lämnas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

#### 6§

Paragrafen anger grunderna för hur den årliga avgiften bestäms. Av första stycket framgår att avgiften skall beräknas på grundval av beloppet för avgiftsunderlaget i 3§ första stycket 1 och kostnaderna enligt 4§. Det följer av det förstnämnda lagrummet att avgiften beräknas på en drifttid som uppgår till 25 år, med tillägg för tillkommande kostnader varje år som drifttiden är längre. Hänvisningen i lagtexten till reaktor drifttid har därför tagits bort. Syftningen på statens kostnader enligt 4§ har ändrats eftersom andra stycket nämnda paragraf omfattar även kommuner och reaktorinnehavares informationskostnader, liksom kostnaderna för Kärnavfallsfonden.

#### 8b§

I paragrafen anges de fall då de säkerheter som lämnats får utnyttjas av staten. Säkerheterna får utnyttjas för att finansiera åtgärder för omhändertagande om medlen i Kärnavfallsfonden visar sig otillräckliga och åtgärderna inte vidtas av reaktorinnehavaren. Med åtgärder för omhändertagande avses de åtgärder som anges i 2§. Om reaktor drivs kortare tid än 25 år, får säkerheterna dessutom användas för att tillföra Kärnavfallsfonden medel som motsvarar de avgifter som kan beräknas falla bort på grund av den begränsade drifttiden. Därigenom säkerställs att fonden tillförs medel som motsvarar aktuellt grundbelopp i 3§ första stycket 2.

## A.2.3 Strålskyddslagen

Prop. 1987/88: 88

(a) Allmän motivering, sid. 15 ff.

### 2.5.7 Ansvar för radioaktivt avfall m. m.

**Mitt förslag:** Den som bedriver eller har bedrivit verksamhet med strålning skall svara för att avfallsprodukter och kasserade strålkällor hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt. Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer skall kunna föreskriva att radioaktivt avfall skall hanteras eller slutförvaras i särskilt angiven ordning. Det skall vidare finnas möjlighet att föreskriva skyldighet att oskadliggöra tekniska anordningar när de inte längre skall användas.

---

Skälen för mitt förslag: Nu gällande strålskyddslag saknar bestämmelser om hantering och omhändertagande av radioaktiva avfallsprodukter från verksamheter som regleras enligt lagen. Genom villkor och föreskrifter kan dock statens strålskyddsinstitut indirekt uppställa krav på avfallshanteringen från strålskyddssynpunkt. Inom kärnteknikområdet har genom 1984 års lagstiftning fastslagits det ansvar för bl. a. kärnavfallets hantering och slutförvaring som åligger den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet. I lagen (1984: 3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) har sålunda slagits fast, att tillståndshavare till verksamhet på kärnenergiområdet är skyldig att svara för att allt i verksamheten uppkommet kärnavfall och sådant kärnbränsle som inte kan återanvändas, hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt samt att den anläggning, i vilken verksamheten bedrivits, avvecklas och rivs på ett säkert sätt, sedan verksamheten har upphört. I ansvaret ingår bl. a. att se till att tekniskt kunnande, kompetens, utrustning och anläggningar finns tillgängliga i erforderlig utsträckning och att svara för de faktiska kostnaderna

När det gäller ansvaret för radioaktivt avfall som uppkommer i verksamhet utanför kärnteknikområdet gör jag följande bedömning.

Regleringen inom kärnenergiområdet bör tas som förebild. Samma krav bör således gälla för allt radioaktivt avfall oavsett om det härrör från kärnteknisk eller annan verksamhet. I princip bör ansvaret för avfallet kvarstå oavsett om verksamheten har upphört eller inte.

---

### 2.9.3 Lagen (1984: 3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen)

**Mitt ställningstagande:** Samordningen med kärntekniklagen skall ske på samma sätt som hittills.

---

Skälen för mitt ställningstagande: ---

Uppdelningen av kontrollen över kärnenergiverksamheten mellan kärntekniklagen och strålskyddslagen har nyligen varit föremål för regeringens och riksdagens överväganden i samband med kärntekniklagens tillkomst (SOU 1983: 9, prop. 1983/83: 60, NU 17 och rskr. 135). Vad därvid har angetts bör gälla även vid tillämpningen av en ny strålskyddslag.

(b) Specialmotivering, sid. 63 ff.

### 13 §

--- I första stycket slås fast att den som bedriver verksamhet med strålning har att vidta de åtgärder som behövs för att alla radioaktiva avfallsprodukter i verksamheten skall kunna hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt. Här i ligger bl. a. ett ansvar för att klarlägga vilka åtgärder som behövs och hur dessa åtgärder skall kunna vidtas. I detta ansvar ingår också att svara för de faktiska kostnader som behövs för avfallshandlingen. Skyldigheten att hantera och slutförvara radioaktivt avfall omfattar även den som inte bedriver någon verksamhet. Om ett tillstånd återkallats eller ett tillståndets giltighetstid gått ut, kvarstår således skyldigheterna för tillståndshavaren enligt första stycket till dess de fullgjorts. ---

Motiven för bestämmelsen i andra stycket har närmare redovisats i avsnitt 2.5.7. Som där angetts syftar bestämmelsen bl. a. till att nå en samordnad behandling av kärnavfall och visst annat radioaktivt avfall.

### 14 §

Paragrafen, som saknar motsvarighet i 1958 års strålskyddslag, har motiverats i avsnitt 2.5.7.---

## A.2.4 Lagen om kärnkraftens avveckling

Prop 1996/97: 176 sid. 59 f

**Regeringens förslag:** Ersättningen skall bedömas utifrån antagandet att en kärnkraftsreaktor inte kan utnyttjas mer än 40 år efter den tidpunkt då den först togs i kommersiell drift.

**Skälen för regeringens bedömning:** En ersättningsregel kan konstrueras på det sättet att storleken på ersättningen knyts till den tid som återstår från reaktorns tagande ur drift till dess att den ändå, på frivillig basis hade fått tas ur drift. Mot en sådan regel kan argumenteras att en kommer att kunna angripas som ett ställningstagande till det omdiskuterade livslängdsbegreppet och att det bör kunna överlåtas på tillståndshavaren att visa sin skada även i detta avseende (bilaga 1 s. 71 f., jfr förslaget i 1988 års promemoria). Vidare torde livslängden variera mellan de olika reaktorerna.

Att i förväg välja ut en drifttid som schablon vid värderingen av den rörelseskada som tillståndshavaren lider skulle emellertid kunna få stor processekonomisk betydelse. En avkastningsberäkning förutsätter ett antagande om reaktorns återstående livslängd. Utan några riktlinjer kommer sannolikt en stor del av parternas argumentation och utredning i ersättningsfrågan, både inom och utom rätta, att röra vilken reaktorlivslängd som bör läggas till grund för bedömningen. Jämförd med en regel som innehåller ett visst antaget slutdatum för samtliga reaktorer kan en sådan regel också te sig mer rättvis, eftersom reaktorerna kommer att tas ur drift vid olika tillfällen.

I betänkandet 1987/88:NU40 (s. 41 f.) uttalade Näringsutskottet följande angående kärnkraftsreaktorernas tekniska livslängd. Avskrivningstiden för de svenska kärnkraftsreaktorerna är 25 år. Den tekniska är den tid under vilken reaktor uppfyller alla krav på säker och ekonomisk risk. Detta innebär att de underhålls- och reparationsåtgärder som krävs för att upprätthålla säkerhet och drifttillgänglighet måste vara lönsamma. Begreppet teknisk livslängd innefattar sålunda också en ekonomisk komponent. Anläggningarna har av säkerhetsskäl dimensionerats för att ha en livslängd av minst 40 år. Vissa komponenter kan tidigare uppvisa fel förorsakade av t. ex. förslitning eller olika miljöfaktorer. Med nuvarande teknik och ekonomiska villkor kan så gott som alla komponenter i ett kärnkraftverk repareras eller bytas ut. I fråga om byggnaden och inneslutningen finns betydande reparationsmöjligheter med tillämpning av konventionell byggnadsteknik. Det största problemet skulle vara en för tidig försprödning av reaktortanken. Motåtgärder uppges finnas även för ett sådant förlopp. Hittillsvarande analyser motsäger inte det ursprungliga konstruktionsvillkoret att en reaktortanks livslängd är minst 40 år.

Energikommissionen använde livslängden 40 år i sitt referensalternativ, dock med påpekandet att detta inte var något ställningstagande till frågan om reaktorernas livslängd (SOU 1995: 139 s. 452).

Mot bakgrund av det anförda har arbetsgruppen framfört uppfattningen att 40 år utgör en lämplig tid för en schablonregel om värderingen av rörelseskadan.

Vid remissbehandlingen har regeln kritiserats för att den skulle medföra en begränsning av ersättningen. Vidare har bl. a. *Justitiekanslern* anfört att det skulle vara mer skäligt att utforma en presumtionsregel som kan motbevisas inte endast av staten.

Förhållandet mellan staten och reaktorinnehavaren kan i och för sig synas ojämnt, eftersom reaktorinnehavaren inte får möjlighet att hävda att drifttiden överstiger 40 år. Syftet med regeln bör emellertid inte ses som enbart processekonomiskt, utan även begränsande som ett led i den allmänna intresseavvägningen. Med hänsyn till vad som anförts om den valda längden på drifttiden i regeln torde den begränsning det i vissa fall skulle kunna bli fråga om ligga inom godtagbara marginaler.

Regeringen delar således arbetsgruppens bedömning. I enlighet med vad som föreslagits i promemorian bör därför som en särskild förutsättning vid ersättningens bestämmande gälla att ersättningen skall bestämmas utifrån antagandet att kärnkraftsreaktorn inte kan utnyttjas mer än 40 år efter den tidpunkt då den först togs i kommersiell drift, varmed avses den tidpunkt då produktionen från en viss reaktor kopplades in på elnätet och därmed började bidra till tillståndshavarens inkomster. Med beaktande av vad som anförts angående valet av schablonregel torde parterna normalt utgå från en drifttid av 40 år. I det fallet staten vill göra gällande kortare drifttid för en viss reaktor, exempelvis beroende på eventuella reparationsbehov, är det därför naturligt att det i första hand ankommer på staten att förebringa utredning i frågan.

## A.3 SKB:s planrapporter

### A.3.1 Plan 82

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs i 25 år. Använt bränsle och högaktivt avfall från upparbetning mellanlagras i ca 40 år. Rivningen avslutas år 2024.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: Centralt lager för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall (CLU), 1990 - 2023, centralt lager för förglasat avfall från upparbetning (CLG), 1990 - 2023, och CLAB, 1985 - 2050.
- (ii) Behandlingsstationer: Behandlingsstation för förglasat avfall (BSG), 2020 - 2023, behandlingsstation för använt bränsle (BSAB), 2026 - 2050.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall (SFL 3), 2020 - 2023, slutförvar för inkapslat förglasat avfall från upparbetning (SFL 1), 2020 - 2023, slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2026 - 2050, slutförvar för hårdkomponenter (SFL 5), 2026 - 2050, slutförvar för låg- och medelaktivt avfall (SFL 4), 2025 - 2055, och slutförvar för drift- och rivningsavfall (SFR), 1988 - 2024.

### A.3.2 Plan 83

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs t o m år 2010. Använt bränsle och högaktivt avfall från uppberetning mellanlagras i ca 40 år. Slutförvar för högaktivt avfall i två plan. Rivningen av reaktorerna avslutas år 2035. Antagande om utbränningsgrad:

Period	BWR	PWR
Starthärd	23,5	27,2
Före år 1986	30	34
1986 - 1990	32	38
Efter 1990	36	40

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: Centralt lager för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall (CLU), 1990 - 2030, centralt lager för förglasat avfall från uppberetning (CLG), 1990 - 2023, och CLAB, 1985 - 2055.
- (ii) Behandlingsstationer: Behandlingsstation för förglasat avfall (BSG), 2020 - 2023, behandlingsstation för använt bränsle (BSAB), 2026 - 2055.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall och för driftavfall (SFL 3), 2020 - 2055, slutförvar för inkapslat förglasat avfall från uppberetning (SFL 1), 2020 - 2025, slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2026 - 2058, slutförvar för härdkomponenter (SFL 5), 2026 - 2055, slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, rivningsavfall (SFL 4), 2055 - 2060, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 2020, och slutförvar för rivningsavfall (SFR 3), 2015 - 2035.

### A.3.3 Plan 84

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs t o m år 2010. Använt bränsle och högaktivt avfall från uppberetning mellanlagras i ca 40 år. Antagande om utbränningsgrad som i Plan 84.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: Centralt lager för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall (CLU), 1990 - 2026, centralt lager för förglasat avfall från uppberetning (CLG), 1990 - 2023, och CLAB, 1985 - 2048.
- (ii) Behandlingsstationer: Behandlingsstation för förglasat avfall (BSG), 2020 - 2023, behandlingsstation för använt bränsle (BSAB), 2026 - 2048.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall och för driftavfall (SFL 3), 2020 - 2049, slutförvar för inkapslat förglasat avfall från uppberetning (SFL 1), 2020 - 2025, slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2026 - 2051, slutförvar för härdkomponenter (SFL 5), 2026 - 2048, slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, rivningsavfall (SFL 4), 2050 - 2052, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2025, och slutförvar för rivningsavfall (SFR 3), 2015 - 2035.

### A.3.4 Plan 85

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs t o m år 2010. Använt bränsle och högaktivt avfall från uppberetning mellanlagras i ca 40 år. Antagande om utbränningsgrad som i Plan 83.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: Centralt lager för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall (CLU), 1990 - 2022, centralt lager för förglasat avfall från uppberetning (CLG), 1990 - 2024, och CLAB, 1985 - 2048.
- (ii) Behandlingsstationer: Behandlingsstation för förglasat avfall (BSG), 2020 - 2022, behandlingsstation för använt bränsle (BSAB), 2025 - 2048.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall och för driftavfall (SFL 3), 2020 - 2049, slutförvar för inkapslat förglasat avfall från uppberetning (SFL 1), 2020 - 2024, slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2025 - 2051, slutförvar för härdkomponenter (SFL 5), 2025 - 2048, slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, rivningsavfall (SFL 4), 2050 - 2052, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2020, och slutförvar för rivningsavfall (SFR 3), 2015 - 2035.

### A.3.5 Plan 86

Plan 86 är ett föredöme i fråga om klarhet. Det fastslås explicit att kostnaderna är beräknade med utgångspunkt från ett scenario som presenteras i rapporten. Alla förutsättningar är tydligt angivna.

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs t o m år 2010. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Inget avfall från upparbetning skall förvaras i Sverige. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i två plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning. Antagande om utbränningsgrad som i Plan 83.

#### *Anläggningar med drifttider*

(i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2046.

(ii) Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2020 - 2046.

(iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2020 - 2049, slutförvar för låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB och BS samt långlivat avfall från Studsvik (SFL 3), 2020 - 2047, slutförvar för hårdkomponenter (SFL 5), 2020 - 2048, slutförvar för rivningsavfall från CLAB och BS (SFL 4), 2048 - 2050, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2015, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2025.

### A.3.6 Plan 87

#### *Förutsättningar*

Alla reaktorer drivs t o m år 2010. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning.

Utbränningsgrad BWR: 1987 - 1990 33 MWd/kgU, efter 1990 38 MWd/kgU.

Utbränningsgrad PWR: 1987 - 1990 38 MWd/kgU, efter 1990 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

(i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2046.

(ii) Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2020 - 2046.

(iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2020 - 2048, slutförvar för låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB och BS samt långlivat avfall från Studsvik (SFL 3), 2020 - 2047, slutförvar för hårdkomponenter (SFL 5), 2020 - 2046, slutförvar för rivningsavfall från CLAB och BS (SFL 4), 2047 - 2049, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2012, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2022.

### **A.3.7 Plan 88**

#### *Förutsättningar*

Samma avfalls- och bränslemängder som i Plan 87 på grund av riksdagsbeslutet om en förtida avveckling av två reaktorer 1995/96. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning.

Utbränningsgrad BWR: 1988 - 1990 33 MWd/kgU, efter 1990 38 MWd/kgU.

Utbränningsgrad PWR: 1988 - 1990 38 MWd/kgU, efter 1990 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

Samma som i plan 87.

### **A.3.8 Plan 89**

#### *Förutsättningar*

Samma avfalls- och bränslemängder som i Plan 87 på grund av riksdagsbeslutet om en förtida avveckling av två reaktorer 1995/96. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning.

Utbränningsgrad BWR: 1989 - 1990 33 MWd/kgU, efter 1990 38 MWd/kgU.

Utbränningsgrad PWR: 1989 - 1990 38 MWd/kgU, efter 1990 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

Samma som i plan 87.

### **A.3.9 Plan 90**

#### *Förutsättningar*

Samma avfalls- och bränslemängder som i Plan 87 på grund av riksdagsbeslutet om en förtida avveckling av två reaktorer 1995/96. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning.

Utbränningsgrad BWR: 1990 33 MWd/kgU, efter 1990 38 MWd/kgU.

Utbränningsgrad PWR: 1990 38 MWd/kgU, efter 1990 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

Samma som i plan 87.

### **A.3.10 Plan 91**

#### *Förutsättningar*

Samma avfalls- och bränslemängder som i Plan 87 på grund av riksdagsbeslutet om en förtida avveckling av två reaktorer 1995/96. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning.

Utbränningsgrad BWR: 38 MWd/kgU.

Utbränningsgrad PWR: 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

(i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2045.

(ii) Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2020 - 2045.

(iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2020 - 2047, slutförvar för låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB och BS samt långlivat avfall från Studsvik (SFL 3), 2020 - 2047, slutförvar för hårdkomponenter (SFL 5), 2020 - 2045, slutförvar för rivningsavfall från CLAB och BS (SFL 4), 2047 - 2048, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2012, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2022.

### **A.3.11 Plan 92**

#### *Förutsättningar*

Samtliga reaktorer drivs t o m år 2010. Djupförvar och behandlingsstation för använt bränsle placeras i Norrlands inland. Använt bränsle mellanlagras i ca 40 år. SFL 2 i ett plan. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning. Utbränningsgrad BWR: 38 MWd/kgU. Utbränningsgrad PWR: 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2040.
- (ii) Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2020 - 2040.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2020 - 2042, slutförvar för låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB och BS samt långlivat avfall från Studsvik (SFL 3), 2020 - 2042, slutförvar för hårdkomponenter (SFL 5), 2020 - 2040, slutförvar för rivningsavfall från CLAB och BS (SFL 4), 2041 - 2043, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2012, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2022.

### **A.3.12 Plan 93**

#### *Förutsättningar*

Beträffande reaktorernas drifttid presenteras tre alternativ: samtliga reaktorer drivs t o m år 2010 (huvudalternativ) eller alla reaktorer drivs i 25 respektive 40 år. Använt bränsle mellanlagras i ca 30 år. Stegvis deponering av använt bränsle: det första steget omfattar 400 kapslar. Inkapslingsanläggning för använt bränsle och hårdkomponenter placeras i anslutning till CLAB. SFL 2 placeras i Norrlands inland. Tidplanen nedan anger tidigast möjliga drifttider. Kärnkraftverken rivs tidigt efter avställning. Utbränningsgrad BWR: 38 MWd/kgU. Utbränningsgrad PWR: 41 MWd/kgU.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2040.
- (ii) Inkapslingsstation: Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2007 - 2011, 2020 - 2042.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2009 - 2012 och 2020 - 2042, SFL 3 - 5, 2023 - 2043, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2012, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2022.

### **A.3.13 Plan 94**

#### *Förutsättningar*

Samma som i Plan 93.

#### *Anläggningar med drifttider*

- (i) Mellanlager: CLAB, 1985 - 2040.
- (ii) Inkapslingsstation: Behandlingsstation för använt bränsle (BS), 2007 - 2011, 2020 - 2042.
- (iii) Slutförvar: Slutförvar för använt bränsle (SFL 2), 2008 - 2012 och 2020 - 2042, SFL 3 - 5, 2023 - 2043, slutförvar för driftavfall (SFR 1), 1988 - 2012, och slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken (SFR 3), 2012 - 2022.

### **A.3.14 Plan 95**

#### *Förutsättningar*

Samma som i Plan 93.

#### *Anläggningar med drifttider*

Samma som i Plan 94.

### **A.3.15 Plan 96**

Som en följd av ändringen finansieringslagen den 1/1 1996 presenterar SKB i Plan 96 sin nya, probabilistiska, metod för kostnadsberäkningarna. Samtidigt ändras förutsättningarna i viktiga avseenden.

*Basscenario:*

Alla reaktorer drivs i 25 år dock minst t o m 1997, medelutbränningsgrad: BWR 42 MWd/kgU, PWR 44MWd/kgU, tidig rivning, anläggningar med drifttider: CLAB, 1985 - 2033, inkapslingsanläggning, 2007 - 2011, 2020 - 2033, SFL 2, 2008 - 2012, 2020 - 2034, SFL 3 - 5, 2023 - 2035, SFR 1, 1988 - 2012, SFR 3, 2001 - 2014.

### **A.3.16 Plan 97**

*Basscenario:*

Alla reaktorer drivs i 25 år dock minst t o m 1998, medelutbränningsgrad: BWR 42 MWd/kgU, PWR 44 MWd/kgU, tidig rivning, anläggningar med drifttider: CLAB, 1985 - 2037, inkapslingsanläggning, 2011 - 2015, 2024 - 2037, SFL 2, 2012 - 2016, 2024 - 2038, SFL 3 - 5, 2027 - 2039, SFR 1, 1988 - 2012, SFR 3, 2004 - 2014.

### **A.3.17 Plan 98**

*Basscenario:*

Alla reaktorer drivs i 25 år dock minst t o m 1999, medelutbränningsgrad: BWR 42 MWd/kgU, PWR 44 MWd/kgU, tidig rivning, anläggningar med drifttider: CLAB, 1985 - 2040, inkapslingsanläggning, 2014 - 2018, 2027 - 2040, SFL 2, 2015 - 2019, 2027 - 2040, SFL 3 - 5, 2030 - 2041, SFR 1, 1988 - 2012, SFR 3, 2004 - 2014.

### **A.3.18 Plan 99**

*Basscenario:*

Alla reaktorer drivs i 25 år dock minst t o m 2000, medelutbränningsgrad: BWR 42 MWd/kgU, PWR 44 MWd/kgU, rivning 2016 - 2032, anläggningar med drifttider: CLAB, 1985 - 2040, inkapslingsanläggning, 2014 - 2018, 2027 - 2040, SFL 2, 2015 - 2019, 2027 - 2040, SFL 3 - 5, 2030 - 2041, SFR 1, 1988 - 2012, SFR 3, 2016 - 2029.



# Bilaga B Förklaringar av återkommande tekniska termer

Bilagan utgår från SKI Rapport 98: 34.

<b>Avgifter</b>	<b>Avgifter (kärnavfallsavgift)</b> skall betalas för att finansiera dels omhändertagande av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorerna (avfallet i samband med rivningen), dels vissa andra kostnader (bl. a. vissa kostnader för staten och kommunernas kostnader i samband med förstudier). Avgiften skall betalas årligen så länge reaktor är i drift. Avgiften skall beräknas på <b>avgiftsunderlagsbeloppet</b> och med hänsyn till den fondering av avgiftsmedlen som görs i Kärnavfallsfonden
<b>Avgiftsunderlagsbelopp</b>	<b>Avgiftsunderlagsbeloppet</b> skall bestämmas efter en uppskattning av kostnaderna för samtliga åtgärder som kan behövas då reaktor drivits i 25 år samt för tillkommande åtgärder varje år därutöver. Avgiftsunderlagsbeloppet baseras på ett troligt scenario, det så kallade scenariot, som beskriver de åtgärder som behövs för att ta hand om bränslet som uppkommit under 25 års drifttid och riva kärnkraftverken.
<b>Grundbelopp</b>	<b>Grundbeloppet</b> skall bestämmas efter en uppskattning av de framtida kostnaderna för de åtgärder som kan hänföras till tidpunkten när kostnadsberäkningen genomförs. Detta innebär att grundbeloppet enbart innehåller kostnaderna för att omhänderta det använda kärnbränslet vid tidpunkten för beräkningen. I grundbeloppet skall också ingå kostnaderna för att riva kärnkraftverken.
<b>Intjänandetid</b>	Den kalendertid som behövs för att en reaktor skall kunna tjäna in sina kostnader benämns som <b>intjänandetiden</b> . Denna är bestämd till 25 år.
<b>Säkerhetsbelopp I och säkerhet I</b>	Skillnaden mellan fondmedlen och grundbeloppet kallas <b>säkerhetsbelopp I</b> . Den garanti som reaktorinnehavaren skall ställa för att täcka säkerhetsbelopp I benämns <b>säkerhet I</b> .
<b>Säkerhetsbelopp II och</b>	Reaktorägarna skall ställa säkerheter ( <b>säkerhet II</b> ) för skäligen kostnader för

**säkerhet II**

framtida oplanerade händelser. Kostnaderna för dessa händelser benämns **säkerhetsbelopp II**.

# **Bilaga C Detaljerad beskrivning av valda delar av SKB:s underlag för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II**

## **C.1 FUD, Teknik**

### **C.1.1 Kapsel**

SKB:s nuvarande referenskapsel består av en cylinderformad innerkapsel i segjärn som rymmer 12 BWR element eller 4 PWR element. Innerkapseln omges av en kopparkapsel med 5 cm godstjocklek. Diametern är 1050 mm och längden 4833 mm. Totalvikten är i BWR utförande ca 25 ton och i PWR utförande ca 27 ton. En närmare beskrivning ges i Werme (1998) med ref. De ekonomiska övervägandena bakom valet av kapselstorlek redovisas i Ageskog och Renström (1997) och i Pettersson (1997). De säkerhetskrav som har lett fram till den nuvarande utformningen beskrivs i Werme l. c. Av beskrivningen där framgår det att det med nuvarande kunskap måste kopparkapselns godstjocklek vara minst 15 mm för att erbjuda ett fullgott korrosionsskydd. Vid en sammanvägning av kraven på korrosionsbeständighet, mekanisk hållfasthet, mikrostruktur i materialet, tillverkningsteknik och oförstörande provning kommer man fram till att en väggstjocklek på 30 mm är ett lämpligt val. Det är dock inte helt lätt att se hur denna siffra erhållits eftersom den enda faktor som talar emot en så tunn kapsel som är möjligt med hänsyn till kravet på korrosionsbeständighet är kravet på mekanisk hållfasthet. Werme påpekar också ( l. c. sid. 24) att dessa faktorer kommer att undersökas ytterligare.

De tomma kapslarna skall tillverkas i en speciell kapselfabrik. Det kritiska momentet är tillverkningen av ytterkapseln. Enligt FUD 98 skall den gå till på följande sätt: kopparrör tillverkas genom att valsade plåtar rullformas till halvkor som sedan svetsas samman med längsgående elektronstrålesvetsning. Lock och botten maskinbearbetas fram ur smidda ämnen. Därefter elektronstrålesvetsas bottenarna på kopparrören. Samtliga svetsar provas med både ultraljud och röntgen. Locket svetsas på den fyllda kapseln i inkapslingsanläggningen genom elektronstrålesvetsning i en vakuumkammare. Efter maskinbearbetning utsätts denna svets för en oförstörande provning med röntgen och ultraljud. Målsättningen är att högst 0,1% defekta kapslar skall lämna inkapslingsanläggningen.

SKB har provtillverkat kapslar i full skala, se FUD-program 98 sid. 139 ff., varvid alternativa sätt att tillverka kopparrör har testats. Dessa försök kommer att fortsätta under de närmaste åren. SKB har även byggt ett kapsellaboratorium i Oskarshamn för förslutning och oförstörande provning.

**Kommentar.** I sin granskning av FUD-program 98, se SKI Rapport 99:16 sid. 87 f, har SKI kommenterat kapselprogrammet på följande sätt:

“SKI konstaterar att utvecklingen av kapseln nu har kommit i gång på allvar inom flera områden såsom tillverkningsteknik för kopparkapsel och insats samt förslutning och kontroll. SKI anser detta vara positivt och inte minst är det värdefullt att SKB nu inrättat Kapsellaboratoriet, där förslutning och provning kan utvecklas i fullstor skala.

SKI anser att konstruktionsförutsättningarna för kapseln har härletts från de grundläggande kraven på kapseln på ett bra sätt, men att dessa krav behöver motiveras bättre från säkerhetsanalysen av slutförvaret.

När det gäller valet av kapselmaterial anser SKI att den mekanism varmed fosfor påverkar koppars krypegenskaper behöver klarläggas. SKI anser vidare att SKB bättre behöver motivera det satta kravet för koppars kornstorlek.

SKI vill understryka att det centrala vid härledningen av kraven på kapselns vägg tjocklek är de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som används vid dimensionering av kopparn, inte användningen av säkerhetsfaktorer i sig. SKI anser att SKB borde göra en ny sammanställning av kapselkorrosion. Valet av vägg tjocklek påverkas dock av flera faktorer, främst möjligheterna att nå goda resultat vid tillverkning, förslutning och kontroll. En viktig uppgift för SKB är att väga dessa faktorer mot varandra.

SKI ställer sig frågande till SKB:s påstående att rullformning och längdsvetsning är ett fungerande tillverknings sätt för kopparrör. SKI instämmer dock i att extrudering och dornpressning är intressanta alternativ som bör utredas vidare.

SKI noterar att elektronstrålesvetsning inte är helt utvecklad i den skala som krävs för förslutning av kapslar, och att ett omfattande utvecklingsprogram kan komma krävas för att förstå och lösa de problem som återstår. Om inte utprovningen av metoden i Kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid, anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa metoder kommer att behövas.

SKI instämmer med SKB om att segjärn är ett bättre val av material för insatsen än gjutstål, och vill påminna om att segjärnets egenskaper är starkt beroende av den gjutna kroppens form och storlek. SKB bör därför undersöka gjutkroppens faktiska mekaniska egenskaper, liksom identifiera och kartlägga förekommande defekter.

SKI anser att SKB ännu inte visat hur man med provning kan uppnå kriteriet högst 0,1% defekta kapslar. SKB måste ta fram en bättre härledning av acceptanskriterier för tillåtna defekter i svetsen. SKI vill också betona vikten av att utvecklingsprogrammet för ultraljudsprovning fortsätter, och att ett motsvarande program för utveckling av provning med röntgen redovisas.

SKI:s åsikt är, i likhet med Oskarshamns kommun och LSNO, att en kritisk fråga för den tekniska genomförbarheten för KBS-3-metoden är att SKB kan visa att teknik för förslutning och kontroll verkligen finns tillgängliga och tillämpliga för serietillverkning. Detta innebär att senast inför en ansökan om detaljundersökning skall ett antal fullstora kapslar ha tillverkats, förslutits och kontrollerats, och kunnat visas uppfylla de krav som förutsätts i säkerhetsanalysen av den långsiktiga säkerheten.”

SKI:s yttrande medger en tolkning som innebär att ett tämligen omfattande utvecklingsarbete kommer att behövas innan det finns en tillfredställande metod för att tillverka och försluta kapslar.

### **C.1.2 Barriär och återfyllnad**

I deponeringshålet skall kapseln omges av bentonit. SKB:s referensval har hittills varit en lera från USA, MX-80, med en smektithalt av minst 70% men man ämnar undersöka om det går att använda billigare leror som finns i Danmark och Nordtyskland. Långtidsförsök, 20 år, för att prova buffertmaterialets funktion har inletts vid Äspö varvid MX-80 kommer att användas.

SKB har genom åren övervägt olika material för återfyllnad av tunnlar. Det nuvarande referenskonceptet är att använda en blandning av bentonit och bergkross, 15 resp. 85%. Försök med olika material kommer att äga rum vid Äspö i en ort som är utbruten med normal sprängteknik.

**Kommentar.** SKI anför följande, SKI rapport 99: 16 sid. 121:

“Enligt SKIs uppfattning är det väsentligt att SKB i större utsträckning tar fram en helhetssyn på kravspecifikationen för bufferten och samordnar detta arbete så att alla aspekter samtidigt täcks in.

SKI anser att SKB tydligare måste kunna visa att bufferten uppfyller de funktionskrav som ställs på bibehållna gynnsamma kemiska och fysikaliska egenskaper i ett långtidsperspektiv. En fortsatt kunskapsuppbyggnad kommer att krävas för att kartlägga de möjliga kemiska och strukturella omvandlingarna av bentoniten som kan ske på lång sikt och för att kunna förutsäga deras effekter.

SKI anser att SKB behöver förbättra förståelsen för bentonitens bevättningsfas då värmen från kapseln kan försämra bentonitens egenskaper under en utdragen omättad fas. SKB har kommit betydligt längre i förståelsen av bentonitens egenskaper vid mättade förhållanden. SKI anser att SKB behöver genomföra analyser som klargör de faktorer som påverkar bevättningshastigheten hos såväl buffert som återfyllning.”

Det kan noteras att SKI i stort sett koncentrerar sina synpunkter på frågor som rör bufferten.

### **C.1.3 Slutförvarsteknik**

- SKB har vid Äspö jämfört skadorna vid drivning av tunnlar med sprängning och med en tunnelborrningsmaskin (TBM). Som väntat blev skadorna mindre vid borring med TBM. Dagens tunnelborrningsmaskiner är dock inte lämpade för att borra många förhållandevis korta tunnlar.
- SKB planerar att borra ett tiotal deponeringshål i full skala vid Äspö. Målet med borrhoprogrammet är dels att utvärdera och utveckla borrhortechniken dels att åstadkomma de deponeringshål som behövs för planerade fullskaleförsök, se nedan.
- Under bygge och drift av djupförvaret är det viktigt att ha god kontroll av inflöde av grundvatten. SKB bedriver därför ett utvecklingsarbete inom området injektering för tätning av vattenförande strukturer i samband med bergbyggnad.
- Eftersom det är tänkt att högkompakterad bentonit i form av block skall användas som buffert kring kapseln och det inte finns en tillgänglig teknik för att framställa sådana block, så bedriver SKB ett utvecklingsarbete inom detta område. SKB har gjort försök med såväl isostatisk som med enaxlig pressning. Fördelen med isostatisk pressning är att blocken blir homogena. Nackdelen är att det troligen krävs mekanisk bearbetning efter pressning. Försök har endast gjorts i skala 1:4 eftersom utrustning för fullskaleförsök inte finns att tillgå i Sverige. De fullstora block som har tillverkats och de som kommer att tillverkas för de planerade försöken vid Äspö har därför framställts med enaxlig pressning. En nackdel med den metoden är att blocken kan bli inhomogena. SKB hävdar dock att detta problem kan lösas.
- Deponeringen av kapseln och de bentonitblock som skall utgöra den omgivande bufferten består av flera steg där kraven på driftsäkerhet är höga och där kravet på slutresultatet är exceptionella. SKB:s referensmetod för deponering är att bentoniten först placeras i deponeringshålet och att kapseln därefter sänks ned. Spalten mellan bentonit och berg skall vara ca 50 mm och den mellan kapsel och bentonit ca 10 mm. Hela arbetet måste ske i en strålskyddad miljö. Ett problem är att vattenmättnadsförloppet liksom tätheten efter vattenmättnad kan påverkas i samband med deponeringen.
- "Återfyllningen av deponeringstunnlarna planeras att utföras med lager av återfyllningsmaterial som kompakteras på plats", se Lönnerberg och Pettersson fig. 5-11. "Det utvecklingsarbete som pågår syftar till att ta fram material och driftsmässiga metoder för applicering, som uppfyller de mekaniska, kemiska och hydrauliska krav som ställs på återfyllningen. Olika material har tagits fram och provats i laboratorium. Blandningar av bentonit och krossat berg, eller bentonit och kvartssand, har visat sig uppfylla kraven.

Lämplig materialsammansättning påverkas starkt av yttre förhållanden där grundvattnets salthalt är en viktig parameter. Ökad salthalt kräver en större andel bentonit för att berget ska få önskade svällningsegenskaper.”

- Inledande försök med blandning, återfyllning och packning i tunnlar har gjorts vid Äspölaboratoriet. Ytterligare fältförsök planeras.

**Kommentar.** SKI anför följande, SKI rapport 99: 16 sid. 88 f:

“Den av SKB föreslagna tunnelhöjden på 5 m i deponeringstunnlar förefaller vara alltför snävt tilltagen om kapselns storlek (höjd 4,8 m) beaktas. Om SKBs föreslagna teknik med sekventiell deponering av bentonitblock och kapsel i vertikala hål inte fungerar såsom planerat innebär en samtidig deponering av bentonit och kapsel i ett “paket” ett betydligt större (och dyrare) krav på tunnelarea.

SKI anser det som viktigt att tillförlitliga metoder tas fram och används för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar. En utförligare diskussion om tolkning av SKBs resultat från ZEDEX-försöket redovisas i avsnitt 7.12.

Beträffande acceptans respektive förkastande av deponeringshål konstaterar SKI att SKB ännu inte diskuterat vilka kriterier som skall gälla för att ett deponeringshål skall kunna accepteras. SKI anser att det viktigaste kriteriet är hur stort vattenflöde som skulle kunna accepteras för att få en jämn återmättnad av bentoniten. En avgörande faktor i detta sammanhang är om cementinjektering runt deponeringshålen skall tillåtas för att stoppa eller begränsa vattenflödet. Enligt SKIs uppfattning bör sådan injektering undvikas. SKIs uppfattning är att SKB i görligaste mån bör undvika att onödigtvis introducera främmande material såsom betong i förvarsmiljön.

Vidare utredningar och analys krävs för att klargöra huruvida en ojämn återmättnad av bufferten kan medföra en heterogen spänningsfördelning på kapseln och även orsaka störningar i buffertens barriäregenskaper.”

#### **C.1.4 Återtag från djupförvaret**

- “Återtag kan bli aktuellt för samtliga cirka 400 kapslar i det första steget av djupförvaret, om en annan metod för att ta hand om eller ta vara på kärnbränslet skulle föredras i framtiden. De återtagna kapslarna ska kunna mellanlagras i en särskild anläggning. En enskild kapsel kan också behöva tas upp ur ett deponeringshål om något av säkerhetskraven inte skulle vara uppfyllt.”
- “Resultatet av det arbete som vi hittills har utfört är att en hydrodynamisk och en termisk metod förefaller kunna vidareutvecklas så att de kan användas för att frilägga en kapsel i djupförvaret.”

- “Under den närmaste perioden planerar SKB att vidareutveckla tekniken för att ta tillbaka deponerade kapslar. Utvecklingsarbetet sker i steg som delvis löper parallellt:
- Utveckling av utrustning och metod.
- Demonstration i full skala (vid Äspölaboratoriet).
- Framtagning av teknik som kan användas i djupförvaret.
- Utformning av ett mellanlager för återtagna kapslar.

**Kommentar.** SKI anför följande, SKI rapport 99: 16 sid. 89:

“I Sverige finns ännu inga formella krav på att återtagning av deponerat kärnbränsle skall vara möjligt, men SKI avser att ställa sådana krav i kommande föreskrifter om slutförvaring. SKI håller med SKB om att återtag kan göras i ett antal olika skeden: från CLAB, under inkapsling, under deponeringsskedet, efter återfyllnad och försegling av deponeringstunnlar och efter förslutning.

Även om det vid slutförvaring inte kan vara tal om att planera för återtagning, d.v.s. att i själva verket anse förvaret som ett mellanlager, anser SKI att SKB behöver utveckla metoder för återtag. Det är SKIs uppfattning, och viktigt för trovärdigheten, att metoder för återtag utvecklas, provas och demonstreras i full skala senast innan beslut tas om påbörjande av en detaljundersökning. Det är därför bra att SKB påbörjat studier av återtagningsteknik, och SKI ser med intresse fram mot resultatet av det planerade återtagningsförsöket i Äspölaboratoriet.”

### **C.1.5 Fullskaleförsök vid Äspölaboratoriet**

Beskrivning enligt underlagsrapporten till FUD 98 sid. 158 ff.

#### **C.1.5.1 Prototypförvar**

Prototypförvaret skall i största möjliga utsträckning simulera ett verkligt förvar med avseende på geometri, material och bergförhållanden. Prototypförvaret utformas för att simulera ett KB-3 förvar under vad som kan beskrivas som normala förhållanden eller det referensscenario som beskrivs i SR-95. Prototypförvaret skiljer sig från ett verkligt förvar i det att värmeeffekten kommer att genereras av elektriska värmare istället för använt kärnbränsle.

Prototypförvarets utveckling kommer att följas under lång tid, möjligtvis upp till 20 år. Detta för att få erfarenhet av en förhållandevis lång drifttid som kan utnyttjas inför ansökan om reguljär drift av djupförvaret. Trots en relativt lång försöksperiod kan prototypförvaret inte användas för att demonstrera den långsiktiga säkerheten hos ett djupförvar.

Prototypförvaret kommer att byggas i inre delen av den TBM-borrade tunneln på 450 m djup i Äspölaboratoriet. Preliminärt planeras för 6 deponeringshål i full skala med ett avstånd mellan



hålen av ca 6 m, vilket är detsamma som planeras enligt KBS-3 konceptet. Avståndet mellan pluggarna och det närmaste deponeringshålet blir minst 8 m. Förvaret delas upp i en inre del om 2 hål och en yttre del om 4 hål. TBM-tunneln ovanför deponeringshålen kommer att återfyllas helt. Resultaten från försöket med prov av olika återfyllnadsmaterial kommer att användas som underlag för val av återfyllnadsmaterial i detta försök. En tunnelplugg kommer att skilja den yttre och den inre delen av försökstunneln. Pluggarna kommer att konstrueras för att tåla kombinationen av fullt vattentryck och svälltryck från buffert och återfyllnadsmaterial. Den yttre delen av försöket är tänkt att drivas i ca 5 år. Därefter bryts denna del av försöket, pluggen rivs, återfyllnadsmaterialet och bufferten grävs ut och provtas. Kapseln återtas och undersöks. Den inre delen lämnas kvar och försöket i denna del drivs vidare i 10-20 år.

Prototypförvaret kommer att instrumenteras för att möjliggöra studier av:

- vattenupptagning i buffert och återfyllnad,
- temperaturfördelningen i kapsel, buffert, återfyllnad och berg,
- svälltryck och rörelser i buffert och återfyllnad,
- bergspänningar och rörelser i omgivande berg, och
- kemiska processer.

#### **C.1.5.2 Provning av olika återfyllnadsmaterial**

Försöket lokaliseras till ZEDEX-orten, som är utbruten med normal sprängteknik, på 420 m djup i Äspölaboratoriet. Den inre testdelen av orten fylls med en blandning av 30 viktprocent bentonit och krossat berg. Den yttre testdelen av orten fylls med krossat berg utan inblandning av bentonit. I denna del placeras ett lager förkompakterade block bestående av 50 viktprocent bentonit och krossat berg närmast taket. Återfyllningen packas med lutande skikt: en teknik som utvecklats i förberedande försök. Försökstunneln förslut med en betongplugg. Återfyllnaden instrumenteras och mätningar genomförs av återfyllnadens och pluggens tätningsförmåga. Efter avslutade mätningar grävs återfyllningen ut, provtas och analyseras.

#### **C.1.5.3 Demonstration av deponeringsteknik och återtag av kapslar**

Målet med demonstration av deponeringsteknik är

- att utveckla och prova metodik och utrustning för inkapsling och deponering av använt kärnbränsle,
- att på ett åskådligt sätt för specialister och allmänhet demonstrera de olika stegen vid deponering och återtag av kapslar, och
- att utveckla och prova ändamålsenliga kriterier och kvalitetssystem för deponeringsprocessen.

Demonstrationen av deponeringsteknik kommer att genomföras i en ort på 420 m nivån. Denna plats ger en realistisk miljö för genomförande av försöken samtidigt som den medger transport av tunga fordon till försöksområdet. Demonstrationen kommer att omfatta hantering och deponering av kapslar och bentonitbuffert i fyra fullstora deponeringshål. De moment som förväntas bli provade och demonstrerade är:

läns-pumpning av hål, uppbyggnad av bentonitbuffert, deponering av kapsel, uppbyggnad av resterande bentonitbuffert över kapsel, fyllning med vatten och återfyllning av deponeringshål över bentonitbuffert .

Målet för prov av återtag är

- att utveckla och prova metodik och utrustning för att lösgöra kapseln från den vattenmättade och uppsvällda bentoniten, och
- att visa hur en frigjord kapsel kan återtas under realistiska förhållanden.

Prov av återtag genomförs i en ny tunnel på 420 m nivån i Äspölaboratoriet. Efter geologisk karakterisering av tunneln kommer två fullstora deponeringshål att borrar. Kapslar med elektriska värmare sänks ned i hålet och omges med bentonitblock och viss instrumentering. Hålen försluts med betongpluggar. Tunneln ovanför hålen återfylls inte. Därefter lämnas hålen för att vattenmättas. Detta förväntas ta 3-5 år. Under tiden utvecklas teknik och maskiner för frigörande av kapseln från bentoniten. Efter det att bentoniten vattenmättas inleds själva återtagningsförsöken. Kapseln lösgörs från bentoniten, kapseln greppas i locket och förs in i ett strålskydd.

#### **C.1.5.4 Långtidsprov av buffertmaterialets funktion**

Målen för långtidsprovning av buffertmaterialets funktion är

- att prova bentonitbuffertens funktion i djupförvarsmiljö under lång tid (upp till 20 år),
- att prova modeller och bekräfta resultat från laboratorieexperiment rörande omvandling av smektit till illit, saltanrikning och högt pH,
- att utesluta förekomsten av icke identifierade men möjliga processer i djupförvarsmiljö.

Långtidsförsöken med bentonitens funktion är tänkta att genomföras i 4 m djupa borrhål med en diameter av ca 300 mm. I hålen nedsänks kompakterade bentonitblock med en värmare i mitten. Hålen instrumenteras för mätning av temperatur, tryck och värmeledningsförmåga (vattenhalt) under försökets löptid. För provning av bufferten under förhållanden som motsvarar dem i referenskonceptet så drivs temperaturen till en maximal nivå av ca 100°C och hålen fylls med MX-80 bentonit med hög vattenmättnadsgrad. För provning under avvikande förhållanden kombineras försök med saltanrikning, cementering och illitisering i samma hål. Eftersom dessa processer är temperaturberoende genomförs försöken vid högre temperatur än 100°C.

Långtidsförsöken beräknas ske i totalt fyra hål där försöken successivt kommer att brytas efter fem respektive tio eller maximalt 20 år. När försöket i respektive borrhål bryts tas bufferten upp genom överborrning. Prover tas och skickas till laboratoriet för att kvantifiera intressanta parametrar: t. ex. vattenmättnad, kemisk sammansättning hos buffert och porvatten, mineralsammansättning, svälltryck, hydraulisk konduktivitet och skjuvhållfasthet.

### **C.1.5.5 Injekteringsteknik**

Målet är att verifiera kunskaper om injektering/förstärkning av större transmissiva diskontinuiteter och starkt vattenförande diskontinuiteter med måttlig mäktighet och utbredning.

För karakterisering av berg ur injekteringssynpunkt planeras utveckling av en för ändamålet anpassad hydraultestmetod. Utrustning provas i Äspölaboratoriet under väl kontrollerade former, och studier av noggrannheten i karakteriseringen sker genom injektering i borrhål.

Förinjekteringens stabiliserande och tätande verkan studeras genom undersökning av lämpliga avsnitt i Äspötunneln där enbart förinjektering genomförts.

De modeller som utvecklats för att förutsäga resultatet av injektering under olika geologiska förhållanden kommer att provas i fältförsök. Först genomförs karakterisering av den bergvolym som skall injekteras. Utifrån dessa data och framtagna modeller görs en förutsägelse om förväntat resultat. Därefter genomförs injektering och prov för att bedöma injekteringsmedlets spridning och tätande förmåga.

**Kommentar.** SKI anför följande, a. A. sid. 149 f:

“SKI stöder SKBs planer på en fortsatt användning av Äspölaboratoriet för att utveckla teknik och demonstrera funktion och samverkan hos slutförvarets olika komponenter. Trots den relativt långa projekttiden (upp till 20 år) kan prototypförvaret inte användas för att demonstrera den långsiktiga säkerheten hos ett slutförvar, vilket också SKB konstaterar. SKI anser det motiverat att SKB utför föreslagna tester i fullskala, eftersom detta kan komma att ge en bekräftelse på om deponeringstekniken fungerar ingenjörsmässigt innan den tillämpas i det verkliga förvaret. För prototypförvaret är SKI särskilt intresserad av att följa upp monitoreringen av den hydrauliska återmättnaden.

SKI anser att det fortfarande finns vissa frågetecken för användandet av krossat berg i ett framtida förvar. En fråga som ännu ej utretts är om en eventuell biofilm (mikrober) bildad vid det krossade bergets ytförvaring påverkar miljön i förvaret när de behandlade bergmassorna återförs till förvarsdjup (Brown och Sherriff, 1998).

I återfyllnadstestet anser SKI att det vore värdefullt om SKB undersökte den axiella vattentransporten i tunnelriktningen i skadezonen och jämförde denna med vattentransporten i återfyllnaden för att se om skadezonen kan anses vara en betydelsefull kanal för radionuklidtransport från eventuellt läckande kapslar.

I försöket demonstration av deponeringsteknik och återtag finner SKI det motiverat att SKB för allmänhet och specialister i Äspölaboratoriet visar de olika stegen för deponering och återtag av kapslar. SKI anser det vara betydelsefullt att åtgärder i utförandefasen för deponering av kapslar inklusive den planerade möjligheten till återtag inte inkräktar på förvarets långsiktiga säkerhet. Vid en ansökan om att få påbörja deponering skall SKB visa att metoder för återtag finns tillgängliga.”

“SKI anser det angeläget att SKB genom Äspöförsöken utvidgar kunskapen om bentonitbuffertens funktion i slutförvarsmiljö (se även kommentarerna i avsnitten 5.7 och 7.4). SKI noterar att det i samband med överborrning, efter genomförandet av det första projektskedet, uppstod problem med kärnförlust då buffertkärnorna skulle tas upp. Det finns därför anledning för SKB att i planerade tester uppmärksamma att tillräcklig tid ges att uppnå full vattenmättnad av bentoniten och att tekniken för överborrning efter avslutade tester ses över.

Beträffande test av injekteringsmetodik ansåg SKI redan vid granskningen av FUD-program 95 att man generellt kan säga att tester med olika injekteringsmedel hittills varit alltför begränsade i Äspölaboratoriet. SKI påpekar vikten av att SKB fördjupar kunskapen om injekteringsbrukets beständighet och långtidsegenskaper. En eventuell påverkan på slutförvarets kemi som negativt kan inverka på den långsiktiga säkerheten behöver utredas.

SKI stöder därför den satsning som SKB nu genomför i och med bildandet av en projektorganisation där högskolors experter och annan svensk injekteringsexpertis engagerats. Projektgruppens hittills utförda arbeten (etapp 1) och planerade aktiviteter presenterades vid ett nordiskt symposium i berginjektering i Finland i november 1998. Här framkom att SKI:s tidigare påpekanden om forskningsbehov troligen kommer att tillgodoses.”

## C.2 Inkapslingsanläggning

Inkapslingen av det använda bränslet och av vissa hårdkomponenter planeras ske i en ny anläggning direkt ansluten till CLAB. En beskrivning av den tänkta anläggningen ges i Gillin (1998). De anförda argumenten för lokaliseringen är följande:

- ”Bränslet kan transporteras direkt från CLAB till inkapslingsanläggningen med hjälp av den befintliga bränslehissen. Detta medför att bränslet ej behöver lastas över i transportbehållare, vilket skulle vara fallet om inkapslingsanläggningen lokaliserades någon annanstans.
- Ett flertal av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i CLAB kan även utnyttjas vid inkapslingsprocessen. Detta medför att byggnadsbehovet för inkapslingsanläggningen blir mindre.
- Med en lokalisering till CLAB undviks kontaminering av ytterligare en anläggning.
- Tillgången till annan kärnteknisk infrastruktur, t. ex. strålskydd och hantering av radioaktivt avfall, är god på Simpevarpshalvön på grund av driften vid Oskarshamnverket och CLAB.
- Den erfarenhet av bränslehantering och tillhörande servicesystem som finns hos personalen i CLAB kan bäst tas tillvara om inkapslingsanläggningen byggs på samma plats.
- Transporterna till djupförvaret blir enklare om bränslet redan är inkapslat. Däremot ökar antalet transporter (jämfört med en lokalisering vid djupförvaret) eftersom en transportbehållare för en kapsel rymmer färre bränsleelement än transportbehållare för oinkapslat bränsle. Hur mycket transportbehovet ökar beror på vilken typ av behållare som används men skulle, i jämförelse med dagens transportbehållare, motsvara 40-50% fler behållare som behöver transporteras.
- Inkapslingsanläggningen får plats inom SKB:s fastighet för CLAB. Ny mark behöver därför inte tas i anspråk och det krävs inga nya vägar eller kylvattenanläggningar.”

### *Syfte och utförande*

“Syftet med inkapslingsanläggningen är att kapsla in använt kärnbränsle i kopparkapslar och att placera hårdkomponenter i kokiller för vidare transport till djupförvaret. I ett första skede hanteras endast använt bränsle, men anläggningen förbereds för att senare kompletteras med utrustning för hantering av hårdkomponenter.

Inkapslingsanläggningen är dimensionerad för att färdigställa ca 200 kapslar med bränsle per år, d. v. s. i genomsnitt en kapsel per arbetsdag. För hårdkomponenter är kapaciteten 100-200 kokiller per år. Inkapsling av använt bränsle och hantering av hårdkomponenter görs i separata kampanjer.

Inkapslingen sker i en inkapslingsbyggnad som är förlagd i marknivå, i direkt anslutning till CLAB. Byggnaden är ansluten till CLABs bränslelapp på ett sådant sätt att bränsle och hårdkomponenter kan transporteras mellan anläggningarna utan omlastning. Hjälpssystemen i CLAB byggs ut för att även täcka behoven i inkapslingsanläggningen. Det finns även kommunikationsvägar för personal och besökare.

Utformningen av inkapslingsanläggningen är vald så att det finns flexibilitet för framtida ändringar och eventuella utbyggnader. Det finns även viss flexibilitet om kapselns utformning skulle ändras i framtiden.”

### *Anläggningsbeskrivning*

Anläggningen består av en inkapslingsbyggnad och ett förråd för fyllda transportbehållare. Inkapslingsbyggnaden innehåller:

- bassänger och tillhörande utrustning för hantering av bränsleelement och kassetter,
- utrustning för omlastning och torkning av kopparkapslar och kokiller,
- utrustning för förslutning av kopparkapslar och kokiller,
- utrustning för hantering av kapslar, kokiller och transportbehållare, och
- lokalt kontrollrum varifrån inkapslingsprocessen styrs och övervakas.

Förrådet består av en betongplatta i en byggnad som rymmer ca tio transportbehållare.

### *Arbetsoperationer för inkapsling av använt bränsle*

#### 1. Torkning av bränsle och omlastning till kopparkapsel

Transportkassetten lyfts, med den fjärrstyrda hanteringsmaskinen, över till hanteringscellen och placeras i en av två torkpositioner. Den valda torkpositionen förses med lock. Torkning sker med cirkulerande luft med ca 120°C temperatur.

När bränslet är torrt lyfts elementen ur, ett i taget, och placeras i en kapsel som är dockad underifrån till en annan del av cellen. Kapseln är under ilastningen försedd med ett skydd så att ytan ej riskerar att skadas vid hanteringen. När kapseln är fylld skruvas stållocket på insatsen fast.

Den tomma transportkassetten förs, via rampen, tillbaka till hanteringsbassängen.

Anslutningen mellan den dockade kapseln och hanteringscellen är tät för att förhindra att kapselns utsida kontamineras och att luften i cellen tränger ut och orsakar luftburen aktivitet i övriga delar av anläggningen.

#### 2. Atmosfärsbyte och täthetsprovning av insats

Luften i den gjutna insatsen ersätts med argon i en separat station. Vid denna station dockas kapseln underifrån på liknande sätt som vid hanteringscellen.

Med en manipulatorarm kopplas en anslutning till stållockets genomföring. Via denna anslutning vakuumpumpas först utrymmet i insatsen och fylls därefter med argon. Vakuumpumpning och argonfyllning upprepas tills erforderlig kvalitet på atmosfären i insatsen är uppnådd.

Stållocket täthetsprovas innan kapseln lämnar stationen.

### 3. Svetsning av kopparlock

Vid svetsstationen dockas kopparkapseln till en vakuumkammare som finns inne i stationen. Efter dockning vakuumpumpas kammaren och därmed även utrymmet mellan insatsen och kopparhöljet.

Kopparlocket, som har transporterats till svetsstationen separat, värms (om nödvändigt) så att det får samma temperatur som kapseln. Locket placeras på kapseln som därefter försluts med elektronstrålesvetsning. Vid svetsningen roteras kapseln runt sin axel på vridbordet i kapselhylsan.

### 4. Bearbetning och oförstörande provning

Detta sker i en separat station. Här görs först en visuell kontroll av svetszonen innan en förberedande maskinbearbetning genomförs. Därefter utförs oförstörande provning med både röntgen och ultraljud. Vid ett godkänt resultat görs en slutlig maskinbearbetning av svetsytan.

### 5. Hantering av underkända kapslar

Om svetsen blir underkänd vid den oförstörande provningen men innehåller defekter som bedöms kunna repareras förs kapseln tillbaka till svetsstationen där den svetsas om. Därefter kontrolleras svetsens kvalitet på nytt.

I de fall då svetsen ej går att åtgärda genom omsvetsning ställs lastbäraren med den underkända kapseln åt sidan, så att den normala produktionen ej hindras. Uppställningsplatser för sådana kapslar utgörs av positionerna under de två stationerna för hantering av hårdkomponenter.

Vid lämpligt tillfälle hanteras en defekt kapsel på särskilt sätt genom att kopparlocket skärs upp i stationen för oförstörande provning. Efter det att kopparlocket lyfts av i svetsstationen körs kapseln till hanteringscellen där det inre locket lossas och lyfts av. Bränslet lastas över i en tom transportkassett som placeras i en av torkpositionerna.

Den tomma kapseln förs till den aktiva verkstaden där insatsen dekontamineras och lyfts upp ur kopparhöljet. Insatsen kan återanvändas i en ny kapsel medan kopparn skickas till återvinning.

De urlastade bränsleelementen lastas över i en ny kapsel.

### 6. Mätning och dekontaminering

Vid en urlastningsposition i transportkorridoren lyfts kapseln, med hjälp av kapselhanteringsmaskinen, upp ur lastbäraren och sänks ned i mätnings- och dekontamineringsstationen. Kapselhylsan, som lämnats kvar i lastbäraren, lyfts även den med kapselhanteringsmaskinen till en position i uttransporthallen där den kontrolleras och vid behov dekontamineras.

I stationen används manipulatorer för att ta strykprover på hela kapselns utsida för att kontrollera att den är ren. Vid behov av dekontaminering används högtrycksvatten varpå nya strykprover tas. Även ytdosraten kontrolleras innan kapseln lämnar stationen.

**Kommentar.** Angående inkapsling anför SKI följande, a. a. sid. 76 f:

“SKI anser att utfört projekteringsarbete för kapselfabrik och inkapslingsanläggning verkar rimligt men vill påpeka att detaljutformning kommer att styras av slutligt vald tillverknings- och förslutningsmetod för kapseln.

SKB beskriver en inkapslingsanläggning lokaliserad i direkt anslutning till CLAB och till viss del integrerad med CLABs befintliga hanterings- och försörjningssystem. En stor del av redovisningen utgörs av hänvisningar till etablerad verksamhet och referenser till befintlig dokumentation avseende kravbild och säkerhetsredovisning för CLAB.

SKI instämmer i att en lokalisering av inkapslingsanläggningen till CLAB medför många fördelar. SKI vill dock betona betydelsen av att en systematisk analys av lokaliseringsaspekter som påverkar driften av anläggningen, för de principiellt olika lokaliseringar som SKB redovisat.

SKI vill också påtala vikten av att en tydlig och fristående säkerhetsredovisning presenteras inför en ansökan om att få uppföra anläggningen.”

### **C.3 Djupförvar**

Beskrivningar av det tänkta djupförvaret finns i de olika förstudierrapporterna och i Lönnerberg och Pettersson (1998) som nedanstående framställning utgår ifrån.

#### *Syfte*

Syftet med djupförvaret är att slutförvara det använda bränslet och annat långlivat avfall såsom hårdkomponenter efter inkapsling respektive placering i kokiller.

#### *Utförande*

Djupförvaret består av två huvuddelar placerade i det svenska urberget. Den ena huvuddelen - förvaret för det inkapslade bränslet - består av parallella deponeringstunnlar på ca 500 m djup.

Kapslarna deponeras en och en i vertikala hål borrhåll i botten av deponeringstunnlarna. Varje kapsel omges av en buffert (35 cm) av bentonitlera.



Förvaret för det inkapslade bränslet är uppdelat i två områden: ett för provdeponeringen av 400 kapslar och ett för deponeringen av de återstående kapslarna.

Den andra huvuddelen är ett förvar för andra typer av avfall. Det är tänkt att placeras på samma djup men på ett sådant avstånd från kapslarna att de stora mängderna betong i enheterna för annat långlivat avfall inte stör de kemiska förhållandena i området för bränslet.

Deponeringstunnlarna binds samman av tunnlar för transport, kommunikation, ventilation och ledningsdragnig. Dessa har förbindelse med ett centralområde under jord och med kommunikationen med markytan.

Tunnlarna borras eller sprängs med konventionell teknik och deponeringshålen fullprofilborras. Kapseln vickas ner i deponeringshålet (kardanorörelse), varför höjden i deponeringstunneln kan vara lägre än kapselns längd.

Resteffekten i det deponerade bränslet kommer att leda till en viss uppvärmning av förvaret. Placeringen av deponeringstunnlarna liksom det inbördes avståndet mellan kapslarna i dessa bestäms med hänsyn till kravet på begränsning av temperaturen hos kapseln och i bufferten och kommer därför att påverkas av det lokala bergets termiska egenskaper.

Anläggningen för djupförvaret består också av en ovanjordsdel, dit det inkapslade bränslet och övrigt avfall transporteras i transportbehållare. I referensfallet kommer avfallet på järnväg till djupförvaret och avfallet förs ner till deponeringsnivån via en spiralramp. Den underjordiska delens centralområde befinner sig direkt under ovanjordsområdet.

Ovanjordsdelen består huvudsakligen av en driftbyggnad för mottagning av avfallet samt en produktionsbyggnad för bearbetning av bentonit. Vidare finns ett antal byggnader som erfordras för anläggningens drift, för försörjning av elkraft och värme, och för bearbetning och förvaring av bergmassor och bentonit. Det finns även ett deponiområde med kross för bergmassor.

Centralområdet i underjordsdelen har berghallar för bergdränage, eldistribution, ventilation, verkstad, personal och förråd. I centralområdet finns även en omlastningshall för kapslar och en plats för tippning av bergmassor. Bergmassorna hissas därifrån med hiss i ett skipschakt och förs till deponin.

Ovanjordsdelen och underjordsdelen är förbundna genom ett antal schakt för transport av personal, bergmassor och utrustning. Vidare finns schakt för ventilation och försörjning.

Vid bergdeponin krossas delar av bergmassorna och efter blandning med bentonit återförs dessa för fyllning av deponeringstunnlarna under driftperioden. I ett senare skede används bergmassor för återfyllning av andra tunnlar.

*Transport och hantering i anläggningen*

### 1. Transporter av kapslar till anläggningen

Ett tåg med 10 transportbehållare med bränslekapslar kör varannan vecka från omlastningshamnen till djupförvaret. Efter ankomsten till djupförvaret frikopplas loket, som sedan kan användas till övriga transporter, tills det är dags för en ny resa med transportbehållare. Ett rangerlok tar hand om järnvägsvagnarna vid djupförvaret.

Vagnar och transportbehållare skall vintertid göras rena från snö och is innan behållarna lyfts in i buffertförrådet. Rengöring sker i spolhallen.

Transportbehållarna lyfts över till driftbyggnadens förråd. Tomma behållare kan lastas på järnvägsvagnarna så snart dessa blir lediga.

### 2. Transporter av annat gods till anläggningen

Övriga uppgifter för loket omfattar transport av bentonit, samt transportbehållare för kokiller med härdkomponenter och annat avfall.

Kokiller med härdkomponenter deponeras samtidigt med bränslekapslar under 10 år av den reguljära driften. Även huvuddelen av övrigt avfall hanteras under denna period. De sista kollina med övrigt avfall finns tillgängliga först när driften vid CLAB och inkapslingsanläggningen avslutas.

Transportsystemet och djupförvaret har kapacitet för dessa avfallsflöden. Transporter och buffertar har dimensionerats för den intensiva tioårsperioden med härdkomponenter.

Inkapslingsanläggningen har i nu planerad utformning inte kapacitet för härdkomponenter i den takten.

Transportbehållare för kokiller med härdkomponenter och annat avfall hämtas av loket varannan vecka under den intensiva tioårsperioden. Samtliga behållare skall kunna placeras på samma upplag som transportbehållare för kapslar både på vagnarna och i buffertförrådet.

Efter transporter med avfall har loket två dagar per vecka över för bentonit- och andra transporter. Ett rangerlok kan fordras i hamnen för att lastningen av vagnarna skall vara smidig.

Det behövs under en dag varannan vecka och kan förmodligen hyras.

### 3. Driftbyggnad med buffertförråd

Driftbyggnad utgör förbindelse mellan järnväg och nerfartsramp.

Rangerloket kör in en järnvägsvagn i driftbyggnadens ena ände. Efter lossning av surningen lyfter en travers över behållaren till buffertförrådet. Buffertförrådet har 15 positioner för transportbehållare. Det är tillräckligt för kontinuerlig drift med deponering av en kapsel per arbetsdag och sju kollin med annat avfall på två veckor.

Från buffertförrådet lyfter driftbyggnadens travers över transportbehållare till ramptrucken.

### 4. Nerfartsramp

Transporterna i rampen sker med eldrivna truckar. Farten har satts till 5 km/tim, varför nerfartstiden blir ca en timme.

Rampen har försetts med mötesplatser med jämna mellanrum så att olika fordon kan mötas. Utöver avfallstrucken kommer två truckar med bentonitblock och återfyllnadsmassor samt något underhållsfordon att gå i rampen.

#### 5. Bentonitinläggning före kapseldeponering

Deponeringsmaskinen, som deponerar både kapslar och bentonit, är rälsbunden. Den är utformad som en hjulförsedd balkkonstruktion med en strålskärmlåda, som innehåller en vridbar cylinder för deponeringen av kapseln. Den har också ett hjälplyft för bentonitblock. Maskinens funktioner drivs och manövreras elektriskt.

Maskinen placeras i läge över avsett deponeringshål. Den injusteras så att hjälplyftet centrerar över deponeringshålet.

Deponeringshålets botten är i förväg avjämnad till en horisontell yta med sand/betong, så att den utgör en plan grund för bentonit och kapsel. En bentonitvagn med lyftutrustning med en sats bentonitblock körs med truck från produktionsbyggnaden ovan jord genom rampen och fram till deponeringstunnelns mynning där blocken avplastas. Vagnen lyfter över blocken till en servicevagn i deponeringstunneln, som löper på samma räls som deponeringsmaskinen. Den för fram blocken till deponeringsmaskinen, som griper dem och lyfter ner dem i deponeringshålet. De ringformiga hålen fyller hålet till en mot kapseln svarande höjd. På det översta blocket läggs en skyddsring som skyddar blocken mot skador då kapseln sänks ner.

Ett toppblock avsett att sättas ovanpå kapseln hängs i ett internt hjälplyft i strålskärmlådan. Servicevagnen förs undan för att förses med resterande block, bentonit pellets och bentonitbergkross-blandning som fyller hålet efter kapseldeponeringen.

#### 6. Hantering i omlastningshallen

Trucken kör ner till omlastningshallen i centralområdet där en travers lyfter av transportbehållaren och placerar den i ett ställ. En tom transportbehållare lyfts på trucken som sedan kan återgå till driftbyggnaden.

Överflyttningen i omlastningshallen sker strålskärmad.

Behållarens stötdämpare demonteras, traversen reser behållaren till vertikalläge och ställer den i en grop för urlastning. Gropen är upptill försedd med en strålskyddsbox som skärmar mot omgivningen då kapseln exponeras. Över boxen står en vinschplattform.

Strålskärmstuben som används vid deponeringen ställs ovanför boxen. Behållarens lock och strålskärmstubens botten monteras av med hjälp av rullbord inne i boxen. Med en tv-kamera monterad på ett av rullborden och riktad mot kapselns övre yta identifieras kapseln.

Tuben är försedd med en gripenhet för kapseln som är fäst vid en inre fläns i tubens överdel. Den skärmar strålningen uppåt. En vinsch på vinschplattformen fästs vid gripenheten, lösgör den från

tuben och sänker ner den till ingrepp i kapseln i dess greppursparing. Vinschen lyfter upp kapseln till strålskärmsstuben där gripenheten med hängande kapsel åter låses.

Under lyftet granskas kapselns cylindriska del med hjälp av tv-kameror placerade i boxen.

Därigenom kan eventuella skador observeras.

Tubens bottenlock appliceras med det ena rullbordet, och tuben med kapsel lyfts, tippas, tippas ner till horisontellt läge och läggs på ett ställ där den sedan kan hämtas av den eldrivna tubvagnen. Vagnen för kapseln via driftgatorna till avsedd deponeringstunnel.

Den tomma transportbehållaren inspekteras internt beträffande skador, förses åter med lock, lyfts upp ur gropen och läggs ner. Därefter monteras stötdämparna. Behållaren kan sedan avhämtas av ramptrucken vid nästa resa.

Eventuella skador på behållaren noteras men inga åtgärder vidtas. Reparationer utföres vid inkapslingsanläggningen.

All hantering från inkapslingsanläggningen till djupförvaret sker med kapseln väl skyddad, vilket garanterar att inga skador kan uppstå. Om någon incident rapporteras från transporten, som skulle kunna medföra oväntade påkänningar, kan en noggrann inspektion av kapseln behövas. En sådan utföres i omlastningen såsom beskrivits ovan eller efter återgång till inkapslingsanläggningen.

All viktig information om kapsel och transportbehållare överförs till en central dator för dokumentation.

#### 7. Transport av kapsel till deponeringsmaskin

Den eldrivna tubvagnen med kapsel i strålskärmsstub kör fram till deponeringsmaskinen. Vagnen drivs från omlastningen med ström från transporttunnelarnas strömskena.

Vagnen stannar vid en skiftvall, som utgör en mellanplattform innanför deponeringstunnelns mynning, där tuben med kapsel skjuts över. Deponeringsmaskinen kör fram till skiftvallen och tuben förs in i deponeringsmaskinens strålskärmslåda. Maskinen kör därefter till deponeringshålet.

#### 8. Deponering av kapslar

I deponeringsmaskinens strålskärmslåda delas strålskärmsstuben så att dess bottendel dras undan från den vridbara cylindern och in i ett vänteläge. Deponeringsmaskinen vrider tubens överdel med kapsel till vertikalt läge, varvid kapseln sticker in ett stycke i deponeringshålet. Kapseln hålls fast av gripenheten i tubens topp. Tuben sänks ca en meter ner i deponeringshålet. En vinsch i maskinen förs fram över tuben, griper i gripenheten i tubens övre ände och lossar gripenhetens grepp i tuben. Kapseln sänks nu ner till sitt slutliga läge med vinschen.

Sedan gripenhetens grepp i kapseln lossats hissas den och sätts åter fast på tuben, varpå vinschen förs undan. Maskinen flyttas så att toppblocket av bentonit kan sänkas ner med hjälplyftet och läggas på kapseln. Tuben vrids tillbaka till horisontellt läge och bottendelen sätts åter fast.

Maskinen transporterar tuben till skiftpallen där tubvagnen hämtar den och återför den till omlastningshallen.

#### 9. Bentonitinläggning efter kapseldeponeringen

Toppblocket av bentonit skärmar strålningen från kapseln så att personalen kan beträda tunneln utan begränsningar.

Servicevagnen förs åter fram till deponeringsmaskinen. Skyddsringen, se ovan, tas bort och de resterande bentonitpluggarna sätts ner. Från vagnen släpps bentonitpellets ner i spalten mellan bentonitringar och berg. Spalten runt kapseln kommer eventuellt att fyllas med vatten, som bidrar till att snabbare föra bort kapselns värme. Deponeringsmaskinen placerar sedan två bentonitblock i hålet och resterande hålvolym fylls med bentonit-bergkrossblandning från en behållare på servicevagnen. Då vagnen tömts ställs den i transporttunneln för att lastas med en ny sats block. Alla deponeringshål är försedda med skyddslock som skyddar personalen från att ramla ner. Med hjälp av en mindre truck tas skyddet bort från det aktuella deponeringshålet och läggs tillbaka efter deponeringen. Det ligger kvar tills tunneln skall återfyllas.

#### 10. Bergdrivning och hålbörning

Samtidigt med deponeringen pågår bergdrivning och hålbörning i djupförvaret. Deponeringen utförs i området för den ena transporttunneln och bergdrivningen i det andra. Verksamheterna avskiljs genom portar.

Deponeringstunnlarna planeras drivas med konventionell börning och sprängning. Bergmassorna förs till centralområdets berggata där det tippas i en bergficka och hissas upp till marknivån.

Även berggatan avskiljs från det område där hantering för deponering pågår.

Efter skrotning, besiktning och ev. bergförstärkningsarbeten samt montage av räls och utrustning för luft, kraft och belysning börjar deponeringshålen borrar. Först borrar ett pilothål så att bergkvaliteten kan undersökas. Därefter borrar hålet upp till full diameter. Arbetet avslutas med att botten avjämnas med sand eller betong.

Ventilationsluften tillförs genom en ventilationstrumma i deponeringstunneln. Vid tunnelmynningen anslut en fläkt till ventilationstrumman i transporttunneln.

#### 11. Återfyllning av deponeringstunnlar

Så snart samtliga deponeringshål i en tunnel fyllts kommer tunneln att återfyllas.

Återfyllningen tillhör deponeringssidans område. Återfyllnadsmaterialet utgörs av bergkross med en inblandning av bentonit. Blandningen görs i produktionsbyggnaden.

Deponeringsmaskinen flyttas till nästa tunnel. Rälsen, ventilationstrumman och den ev. belysningen tas bort.

Återfyllnadsmaterialet lastas i container som körs med truck från produktionsbyggnaden genom rampen och fram till avsedd tunnel. I genomsnitt skall ca 140 m<sup>3</sup> fyllning transporteras varje dag. Man kan räkna med att varje container kan lasta 20 m<sup>3</sup> vilket i genomsnitt betyder sju resor med

truckar varje dag. Dessa transporter bör kunna ske med högre hastighet än kapseltransporterna. Man kan räkna med en halvtimmes nerfart och lika mycket för uppfart. Med lastning, lossning och nödvändiga pauser bör man räkna med två timmar per resa. Två truckar kan klara transportererna på dagskift med viss marginal.

Fyllningen matas över till en behållare tillhörande en utläggningsmaskin. Materialet läggs omväxlande ut i lager i maskinen och kompakteras av en annan maskin. Då tunneln fyllts förseglas den med ett avtätande skikt.

## 12. Deponering av övrigt avfall

Behållare med kokiller med härdkomponenter hämtas i driftbyggnaden av samma truck som transporterar behållare med kapslar. Trucken går direkt till en deponeringshall för härdkomponenter i deponeringsområdet för övrigt avfall. Deponeringshallen har en travers som löper utefter hela dess längd och även går fram till truckens lossningsplats. Mellan lossningsplatsen och deponeringshallen finns en strålskyddsvägg som traversen passerar över. Behållarens lock lyfts bort och traversen griper kokillen, lyfter den över strålskyddsväggen och för den till sin plats i deponeringshallen.

Vissa kokiller har en så stark gammastrålning att hela förloppet måste skötas fjärrstyrt sedan locket lyfts av transportbehållaren.

Behållarens lock sätts åter på och trucken återför behållaren till driftbyggnaden. Den transporteras tillbaka till inkapslingsanläggningen för förnyad användning.

Övriga kokiller och fat förs till deponeringshallen för driftavfall där hanteringen går till på samma sätt.

Utrymmena för dessa avfall är indelade i sektioner. Avfallet kan successivt kringgjutats med porös betong om så erfordras. Då en sektion fyllts med avfall förses den med betongplank på vilka en betongbädd gjuts. Detta skyddar avfallet från ev. inläckande vatten. Betongen blandas till i en anslutande lokal.

När en hall är fullt utnyttjad kan utrymmet kring avfallet fyllas med bergkross.

## 13. Rampr transporter till underjordsdelen

Följande transporter går i rampen varje dag:

Transporter	Antal per dag	Cykeltid i timmar
Transportbehållare med kapslar	1	4
Transportbehållare med övrigt avfall	1	3
Bentonit	1	3
Container med återfyllnadsmaterial	7	2

Det behövs en truck för transportbehållare. Den kan klara både kapslar och övrigt avfall under dagskift. Transporterna med bentonit och återfyllnadsmaterial fordrar två truckar. De klarar dessa

laster på ett något förlängt dagskift. Dessa senare truckar byter vagn eller behållare i transporttunnlarna mot tomma som tas tillbaka uppför rampen. Det kan behövas ett särskilt fordon för att förflytta bentonitvagnen och ev. behållare i tunnlarna.

Med endast tre truckar gående i rampen blir mötena inte så många. Störningar till följd av sådana möten blir alltså måttliga. Man får dock räkna med viss övrig trafik i rampen för t ex underhållsarbeten och utbyte av utrustning. Sådana arbeten får anpassas till huvudtrafikens program. Besökande transporteras i personhiss i schakt.

Bergmassor transporteras i skipschaktet.

#### 14. Återtagning av kapslar

Deponerade kapslar kan av olika skäl behöva tas upp ur deponeringshålen. Skälen kan vara misstanke om skador som kan ha inträffat under deponeringen. I större skala kan återtagning utföras om man i ett senare skede bestämmer sig för en helt annan sluthantering av bränslet. Så länge det finns löst material i deponeringshålet sugts det upp med sandsug så att bentonitblocken friläggs. Därefter kan deponeringsmaskinen applicera samma ok som användes vid deponeringen och lyfta upp blocken och utföra deponeringssekvensen i omvänd ordning. Hela förloppet sker i strålskärmad miljö. Ev. sandsugning nära kapseln måste dock ske fjärrstyrt på grund av direktstrålning från kapseln.

I ett senare skede har bentoniten tagit upp vatten och blocken blir svårare att hantera. Metoder för detta kommer att utvecklas vid Äspölaboratoriet, se ovan. Sedan bentoniten avlägsnats kan kapseln hanteras strålskärmad med deponeringsmaskinen.

- Avveckling av verksamheten

Verksamheten vid djupförvaret kan börja avvecklas då allt kärnbränsle deponerats. Delar av anläggningen används till deponering av rivningsavfall från kärnkraftsblocken, inkapslingsanläggningen och CLAB. Avvecklingen av dessa delar kan därför slutföras först när nämnda anläggningar rivits.

Återfyllnadsmaterialet utgörs av bergmassor eller bergkross med inblandning av bentonit. På vissa platser kommer betongpluggar att gjutas in.

Under avvecklingen utnyttjas servicesystemen så länge som möjligt. Således bibehålls driften av ventilation, dränage, belysning m. m. medan delar av systemen ställs av i takt med återfyllningen.

Under vissa skeden av avvecklingen kan provisoriska system behövas, framför allt krävs en ventilation av arbetsområdena då ursprunglig ventilation avskärmats och blivit obrukbar.

Ventilationsschakten från centralområdet till driftbyggnaden används för den provisoriska ventilationen.

Installationerna i tunnlarna: ventilation, belysning, kraftmatning etc. tas bort successivt under återfyllningen.

Den ena transporttunneln vid deponeringsområde 2 återfylls med början från porten vid frånluftsschaktet och fram till centralområdet. Därefter börjar de andra transporttunneln att fyllas på samma sätt. Därvid blir frånluftsventilationen avskuren och den ställs således av. Provisorisk ventilation för fyllnadsarbetet anordnas. Frånluftsschaktet återfylls och försluts med erforderliga betongpluggar. Frånluftsbyggnaden kan därefter rivs.

Återfyllnad av området för övrigt avfall kan pågå samtidigt. Traverserna demonteras men traversrälsen lämnas kvar. Bergssalarna fylls och ändarna försluts med betongpluggar.

Utrustningen i elbyggnaden tas upp till marken. Elnischen kan användas för deponering av rivningsavfall från CLAB. I samband med återfyllnaden av transporttunnlarna stängs ventilationen av och provisorisk arbetsventilation ordnas. Frånluftsschaktet återfylls och frånluftsbyggnaden rivs.

Sist utryms centralområdets hallar och återfyllning genomförs. Schakten har påslag mot rampen vid varje varv och dessa påslag kan nyttjas för transport och ventilation under arbetet.

Schakt och ramp försluts med betongpluggar vid marken.

Sedan underjordsdelarna återfyllts kan resterande del av anläggningen avvecklas. Denna avveckling betraktas som konventionell. Omfattningen av rivningen avgörs av den fortsatta användningen av området.

## **C.4 SKB:s referensfall**

### **1. Koncept och ingående system**

Avfallshanteringssystemet baseras på KBS-3 metoden med ingående system.

### **2. Elproduktion och bränslemängd**

Utnyttjningsfaktorerna är 80% för såväl BWR som PWR.

Utbränningsgraderna är 42 MWd/kgU för BWR och 44 MWd/kgU för PWR.

### **3. Tidplan**

Samtliga reaktorer drivs i 25 år, dock minst t. o. m. 1999.

Rivning av reaktorerna påbörjas snarast efter avställning av sista reaktorn vid varje verk.

Provdeponering av 400 kapslar använt bränsle 2015-2019, reguljär deponering börjar 2027.

Inkapslings- och deponeringstakt är 200 kapslar per år.

### **4. Lokalisering av framtida anläggningar**

CLAB byggs ut med ytterligare ett bergrum, CLAB II.

Inkapslingsanläggningen lokaliseras till CLAB.

Djupförvaret lokaliseras till Norrlands inland. Landtransporter kompletteras med 20 km väg och järnväg.



Djupförvaret för annat långlivat låg- och medelaktivt avfall samlokaliseras med djupförvaret för bränsle.

SFR 3 samlokaliseras med SFR 1.

#### 5. Kapsel

Koppar/stål-kapsel med diameter 1050 mm och längd 4833 mm. Utrymme för 12 BWR-element och fyra PWR-element.

Tillåten resteffekt vid deponeringen baseras på en dimensionerande temperaturstegring hos bentoniten av max 70°C.

#### 6. Buffertmaterial

Block av högggradigt vattenmättad bentonit.

#### 7. Förslutningsmaterial

Krossmaterial bestående av 15% bentonit och 85% bergkross.

Källa: SKB arbetsrapport U-98-05.

### **Kommentar**

SKB har valt att utgå från ett enda referensfall och att behandla andra möjligheter med hjälp av en speciell probabilistisk teknik. Någon motivering för att detta förfarande är det mest lämpliga ges inte. SKB har inte heller i beskrivningen av referensfallet angett någon logisk hierarki, d. v. s. en beskrivning av vilka antaganden som är fundamentala och vilka som följer ur de fundamentala antagandena vilket är en nödvändig förutsättning för en utvärdering av behandlingen av osäkerheter. Nedan följer ett försök att komplettera referensfallet med en sådan beskrivning.

### **C.4.1 Referensfallets grund och struktur**

#### 1. Koncept och ingående system

Oproblematiskt om man kräver långsiktig säkerhet, överensstämmelse med internationella överenskommelser och teknisk genomförbarhet inom rimlig tid samt beaktar kraftindustrins preferenser.

#### 2. Elproduktion och bränslemängd

Antagandet om reaktorernas drifttid borde logiskt sett ha förts hit. Det antagandet motiverar ju ganska väl att inte SKB omnämner möjliga effekthöjningar. Utrymmet för sådana är minst 1500 MW och det är inte osannolikt att effekthöjningar kommer tillstånd om man tänker sig att de befintliga reaktorerna skall drivas i 40 år eller ännu längre. Antagandet om utnyttjningsfaktorer och utbränningsgrad torde också ha härletts ur ett antagande om drifttid. Antagandet om att reaktorernas drifttid är 25 år är det naturliga om man utgår från förarbetena till den senaste

ändringen av finansieringslagen. De motsägs inte av de senaste riksdagsbesluten även om förarbetena till avvecklingslagen ger en viss grund för att antaga en drifttid på minst 40 år för samtliga reaktorer förutom dem i Barsebäck. En beräkning av avgiftsunderlaget, som ju skall fastställas av regeringen, måste naturligtvis bygga på aktuella politiska beslut. Vi är dock medvetna om att det ur många synpunkter hade varit bättre om man mer förutsättningslöst hade kunnat fastställa en övre gräns för beräknade avfallsmängder. Antagandet om reaktorernas drifttid är (borde vara) ett fundamentalt antagande i detta sammanhang. Det är inte helt klart att SKB ser det så eftersom beskrivningen i Lönnerberg och Pettersson (1998) utgår från ett djupförvar för 8 000 ton U vilket motsvarar ca 33 års drifttid. Bilden kompliceras även av att SKB i andra sammanhang, se t. ex. Förstudie Oskarshamn - Preliminär Slutrapport sid. 15, klart uttalat att man räknar med andra drifttider än dem som används i referensfallet. Utgångspunkten i utvärderingen nedan är dock att antagandet om reaktorernas drifttid är ett fundamentalt antagande.

### 3. Tidplan

Det antas i fortsättningen att tidplanen för deponering, d. v. s. starttidpunkten för provdeponering och den nio år långa utvärderingsperioden, huvudsakligen har en moralisk grund och inte bara utgår från teknisk genomförbarhet, d. v. s. att SKB har anslutit sig till det som brukar kallas för KASAM-principen. Inget tydligt uttalande i den riktningen har dock gjorts efter 1995. Det antas vidare att antagandet om tidpunkten för rivning av reaktorerna primärt vilar på en etisk grund. Dessa etiska principer, som t. ex. både SKI och SSI anslutit sig till, har alltså karaktären av fundamentala antaganden som tillsammans med antaganden om teknisk genomförbarhet har lett till tiderna för start av prov- och reguljär deponering i referensfallet.

När det gäller antagandena om inkapslings- och deponeringstakt har SKB förmodligen utgått från den beskrivning av djupförvaret som ges i Lönnerberg och Pettersson(LoP) (1998). I den rapporten argumenteras det nämligen för att en deponeringstakt om 200 kapslar per år är möjlig. LoP koncentrerar sig på transporttiderna mellan mark- och förvaringsnivån och förutsätter att själva deponeringen kan ske tämligen smidigt. För en utomstående framstår inte detta antagande som helt oproblematiskt med tanke på att spalten mellan kapsel och bentonitblock tänks vara 10 mm och att deponeringen kan komma att ske i en aggressiv miljö. Om SKB har utgått från den nämnda beskrivningen, så bör man ha utgått från att ett antagande om deponeringstakt är ett fundamentalt antagande som inte är beroende av övriga antaganden. Ett sådant förfarande är naturligtvis möjligt men det finns skäl att fråga sig om det är rimligt. Med antagandena ovan om reaktorernas drifttid så kommer kärnkraften i Sverige att nästan vara avvecklad när detaljundersökningarna skall börja den 1/7 2008. Är det inte troligt att man då kommer att eftersträva en snabbare deponeringstakt och därmed en annan layout på djupförvar och

inkapslingsanläggning? Inför den reguljära deponeringen kommer kärnkraften att ha varit avvecklad sedan länge. Är det inte troligt att detta kommer att påverka beslut om deponeringstakt och därmed beslut om layout hos djupförvar och inkapslingsstation?

En annan möjlighet är att antagandet om deponeringstakt är styrt av att allt bränsle skall mellanlagras minst 30 år i CLAB. Det finns dock inget i framställningen i kap 6 i Gillin (1998) som tyder på att detta skulle vara nödvändigt.

Ytterligare en möjlighet är att antagandet om reaktorernas drifttid bara är ett pro forma antagande som inte tillåtits spela någon roll vid utformandet av referensfallet. Denna möjlighet motsäger visserligen antaganden i Plan 98 om när rektorerna skall rivas. Detta problem kan dock lösas genom att även detta antagande uppfattas vara av pro forma karaktär. Ja, det realistiska antagandet att SFR 3 skall tas i drift år 2004 och den kraftiga förskjutningen av rivningen i Plan 99 utgör ett starkt argument för att hela tidplanen i stor utsträckning har pro forma karaktär. Slutsatsen blir alltså att så är fallet. Men detta får allvarliga konsekvenser för hanteringen av osäkerheter.

#### 4. Lokalisering av framtida anläggningar

- *CLAB byggs ut med ytterligare ett bergrum, CLAB II.*

I ljuset av framställningen i Söderman (1998) är det inte helt lätt att förstå motiveringen för en utbyggnad av CLAB om man beaktar antagandet ovan om reaktorernas drifttid. En torr lagring torde ju dessutom underlätta inkapslingen, se Gillin (1998).

- *Inkapslingsanläggningen lokaliseras till CLAB.*

Se sid. 65 ovan.

- *Djupförvaret lokaliseras till Norrlands inland.*

Det är svårt att se realismen i detta antagande även om det har en lång tradition bakom sig och har setts som ett konservativt antagande beträffande kostnader. Vi kommer att se nedan att det medför stora svårigheter vid hanteringen av osäkerheter.

#### 5. Kapsel

- *Koppar/stål-kapsel med diameter 1050 mm och längd 4833 mm. Utrymme för 12 BWR-element och fyra PWR-element.*

Stål utbytt mot segjärn i FUD 98. En motivering för valet av kapselstorlek ges i Pettersson (1997).

- *Tillåten resteffekt vid deponeringen baseras på en dimensionerande temperaturstegring hos bentoniten av max 70°C.*

Grunden för detta antagande är oklar. För den långsiktiga säkerheten torde det viktigaste kravet vara att bentonitens temperatur understiger 100°C. Betydelsen av det senare kravet motiverar t. ex. utredningen i Ageskog och Renström (1997).

#### 6. Buffertmaterial

Se t. ex. Ageskog och Renström (1997).

#### 7. Förslutningsmaterial

Valet av förslutningsmaterial förutsätter förmodligen en lokalisering till Norrlands inland, se Leijon (1998). Vi har inte sett någon kommentar från SKB:s sida angående SKI:s betänkligheter mot användningen av bergkross som förslutningsmaterial.

### **Sammanfattning**

SKB:s referensfall beskriver ett logiskt möjligt men mycket osannolikt scenario för kärnkraftens slutsteg. Den interna koherensen är, åtminstone vid vår tolkning av vilka antaganden som är fundamentala, klart bristfällig. Det är vidare oklart vilken status referensfallet skall ha och hur det förhåller sig till SKI:s yttrande i bilaga E nedan. För beräkningarnas trovärdighet torde det vara nödvändigt att man tydligt anger vilka antaganden som är primära i referensfallet och vilka som inte är det. En annan möjlighet är att man öppet deklarerar att referensfallet i huvudsak skall uppfattas rent hypotetiskt och att dess grund är att det möjliggör en kostnadsberäkning med rimlig precision.

- Referensfallets roll vid fastställandet av avgiftsunderlaget

Den grundläggande kalkylen för avgiftsunderlaget är baserad på referensfallet. Den är enligt SKB en traditionell projektkalkyl med olika osäkerhetspåslag. De granskningar som SKI låtit utföra utgår även de från referensfallet. Enligt dessa granskningar framstår SKB:s kostnadsberäkningar som i stort sett rimliga.

### **C.4.2 SKB:s behandling av osäkerheter**

Det är självklart att projektet att omhänderta kärnkraftens restprodukter är behäftat med stora osäkerheter och att det inte är givet vilka osäkerheter som skall beaktas vid fastställandet av avgiftsunderlaget och vilka som bara behöver beaktas vid fastställandet av säkerhetsbelopp II. Vi bör också komma ihåg att kärntekniklagens 10§ innebär ytterligare en garanti för att reaktorägarna skall ta sitt ekonomiska ansvar. Därför är det inte klart att alla osäkerheter bör beaktas vid fastställandet av den årliga avgiften och av säkerhetsbelopp II. Någon tydlig diskussion av vilka osäkerheter som bör behandlas i samband med de olika beloppen finns inte i

någon skrift av SKB som vi sett, ej heller finns det något argument för att den valda behandlingen är den optimala. Med tanke på att mer allmänna teorier om lämplig hantering av osäkerheter i olika sammanhang är ett mycket nytt forskningsområde med få oomstridda resultat, framstår denna situation inte som helt oproblematiske. Förtroendet för beräkningsprinciperna ökar inte av att SKB valt att utgå från Steen Lichtenbergs ansats om successiv kalkylering kombinerad med subjektiva sannolikhetsuppskattningar av en grupp experter. Denna ansats är en ingenjörprodukt med begränsad vetenskaplig förankring. När det gäller ett underlag för att beräkna den årliga avgiften och SB-II torde man ha rätt att ställa mycket höga krav på grunderna för de ansatta sannolikheterna.

Som nämnts ovan har SKB valt att behandla osäkerheter så att man utgått från referensfallet och därefter varierat en del av de antaganden som görs där. Detta har SKB gjort på så sätt att man angett ett antal variationer av olika slag som man sorterat under följande huvudrubriker:

- Grupp 1 Driftförhållanden vid kärnkraftverken
- Grupp 2 Hanterings- och förvarskoncept
- Grupp 3 Teknik
- Grupp 4 Lokalisering
- Grupp 5 Tidplaneberoenden
- Grupp 6 Kalkylförutsättningar, övrigt
- Grupp 7 Objektspecifika variationer

Behandlingen av variationerna har tillgått så att man för var och en av dem specificerat ett lågpris- och ett högprisalternativ till referensfallet. Därefter har kostnaderna för dessa beräknats vid olika kalkylräntor. Sedan har en kostnadsfördelning givet en kalkylränta härletts för varje variation. Dessa kostnadsfördelningar är sådana att sannolikheten för att kostnaden skall understiga kostnaden för lågprisalternativet i allmänhet är högst 0,1 och sannolikheten för att kostnaden skall överstiga högprisalternativet i allmänhet är högst 0,1. SKB har valt att arbeta med Betafördelningar av olika form. De använda fördelningarna anges i tabellerna D.1 och D.15 nedan. Fördelningarnas form bestäms av parametrarna  $\alpha$  och  $\beta$  på så sätt att spridningen bestäms av parametrarnas summa och skevheten av skillnaden mellan dem: ju högre summa desto mindre spridning och ju större skillnad desto större skevhet. Kostnadsfördelningarna i grupp 1 - 6 har legat till grund för en modifiering av fördelningarna i grupp 7, men tillvägagångssättet för hur denna modifiering utförts framgår ej klart. Slutligen har en samlad kostnadsfördelning erhållits via MonteCarlo simulering och denna fördelning är avsedd att ligga till grund för att fastställa den årliga avgiften. Principerna för den angivna simuleringen är inte tydligt redovisade. Vår uppfattning är att det redovisade materialet, som är avsett att ligga till grund för att fastställa den

årliga avgiften och säkerhetsbelopp II, är förknippat med otydligheter i i en sådan omfattning att det är tveksamt om man i fortsättningen skall använda nuvarande metod. För att motivera vårt ställningstagande behandlar vi variationerna en och en nedan. Först går vi igenom de variationer som använts vid upprättandet av ett underlag för att fastställa den årliga avgiften. Därefter behandlas variationerna som enbart ingår i underlaget för säkerhetsbelopp II.

#### **C.4.2.1 Variationer vid fastställandet av den årliga avgiften**

##### ***Grupp 1***

###### *Var. nr 1.1 Utbränningsgrad*

Referens Se ovan.

Konsekvens: Antal kapslar = 400+2654, effekt 1625 W

Låg BWR 55 MWd/kgU, PWR 60 MWd/kgU

Konsekvenser: Antal kapslar = 400+2500, effekt 1845 W, förkortad drifttid i inkapslingsanläggningen, ökning av kapselavståndet från 6 m till 7,5 m

Hög BWR 38 MWd/kgU, PWR 41 MWd/kgU

Konsekvenser: Antal kapslar = 400+3110, effekt 1550 W, förlängd drifttid i inkapslingsanläggningen, minskning av avståndet mellan deponeringstunnlarna från 40 m till 38 m.

Besparing vid låg: 197 MSEK (0%), 12 MSEK (4,5/2,5%)

Fördyring vid hög: 132 MSEK (0%), 36 MSEK (4,5/2,5%)

##### **Kommentar.**

Spridningen kan anses förhållandevis stor med tanke på att det gäller medelvärden under 12 år och att tendenserna torde vara klara. Utbränningsgraden i lågalternativet kan på motsvarande sätt anses förhållandevis hög med tanke på att Gillin (1998) använder BWR 50 MWd/kgU, PWR 55 MWd/kgU som dimensionerande värden. Det kan också noteras att möjligheten att använda större kapslar inte diskuteras i högalternativet. I beskrivningen av konsekvenserna förutsätts det att referensfallet gäller i övrigt.

##### ***Grupp 3***

###### *Variation nr 3.2 Maximal temperatur på kapselytan*

Referens Efter deponering tillåts max 80°C på kapselytan. Eftersom bergets initialtemperatur antas vara 10°C i referensfallet, se Leijon (1998), så är en temperaturökning på 70°C ett dimensionerande värde.

Låg Max temp 90°C och initialtemperatur 5°C.

Konsekvens: Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskas från 40 m till 35 m.

Hög Max temp 70°C och initialtemperatur 15°C.

Konsekvens: Kapselavståndet ökar till 8 m.

Besparing vid låg: 15 MSEK (0%), 6 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 440 MSEK (0%), 158 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,01, detsamma gäller för en större fördyring.

### **Kommentar**

I variationen företas en sammanvägning av två fördelningar: den första avser lokaliseringen av djupförvaret eftersom temperaturen på förvaringsnivå bestäms av det geografiska läget och den andra avser utfallet av framtida experiment ev. i kombination med en förväntan om framtida beslut avseende krav på tekniska egenskaper hos kapseln. Hur sammanvägningen skett är oklart. Beträffande de grundläggande fördelningarna, så diskuteras lokaliseringen under variation nr 4.2/1 nedan. I vad mån det finns ett gott underlag för ett antagande om utfallet av framtida experiment, speciellt det planerade långtidsexperimentet i Äspö, framgår inte av underlaget. De angivna värdena på kapselytan är något låga i förhållande till dem som behandlas i Ageskog och Renström (1997). Där är 100°C det lägsta dimensionerande värdet, se även Gillin (1998).

### *Variation nr 3.3 Avvikelse från den nominella resteffekten hos kapseln*

Referens Det värde på effekten i kapseln som använts vid dimensioneringen av djupförvaret kan bestämmas med stor noggrannhet.

Låg ---

Hög Ett påslag om 10% görs på den nominella resteffekten.

Konsekvens: Kapselavståndet ökar från 6 m till 7,5 m.

Fördyring vid hög: 291 MSEK (0%), 105 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Fördelningen förmodas vara relaterad till de studier av resteffekter som pågår eller är avslutade, se Pettersson (1997, sid. 10

### *Variation nr 3.4 Termiska parametrar för bentonit och berg*

Referens	bentonit	berg
Värmeledningstal W/m, K	1,05	3,0
Värmekapacitet MJ/m <sup>3</sup> , K	2,20	2,0
Låg	1,3	3,2
	2,20	2,1
Konsekvens: Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskar från 40 m till 30 m.		
Hög	0,60	2,0
	2,20	1,5

Konsekvens: Kapselavståndet ökar från 6 m till 7,5 m.

Besparing vid låg: 37 MSEK (0%), 14 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 314 MSEK (0%), 111 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Den fysiska fördelningen är sammansatt av två fördelningar: den första gäller egenskaperna hos berget och den andra egenskaperna hos bentoniten. Bentonitens och bergets egenskaper diskuteras i Ageskog och Renström (1997, sid. 14 ff.). Beträffande värmeledningstal ansätts för granitiskt berg en normalfördelning med medelvärde 3,2 och standardavvikelse 0,4 baserat på mätningar vid Äspö. Värmekapacitet hos granit behandlas som en konstant med värdet 2,1 och baserat på litteraturen. Högvärdena ovan framstår därför som något oväntade. Beträffande värmeledningstal hos höggradigt vattenmättad bentonit ansätts en normalfördelning med medelvärde 1,05 och standardavvikelse 0,06 baserat på en studie från Clay Technology. För normalt vattenmättad bentonit sätter Ageskog och Renström värmeledningstalet till 0,7. Värmekapaciteten hos bentonit sätts till 2,2. De överväganden som lett fram till fördelningen ovan anses alltså inte som tydligt redovisade.

### *Variation nr 3.5/1 Kapacitet i inkapslingsanläggningen*

Referens Se ovan.

Låg 250 kapslar/år.

Konsekvenser: Deponeringen i steg 2 förkortas med 3 år med bibehållen driftorganisation vid inkapslingsanläggningen och djupförvaret. Antalet kapslar är oförändrat. Avståndet mellan deponeringstunnlarna ökar från 40 m till 50 m. Förstärkt transportkapacitet.

Hög 150 kapslar/år.

Konsekvenser: Deponeringen i steg 2 förlängs med 4,5 år med bibehållen driftorganisation vid inkapslingsanläggningen och djupförvaret. Antalet kapslar är oförändrat. Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskar från 40 m till 30 m. Oförändrad transportkapacitet.

Besparing vid låg: 605 MSEK (0%), 42 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 998 MSEK (0%), 126 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Kapaciteten i inkapslingsanläggningen och vid djupförvaret kommer att prövas under 2030-talet. Då har kärnkraften varit avvecklad i 20 år enligt referensfallet. Denna omständighet torde påverka utformningen av inkapslingsanläggningen och verksamheten vid djupförvaret. Det framstår därför som oklart huruvida det är acceptabelt att en helt hypotetisk fördelning som denna kan utgöra en del av underlaget för att fastställa den årliga avgiften. Vidare borde man inte i detta sammanhang introducera fördelningar utan att ange ett underlag för dem.



### *Variation nr 3.6*

Referens Se ovan.

Låg Minimerad layout beroende på begränsad mängd avskärande sprickzoner, djup 400 m.

Konsekvenser: Transporttunnlarna avkortas med 500 m. Deponeringstunnlarnas längd reduceras med 5%. Kostnaden för tillfartssystemet minskar med 10%.

Hög Erforderlig bruttoarea dubblerad. Deponeringstunnlarnas längd ökar med 20%, djup 700 m.

Konsekvenser: Transporttunnlarna ca 2000 m längre än i referensfallet, deponeringstunnlarna 20% längre, dessutom ökar kapselavståndet från 6 m till 6,3 m. Kostnaden för tillfarten ökar med 50%.

Besparing vid låg: 236 MSEK (0%), 102 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1029 MSEK (0%), 443 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större fördyring än den i högalternativet < 0,01.

#### **Kommentar**

Fördelningen ovan är sammansatt av en fördelning över förvarsdjup och en fördelning över system av vertikala diskontinuiteter. Dessa grundläggande fördelningar torde vara helt hypotetiska. Åtminstone ger inte Munier et al (1997) något underlag för en fördelning över förvarslayout för ett förvar i Norrlands inland.

### *Variation nr 3.7 Deponeringsmetod*

Referens Se ovan.

Låg Billigare men ospecificerad deponeringsmetod.

Konsekvens: Kostnaden för deponering minskar med 30%.

Hög Deponering av paket med kapsel inklädd i kompakterad bentonit. Paketering under mark.

Konsekvenser: Tvärsnittet i deponeringstunnlarna ökar från 25 m<sup>2</sup> till 30 m<sup>2</sup>. Centralområdet utökas med en cell för paketering.

Besparing vid låg: 267 MSEK (0%), 93 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 552 MSEK (0%), 252 MSEK (4,5/2,5%).

#### **Kommentar**

Fördelning får anses som hypotetisk. Dels hade inte provdeponering vid Äspö inletts våren 1998 dels är lågalternativet ospecificerat.

### *Variation nr. 3.8 Material och metod för förslutning*

Referens Förslutning av förvaret sker med bergkross från platsen blandat med 15% bentonit. Blandning ovan mark. Förslutning av deponeringstunnlar antas kunna ske genom en förhållandevis enkel mekanisk packning på plats. Samtliga bergrum försluts med samma material. Pluggar av betong vid krosszoner och vid schakt.

Låg Förslutning med enbart krossmaterial.

Konsekvens: Kostnaden för bentonit i förslutningsmassorna utgår.

Hög Förslutning med blandning av bentonit och kvartssand. I deponeringstunnlarna fylls den övre delen av tunneln med kompakterade bentonitblock. Bentonitinhållet är 30% av totalvolymen. I övriga utrymmen återfylls med bentonitblandning 15%. Pluggar av kompakterad bentonit.

Konsekvenser: Ökade material- och hanteringskostnader. Mantiden i förslutningsarbetet ökar med 100%.

Besparing vid låg: 519 MSEK (0%), 139 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 781 MSEK (0%), 250 MSEK (4,5/2,5%).

#### **Kommentar**

Fördelningen får anses som hypotetisk. Återfyllnadsproverna vid Äspö gäller ett förvar i en annan miljö än den som förväntas råda på förvarsdjup i Norrlands inland. Vidare är det oklart huruvida bergkross kan komma att tillåtas att användas som återfyllnadsmaterial i deponeringstunnlarna.

#### **Grupp 4**

##### *Variation nr 4.2/1 Lokalisering av djupförvaret*

Referens Se ovan.

Låg Lokalisering i kustläge.

Konsekvens: Kostnader för järnväg och väg utgår.

Hög Norrlands inland men 70 km väg och järnväg nyanläggs.

Konsekvens: Ökade kostnader för väg och järnväg.

Besparing vid låg: 484 MSEK (0%), 282 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1212 MSEK (0%), 705 MSEK (4,5/2,5%).

#### **Kommentar**

Fördelningen får anses som hypotetisk. Beskrivningen av konsekvenserna vid en kustlokalisering är otydliga. En sådan ger ju också troligen andra konsekvenser såsom ändrade relationer mellan ovanjorddelen och förvarsdelen. Se de preliminära slutrapporterna från Nyköping och Östhammar. Ändrade relationer mellan ovanjorddelen och förvarsdelen ger upphov till fördyringar.

## **Grupp 5**

### *Variation nr 5.2 Förskjutningar i uppstartningen*

Referens Se ovan.

Låg Förskjutning orsakad av förseningar i systemutveckling, lokalisering etc. Allmän försening 10 år: provdeponering börjar 2025 och reguljär deponering börjar 2037.

Konsekvenser: Allmän tidplaneändring. Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskar från 40 m till 25 m.

Hög Provdeponering börjar 2010 och reguljär deponering 2022.

Konsekvenser: Allmän tidplaneändring. Kapselavståndet ökar från 6 m till 7,5 m.

Besparing vid låg: -2059 MSEK (0%), 1374 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: -432 MSEK (0%), 1457 MSEK (4,5/2,5%).

#### **Kommentar**

Fördelningen får anses som rent hypotetisk. Beskrivningen av konsekvenserna vid lågalternativet inkonsekvent: en sådan försening i förhållande till SKB:s planer torde medföra stora förändringar i hela programmet.

## **Grupp 6**

### *Variation nr 6.1 Teknologisk utveckling*

Referens Situationen i januari 1997

Låg En utveckling som leder till besparingar vid kalkylobjekten 7, 8, 13, 14, 17, 20, 21, 23 - 31 och 34 - 36, se nedan.

Hög En utveckling som leder till fördyringar vid kalkylobjekten 7, 8, 13, 14, 17, 20, 21, 23 - 31 och 34 - 36, se nedan.

Besparing vid låg: 2507 MSEK (0%), 1428 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1642 MSEK (0%), 935 MSEK (4,5/2,5%).

#### **Kommentar**

Fördelningen ovan är sammansatt av en mängd olika fördelningar som är ospecificerade och för vilka inget underlag presenteras.

### *Variation nr 6.2/1 Valutakurser*

Referens Situationen i januari 1997.

Låg Svenska kronans värde 20% högre än i januari 1997.

Konsekvenser: Vissa varor och viss utrustning billigare. Påverkar följande kalkylobjekt: 3, 9, 13 - 15, 24, 27, 28 och 31.

Låg Svenska kronans värde 20% lägre än i januari 1997.

Konsekvenser: Vissa varor och viss utrustning dyrare. Påverkar följande kalkylobjekt: 3, 9, 13 - 15, 24, 27, 28 och 31.

Besparing vid låg: 460 MSEK (0%), 188 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 459 MSEK (0%), 188 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing och en större fördyring < 0.05.

### **Kommentar**

Den givna fördelningen torde utgöra ett medelvärde av fördelningar över kronans värde i förhållande till ett antal ospecificerade valutor under vart och ett av åren 1998 - 2050. Dessa underliggande fördelningar har inte angetts och det framgår inte hur sådana skall motiveras.

### *Variation nr 6.3 Konjunktur*

Variationen gäller i första hand de konjunkturkänsliga större investeringar som enligt tidplanen skall inträffa under tiden 2007 - 2015. Inflationseffekter skall avräknas.

Referens      Situationen i januari 1997.

Låg            Procentuell påverkan på följande kalkylobjekt: 9(15), 10(15), 13(15), 17(15), 20(15), 23(15), 26(15), 29(15), 34(15).

Hög            Procentuell påverkan på följande kalkylobjekt: 9(15), 10(15), 13(15), 17(15), 20(15), 23(15), 26(15), 29(15), 34(15).

Siffrorna inom parentes anger de aktuella procentsatserna.

Besparing vid låg: 1470 MSEK (0%), 867 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1470 MSEK (0%), 867 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Fördelningen bör vara sammansatt av fördelningar som beskriver förväntad konjunktur inom den relevanta delen av ekonomin under vart och ett av de angivna åren. Dessa fördelningar anges inte. Men utan dessa fördelningar och ett argument för att de är rimliga finns det inget stöd för den angivna fördelningen.

### *Variation nr 6.7 Realism i kostnadsuppskattningar - allmänt*

Referens      Neutral

Låg            Referenskalkylen är pessimistisk. Följande kalkylobjekt blir billigare: 1(10), 2,(10), 3(10), 4(5), 5(10), 6(10), 11(3), 13(1), 14(6), 19(10), 20(5), 21(6), 27(7), 30(3), 32(5), 34(1), 35(5).

Hög            Referenskalkylen är optimistisk. Följande kalkylobjekt blir dyrare: 1(10), 2,(10), 3(10), 4(5), 5(10), 6(10), 11(3), 13(1), 14(6), 19(10), 20(5), 21(6), 27(7), 30(3), 32(5), 34(1), 35(5).

Siffrorna inom parentes anger de aktuella procentsatserna.

Besparing vid låg: 1502 MSEK (0%), 945 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1502 MSEK (0%), 945 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Den valda fördelningen bör vara sammansatt av fördelningar för vart och ett av de angivna kalkylobjekten. Dessa är inte redovisade och därmed finns det ingen grund för den ansatta fördelningen.

#### *Variation nr 6.8 Realism i kostnadsuppskattningar - utrustning/drift*

Referens      Neutral

Låg            Referenskalkylen är pessimistisk. Följande kalkylobjekt blir billigare: 7(15), 9(3), 10(10), 11(8), 12(5), 13(10), 14(6), 15(10), 16(10), 17(1), 18(1), 20(4), 21(6), 22(6), 23(4), 25(6), 27(3), 29(2), 30(5), 34(2).

Hög            Referenskalkylen är optimistisk. Följande kalkylobjekt blir dyrare: 7(15), 9(3), 10(10), 11(8), 12(5), 13(10), 14(6), 15(10), 16(10), 17(1), 18(1), 20(4), 21(6), 22(6), 23(4), 25(6), 27(3), 29(2), 30(5), 34(2).

Siffrorna inom parentes anger de aktuella procentsatserna.

Besparing vid låg: 2294 MSEK (0%), 1298 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 2294 MSEK (0%), 1298 MSEK (4,5/2,5%).

### **Kommentar**

Den valda fördelningen bör vara sammansatt av fördelningar för vart och ett av de angivna kalkylobjekten. Dessa är inte redovisade och därmed finns det ingen grund för den ansatta fördelningen.

#### *Variation nr 6.9 Realism i kostnadsuppskattningar - bygg*

Referens      Neutral

Låg            Referenskalkylen är pessimistisk. Följande kalkylobjekt blir billigare: 8(15), 9(7), 10(5), 12(8), 13(3), 16(5), 17(9), 18(9), 20(8), 22(7), 23(8), 24(10), 25(10), 26(10), 27(5), 28(10), 29(10), 30(8), 31(10), 33(15), 34(7), 36(15).

Hög            Referenskalkylen är optimistisk. Följande kalkylobjekt blir dyrare: 8(15), 9(7), 10(5), 12(8), 13(3), 16(5), 17(9), 18(9), 20(8), 22(7), 23(8), 24(10), 25(10), 26(10), 27(5), 28(10), 29(10), 30(8), 31(10), 33(15), 34(7), 36(15).

Siffrorna inom parentes anger de aktuella procentsatserna.

Besparing vid låg: 1296 MSEK (0%), 672 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 1296 MSEK (0%), 672 MSEK (4,5/2,5%).

## **Kommentar**

Den valda fördelningen bör vara sammansatt av fördelningar för vart och ett av de angivna kalkylobjekten. Dessa är inte redovisade och därmed finns det ingen grund för den ansatta fördelningen.

### ***Sammanfattande omdöme om behandlingen av variationerna i grupp 1 - 6.***

- a. För en del variationer är fördelningarna hypotetiskt ansatta och bör därför, enligt vår uppfattning, inte ingå i underlaget för beräkningar av den årliga avgiften. Detta gäller fördelningarna i variationerna 3.5/1, 3.6, 3.7, 3.8, 4.2/1 och 5.2.
- b. Underlag saknas för fördelningarna i följande variationer: 6.1, 6.2/1, 6.3, 6.7, 6.8 och 6.9. Fördelningar utan underlag bör inte ingå i underlaget för den årliga avgiften. En jämförelse mellan ansatta fördelningar reser också andra frågor beträffande relevansen vid aktuellt förfarande, se tabellerna D.1 och D.2 i bilaga D. Exempelvis är spridningen för 6.2/1 (valutakurser, som får anses vara förknippad med stor osäkerhet) densamma som den i kalkylobjekt 11, driften av CLAB givet tidplanen i referensfallet, som borde kunna preciseras med ganska stor säkerhet.
- c. Följande fördelningar kan med vissa reservationer, se ovan, anses vara tillräckligt väl motiverade för att kunna användas i underlaget för att fastställa den årliga avgiften: var. 1.1, 3.2, 3.3 och 3.4. Effekten av dessa variationer är tämligen måttlig, se tabellerna D.4 - D.7 i bilaga D, och kan knappast ensam motivera en probabilistisk ansats. En sådan medför ju en ökning av komplexiteten.

### ***Variationerna i grupp 7***

Som nämnts tidigare har SKB delat upp hela programmet för kärnkraftens restprodukter i 36 kalkylobjekt, se tabell D.2 i bilaga D. För vart och ett av dessa har man angett en fördelning på liknande sätt som ovan. Endast kostnadsfördelningar anges. Motiveringarna för de underliggande ospecificerade fysiska fördelningarna är mycket sparsamma, väsentligen följande:

- Rivning kkv - avställningsdrift resp. servicedrift: Variationer i personalstyrka.
- Rivning kkv - system- och byggrivning: Reduktion genom att s. k. repetitionseffekter beaktas. Kostnadsökning genom uppräknig av svårighetsgraden att hantera de aktiva delarna, såväl systemdelar som betong.
- Inkapslingsanläggning - investering: Variationer i byggnadsvolym och varierande komplexitet i processen.
- Inkapslingsanläggning - kapslar: Generell prisvariation p. g. a. osäkerheter i bl. a. tillverkningsprocessen.

- Djupförvar yttre anläggningar - investering: Variationer i omfattningen av utbyggnad av hamn och järnväg. Det senare avser kostnadsnivån (t. ex. antal broar).
- Djupförvar allmänna delar - investering: Dominerande är variationer i volymbehov, utförandestandard, etc.

Någon egentlig möjlighet att bedöma rimligheten i de ansatta fördelningarna föreligger inte.

### ***Konklusion***

Underlaget som redovisats, och som ligger till grund för beräkning av den årliga avgiften, omfattar ett antal fördelningar som till stor del saknar motivering. Dessutom används fördelningar med liten spridning för variationer där kunskapen rimligtvis är relativt dålig, t. ex. framtida valutakurser. Konstruktionen av den slutliga fördelningen utifrån de primära fördelningarna, d. v. s. de som beskrivits ovan, är dessutom mycket svår att förstå och kanske t. o. m. felaktig. Det senare kan illustreras genom följande specialfall. Betrakta variationerna 1.1 och 6.9 i kombination med kalkylobjekt 26. Det korrekta tillvägagångssättet är att utgå från 1.1 och konstruera en ny fördelning över påslag i % för kalkylobjekt 26 och att därefter applicera en av de underliggande fördelningarna till 6.9 (påslagsfördelning i %) för att konstruera en ny fördelning i % för kalkylobjekt 26. I underlaget finns inget som antyder att ett sådant förfarande använts.

#### **C.4.2.2 Variationer vid fastställandet av säkerhetsbelopp II**

Dessa återfinns i tabell D.15 nedan. I det följande beskriver vi närmare de variationer som inte ingår i underlaget för att fastställa den årliga avgiften.

##### ***Grupp 1***

###### *Variation nr 1.2 Bränsleskada*

Referens      Normala bränsleskador

Låg            ----

Hög            Större bränsleskada

Konsekvenser av hög: inkapslings- och deponeringstakten i steg 2 sänks från 200 till 175 kapslar per år med bibehållen driftorganisation. Effektminskningen i kapseln tillåter en minskning av avståndet mellan deponeringstunnlarna till 38 m.

Fördyring vid hög: 486 MSEK (0%), 84 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

## **Kommentar**

Det torde finnas driftdata som tillåter en bestämning av sannolikheten för olika typer av bränsleskador. Vidare borde det finnas möjlighet att försäkra sig mot sådana skador men försäkringslösningar diskuteras inte i det presenterade underlaget. Någon motivering för de angivna konsekvenserna ges inte.

## **Grupp 2**

### *Variation nr 2.1 Slutförvarskoncept för använt bränsle*

Referens Se ovan

Låg ---

Hög Djupa borrhål för det använda bränslet, i övrigt KBS-3

Konsekvenser: Påslag med 200% på djupförvarets underjordsdelar vid deponeringsstart ca 2035.

Fördyring vid hög: 13914 MSEK (0%), -592 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för denna fördyring är 0,05.

## **Kommentar**

Den underliggande fördelningen är rent hypotetisk.

### *Variation nr 2.2 Slutförvarskoncept för annat långlivat avfall*

Referens Se ovan.

Låg Avfallet förläggs i direkt anslutning till slutförvaret för det använda bränslet.

Konsekvens: Den planerade tunnelförbindelsen, ca 1 km, utgår.

Hög Dyrare inkapsling för den del av avfallet som är alfa-kontaminerat, omfattning ca 1000 m<sup>3</sup>.

Besparing vid låg: 83 MSEK (0%), 26 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 440 MSEK (0%), 124 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

## **Kommentar**

I FUD 98 behandlas långlivat låg- och medelaktivt avfall på sid. 164 f och i kap. 12 i underlagsrapporten. Framställningen är mycket komprimerad och det framgår inte i vilken utsträckning det finns ett underlag för ovanstående fördelning.

### *Variation nr 2.3 Utbyggnad av SFR 1*

Referens Ingen utbyggnad av SFR 1.

Låg ---

Hög Utbyggnad av SFR 1 med en silo och två bergrum.



Fördyring vid hög: 178 MSEK (0%), 108 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

### **Kommentar**

I Plan 98 behandlas SFR 1 på sid. 21 f. Enligt framställningen där erfordras ingen utbyggnad av SFR 1 om verken drivs i 25 år. Det är därför oklart varför denna variation betraktas. Grunden för att ansätta en kontinuerlig fördelning är inte heller uppenbar.

### **Grupp 3**

#### *Variation nr 3.1 Kapseltyp och huvudmått*

Referens Se ovan

Låg Stålkapsel som rymmer 20 BWR-element. Diameter ca 1350 mm.  
Bentonittjocklek 200 mm.

Konsekvenser: Antalet kapslar = 400+1500, effekt ca 2800 W, kapselavståndet 10 m, drifttiden för den reguljära deponeringen förkortas med 5,5 år, slutåret som i referensfallet, ändrad kapselkostnad, tyngre utrustning i djupförvaret och ökat tvärsnitt med 0,5 m i deponeringstunnlarna.

Hög Kopparkapsel som rymmer 8 BWR-element, diameter 1000 mm. Koppartjocklek 30 mm. Oförändrad bentonittjocklek.

Konsekvenser: Antalet kapslar = 400+4400, effekt ca 1040 W, drifttiden för den reguljära deponeringen förlängs med 6,5 år, startåret förändras inte, layouten i djupförvaret ändras: två kapslar per hål, avstånd mellan hål och tunnlar oförändrade, tvärsnittet i deponeringstunnlarna oförändrat, ändrad kapselkostnad och lättare utrustning i djupförvaret.

Besparing vid låg: 1610 MSEK (0%), 1445 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 2589 MSEK (0%), 464 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

### **Kommentar**

Enligt Pettersson (1997) ger 25 års drifttid upphov till 26600 BWR-element och 3100 PWR-element. Det framgår inte hur detta ger antalet kapslar i låg- och högalternativet ovan. Det framgår inte heller hur lågalternativet skall motiveras utifrån dagens kunskapsnivå. Detta förutsätts därför vara en rent hypotetisk fördelning.

#### *Variation nr 3.5/2 Kapacitet i inkapslingsanläggningen*

Referens Se ovan.

Låg Starten för steg 2 senareläggs med 6,5 år men slutåret bibehålls. Detta möjliggörs av att den skiftgående driftorganisationen i inkapslingsanläggningen och i djupförvaret dubbleras samt av att ytterligare en linje i inkapslingsanläggningen införs.

Konsekvenser: 400 kapslar per år kan deponeras. Effekten ökar med 5% vilket leder till att kapselavståndet ökar från 6 m till 7 m.

Hög För att klara 200 kapslar per år krävs det ytterligare ett skift och ytterligare en hanteringslinje för kritiska moment.

Besparing vid låg: 490 MSEK (0%), 1534 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 424 MSEK (0%), 213 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

### **Kommentar**

Bakom lågalternativet torde det ligga ett eventuellt politiskt beslut att skjuta upp starten av etapp 2 i deponeringen givet att referensfallet i övrigt gäller. Att idag motivera en ansatt sannolikhet för ett sådant beslut låter sig svårligen göras. Bakom högalternativet torde det ligga misstankar om möjliga tekniska problem vid inkapslingen. Sådana är naturligtvis möjliga och har t. ex. påtalats av NAC, se SKI Report 98:33. Det kan ifrågasättas huruvida sådana överväganden kan ligga till grund för en sannolikhetsfördelning.

### **Grupp 4**

#### *Variation nr 4.1 Lokalisering av inkapslingsanläggning*

Referens Inkapslingsanläggningen sammanbyggd med CLAB.

Låg ---

Hög Inkapslingsanläggningen lokaliseras till djupförvaret.

Konsekvenser: Minskat transportbehov, ökade driftkostnader eftersom samordning med CLAB ej möjlig.

Fördyring vid hög: 772 MSEK (0%), 326 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för denna lokalisering = 0,05.

### **Kommentar**

Sedan 1992 har SKB:s huvudalternativ varit att inkapslingsanläggningen skall ligga i anslutning till CLAB, och inget material har, såvitt vi sett, publicerats som antyder att något annat alternativ övervägs. Inte i någon av de publicerade slutrapporterna från förundersökningarna finns någon plats för en inkapslingsanläggning angiven. Det är därför oklart varför denna möjlighet ansatts en så hög sannolikhet. Det torde alltså röra sig om en hypotetisk fördelning.

#### *Variation nr 4.2/2 Lokalisering av djupförvaret*

Referens Se ovan

Låg Lokalisering i anslutning till inkapslingsstationen

Konsekvenser: Se förstudie Oskarshamn.

Hög ---

Besparing vid låg: 1892 MSEK (0%), 947 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för denna lokalisering = 0,05.

### **Kommentar**

Detta torde vara en hypotetisk fördelning vilket stöds av att en helt annan fördelning ansatts i underlaget för årsavgiften.

### *Variation nr 4.3 Lokalisering av förvaret för annat långlivat avfall*

Referens Se ovan

Låg Täcks av lågalternativet i variation nr 2.2.

Hög Förvaret lokaliseras vid kusten avskilt från övriga anläggningar.

Konsekvenser: Dyrare lokalisering, dyrare transporter och dyrare drift.

Fördyring vid hög: 1002 MSEK (0%), 343 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för denna lokalisering = 0,05.

### **Kommentar**

Eftersom högalternativet endast nämns som en teoretisk möjlighet i Lönnerberg och Pettersson (1998), så är detta troligtvis en rent hypotetisk fördelning.

## **Grupp 5**

### *Variation nr 5.1 Överordnad tidsplanestrategi*

Referens Se ovan.

Låg Deponeringen sker i ett steg med start ca 2032. Deponeringstakt 400 kapslar per år.

Inkapsling något billigare.

Konsekvens: Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskar från 40 m till 25 m.

Hög Den reguljära deponeringen följer omedelbart efter provdeponeringen.

Konsekvens: Avståndet mellan kapslarna ökar från 6 m till 8 m.

Besparing vid låg: -1937 MSEK (0%), 3497 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: -1164 MSEK (0%), 288 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

### **Kommentar**

Det är inte helt lätt att se hur denna variation skall kombineras med variation nr 5.2. Det saknas motivering för den underliggande fördelningen vilken därför torde vara helt hypotetisk.

### *Variation nr 5.3 Längre driftstörningar*

Referens Se ovan

Låg ---

Hög En femårig driftstörning (2030-2034) i inkapslingsanläggningen p. g. a. maskinhaveri eller olyckshändelse.

Konsekvenser: Stillestånd i fem år i inkapslingsanläggningen. Personalstyrkan där oförändrad.

Driftpersonalen vid djupförvaret reduceras med 50% under motsvarande period.

Fördyring vid hög: 1187 MSEK (0%), 113 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större fördyring < 0,1.

#### **Kommentar**

Riskerna för störningar och missöden i inkapslingsanläggningen behandlas i kap. 8 i Gillin (1998). Det enda missöde som behandlas där och som kan leda till ett driftavbrott av den längd som behandlas i variation nr 5.3 torde vara en större brand. Det är svårt att acceptera att sannolikheten för en sådan brand kommer att tillåtas vara så hög som 0,1. Fördelningen i denna variation förefaller därför vara helt hypotetisk.

### *Variation nr 5.4 Återtagande av kapslar efter steg 1*

Referens Se ovan

Låg ---

Hög Återtagande efter provdeponeringen. Deponeringssättet (provdeponering - utvärdering - reguljär deponering) oförändrat vid nästa försök. Deponeringen färdig 25 år senare än i referensfallet.

Konsekvenser: Kapselförrådet byggs ut. Personalen i inkapslingsanläggningen reduceras med 75% under stilleståndsperioden. Avståndet mellan deponeringstunnlarna minskas med 15 m.

Fördyring vid hög: 10730 MSEK (0%), 1584 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för detta fall = 0,05.

#### **Kommentar**

Denna variation bör vara en av de viktigaste vid fastställandet av säkerhetsbelopp II. Det är därför anmärkningsvärt att den inte behandlas utförligare i SKB:s underlag. Fördelningen torde vara rent hypotetisk.

### *Variation nr 5.5 Övervakning av förvaret efter deponering*

Referens Se ovan.

Låg ---

Hög Efter deponering försluts samtliga deponeringstunnlar. Övriga delar står öppna till 2120 med erforderlig bevakning. Förvaret underhålls i den omfattning som krävs för att säkra tillträde.

Fördyring vid hög: 1307 MSEK (0%), -32 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för detta fall = 0,05.

#### **Kommentar**

Fördelningen torde vara rent hypotetisk.

#### *Variation nr 5.6 Tidsplan för rivning av kärnkraftverken*

Referens Rivningen sker snarast efter avställning.

Låg Rivningen senareläggs så att den kan avslutas när bränslet är deponerat. SFR 3 förläggs vid djupförvaret.

Hög Rivningen förskjuts fem år framåt.

Besparing vid låg: -5045 MSEK (0%), 1839 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 6589 MSEK (0%), 3169 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

#### **Kommentar**

Denna fördelning torde var rent hypotetisk vilket styrks av att referensfallet i Plan 99 förändrats så att rivningen tänks ske under 2020-talet.

### **Grupp 6**

#### *Variation nr 6.2/2 Valutakurser*

Referens Situationen i januari 1997.

Låg Svenska kronan förstärks med 50%.

Konsekvenser: Direktimporterat material blir billigare.

Hög Svenska kronan försvagas med 50%.

Konsekvenser: Direktimporterat material blir dyrare.

Besparing vid låg: 1209 MSEK (0%), 846 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 484 MSEK (0%), 296 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

#### **Kommentar**

Den givna fördelningen torde utgöra ett medelvärde av fördelningar över kronans värde i förhållande till ett antal ospecificerade valutor under vart och ett av åren 1998 - 2050. Dessa underliggande fördelningar har inte angetts och det framgår inte hur sådana skall motiveras.

#### *Variation nr 6.4 Sabotage och dylikt*

Referens Inget sabotage.

Låg ---

Hög Sabotage påverkar följande kalkylobjekt: 1 - 8, 11, 14, 17, 20, 21, 27, 30 och 35.

Fördyring vid hög: 1065 MSEK (0%), 631 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

#### **Kommentar**

Fördelningen bör sakligt sett vara sammansatt av fördelningar för de olika kalkylobjekten ovan.

Dessa fördelningar är inte redovisade och det saknas alltså underlag för den angivna fördelningen.

#### *Variation nr 6.5 Myndighetskrav - kärnteknisk verksamhet*

Referens Samma krav som i januari 1997.

Låg Lägre krav leder till att följande kalkylobjekt får mindre kostnader: 2(10), 4(10), 5(5), 6(5), 7(5), 8(2), 11(5), 12(5), 13(5), 14(10), 15(10), 16(5), 19(5), 20(5), 21(5), 23(3), 24(5), 25(2), 26(3), 27(5), 28(4), 29(3), 30(5), 31(4), 32(5), 33(5), 34(5), 35(5) och 36(4). Siffrorna inom parenteserna anger besparingarna i procent.

Hög Högre krav leder till att följande kalkylobjekt får större kostnader: 2(20), 4(5), 5(10), 6(10), 7(10), 8(4), 11(10), 12(10), 13(10), 14(20), 15(20), 16(10), 19(10), 20(5), 21(5), 23(6), 24(10), 25(4), 26(6), 27(10), 28(8), 29(6), 30(10), 31(8), 32(10), 33(10), 34(10), 35(10) och 36(8).

Besparing vid låg: 2202 MSEK (0%), 1219 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 4103 MSEK (0%), 2290 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

#### **Kommentar**

Den angivna fördelningen är förmodligen härledd ur en fördelning över möjliga myndighetskrav som får konsekvenser för de angivna kalkylobjekten. Denna underliggande fördelning är inte redovisad. Eventuellt är den angivna fördelningen sammansatt av ett tämligen stort antal fördelningar vilka är inte redovisade. Alltså finns det ingen grund för den ansatta fördelningen.

#### *Variation nr 6.6 Myndighetskrav - övrigt*

Referens Samma krav som i januari 1997.

Låg            Lägre krav leder till minskade kostnader för följande kalkylobjekt: 8(10), 9(5), 12(5), 13(4), 14(2), 16(5), 17(5), 18(5), 20(4), 21(10), 22(5), 23(4), 24(4), 25(5), 26(4), 27(3), 28(5), 29(5), 30(5), 31(5), 33(5), 34(5), 35(5) och 36(5).

Hög            Högre krav leder till ökade kostnader för följande kalkylobjekt: 8(20), 9(10), 12(10), 13(8), 14(4), 16(10), 17(10), 18(10), 20(8), 21(20), 22(10), 23(8), 24(8), 25(10), 26(8), 27(6), 28(10), 29(10), 30(10), 31(10), 33(10), 34(10), 35(10), 36(10).

Besparing vid låg: 968 MSEK (0%), 488 MSEK (4,5/2,5%).

Fördyring vid hög: 19136 MSEK (0%), 976 MSEK (4,5/2,5%).

Sannolikheten för en större besparing < 0,05.

Sannolikheten för en större fördyring < 0,05.

### **Kommentar**

Den angivna fördelningen är förmodligen härledd ur en fördelning över möjliga myndighetskrav som får konsekvenser för de angivna kalkylobjekten. Denna underliggande fördelning är inte redovisad. Eventuellt är den angivna fördelningen sammansatt av ett tämligen stort antal fördelningar vilka är inte redovisade. Alltså finns det ingen grund för den ansatta fördelningen.

### ***Sammanfattande omdöme om behandlingen av de nya variationerna i grupp 1 - 6.***

a. Fördelningarna i följande variationer torde vara rent hypotetiska: 2.1, 3.1, 4.1, 4.2/2, 4.3, 5.1, 5.3, 5.4, 5.5 och 5.6.

Hypotetiska fördelningar bör inte ingå i underlaget för säkerhetsbelopp II.

b. Underlag saknas för fördelningarna i följande variationer: 1.2, 3.5/2, 6.2/2, 6.4, 6.5 och 6.6.

Fördelningar utan underlag bör inte ingå i underlaget för säkerhetsbelopp II.

c. För följande fördelningar är statusen osäker: 2.2 och 2.3.

### ***Sammanfattande omdöme om SKB:s underlag för att beräkna den årliga avgiften och säkerhetsbelopp II***

- Referensfallets status är inte angiven. Detta är nödvändigt för en probabilistisk ansats. Det troliga är att referensfallet i huvudsak är rent hypotetiskt. Men då finns det mycket lite utrymme för en intressant probabilistisk komplettering.
- Ett underlag för de ansatta fördelningarna saknas i nästan alla fall. Vidare är det inte lätt att se hur en fördelning skulle kunna motiveras i dessa fall.
- Ett underlag för de ansatta kostnadsintervallen saknas. Det är inte klart hur kostnadsintervallen för de olika kalkylobjekten beror av antaganden om mantimmar, lönenivåer etc.





# Bilaga D Tabeller till bilaga C

I detta bihang har vi samlat ett antal tabeller.

*Tabell D.1 Variationer i grupp 1 - 6 för avgiftsunderlaget*

Beteckning	Karaktär	Kostnadsfördelning 0%	Kostnadsfördelning 4/2,5%
Var. nr 1.1	Utbränningsgrad	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 2,2$	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$
Var. nr 3.2	Max temp på kapselytan	Beta, $\alpha = 1,1$ , $\beta = 3,9$	Beta, $\alpha = 1,1$ , $\beta = 3,9$
Var. nr 3.3	Avvikelse från nom resteffekt kapsel	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 3,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 3,0$
Var. nr 3.4	Term param bentonit berg	Beta, $\alpha = 1,3$ , $\beta = 3,7$	Beta, $\alpha = 1,3$ , $\beta = 3,7$
Var. nr 3.5/1	Kapacitet inkapsling	Beta, $\alpha = 2,7$ , $\beta = 4,3$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 3.6	Förvarslayout	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$
Var. nr 3.7	Deponeringsmetod	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 3,8$	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 4,1$
Var. nr 3.8	Material metod förslutning	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 2,8$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 3,0$
Var. nr 4.2/1	Lokalisering djupförvar	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$
Var. nr 5.2	Förskjutn uppstart	Beta, $\alpha = 4,4$ , $\beta = 1,6$	Beta, $\alpha = 2,9$ , $\beta = 3,1$
Var. nr 6.1	Teknologisk utveckling	Beta, $\alpha = 4,2$ , $\beta = 2,8$	Beta, $\alpha = 4,2$ , $\beta = 2,8$
Var. nr 6.2/1	Valutakurser	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.3	Konjunktur	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.7	Realism i kosnadsuppsk - allmänt	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.8	Realism i kosnadsuppsk - utrustning/drift	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.9	Realism i kosnadsuppsk - bygg	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$

*Tabell D.2 Kalkylobjekt med fördelningar*

Kalkylobjekt	nr	Kostnadsfördelning 0%	Kostnadsfördelning 4%/2,5%
SKB - adm och FUD	adm	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$
	FUD	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Transport	reinvestering	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$

	drift	4	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Rivning kkv	avst. drift	5	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 3,1$	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 3,1$
	servicedrift	6	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 3,1$	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 3,1$
	systemrivning	7	Beta, $\alpha = 2,3$ , $\beta = 3,7$	Beta, $\alpha = 2,3$ , $\beta = 3,7$
	byggrivning	8	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 3,8$	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 3,8$
CLAB	investering	9	Beta, $\alpha = 2,4$ , $\beta = 4,6$	Beta, $\alpha = 2,4$ , $\beta = 4,6$
	reinvestering	10	Beta, $\alpha = 2,4$ , $\beta = 4,6$	Beta, $\alpha = 2,4$ , $\beta = 4,6$
	drift	11	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	rivning	12	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Inkapslingsanläggning	investering	13	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	drift exkl. kapslar + reinv.	14	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	kapslar	15	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	rivning	16	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 4,8$	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 4,8$
Djupförvar	investering	17	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 2,3$	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 2,3$
yttre anläggningar	drift, reinv.	18	Beta, $\alpha = 2,5$ , $\beta = 3,5$	Beta, $\alpha = 2,5$ , $\beta = 3,5$
Djupförvar	lokalisering	19	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$
industriområde	investering	20	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$
	drift, reinv.	21	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 4,2$
	rivning	22	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 4,8$	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 4,8$
Djupförvar	I-investering	23	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
bränsle	II-investering	26	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
I = tillfart/bergrum	II-drift + I-reinv.	27	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
inkl	I-försegling	24	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
detaljundersökn.	I-rivning	25	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 4,0$
II =	II-förs., rivn.	28	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
deponeringstunnlar				
deponering (drift)				
Djupförvar	investering	29	Beta, $\alpha = 3,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 3,0$ , $\beta = 5,0$
annat avfall	drift, reinv.	30	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	förs., rivn.	31	Beta, $\alpha = 2,7$ , $\beta = 4,3$	Beta, $\alpha = 2,7$ , $\beta = 4,3$
SFR 1	drift, reinv.	32	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	förs., rivn.	33	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
SFR 3	investering	34	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	drift, reinv.	35	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
	förs., rivn.	36	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$



*Tabell D.3 Objektvariationer*

Objekt	Differens i % från referens		Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	hög	låg	ref	hög	låg	ref	hög
1	-20	+50	629	787	1180	433	541	812
2	-20	+50	2103	2629	3155	1506	1882	2259
3	-20	+20	725	906	1088	377	471	565
4	-20	+20	671	839	1007	347	434	521
5	-20	+40	1692	2115	2961	1312	1640	2295
6	-25	+50	1316	1755	2633	914	1218	1828
7	-20	+35	5089	6361	8588	3530	4412	5956
8	-20	+40	1765	2206	3089	1056	1320	1848
9	-10	+20	592	658	789	519	577	692
10	-20	+40	522	653	914	264	330	462
11	-20	+20	2757	3447	4136	1498	1873	2247
12	-30	+30	257	367	477	65	93	121
13	-20	+20	1707	2134	2561	1089	1361	1634
14	-20	+20	992	1240	1488	363	454	545
15	-30	+30	2352	3359	4367	782	1117	1452
16	-20	+50	122	153	229	31	39	58
17	-30	+50	508	726	1088	296	422	633
18	-20	+30	41	51	66	13	16	21
19	-20	+30	1152	1440	1872	882	1102	1433
20	-20	+30	1368	1710	2223	814	1017	1322
21	-20	+30	1440	1800	2340	513	642	834
22	-20	+50	104	130	195	21	27	40
23	-30	+30	1430	2043	2656	811	1159	1507
24	-20	+20	642	803	963	145	181	217
25	-20	+50	34	42	63	7	9	14
26	-30	+30	743	1062	1380	286	408	531
27	-20	+20	710	888	1066	247	309	371
28	-20	+20	504	630	756	166	207	248
29	-30	+50	255	364	547	91	130	195

30	-30	+30	33	48	62	9	13	18
31	-30	+50	64	91	136	15	22	33
32	-20	+20	386	482	578	292	365	437
33	-30	+30	79	113	147	40	57	74
34	-30	+30	317	452	588	261	373	485
35	-20	+20	186	232	279	121	151	181
36	-50	+50	32	64	95	16	32	48
Summa			33319	42780	55762	19132	24404	31937

För att närmare studera effekten av en del variationer, så kan det vara lämpligt att utföra några känslighetsanalyser. Vi börjar med att betrakta de övergripande variationerna av kategori 1 och nöjer oss med att betrakta de variationer som bedömts som rimliga. Dessa återfinns i tabell D.4. Det torde framgå av tabellen att effekterna av dessa variationer är mycket måttliga .

*Tabell D.4 Skillnader mellan hög- och lågvärden vid vissa variationer.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
1.1	-197	0	132	-12	0	36
3.2	-15	0	440	-6	0	158
3.3	0	0	291	0	0	105
3.4	-37	0	314	-14	0	111
Summa	-249	0	1177	-32	0	410

I själva verket är effekterna mycket mindre beroende på att man valt påfallande sneda fördelningar. Detta framgår av följande tabeller:

*Tabell D.5 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 90%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	90%	ref	90%	90%	ref	90%
1.1	-195	0	113	-11	0	30
3.2	-13	0	278	-5	0	100
3.3	0	0	231	0	0	83

3.4	-33	0	255	-13	0	90
Summa	-241	0	877	-29	0	303

Tabellen skall tolkas på följande sätt: i variation 1.1 utgörs 90% av ytan under täthetsfunktionen mellan lågvärdet (-197) och referensvärdet av ytan mellan värdet -195 och referensvärdet. På samma sätt utgörs 90% av ytan under täthetsfunktionen mellan referensvärdet och högvärdet (132) av ytan mellan referensvärdet och värdet 113.

*Tabell D.6 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 80%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	80%	ref	80%	80%	ref	80%
1.1	-193	0	98	-9	0	25
3.2	-12	0	215	-5	0	77
3.3	0	0	188	0	0	68
3.4	-30	0	211	-11	0	75
Summa	-235	0	712	-25	0	245

*Tabell D.7 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 70%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	70%	ref	70%	70%	ref	70%
1.1	-192	0	83	-8	0	21
3.2	-10	0	171	-4	0	61
3.3	0	0	154	0	0	55
3.4	-30	0	175	-10	0	62
Summa	-232	0	583	-22	0	199

*Tabell D.8 Skillnader mellan hög- och lågvärden vid icke-symmetriska objektvariationer.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
-----------	----------------	--	--	---------------------	--	--

	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	629	787	1.180	433	541	812
Objekt 5	1.692	2.115	2.961	1.312	1.640	2.295
Objekt 6	1.316	1.755	2.663	914	1.218	1.828
Objekt 7	5.089	6.361	8.588	3.530	4.412	5.956
Objekt 8	1.765	2.206	3.089	1.056	1.320	1.848
Objekt 9	592	658	789	519	577	692
Objekt 10	522	653	914	264	330	462
Objekt 16	122	153	229	31	39	58
Objekt 17	508	726	1.088	296	422	633
Objekt 18	41	51	66	13	16	21
Objekt 19	1.152	1.440	1.872	882	1.102	1.433
Objekt 20	1.368	1.710	2.223	814	1.107	1.322
Objekt 21	1.440	1.800	2.340	513	642	834
Objekt 22	104	130	195	21	27	40
Objekt 25	34	42	63	7	9	14
Objekt 29	255	364	547	91	130	195
Objekt 31	64	91	136	15	22	33
Summa	16.693	21.042	28.943	10.711	13.554	18.476

*Tabell D.9 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 90%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	648	787	1.115	446	541	767

Objekt 5	1.742	2.115	2.828	1.351	1.640	2.192
Objekt 6	1.368	1.755	2.495	950	1.218	1.732
Objekt 7	5.246	6.361	8.232	3.639	4.412	5.710
Objekt 8	1.819	2.206	2.947	1.089	1.320	1.763
Objekt 9	600	658	767	526	577	672
Objekt 10	538	653	870	272	330	440
Objekt 16	126	153	216	32	39	55
Objekt 17	533	726	1.035	311	422	602
Objekt 18	42	51	64	13	16	20
Objekt 19	1.189	1.440	1.804	910	1.102	1.381
Objekt 20	1.412	1.710	2.142	840	1.107	1.274
Objekt 21	1.486	1.800	2.255	530	642	804
Objekt 22	107	130	184	22	27	38
Objekt 25	35	42	59	7	9	13
Objekt 29	269	364	517	96	130	184
Objekt 31	67	91	129	16	22	31
Summa	17.227	21.042	27.659	10.938	13.554	17.678

*Tabell D.10 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 80%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	665	787	1.063	458	541	731
Objekt 5	1.799	2.115	2.719	1.387	1.640	2.108
Objekt 6	1.416	1.755	2.382	983	1.218	1.653



Objekt 7	5.390	6.361	7.944	3.739	4.412	5.510
Objekt 8	1.869	2.206	2.833	1.118	1.320	1.695
Objekt 9	607	658	749	533	577	657
Objekt 10	553	653	835	279	330	422
Objekt 16	129	153	206	33	39	52
Objekt 17	557	726	991	325	422	576
Objekt 18	43	51	62	14	16	20
Objekt 19	1.223	1.440	1.748	936	1.102	1.338
Objekt 20	1.452	1.710	2.076	864	1.107	1.235
Objekt 21	1.528	1.800	2.185	545	642	779
Objekt 22	110	130	175	22	27	36
Objekt 25	36	42	57	8	9	12
Objekt 29	282	364	493	101	130	176
Objekt 31	71	91	123	17	22	30
Summa	17.730	21.042	26.641	11.362	13.554	16.299

*Tabell D.11 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 70%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	681	787	1.019	464	541	701
Objekt 5	1.833	2.115	2.624	1.421	1.640	2.034
Objekt 6	1.462	1.755	2.283	1.015	1.218	1.585
Objekt 7	5.525	6.361	7.696	3.832	4.412	5.337
Objekt 8	1.916	2.206	2.734	1.146	1.320	1.636

Objekt 9	614	658	734	539	577	644
Objekt 10	567	653	805	286	330	407
Objekt 16	133	153	197	34	39	50
Objekt 17	580	726	951	338	422	553
Objekt 18	45	51	60	14	16	19
Objekt 19	1.253	1.440	1.700	959	1.102	1.301
Objekt 20	1.488	1.710	2.018	885	1.107	1.200
Objekt 21	1.567	1.800	2.125	558	642	757
Objekt 22	113	130	168	23	27	35
Objekt 25	37	42	54	8	9	12
Objekt 29	294	364	473	105	130	169
Objekt 31	73	91	118	18	22	29
Summa	18.181	21.042	25.759	11.645	13.554	16.469

Det kan också vara instruktivt att se hur fort kostnaderna för alla objekt konvergerar mot referenskostnaden. En viss uppfattning om detta fås av följande tabeller:

*Tabell D.12 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 90%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	648	787	1.115	446	541	767
Objekt 2	2.180	2.629	3.078	1.561	1.882	2.204
Objekt 3	752	906	1.061	391	471	551
Objekt 4	696	839	982	360	434	508
Objekt 5	1.742	2.115	2.828	1.351	1.640	2.192
Objekt 6	1.368	1.755	2.495	950	1.218	1.732

Objekt 7	5.246	6.361	8.232	3.639	4.412	5.710
Objekt 8	1.819	2.206	2.947	1.089	1.320	1.763
Objekt 9	600	658	767	526	577	672
Objekt 10	538	653	870	272	330	440
Objekt 11	2.858	3.447	4.035	1.553	1.873	2.192
Objekt 12	273	367	461	69	93	116
Objekt 13	1.770	2.134	2.498	1.129	1.361	1.594
Objekt 14	1.028	1.240	1.452	377	454	532
Objekt 15	2.500	3.359	4.219	831	1.117	1.403
Objekt 16	126	153	216	32	39	55
Objekt 17	533	726	1.035	311	422	602
Objekt 18	42	51	64	13	16	20
Objekt 19	1.189	1.440	1.804	910	1.102	1.381
Objekt 20	1.412	1.710	2.142	840	1.107	1.274
Objekt 21	1.486	1.800	2.255	530	642	804
Objekt 22	107	130	184	22	27	38
Objekt 23	1.520	2.043	2.566	862	1.159	1.471
Objekt 24	666	803	939	176	181	211
Objekt 25	35	42	59	7	9	13
Objekt 26	790	1.062	1.334	304	408	513
Objekt 27	737	888	1.039	256	309	362
Objekt 28	523	630	737	172	207	242
Objekt 29	269	364	517	96	130	184
Objekt 30	36	48	60	10	13	17

Objekt 31	67	91	129	16	22	31
Objekt 32	400	482	564	302	365	427
Objekt 33	84	113	142	42	57	72
Objekt 34	337	452	568	278	373	467
Objekt 35	193	232	272	125	151	177
Objekt 36	36	64	91	18	32	48
Summa	34.606	42.780	53.757	19.866	24.494	30.785

*Tabell D.13 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 80%.*

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	665	787	1.063	458	541	731
Objekt 2	2.246	2.629	3.012	1.608	1.882	2.157
Objekt 3	774	906	1.039	402	471	540
Objekt 4	717	839	961	371	434	497
Objekt 5	1.799	2.115	2.719	1.387	1.640	2.108
Objekt 6	1.416	1.755	2.382	983	1.218	1.653
Objekt 7	5.390	6.361	7.944	3.739	4.412	5.510
Objekt 8	1.869	2.206	2.833	1.118	1.320	1.695
Objekt 9	607	658	749	533	577	657
Objekt 10	553	653	835	279	330	422
Objekt 11	2.944	3.447	3.949	1.599	1.873	2.146
Objekt 12	287	367	447	72	93	113
Objekt 13	1.823	2.134	2.445	1.163	1.361	1.560

Objekt 14	1.059	1.240	1.421	388	454	521
Objekt 15	2.579	3.359	4.094	873	1.117	1.361
Objekt 16	129	153	206	33	39	52
Objekt 17	557	726	991	325	422	576
Objekt 18	43	51	62	14	16	20
Objekt 19	1.223	1.440	1.748	936	1.102	1.338
Objekt 20	1.452	1.710	2.076	864	1.107	1.235
Objekt 21	1.528	1.800	2.185	545	642	779
Objekt 22	110	130	175	22	27	36
Objekt 23	1.596	2.043	2.490	906	1.159	1.412
Objekt 24	686	803	919	154	181	207
Objekt 25	36	42	57	8	9	12
Objekt 26	830	1.062	1.294	319	408	498
Objekt 27	759	888	1.017	264	309	354
Objekt 28	538	630	722	177	207	237
Objekt 29	282	364	493	101	130	176
Objekt 30	38	48	58	10	13	17
Objekt 31	71	91	123	17	22	30
Objekt 32	412	486	553	311	365	418
Objekt 33	88	113	138	48	57	70
Objekt 34	354	452	551	292	373	455
Objekt 35	199	232	266	127	151	173
Objekt 36	40	64	87	20	32	44
Summa	35.699	42.780	52.104	20.466	24.494	29.810

Tabell D.14 Skillnader mellan modifierade hög- och lågvärden, 70%.

Variation	Kalkylränta 0%			Kalkylränta 4%/2,5%		
	låg	ref	hög	låg	ref	hög
Objekt 1	681	787	1.019	464	541	701
Objekt 2	2.304	2.629	2.954	1.650	1.882	2.115
Objekt 3	794	906	1.019	413	471	529
Objekt 4	735	839	943	380	434	488
Objekt 5	1.833	2.115	2.624	1.421	1.640	2.034
Objekt 6	1.462	1.755	2.283	1.015	1.218	1.585
Objekt 7	5.525	6.361	7.696	3.832	4.412	5.337
Objekt 8	1.916	2.206	2.734	1.146	1.320	1.636
Objekt 9	614	658	734	539	577	644
Objekt 10	567	653	805	286	330	407
Objekt 11	3.020	3.447	3.873	1.641	1.873	2.104
Objekt 12	299	367	435	75	93	110
Objekt 13	1.870	2.134	2.398	1.193	1.361	1.530
Objekt 14	1.086	1.240	1.394	398	454	511
Objekt 15	2.736	3.359	3.983	910	1.117	1.324
Objekt 16	133	153	197	34	39	50
Objekt 17	580	726	951	338	422	553
Objekt 18	45	51	60	14	16	19
Objekt 19	1.253	1.440	1.700	959	1.102	1.301
Objekt 20	1.488	1.710	2.018	885	1.107	1.200

Objekt 21	1.567	1.800	2.125	558	642	757
Objekt 22	113	130	168	23	27	35
Objekt 23	1.663	2.043	2.422	944	1.159	1.374
Objekt 24	703	803	902	158	181	203
Objekt 25	37	42	54	8	9	12
Objekt 26	865	1.062	1.259	333	408	484
Objekt 27	778	888	998	271	309	347
Objekt 28	552	630	708	181	207	233
Objekt 29	294	364	473	105	130	169
Objekt 30	39	48	57	11	13	16
Objekt 31	73	91	118	18	22	29
Objekt 32	422	482	542	319	365	410
Objekt 33	92	113	134	46	57	68
Objekt 34	369	452	536	304	373	443
Objekt 35	204	232	261	132	151	170
Objekt 36	44	64	83	22	32	42
Summa	36.756	42.780	50.660	21.026	24.494	28.970

*Tabell D.15 Variationer i grupp 1 - 6 för säkerhetsbelopp II*

Beteckning	Karaktär	Kostnadsfördelning 0%	Kostnadsfördelning 4/2,5%
Var. nr 1.1	Utbränningsgrad	Beta, $\alpha = 2,8$ , $\beta = 2,2$	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$
Var. nr 1.2	Bränsleskada	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 4,0$
Var. nr 2.1	Slutförvarskoncept, använt bränsle	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 2.2	Slutförvarskoncept, annat långlivat avfall	Beta, $\alpha = 1,5$ , $\beta = 4,5$	Beta, $\alpha = 1,5$ , $\beta = 4,5$

Var. nr 2.3	Utbyggnad av SFR 1	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 3.1	Kapseltyp och huvudmått	Beta, $\alpha = 2,7$ , $\beta = 4,3$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 2,0$
Var. nr 3.2	Max temp på kapselytan	Beta, $\alpha = 1,1$ , $\beta = 3,9$	Beta, $\alpha = 1,1$ , $\beta = 3,9$
Var. nr 3.3	Avvikelse från nom resteffekt kapsel	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 3,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 3,0$
Var. nr 3.4	Term param bentonit berg	Beta, $\alpha = 1,3$ , $\beta = 3,7$	Beta, $\alpha = 1,3$ , $\beta = 3,7$
Var. nr 3.5/2	Kapacitet inkapsling	Beta, $\alpha = 3,2$ , $\beta = 2,8$	Beta, $\alpha = 4,6$ , $\beta = 1,4$
Var. nr 3.6	Förvarslayout	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$	Beta, $\alpha = 1,7$ , $\beta = 3,3$
Var. nr 3.7	Deponeringsmetod	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 3,8$	Beta, $\alpha = 1,9$ , $\beta = 4,1$
Var. nr 3.8	Material metod förslutning	Beta, $\alpha = 2,2$ , $\beta = 2,8$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 3,0$
Var. nr 4.1	Lokalisering inkapsling	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 4.2/2	Lokalisering djupförvar	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 4.3	Lokalisering förvar annat avfall	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 5.1	Tidplan ej provdeponering	Beta, $\alpha = 4,3$ , $\beta = 2,7$	
Var. nr 5.2	Förskjutn uppstart	Beta, $\alpha = 4,4$ , $\beta = 1,6$	Beta, $\alpha = 2,9$ , $\beta = 3,1$
Var. nr 5.3	Längre driftstörningar	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 4,0$
Var. nr 5.4	Återtagande av kapslar efter steg 1	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 5.5	Övervakning av förvaret efter deponering	Bernoulli, $p = 0,95$	Bernoulli, $p = 0,95$
Var. nr 5.6	Tidplan för rivning kärnkraftverk	Beta, $\alpha = 2,3$ , $\beta = 2,7$	Beta, $\alpha = 2,0$ , $\beta = 3,0$
Var. nr 6.1	Teknologisk utveckling	Beta, $\alpha = 4,2$ , $\beta = 2,8$	Beta, $\alpha = 4,2$ , $\beta = 2,8$
Var. nr 6.2/2	Valutakurser	Beta, $\alpha = 6,0$ , $\beta = 4,0$	Beta, $\alpha = 6,4$ , $\beta = 3,6$
Var. nr 6.3	Konjunktur	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.4	Sabotage och dylikt	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 1,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.5	Myndighetskrav kärnteknisk verksamhet	Beta, $\alpha = 3,3$ , $\beta = 6,7$	Beta, $\alpha = 3,3$ , $\beta = 6,7$
Var. nr 6.6	Myndighetskrav övrigt	Beta, $\alpha = 3,2$ , $\beta = 6,8$	Beta, $\alpha = 3,2$ , $\beta = 6,8$
Var. nr 6.7	Realism i kosnadsuppsk - allmänt	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.8	Realism i kosnadsuppsk - utrustning/drift	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$
Var. nr 6.9	Realism i kosnadsuppsk -	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$	Beta, $\alpha = 5,0$ , $\beta = 5,0$



bygg



# Bilaga E Särskilt yttrande av experterna Mårten Eriksson och Sören Norrby

Vi instämmer i allt väsentligt i de slutsatser som framkommer i föreliggande betänkande. På två punkter vill vi emellertid mer utförligt förklara vår inställning. Den första punkten gäller det s.k. “basscenariot” som är en utgångspunkt för kostnadsberäkningar. Den andra punkten gäller hur det “extra osäkerhetspåslaget” i nuvarande system för kostnadsberäkningar kan tas omhand i det i betänkandet föreslagna nya systemet.

## *Basscenario*

Vad gäller “basscenariot” vill vi betona svårigheten att på ett *entydigt* sätt definiera ett sannolikt basscenario.

Vi vill vidare framhålla att “basscenariot” enbart skall ses som en rimlig utgångspunkt för kostnadsberäkningar men att det på intet sätt får uppfattas som ett ställningstagande i anslutning till det program för forskning och utveckling som krävs enligt kärntekniklagen och som i annat sammanhang granskas av Kärnkraftinspektionen.

Vi skulle ha föredragit benämningen “referensscenario för kostnadsberäkningar” för att betona det speciella syftet med scenariot.

## *Extra osäkerhetspåslag*

I anslutning till begreppet basscenario/referensscenario vill vi vidare framhålla att det “extra osäkerhetspåslag” som i nuvarande system för kostnadsberäkningar inrymmer vissa mindre sannolika händelser inte självklart och utan analys kan föras till det s.k. “tilläggsbeloppet” som i det nu föreslagna finansieringssystemet skall inrymma mindre sannolika händelser (enligt förslaget till lagtext “oplanerade händelser”).

Om det föreslagna finansieringssystemet införs så måste en grundlig analys göras för att bl.a. utröna vad som bör hänföras till “basscenariot” och tillhörande “grundbelopp” och vad som bör hänföras till “tilläggsbeloppet”. En fråga som då behöver belysas är hur kostnaderna för ett eventuellt återtagande av deponerade bränslekapslar efter den av SKB föreslagna demonstrationsfasen för slutförvaring av använt kärnbränsle skall betraktas.