



SKB

**KÄRNKRAFTENS
SLUTSTEG**

PLAN 93

Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Juni 1993

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB

BOX 5864 S-102 48 STOCKHOLM
TEL. 08-665 28 00 TELEX 13108 SKB FAX +46 8 661 57 19

PLAN 93

**Kostnader för kärnkraftens
radioaktiva restprodukter**

Juni 1993

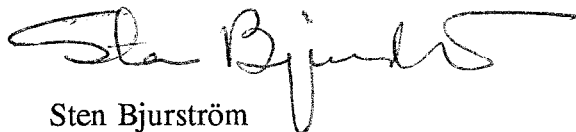
FÖRORD

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

Föreliggande rapport, som är den tolfte årliga redovisningen, ger en uppdaterad sammanställning av erforderliga kostnader.

Stockholm i juni 1993

Svensk Kärnbränslehantering AB



Sten Bjurström
VD

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING

	<u>Sid</u>
1. FÖRUTSÄTTNINGAR	1
1.1 ALLMÄNT	1
1.2 ENERGIPRODUKTION OCH AVFALLSMÄNGDER	2
1.3 PRINCIPER FÖR AVFALLS- HANTERINGSSYSTEMET	5
2. ANLÄGGNINGAR OCH SYSTEM	6
2.1 ALLMÄNT	6
2.2 FORSKNING, UTVECKLING OCH DEMONSTRATION	8
2.3 TRANSPORTSYSTEM	10
2.4 CENTRALT LAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB	11
2.5 INKAPSLINGSANLÄGGNING FÖR ANVÄNT BRÄNSLE	14
2.6 DJUPFÖRVAR FÖR LÅNGLIVAT AVFALL	16
2.7 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL, SFR	20
2.8 RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK	22
3. BERÄKNINGSALTERNATIV	23
3.1 ALLMÄNT	23
3.2 FÖRÄNDRINGAR I AVFALSSYSTEMET VID OLIKA DRIFTTIDER	23
4. KOSTNADER	25
4.1 ALLMÄNT	25
4.2 BERÄKNINGSMETOD	26
4.3 REDOVISNING AV FRAMTIDA KOSTNADER	27
4.4 TIDIGARE NEDLAGDA KOSTNADER	33
4.5 MARGINALKOSTNADER	34
REFERENSER	37

SAMMANFATTNING

Kärnkraftföretagen är ansvariga för att vidta de åtgärder som behövs, för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnreaktorerna. De viktigaste åtgärderna är att planera, bygga och driva de anläggningar och system som behövs, samt att bedriva erforderlig forskning och utveckling. Kraftföretagen har givit SKB i uppgift att genomföra detta arbete.

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

Följande anläggningar och system är i drift:

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

Senare planeras även:

- Inkapslingsanläggning för använt bränsle.
- Djupförvar för använt bränsle och annat långlivat avfall.
- Slutförvar för rivningsavfall.

I kostnadsberäkningarna ingår även kostnader för forskning och utveckling inklusive Äspö-laboratoriet samt för att avveckla och riva reaktor-anläggningarna m m.

Denna rapport baseras på den föreslagna inriktningen av verksamheten, som presenterats i SKBs FUD-program 92. SKB föreslår att slutförvaringen genomförs stegvis. Den inleds med ett första steg då 5-10 % av den totala bränslemängden deponeras. Därefter sker en utvärdering och förnyad licensiering innan anläggningen byggs ut i fullstor skala.

Mängden avfall som skall tas om hand är beroende av hur länge kärnkraftverken drivs. I denna rapport ges tre exempel för att belysa varia-

tioner. Dessa är att alla reaktorer drivs till 2010 eller att alla reaktorer drivs i 25 respektive 40 år.

De totala framtida kostnaderna för det svenska avfallssystemet från och med 1994 har beräknats bli 48,3 miljarder kronor i prisnivå januari 1993 om alla reaktorer drivs till och med 2010. Vid 25 respektive 40-års drift blir de totala framtida kostnaderna 45,9 respektive 55,5 miljarder kronor i samma prisnivå. Dessa kostnader utfaller under ca 60 år. Till och med 1993 beräknas 9,2 miljarder kronor i löpande penningvärde ha lagts ned.

FÖRKORTNINGAR

BWR	kokarreaktor (ABB-ATOM)
CLAB	centralt mellanlager för använt bränsle
FUD	forskning, utveckling och demonstration
GA	gemensamma anläggningar
GD	gemensamma delar
INKAP	inkapslingsanläggning för använt bränsle och hårdkomponenter
KKV	kärnkraftverk
PWR	tryckvattenreaktor (Westinghouse)
SFL	djupförvar för långlivat avfall
SFL 2	- slutförvar för använt bränsle
SFL 3	- slutförvar för långlivat avfall från Studsvik samt visst driftavfall från CLAB (fr o m 2012) och INKAP
SFL 4	- slutförvar för rivningsavfall från CLAB och INKAP
SFL 5	- slutförvar för hårdkomponenter m fl aktiva metalldelar
SFR 1	slutförvar för radioaktivt driftavfall
SFR 3	slutförvar för rivningsavfall
SKI	statens kärnkraftinspektion
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB
SSI	statens strålskyddsinstitut

1. FÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 ALLMÄNT

SKB upprättar varje år, på uppdrag av kärnkraftföretagen, en beräkning över kostnaderna för samtliga åtgärder som behövs för att omhänderta använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnreaktorerna. Kostnadsberäkningen redovisas till statens kärnkraftsinspektion (SKI) som har att föreslå regeringen den avgift för omhändertagande av kärnkraftens radioaktiva restprodukter, som skall uttas på kärnkraftproducerad el.

Förutsättningarna för kostnadsberäkningarna har valts så, att de framtida kostnaderna inte skall underskattas. Det presenterade avfallshanteringssystemet har baserats på KBS-3-metoden (ref. 1), vilken granskats i samband med laddningsansökan för Forsmark 3 och Oskarshamn 3. KBS-3 har befunnits uppfylla högt ställda krav vad gäller säkerhet och strålskydd. Hänsyn har också tagits till de resultat som framkommit i SKB 91 (ref. 2). Den inriktning och tidplan för den fortsatta verksamheten som presenterats i SKBs senaste program för forskning, utveckling och demonstration, FUD 92 (ref. 3), påverkar i stor grad förutsättningarna i årets kostnadsberäkningar. Den tidplan som använts i rapporten är den tidigast tänkbara tidplanen enligt FUD-92. Detta är konservativt ur avgiftssynpunkt.

Genom fortsatt forskning och utveckling inom avfallsområdet är det troligt att ytterligare förenklingar kan införas i slutförvarssystemet. Övrig teknisk utveckling verkar också i samma riktning. I kostnadsberäkningarna tas inte hänsyn till dessa faktorer.

För att dimensionera slutförvar och transportsystem måste vissa antaganden göras beträffande driftförhållandena för kärnkraftblocken. Mängden använt bränsle och radioaktivt avfall som skall tas om hand bestäms bland annat av hur länge och vid vilken effekt reaktorerna drivs, samt deras utnyttjningsfaktorer. Årets rapport redovisar som huvudalternativ att samtliga reaktorer drivs till och med år 2010. Resultat redovisas även för alternativen 25 års drift samt 40 års drift av alla reaktorer.

Finansieringslagen behandlar endast de kostnader som är hänförliga till omhändertagande av använt kärnbränsle samt till avveckling och rivning

av reaktorläggningarna. I SKBs plan för avfallshanteringen har utrymme även beretts för driftavfallet från kärnkraftverken samt för övrigt radioaktivt avfall som erhålls i Sverige, främst från Studsvik. Det senare utgör endast några få procent av den totala avfallsvolymen.

1.2

ENERGIPRODUKTION OCH AVFALLSMÄNGDER

Energiproduktionen i de svenska kärnkraftverken var under 1992 totalt 62 TWh, vilket motsvarar en genomsnittlig energiutnyttjningsfaktor på 71 %. Den låga energiutnyttjningsfaktorn beror på att fem reaktorer varit avställda för åtgärder under senare delen av 1992. Under 1991 var energiutnyttjningsfaktorn 84 % och under 1990 var den 75 %. Vid beräkning av förväntad framtida energiproduktion används utnyttjningsfaktorerna 78 % för BWR resp 73 % för PWR. De verkliga utnyttjningsfaktorerna förväntas emellertid komma att ligga högre. De angivna värdena har valts för att ta hänsyn till eventuella störningar i framtiden av liknande slag som hösten 1992.

Vid drift av samtliga reaktorer till och med år 2010 erhålles en total bränsleförbrukningen på ca 7 850 ton uran, varav 6 050 ton uran från BWR och 1 800 ton uran från PWR. Den totala elproduktionen skulle i detta fall bli ca 2 010 TWh. Elproduktion och bränsleförbrukning per reaktorblock har sammanställts i Tabell 1.1.

Tabell 1.1 Elproduktion och bränsleförbrukning för de svenska kärnkraftverken för alternativet drift av samtliga reaktorer till och med år 2010.

Reaktor och datum för kommersiell drift	Termisk effekt (MW)	Nettoeffekt (MW)	Energiproduktion (TWh)			Bränsleförbrukning (ton U)	
			Tom 1992	From 1993 årligen	Totalt	Uttaget tom 1992	Totalt
B1 1975-07-01	1800	600	67,2	4,1	140	274	610
B2 1977-07-01	1800	600	62,8	4,1	140	239	570
R1 1976-01-01	2500	800	74,0	5,5	170	305	700
R2 1975-05-01	2570	870	77,2	5,6	180	234	630
R3 1981-09-09	2780	920	60,8	5,9	170	173	590
R4 1983-11-21	2780	920	58,2	5,9	160	171	580
O1 1972-02-06	1375	440	56,0	3,0	110	238	510
O2 1974-12-15	1800	600	69,9	4,1	140	268	600
O3 1985-08-15	3300	1160	59,2	7,9	200	157	750
F1 1980-12-10	2930	970	79,3	6,6	200	251	790
F2 1981-07-07	2930	970	73,5	6,6	190	235	770
F3 1985-08-22	3300	1150	59,0	7,9	200	152	750
BWR tot	21735	7290	601,0	49,8	1500	2122	6050
PWR tot	8130	2710	196,2	17,3	510	578	1800
Samtliga	29865	10000	797,1	67,2	2010	2700	7850

Utnyttjningsfaktor för BWR: 0,78
Utnyttjningsfaktor för PWR: 0,73

Utbränningsgrad för BWR: 38 MWd/kgU
Utbränningsgrad för PWR: 41 MWd/kgU

I Tabell 1.2 jämförs elproduktion och bränsleförbrukning för drift till och med 2010, dvs en genomsnittlig drifttid på 30 år, med vad som erhålls när verken drivs i 25 respektive 40 år.

Tabell 1.2 Jämförelse av total elproduktion och bränsleförbrukning för de tre beräkningsalternativen.

Beräknings- alternativ	Total energi- produktion (TWh)	Total uran- mängd (Ton U)
I. Drift av alla reaktorer tom år 2010	2010	7850
II. 25 års drift av alla reaktorer	1620	6550
III. 40 års drift av alla reaktorer	2630	9890

Huvuddelen av det använda bränslet kommer att mellanlagras i CLAB och därefter direktdeponeras. Utöver det bränsle som anges i Tabell 1.1 tillkommer ca 20 ton bränsle från Ågesta samt 23 ton tyskt Mox-bränsle. Det tyska bränslet ersätter 57 ton svenskt bränsle, som tidigare levererats till Cogema. 140 ton bränsle har även sänts till BNFL för upparbetning, varifrån inget avfall återsänds. Detta ger vid drift av alla reaktorer till och med år 2010 en slutförvarsmängd på 7 700 ton uran.

1989 överlät SKB rätten till upparbetning hos Cogema till åtta tyska företag. För att överbrygga vissa avvecklingskostnader som därvid kan uppstå har en summa på 500 miljoner kronor tagits upp i kostnads-sammanställningen.

Utöver använt bränsle ger det svenska kärnkraftsprogrammet upphov till låg- och medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken, CLAB och inkapslingsanläggningen. När anläggningarna rivs uppkommer rivningsavfall. I Tabell 1.3 sammanfattas beräknade avfallsmängder om alla reaktorer drivs till och med år 2010. Tabell 1.4 visar hur avfallsvolymerna ändras vid olika drifttider. Avfallsmängderna redovisas i detalj för de tre alternativen i bilagerapporten till PLAN 93 (ref. 4). Aktivitetens innehåll i de olika avfallstyperna är mycket olika. Kravet på hantering och slutförvaring blir därför beroende av avfallstyp.

Tabell 1.3 Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera.

Produkt	Huvudsakligt ursprung	Enhet	Antal enheter	Volym slutlager m ³
Använt bränsle		kapslar	4 500	13 500
Alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från Studsvik	fat och kokiller	1 900	1 500
Härdkomponenter	Reaktordelar	kokiller	1 400	9 700
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	fat och kokiller	56 000	91 200
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	10-20 m ³ behållare	5 500	111 700
Total mängd ca			69 300	227 600

Tabell 1.4 Jämförelse av avfallsvolymer mellan de olika driftalternativen.

Produkt	Drift t o m 2010	25 års drift	40 års drift
	Volym slutlager m ³	Volym slutlager m ³	Volym slutlager m ³
Använt bränsle	13 500	10 700	18 000
Alfa-kontaminerat avfall	1 500	1 500	1 500
Härdkomponenter	9 700	9 500	11 300
Låg- och medelaktivt avfall	91 200	76 400	114 000
Rivningsavfall	111 700	110 100	112 500
Total mängd ca	227 600	208 200	257 300

1.3 PRINCIPER FÖR AVFALLSHANTERINGSSYSTEMET

I denna rapport har som grund för tidplanen och utformningen av avfallshanteringssystemet antagits att:

- Kortlivat avfall skall deponeras snarast efter att det erhålls.
- Använt bränsle mellanlagras i ca 30 år innan det placeras i slutförvar. Därigenom begränsas värmeutvecklingen i slutförvaret.
- Övrigt långlivat avfall deponeras i anslutning till slutdeponeringen av använt bränsle.

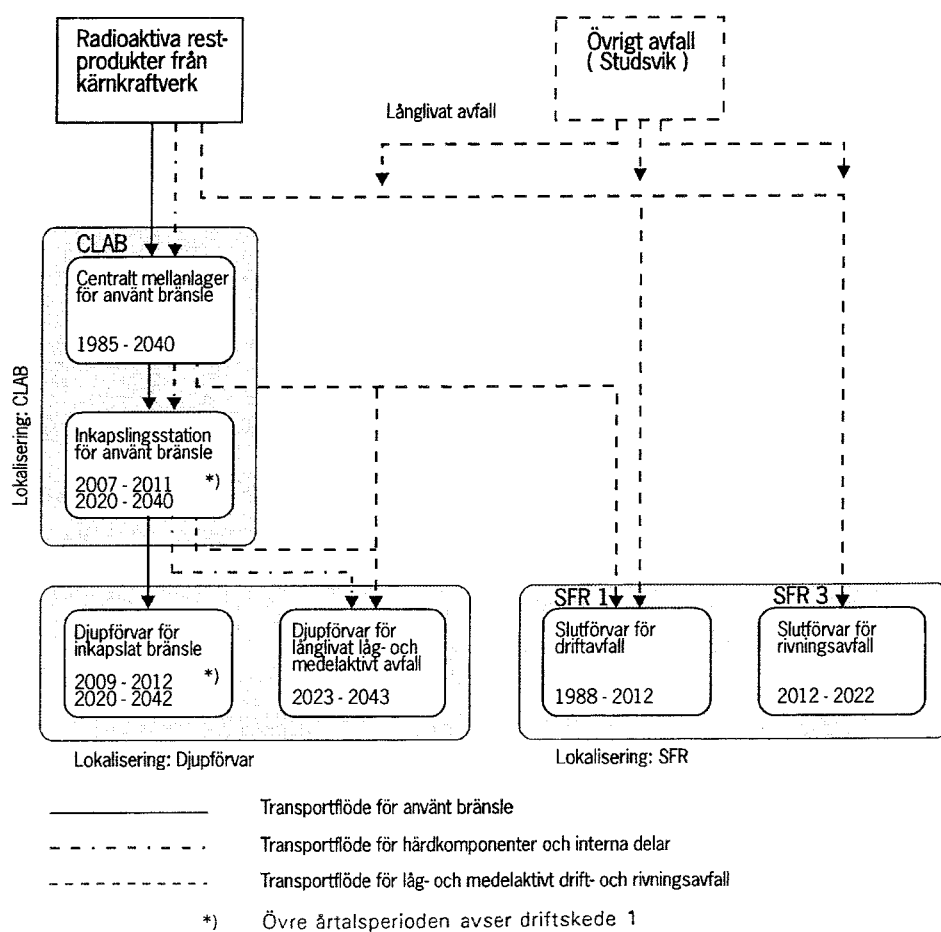
Anläggningar för slutförvaring av avfall, för vilka beslut om lokalisering ännu ej fattats, har i kostnadsberäkningen antagits bli placerade i inlandet. Transporterna av avfallet antas ske med fartyg till närmaste hamn och därefter med järnväg.

I SKBs senast framlagda program för forskning, utveckling och demonstration, FUD 92, föreslår SKB i linje med synpunkter på 1989-års forskningsprogram att slutförvaringen genomförs stegvis. Slutförvaringen inleds med ett första steg för 5-10 % av den totala bränslemängden. Därefter sker en utvärdering och förnyad licensiering innan beslut fattas om att bygga ut anläggningen i full skala. Denna rapport baseras på den i FUD 92 föreslagna strategin.

2. ANLÄGGNINGAR OCH SYSTEM

2.1 ALLMÄNT

För att hantera och lagra de radioaktiva restprodukterna i Sverige behöver ett flertal anläggningar projekteras, byggas och drivas. Som underlag för kostnadsberäkningarna har en plan för avfallshanteringen upprättats. I detta kapitel redovisas översiktligt de anläggningar, system och övriga åtgärder som ingår i denna plan. Deras funktion och utformning beskrivs kortfattat. En mera detaljerad beskrivning återfinns i bilagedelen till PLAN 93.



Figur 2.1

Plan över hanteringen av kärnkraftens radioaktiva restprodukter

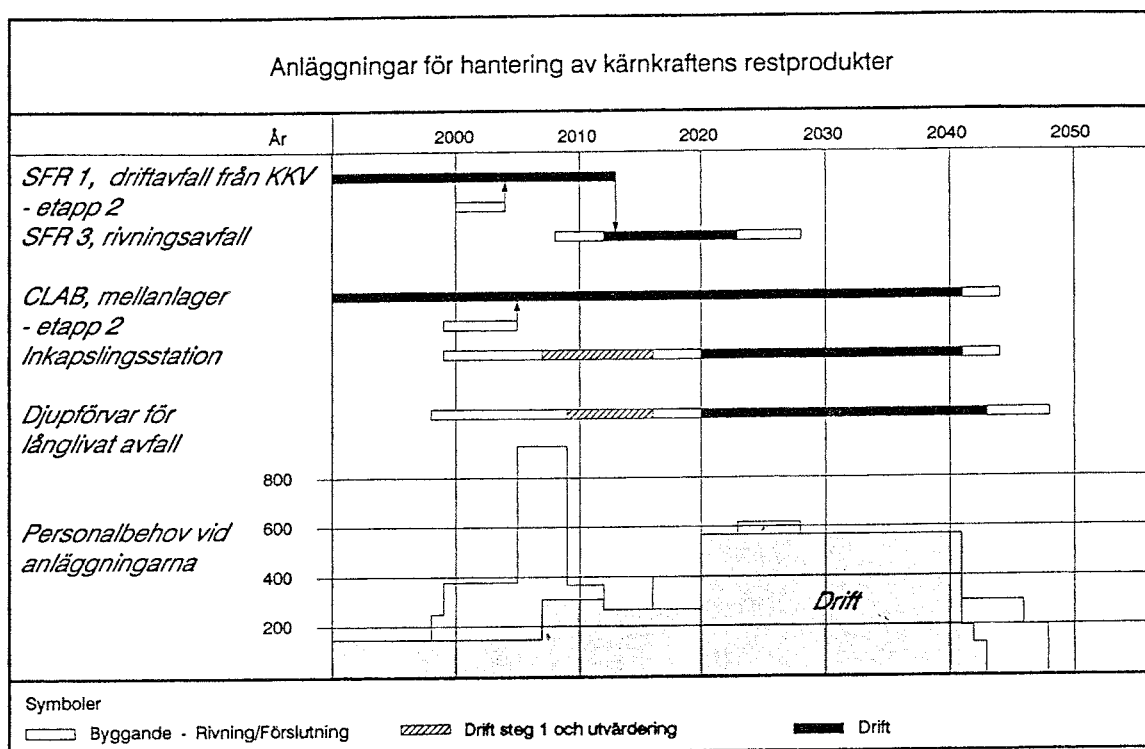
Den inriktning och tidplan för verksamheten som presenterats i SKBs senaste program för forskning, utveckling och demonstration, FUD 92 (ref. 3), påverkar i stor grad förutsättningarna i årets kostnadsberäkningar. De nya förutsättningarna innebär främst:

- Deponeringen i djupförvaret inleds med ett första steg då ca 400 kapslar deponeras;
- CLAB byggs ut med inkapslingsanläggning;
- Ny tidplan för inkapslingsanläggning och djupförvar;
- Ny referenskapsel.

I FUD 92 presenterades program och planer för insatser vad gäller kapsel, inkapslingsanläggning och djupförvar. Baserat på detta underlag har översiktliga tidplaner för framtida anläggningar upprättats till grund för kostnadsberäkningarna. Tidplanerna ger tidigast möjliga investeringspunkter vilket är kostnadsmässigt konservativt.

En ny referenskapsel har också valts. Denna kapsel består av en yttre kopparkapsel som ger korrosionskydd och en inre stålbehållare som skall ta upp de mekaniska belastningarna i djupförvaret. I PLAN 93 kommer denna kapsel att vara ett huvudalternativ. Referensalternativet har tidigare varit en blyfylld kopparkapsel. Vid utformningen av inkapslingsanläggningen beaktas möjligheten att i ett senare skede återgå till den blyfyllda kopparkapseln.

I Figur 2.1 visas vilka anläggningar som ingår och hur avfallshandlingen planeras ske. Några av anläggningarna är i drift, vilket ger ett gott underlag för kostnadsberäkningarna. För övriga anläggningar har den slutliga utformningen ännu inte valts. Som underlag för kostnadsberäkningarna har emellertid en möjlig avfallshandling beskrivits samt layoutritningar och personalplaner upprättats. I Figur 2.2 visas tidplan och personalbehov för anläggningarnas byggande och drift.



Figur 2.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Tid- och resursplan

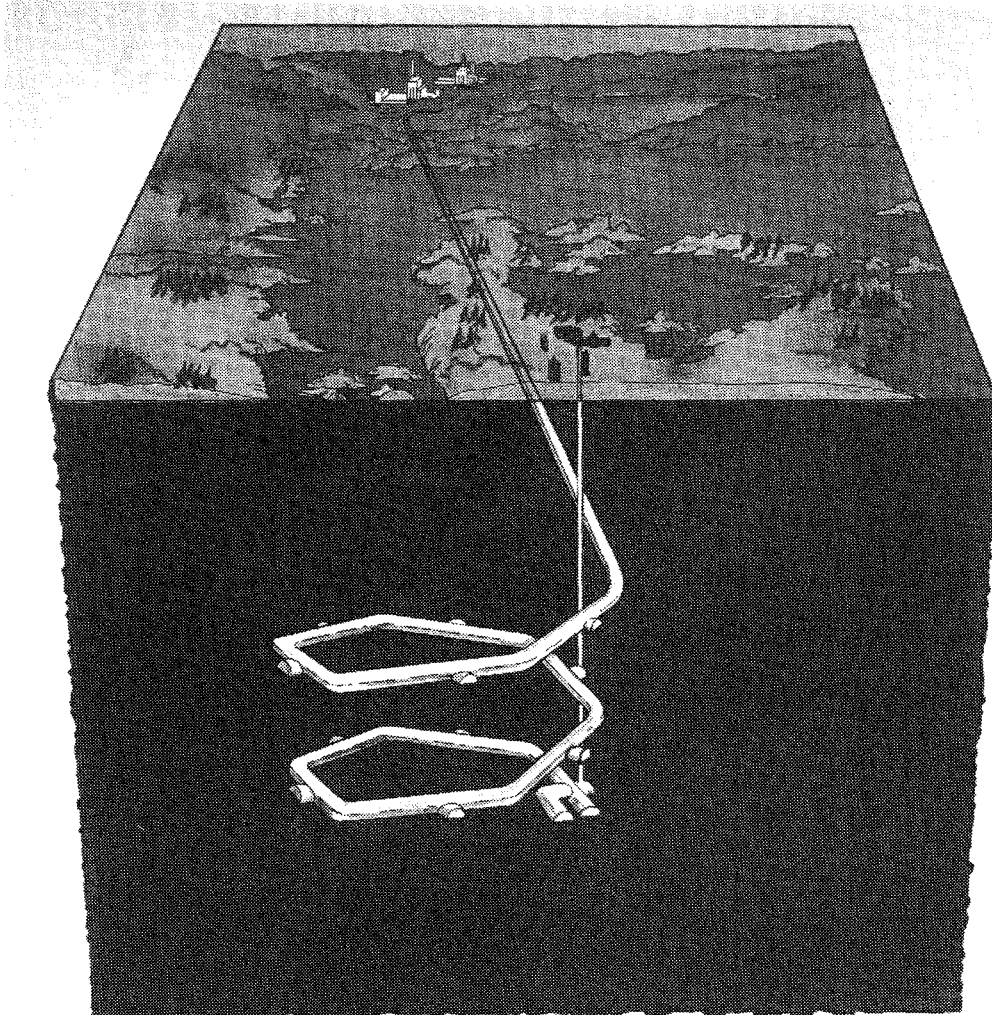
2.2 FORSKNING, UTVECKLING OCH DEMONSTRATION

SKBs arbete med forskning, utveckling och demonstration (FUD) syftar till att ta fram nödvändiga kunskaper, underlag och data för att förverkliga slutförvaringen av använt kärnbränsle och annat långlivat radioaktivt avfall. Program för detta arbete presenteras av SKB vart tredje år. Det senaste programmet redovisades i september 1992 (ref. 3) och en granskningsrapport från SKI presenterades i mars 1993 (ref. 5).

Under 1990-talet inriktas FUD-arbetet mot de insatser som behövs för byggande av en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle och byggande av ett djupförvar för inkapslat bränsle. Förutom det rena projekteringsarbetet krävs en relativt omfattande stödjande FoU med tonvikt på utveckling av underlaget för säkerhetsanalyser. Den påbörjade FUD-verksamheten vid Äspö-laboratoriet i Oskarshamns kommun fortsätter.

I april 1990 beviljade regeringen tillstånd för Äspö-laboratoriet enligt naturresurslagen. Tunnelsprängningen påbörjades i oktober 1990.

Tunneln planeras bli drygt 3 400 m lång och nå ett djup av ca 460 m. Äspölaboratoriet behövs för att pröva, verifiera och demonstrera de undersökningsmetoder som senare skall användas för detaljerade studier av kandidatplatser för slutförvaret. En principskiss över laboratoriet visas i Figur 2.3. I april 1993 hade tunneln en längd på ca 2 400 m och hade nått ett djup på drygt 300 m under Äspö. Uppförande av Äspö by kommer att påbörjas under 1993.



Figur 2.3 Principskiss över Äspölaboratoriet

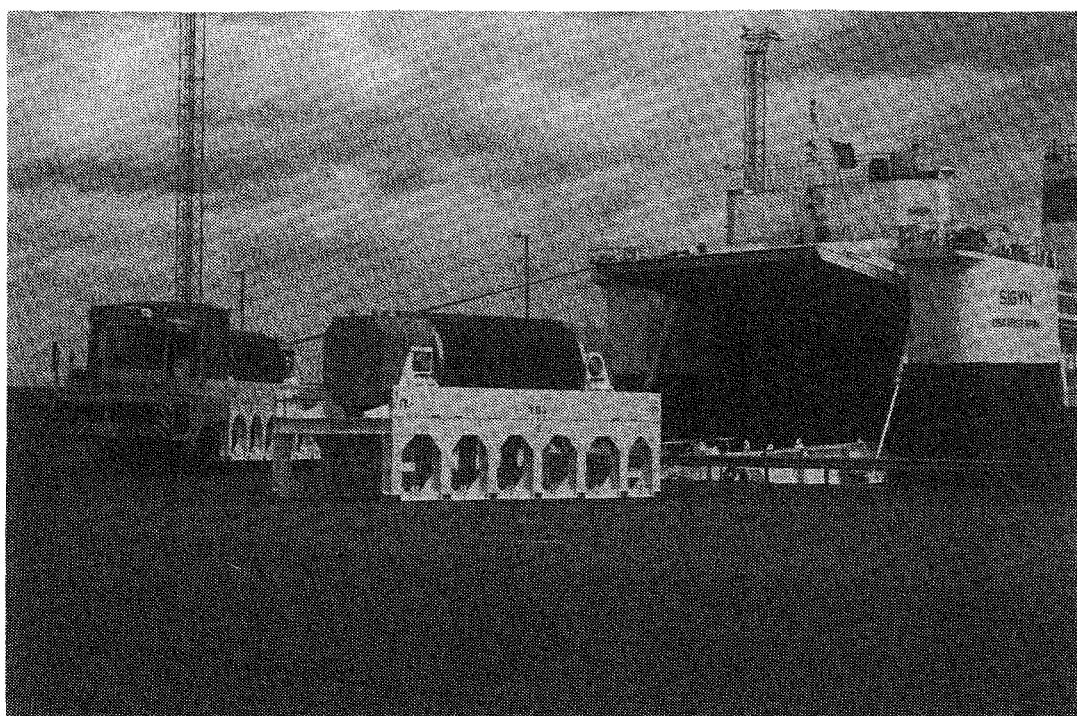
Kostnader för djupförvarsprojektet redovisas i denna rapport under FUD fram till och med år 2002, d v s under platsundersökningar, projektering och detaljundersökningar. Därefter redovisas samtliga djupförvarskostnader under rubriken djupförvar.

Kostnaderna för Äspö inklusive övriga forskningsinsatser ingår i kalkylen med ca 100 MSEK per år till och med 2015. För perioden 2016 till 2040 har ytterligare 250 MSEK avsatts för fortsatt forskning under djupförvarets driftperiod.

2.3 TRANSPORTSYSTEM

Transportsystemet är huvudsakligen baserat på sjötransporter och dess huvudkomponenter är ett fartyg, M/S Sigyn, transportbehållare och transportutrustningar vid kraftverk och övriga anläggningar. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av avfall.

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



Figur 2.4 Terminalfordon med bränsletransportbehållare

Till årsskiftet 1992/93 har totalt 1 650 ton bränsle transporterats från kärnkraftverken till CLAB och ca 11 100 m³ låg- och medelaktivt avfall till SFR.

Vid transporterna används behållare som konstruerats för att fylla höga krav på strålskärmning och tåla stora yttre påkänningar. Använt bränsle, hårdkomponenter och interna delar transporteras i cylindriska transportbehållare. En transportbehållare rymmer 3 ton bränsle. För transport av

medelaktivt avfall till SFR används strålskärmande stålbehållare. De rymmer ca 20 m³ avfall och maximala transportvikten per behållare är 120 ton. För lågaktivt avfall från driften liksom för huvuddelen av rivningsavfallet kan standardcontainrar användas. I januari 1993 omfattade systemet 10 st transportbehållare för använt bränsle, 2 st för hårdkomponenter och 27 st strålskärmande behållare för medelaktivt avfall.

Vid lastning och lossning transporteras behållarna kortare sträckor mellan lager och fartyg med hjälp av speciella terminalfordon, se Figur 2.4. För närvarande används fem fordon.

Då lokaliseringen av djupförvaret för långlivat avfall ännu ej bestämts har i kostnadsberäkningarna antagits att ca 750 km sjötransporter utförs från inkapslingsanläggningen vid CLAB till en hamn för vidare transport 200 km med järnväg till djupförvaret. Det inkapslade bränslet placeras vid transporten i transportbehållare av liknande typ som används för bränslet i dag. Transporter av övrigt långlivat avfall och driftavfall från CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik planeras ske i speciellt utformade transportbehållare.

2.4 CENTRALT LAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB

Det centrala lagret för använt bränsle, CLAB, är placerat intill Oskarshamnsverket. Lagret som togs i drift 1985 dimensionerades ursprungligen för att lagra ca 3 000 ton bränsle (uranvikt) i 4 bassänger. Genom att införa nya lagringskassetter har kapaciteten i dessa bassänger ökats till ca 5 000 ton.

Vid årsskiftet 1992/93 fanns bränsle motsvarande 1 650 ton U i anläggningen. I anläggningen förvaras även hårdkomponenter och interna delar, som skall slutlagras i djupförvaret.

Mot slutet av 1990-talet kommer kapaciteten att byggas ut, så att allt bränsle från det svenska programmet skall kunna lagras i CLAB. Utbyggnaden av lagret antas i denna redovisning ske genom att ett nytt bergrum byggs parallellt med det befintliga.

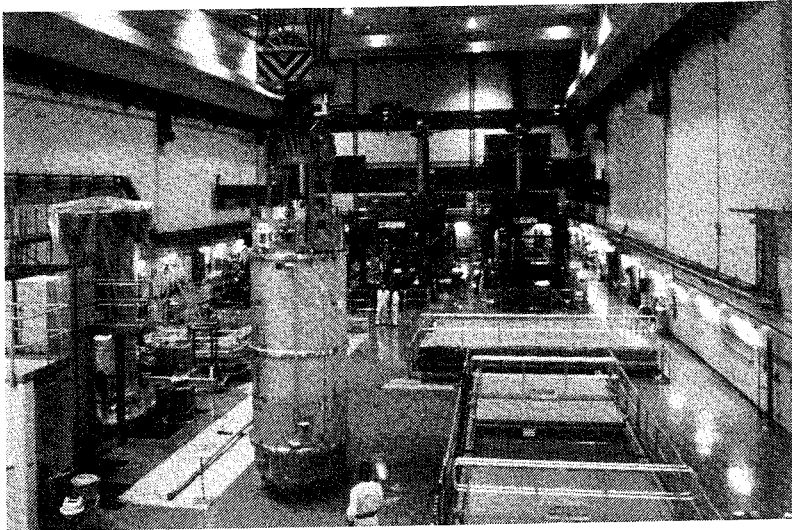
CLAB består av en ovanjordsdel för mottagning av bränsle och en underjordsdel med förvaringsbassängerna. I ovanjordsdelen inryms även utrustning för ventilation, vattenrening och kylning, avfallshantering, elsystem m m jämte utrymmen för administration och driftpersonal. Mottagning av bränsle och all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

Förvaringsbassängerna är placerade i ett bergrum och utförda i betong med rostfri plåtinklädnad. En bassäng rymmer 300 kassetter. Bränslet kommer i första hand att lagras i nya kassetter med antingen 25 BWR-element eller 9 PWR-element. De nya kassetterna har mellanväggar av

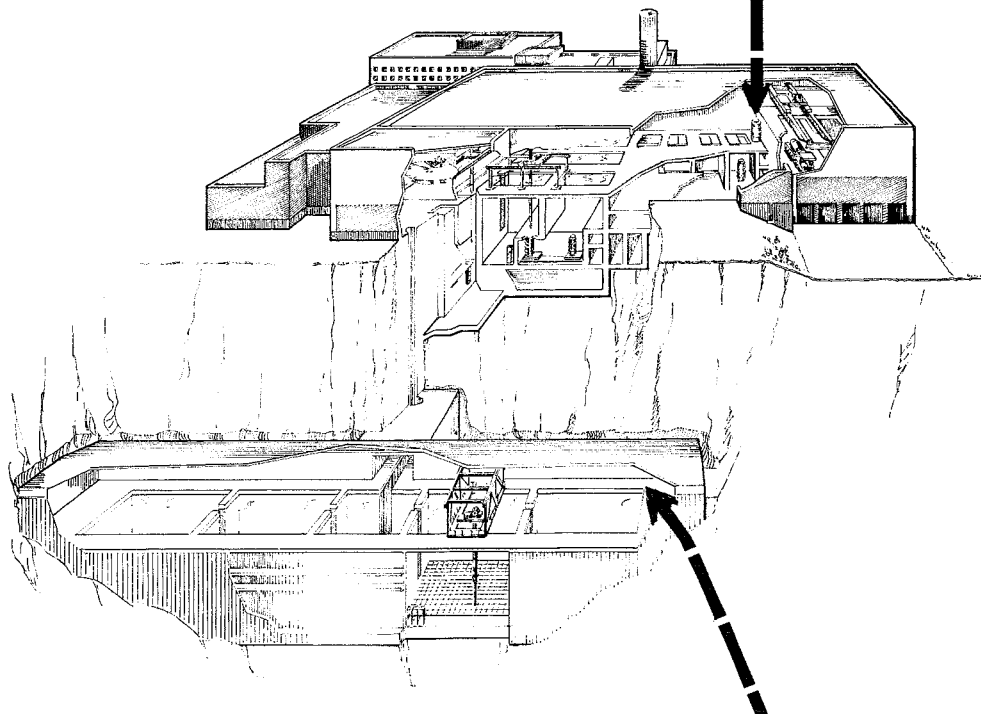
borstål för att bibehålla kriticitetssäkerhet vid den tätare packningen. De ursprungliga kassetterna innehåller 16 BWR-element eller 5 PWR-element. Omlastning från gamla till nya kassetter pågår.

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

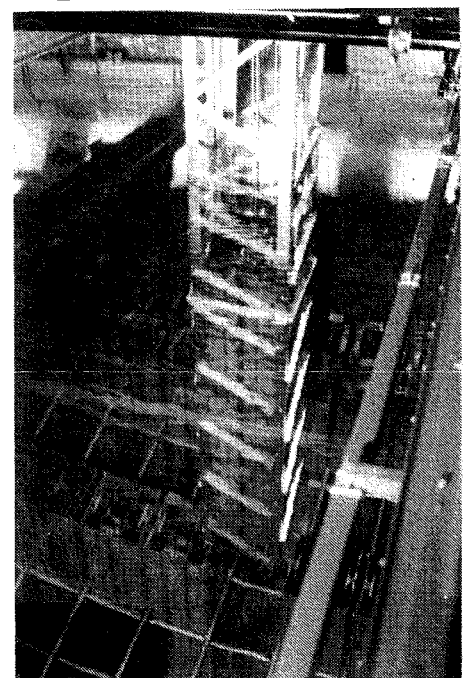
Sedan allt bränsle och övrigt avfall borttransporterats skall ovanjordsdelarna rivas liksom de delar av förvaringsbassängerna som har blivit aktiva. Det avfallet som är radioaktivt sänds till djupförvaret.



Hantering av transportbe-
hållare i mottagningsdelen



Hantering av kassett
i lagringsdelen



Figur 2.5 CLAB etapp 1

2.5 INKAPSLINGSANLÄGGNING FÖR ANVÄNT BRÄNSLE

I tidigare PLAN-rapporter har inkapslingsanläggningen varit placerad tillsammans med djupförvaret. Enligt FUD 92, planerar SKB ett djupförvar med ett inledande steg och att CLAB byggs ut för inkapsling av använt bränsle. I den pågående förstudien av inkapslingsanläggningens utformning har den placerats i direkt anslutning till befintlig CLAB-anläggning. Alternativa placeringar vid CLAB kommer dock att studeras.

En ny referenskapsel har valts. Det är en kopparkapsel med en inre stålbehållare. Kapseln rymmer upp till 12 BWR-element med boxar eller 4 PWR-element. Det slutliga antalet element per kapsel beror på bränslets resteffekt vid deponeringen.

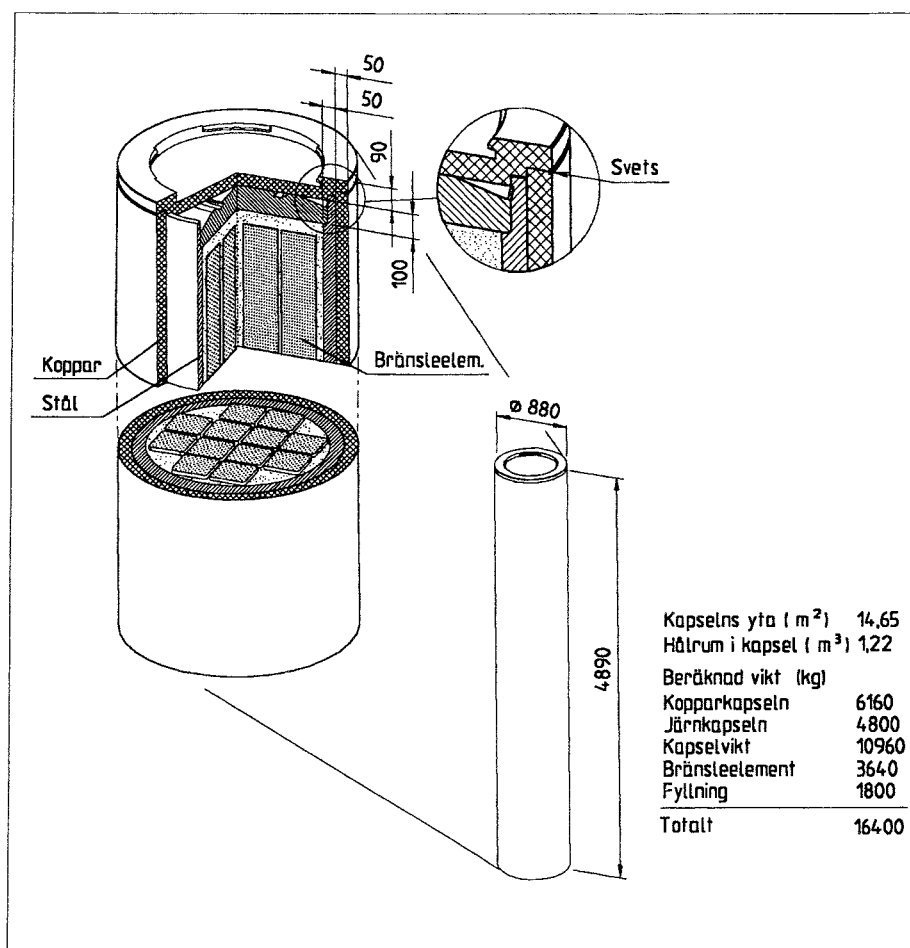
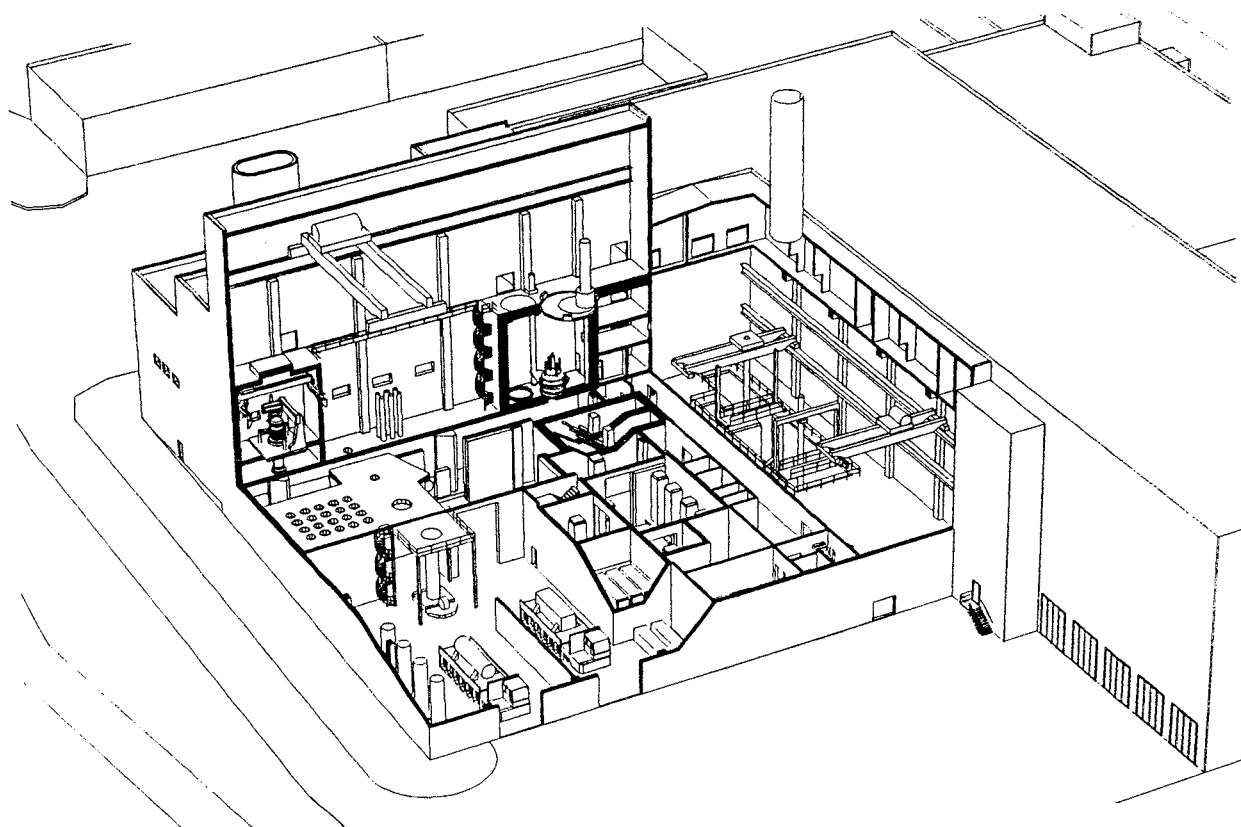


Fig 2.6 Kopparkapsel med inre stålbehållare

Alternativt kan det använda bränslet inkapslas i kopparkapslar som blyfylls enligt den metod som beskrivits i KBS-3 (ref. 1). Den blyfyllda kopparkapseln utgör ett alternativ till referenskapseln i denna rapport. Skillnaden i kostnader mellan alternativen ryms inom gjorda riskpåslag.

Inkapslingsanläggningen kommer att innehålla följande funktioner:

- Inkapslingsdel för inplacering av bränsle i kapsel, förslutning av kapsel samt kvalitetskontroll.
- Hantering och ingjutning av härdkomponeter och interna delar i betongkokiller.
- Uttransportdel för kapslar och betongkokiller. Uttransport sker i strålskyddade transportbehållare.
- Hjälpssystem med bl a kyl- och ventilationssystem samt el- och kontrollutrustning.
- Personal- och kontorsutrymmen samt förråd.



Figur 2.7 Inkapslingsanläggning för använt bränsle

Anläggningen är dimensionerad för tillverkning av i genomsnitt 210 bränslekapslar per år. (En kapsel per arbetsdag under 10 månader.) Totala drifttiden beräknas dock något konservativt med en total produktions- och deponeringstakt på 200 kapslar per år för att ta hänsyn till eventuella störningar i t ex transportsystemet under vinterhalvåret. Anläggningen drivs huvudsakligen på dagtid. I beräkningarna har hänsyn tagits till de samordningsfördelar vad gäller driftpersonal som fås då inkapslingsanläggningen placeras vid CLAB.

Totalt skall ca 4 500 kapslar tillverkas i inkapslingsanläggningen. I denna rapport antages att 400 kapslar tillverkas under perioden 2007-2011 och resterade 4 100 under perioden 2020-2040. Därefter kommer anläggningen att rivras.

2.6 DJUPFÖRVAR FÖR LÅNGLIVAT AVFALL

Gemensamma anläggningar

Djupförvaret för långlivat avfall antas i denna rapport vara placerade i Sveriges norra inland. Valet har gjorts för att ge en viss konservatism i beräkningarna. Transporterna antas ske med fartyg till en befintlig hamn och därifrån med järnväg till djupförvaret. I kostnadskalkylen har hamnen kompletterats med en separat ro/ro-kaj, breddad och fördjupad inseglingränna, hamnplan samt förrådsbyggnad för sand och bentonit. Vidare antas att 50 kilometer järnväg fram till djupförvaret behöver nyanläggas och att tillhörande utrustning (lok, vagnar o d) anskaffas.

Utformningen av djupförvaret har anpassats till att deponeringen av bränsle sker stegvis. I första steget deponeras 400 kapslar. I PLAN 93 förutsätts att en separat förvarsdel arrangeras för dessa i djupförvaret. Den stora förändringen i industriområdet är att inkapslingsanläggningen ersätts med en mottagningsbyggnad för transportbehållare med kapslar och under fullskaleskedet även för övrigt avfall i transportbehållare.

Djupförvarets industriområde kommer att innehålla ett antal byggnader och servicefunktioner. Omfattningen kommer att vara beroende av platsspecifika förhållanden samt slutlig utformning av vissa funktioner t ex transporter mellan markytan och förvarsnivån, d v s schakt alternativt ramp.

I denna rapport har förutsatts att följande byggnader finns inom industriområdet:

- entrébyggnad med kontor och verkstäder
- informationsbyggnad med matsal
- personalbyggnad med omklädningsutrymmen för olika personalkategorier
- förråd och garage

- driftbyggnad för mottagning av avfall samt hissar till förvarsnivån
- ventilationsbyggnad
- förråd för sand och bentonit
- produktionsbyggnad för högtryckskompacktering av bentonit
- servicebyggnader för råvattenbehandling, sanitärt avlopp, värme-central e t c

Under driftskedet kommer ca 250 personer att vara sysselsatta vid djupförvaret.

Vid djupförvaret finns fyra olika slutförvarsutrymmen:

- SFL 2 för använt bränsle
- SFL 3 för låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB (efter 2012) och inkapslingsanläggningen samt långlivat låg- och medelaktivt avfall från Studsvik
- SFL 4 för rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggning
- SFL 5 för härdkomponenter och interna reaktordelar

Ett i tidigare PLAN-rapporter ingående förvar, SFL 1, för förglasat avfall från upparbetning har utgått.

Slutförvar för bränsle

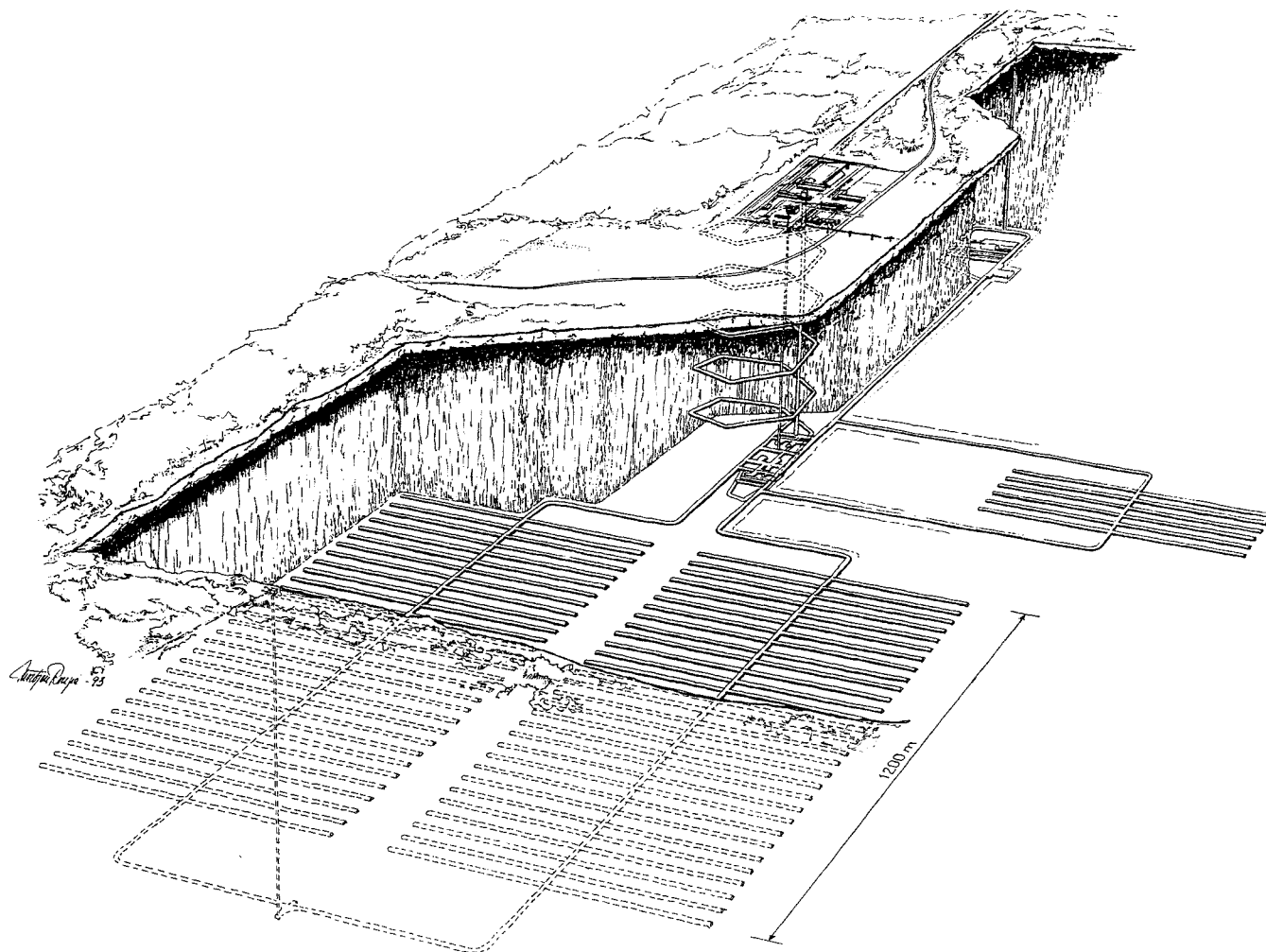
Slutförvaret för använt bränsle, SFL2, planeras att läggas ca 500 m under markytan och kommer att nås via hisschakt alternativt ramp. I denna rapport har både alternativet med schakt respektive ramp studerats. I redovisningen av kostnaderna används det dyraste alternativet.

Placeringen av djupförvarets centraldel och olika deponeringsområden kommer att vara beroende av platsspecifika förhållanden. Deponering kommer att ske i tre separata områden, ett för deponering av de första 400 kapslarna i deponeringssteg 1 och två för deponering av de resterande kapslarna.

Centralområdet har anpassats till de nya förutsättningarna för transporter av kapslar och långlivat avfall i transportbehållare ned till förvarsnivån och till att urlastning av transportbehållare sker där. En översikt av djupförvarets industriområde och förvarsdelar framgår av Figur 2.8.

Kapslarna med bränsle placeras i borrhåll vertikala hål i tunnelbotten. Avståndet mellan deponeringshålerna är 6,0 m och avståndet mellan tunnlar är 40 m. Kopparkapslarna omges i deponeringshålerna av ett 35 cm tjockt lager av kompakterad bentonit. Tunnel- och hålavstånd har

valts så att temperaturen i bentoniten ej överstiger 80 °C. Antalet deponeringshål är ca 4 500, varav ca 400 i steg 1. För att ta hänsyn till vissa bergpartier, där deponering ej bör ske, har kostnader medtagits för 10 % extra tunnellängd.



Figur 2.8 Djupförvar - översikt

Kopparkapslarna transporteras från inkapslingsanläggningen vid CLAB i speciella transportbehållare till djupförvarets förvarsnivå, där avfallet förs till aktuell deponeringstunnel med en specialkonstruerad transportvagn. Från sitt liggande läge i transportbehållaren på vagnen överförs kapseln till den spårbundna deponeringsmaskinen för hantering av kapslar inne i deponeringstunnlarna.

Deponeringen av kapseln förbereds genom att bottenplattan och ringarna av bentonit placeras i deponeringshålet med separat hanteringsutrustning. När deponeringsmaskinen befinner sig över deponeringshålet reses kapseln till vertikalläge och sänks ned i hålet, varefter resterande kompakterade bentonitringar och bentonitblock över kapseln placeras i deponeringshålet.

Deponeringstunnlarna återfylls successivt med en blandning bestående av 15% bentonit och 85% kvartssand.

Utsprängning av nya deponeringstunnlar sker samtidigt med deponering av kapslar samt återfyllning av deponeringstunnlar. Härvid kommer bygg-aktiviteter att avskiljas från deponeringsarbetet.

Deponering av kopparkapslar planeras att pågå i ett första steg under 2009-2012. Därefter sker en utvärdering innan fortsatt utbyggnad. Deponeringen av resterande kapslar antas här ske under perioden 2020-2040. Efter avslutande förslutning av resterande deponeringstunnlar tar återfyllning av transporttunnlar och schakt vid.

Slutförvar för övrigt långlivat avfall

Allt låg- och medelaktivt driftavfall som produceras efter 2012, då SFR 1 förutsätts stängd för denna typ av avfall, placeras i SFL 3. Hänsyn behöver ej tas till temperatureffekter eftersom värmeavgivningen är obetydlig. Slutförvaret, som ligger på ca 500 m djup, nås via SFL2s centralområde. SFL3-5 är placerade ca en kilometer ifrån SFL 2. Tunneln mellan SFL2 och SFL3-5 kommer att förslutas på samma sätt som deponeringstunnlarna med en sand och bentonitblandning.

SFL 3 utgörs av en 70 m lång, 18 m bred och 21 m hög bergsal. I SFL 3 deponeras driftavfall från CLAB (producerat efter 2012) och inkapslingsanläggningen samt långlivat låg- och medelaktivt avfall från Studsvik. Avfallet, i form av standardkokiller (1,2x1,2x1,2 m) och 200 l-fat, staplas i ca 10 m höga betongschakt, 2,5 m i fyrkant, varefter resterande tomrum i schakten fylls med betong. All hantering utförs fjärrstyrt med en travers. Utrymmet mellan betongkassunerna och berget utfylls med sand-bentonitblandning i samband med förslutning av SFL 3.

SFL 4 utgörs av det tunnelsystem som måste byggas för SFL 3 och SFL 5. Lågaktivt rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggning, transportbehållare m m, som skall slutlagras i ett sent skede, placeras i SFL 4 innan förslutningen av anläggningen görs.

SFL 5 består av tre ca 130 m långa, 6 m breda och 10,5 m höga tunnlar, vari de långa betongkokillerna (1,2x1,2x4,8 m) för hårdkomponenter m m placeras. Intransporten sker med en fjärrstyrd travers och kokillerna placeras fem i höjd tvärs tunnelns längdriktning.

Kokillerna placeras i betongkassuner som rymmer 50 kokiller. När en kassun är fylld driftförsluts den med hjälp av betongplank.

2.7 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL, SFR

Vid Forsmarks kärnkraftverk drivs sedan 1988 ett slutförvar för driftavfall från kärnkraftverken. 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 slutförvar för kärnkraftverkens rivningsavfall, SFR 3. SFR 2 som är avsett för hårdkomponenter m m förutsätts i denna utredning ej komma till utförande utan är ersatt av SFL 5.

I SFR slutlagras även radioaktivt avfall från CLAB och likartat radioaktivt avfall från icke elproducerande verksamhet, bland annat Studsvik.

SFR 1

SFR 1 kommer fullt utbyggt att bestå av fem till sex stycken 160 m långa bergsalar samt två stycken 70 m höga cylindriska bergrum som innehåller betongsilos. I silorna placeras det avfall, som innehåller huvuddelen av de radioaktiva ämnena. Figur 2.9 visar en skiss av SFR 1 och bilder från olika förvarsutrymmen.

Den första byggnadsetappen, som avslutades 1987, omfattar fyra bergsalar och en silo. Den andra byggnadsetappen kommer att utföras i slutet av 1990-talet. Totalt kommer SFR 1 att rymma 90 000 m³ avfall, varav ca 37 000 m³ i silor.

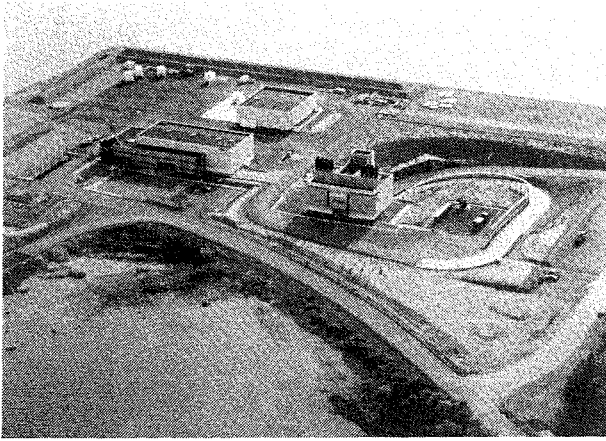
Den befintliga betongsilon står på en bädd av sand och bentonit. Invändigt är den uppdelad i vertikala fack, där avfallet placeras och kringgjuts med betong. Utrymmet mellan silon och berget har fyllts med bentonit. Utrymmet ovanför silon kommer, när silon är full, att fyllas ut med en sand-bentonitblandning. Nästa silo är tänkt att byggas på samma sätt.

Medelaktivt avfall, som placeras i bergsalar, kringgjuts likaså med betong. Ingen kringgjutning sker av det lågaktiva avfallet.

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

Anläggningen antas bli försluten i början av 2010-talet. Under drift behövs en personalstyrka på ca 20 man. Härtill kommer stödtjänster från Forsmarksverkets ordinarie basorganisation.

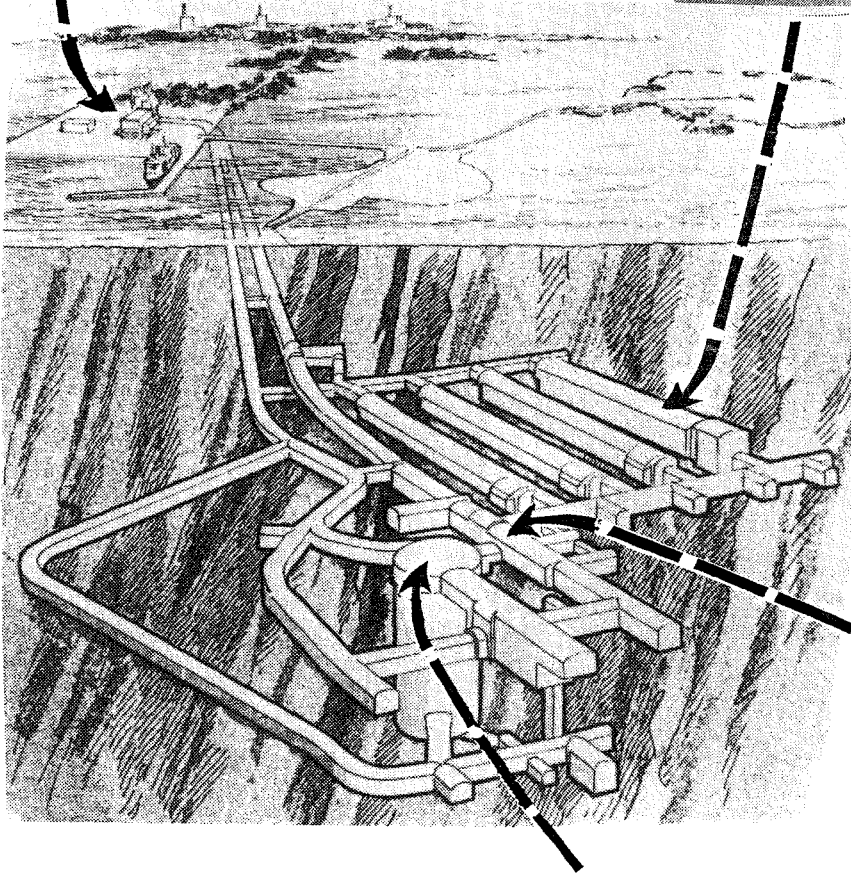
Vid årsskiftet 1992/93 hade ca 11 100 m³ avfall deponerats i SFR.



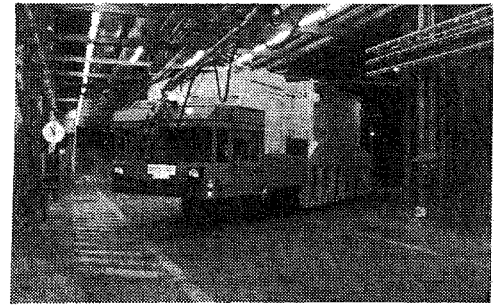
Vy över ovanjordsdel



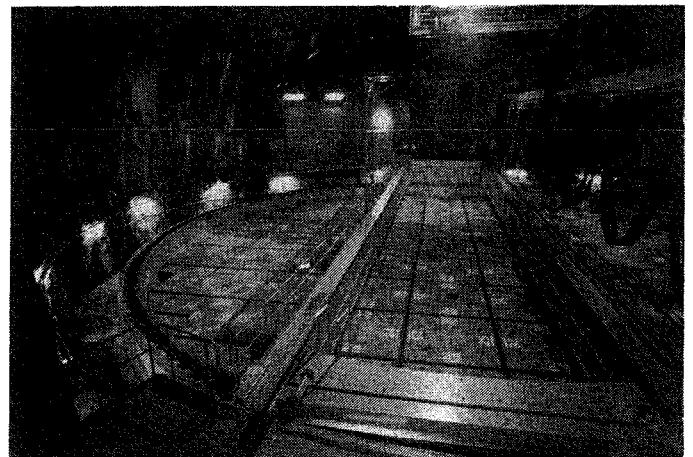
Vy över lager för medel-
aktivt avfall



Terminalfordon med
avfallstransport-
behållare



Vy över
silotopp



Figur 2.8

SFR 1

SFR 3

Rivningsavfallet från kärnkraftverken och Studsvik kommer att deponeras i SFR 3, som planeras bestå av 5 bergsalar av liknande typ som i SFR 1. Huvuddelen av rivningsavfallet kan transporteras i standard-containerar, vilka utan att tömmas, placeras i bergsalar. I SFR 3 kommer totalt 104 000 m³ rivningsavfall att lagras.

SFR 3 kommer att vara i drift samtidigt som kärnkraftverken rivs och sysselsätta en personalstyrka ungefär motsvarande SFR 1.

2.8

RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK

Till åtgärderna för att ta hand om kärnkraftens radioaktiva restprodukter hör även att riva anläggningarna, när de har tagits ur drift (ref. 7).

Tidplanen för när kärnkraftverken skall rivas påverkas av en rad olika faktorer. Rivningen kan genomföras på ett säkert sätt kort tid efter avställning, men det kan finnas tekniska fördelar med en senare rivning. Här antas dock att verken rivs tidigt.

Med hänsyn till resursutnyttjning och till mottagningskapaciteten i CLAB och i SFR är det lämpligt att starta rivning av olika block med viss förskjutning. Här antas två års förskjutning mellan start av rivning av block på samma plats.

Under perioden från det att blocket tas ur drift till dess rivningen påbörjas sker borttransport av bränsle, dekontaminering samt förberedelser för rivning. Denna driftperiod benämns avställningsdrift. Under denna period kan personalen successivt minskas. Själva rivningsarbetet beräknas ta fem år per block och sysselsätta i genomsnitt ett par hundra man.

Det radioaktiva avfallet från rivningen är genomgående låg- och medelaktivt. Aktivitetsnivån varierar dock avsevärt mellan olika delar. Avfallet med högst aktivitet, reaktortankens interna delar, antas bli mellanlagrat i CLAB under ca 30-40 år, innan det slutdeponeras i SFR 5. Övrigt radioaktivt rivningsavfall kommer att transporteras direkt till SFR 3 och deponeras där. En stor mängd av rivningsavfallet kan friklassas, efter eventuell dekontaminering.

3. BERÄKNINGSALTERNATIV

3.1 ALLMÄNT

För att dimensionera slutförvar och transportsystem måste antaganden göras beträffande reaktorernas drifttider. Liksom i tidigare PLAN-rapporter baseras huvudalternativet i denna rapport på de avfallsmängder som erhålles om alla kärnkraftverk drivs till och med 2010, dvs i genomsnitt 30 år. För att belysa hur systemet påverkas av ändrade drifttider redovisas i denna rapport även kostnadsberäkningar för fallen att alla reaktorer drivs i 25 år respektive 40 år.

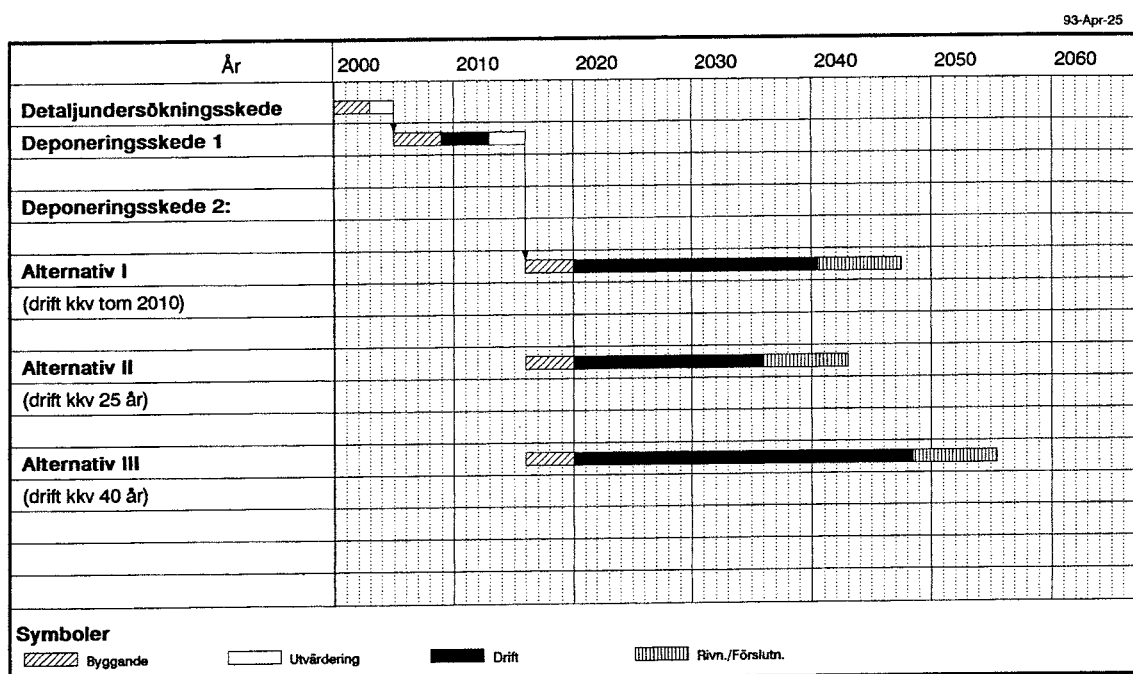
Utifrån reaktorernas drifttider beräknas avfallsmängder och därigenom investeringar och drifttider för avfallssystemets anläggningar. Avfallsmängder för respektive alternativ redovisas i bilagedelen till PLAN 93 (ref. 4).

3.2 FÖRÄNDRINGAR I AVFALLSSYSTEMET VID OLIKA DRIFT-TIDER

Beskrivningen av avfallssystemet som givits i föregående kapitel är baserad på de avfallsmängder och tidplaner som fås om alla kärnkraftverk drivs fram till och med 2010. I allt väsentligt blir avfallssystemet detsamma om verken drivs kortare eller längre tid. Mängden bränsle och övrigt avfall som skall tas om hand ändras dock i förhållande till reaktorernas drifttider, vilket bland annat påverkar tidplanerna för avfallshanteringen.

I denna rapport antas att inkapsling och deponering påbörjas vid samma tidpunkt oberoende av alternativ och att inkapslings- och deponeringskapaciteten är densamma, 200 kapslar per år. Detta medför att drifttiden för transportssystemet, CLAB, inkapslingsanläggningen och djupförvaret bestäms av totala antalet kapslar som skall deponeras i respektive alternativ. I Figur 3.1 visas deponeringstidplanerna för de tre alternativen. Antalet kapslar är 4 500, 3 600 respektive 6 100.

Storleken på lagringskapaciteten i CLAB påverkas också av mängden bränsle i de tre olika alternativen. SFR 1 förutsätts drivas så länge reaktorerna är i drift. För SFR 3 påverkas inte avfallsvolymer och driftlängden av olika alternativ men drifttiden förskjuts i tiden beroende på när reaktorerna rivs.



Figur 3.1 Tidplan för deponering vid olika driftalternativ.

4. KOSTNADER

4.1 ALLMÄNT

I detta kapitel redovisas samtliga kostnader för att ta hand om de radioaktiva restprodukter, som beskrivits i kapitel 1.2. Kostnadsberäkningarna har baserats på SKBs plan över anläggningar, system m m, som beskrivits i kapitel 2.

I redovisningen särskiljs nedlagda kostnader till och med 1993, och framtida kostnader. De framtida kostnaderna är beräknade i prisnivån januari 1993. Tidigare nedlagda kostnader anges i löpande penningvärde.

I årets rapport har en ny kostnadsberäkning genomförts för de framtida anläggningarna utifrån de nya förutsättningar som framkommit främst i FUD 92. För inkapslingsanläggningen har en ny layout utarbetats. Även layouten för djupförvar med industriområde har setts över. Industriområdets utseende kommer bl a att vara beroende av om schakt eller ramp drivs ner till förvarsnivån. Kostnadsberäkningar har utförts för både schakt- och rampalternativet. Nedan redovisas kostnader gäller för rampalternativet vilket är det dyraste alternativet med antagna förutsättningar.

Hänsyn har tagits till ändrade avfallsmängder och drifttider för anläggningarna. För transportsystemet, CLAB och SFR har kostnadsändringar införts utifrån de senaste årens erfarenheter.

Kostnaderna finns redovisade i detalj i ett datoriserat sammanställningsprogram kallat BECOST. Programmet ger möjlighet till nuvärdesberäkningar och variationsanalyser samt fördelning av kostnaderna på olika kärnkraftverk m m.

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

I rapporten redovisas även kostnader som inte faller under finansieringslagen (driftavfall från kärnkraftverken, Ågestabränsle och avfall från Studsvik).

4.2 BERÄKNINGSMETOD

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

För varje kostnadspost beräknas en baskostnad, varefter ett pålägg för oförutsett görs. Baskostnaderna omfattar:

- mängdberäknade kostnader
- icke mängdberäknade kostnader
- sidokostnader

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

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

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

På de beräknade baskostnaderna görs ett pålägg för oförutsett. Påläggets storlek bedöms objektvis med hänsyn till riskerna för tillkommande arbete och till anläggningens grad av teknisk komplexitet och detaljeringsgraden i underlaget. Totalt för hela avfallssystemet är påslaget i genomsnitt ca 27%.

Utöver normala kalkylmässiga osäkerhetspåslag för de olika anläggningarna görs i de här redovisade kostnaderna även ett extra påslag för att ta hänsyn till osäkerheter i själva systemutformningen och andra osäkerheter av mera övergripande karaktär. Detta påslag är 15 - 20 % för de tillkommande anläggningarna och ingår i det redovisade totala påslaget. Exempel på osäkerheter som detta påslag skall ta hänsyn till är

kapselval, lokalisering av olika anläggningar och djupförvarets utformning samt tidplanen.

I den föreslagna strategin för deponering av kapslar med bränsle i två steg ingår en utvärdering av erfarenheterna och en ny licensiering efter att det första steget har genomförts. Denna skulle kunna leda till beslut om att bränslet skall återtas och en ny plats väljas för deponering. Detta leder till en senareläggning av deponeringen. De merkostnader för finansiering som detta leder till ryms även inom det extra påslaget.

4.3 REDOVISNING AV FRAMTIDA KOSTNADER

De i detta avsnitt redovisade kostnaderna är angivna i prisnivån januari 1993. Kostnaderna är uppdelade i tiden, vilket medger att diskontering kan göras med olika värden på realräntan.

Kostnader redovisas för tre olika kostnadsalternativ. Huvudalternativet för denna rapport, liksom för tidigare, är alternativet drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. Årets rapport har kompletterats med en kostnadsredovisning för alternativen 25 respektive 40 års drift av samtliga reaktorer.

Redovisade kostnader är baserade på kopparkapseln med inre stålbehållare. Beräkningar har även gjorts för alternativet med en blyfylld kapsel. Den blyfyllda kapseln ger en högre investeringskostnad för inkapslingsanläggningen men en lägre driftkostnad pga lägre kapselkostnad. En återgång till den blyfyllda kapseln ryms i den totala redovisade kostnaden.

Drift av samtliga reaktorer t o m år 2010

Tabell 4.1 visar de framtida kostnaderna för avfallshanteringen för beräkningsalternativ I, d v s drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. Kostnaderna delas upp per objekt och kostnadslag. De totala framtida kostnaderna från och med 1994 uppgår till 48,3 miljarder kronor.

Tabellen särskiljer även kostnader som omfattas av finansieringslagen, d v s den totala kostnaden exklusive kostnader för låg- och medelaktivt driftavfall och avfall från Studsvik och Ågesta. De framtida kostnaderna enligt finansieringslagen fr o m 1994 uppgår till 46,8 miljarder kronor.

Tabell 4.2 visar de framtida kostnaderna enligt finansieringslagen, uppdelade per objekt i tiden.

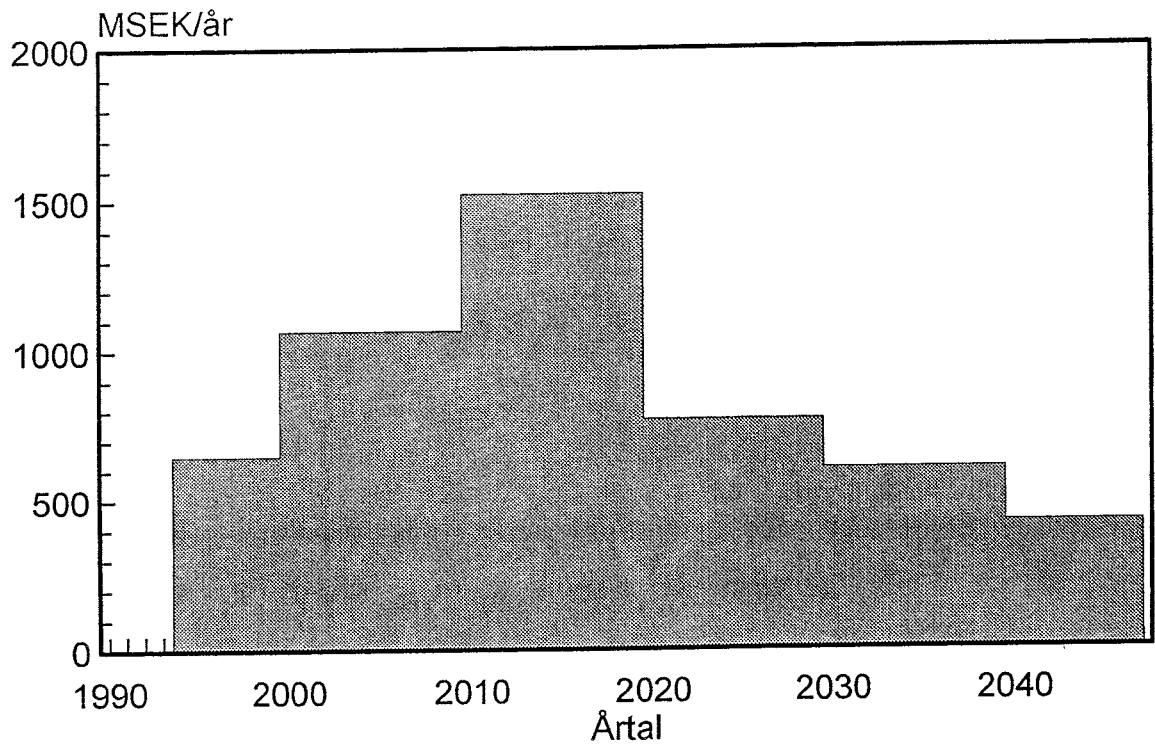
Tabell 4.1 Sammanställning av framtida kostnader (MSEK) fr o m 1994, inkl påslag för oförutsett. Drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. (Prisnivå januari 1993)

Objekt	Kostnadslag	Totala framtida kostnader	Summa framtida kostnader per objekt	Framtida kostn enl finansieringslagen 1)
SKB - adm o FUD	-	3 844	3 844	3 844
Transport	reinvestering	856		
	drift	953	1 808 *	1 582
Rivn. kvv	drift	1 394		
	rivning	10 830	12 224	12 224
CLAB	investering	617		
	reinvestering	922		
	drift	3 339		
	rivning	345	5 223 *	5 197
Inkapslingsanläggning	investering	2 104		
	reinvestering	87		
	drift	5 740		
	rivning	157	8 090 *	8 049
Djupförvar - industriområde	investering	4 224		
	reinvestering	287		
	drift	1 658		
	rivning	326	6 495 *	6 415
Djupförvar - bränsle	investering	2 818		
	reinvestering	44		
	drift	962		
	försegling	3 193		
	rivning	60	7 078 *	7 043
Djupförvar - övrigt avfall	investering	490		
	drift	155		
	rivning + försegling	290	936 *	834
SFR GD	investering	41		
	rivning + försegling	3	44 *	1
SFR1	investering	303		
	reinvestering	9		
	drift	478		
	rivning + försegling	97	886 *	26
SFR3	investering	446		
	drift	208		
	rivning + försegling	58	712 *	686
Upparbetning 2)	-	928	928	928
Totalt			48 268	46 829

* Innefattar även kostnader utanför finansieringslagen. Totalt över samtliga berörda objekt:
 Avfall från Studsvik, Ågesta mm MSEK 321
 Övrigt låg- och medelaktivt avfall MSEK 1.118

1) Framtida kostnader minus kostnader för studsvikavfall o d och övrigt låg och medelaktivt avfall

2) Kostnader för upparbetning inkluderar kostnader vid BNFL samt avveckling av avtalen med Cogema

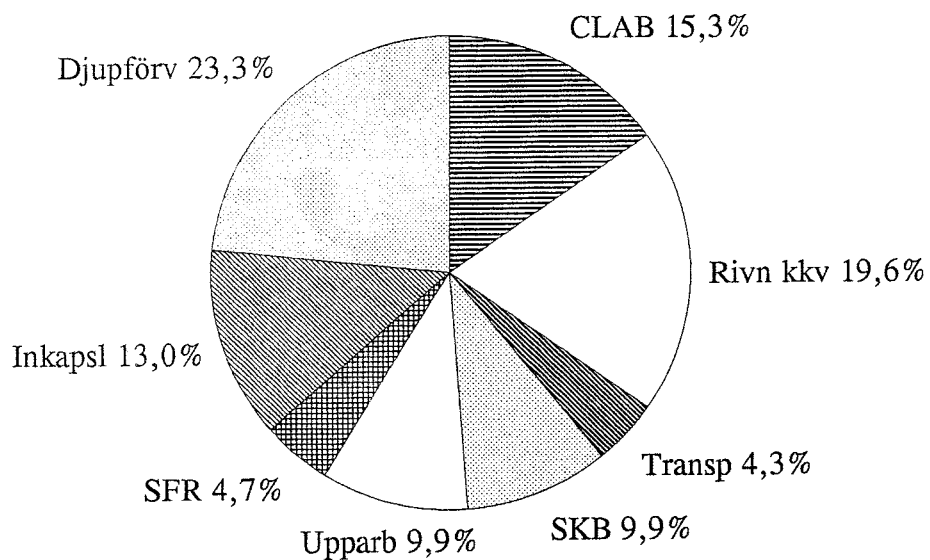


Figur 4.1 Sammanställning av framtida kostnader fördelade i tiden. Drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. (Prisnivå 1993)

Tabell 4.2 Framtida kostnader (MSEK) per objekt enligt finansieringslagen fördelade i tiden. Drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. (Prisnivå januari 1993)

År	SKB Adm o FUD	Transp	Rivn.kkv	CLAB	Inkapsl. anlägg.	Djupförvar	SFR 1 o 3	Upparb.	Summa kostnader	Ackumulerade kostnader
1994-99	1 462	105		797	531	264	15	714	3 888	3 888
2000-talet	1 575	352		1 438	1 904	4 960	214	214	10 657	14 545
2010-talet	587	502	11 139	890	652	1 103	356		15 229	29 774
2020-talet	100	353	1 085	933	2 301	2 780	128		7 680	37 454
2030-talet	100	186		714	2 323	2 702			6 025	43 479
2040-talet	20	84		425	338	2 483			3 350	46 829
Totalt fr o m 1994	3 844	1 582	12 224	5 197	8 049	14 292	713	928	46 829	

Fördelning av de totala kostnaderna för de olika anläggningsdelarna framgår av Figur 4.2. Tidigare nedlagda kostnader, se avsnitt 4.4, är uppräknade till prisnivå januari 1993.



Figur 4.2 Fördelning av den totala kostnaden för alternativet drift av samtliga reaktorer t o m år 2010.

25 års drift av samtliga reaktorer

Framtida kostnader per objekt, dels totalt och dels enligt finansieringslagen framgår av Tabell 4.8 på sid 35. De totala framtida kostnaderna från och med 1994 uppgår till 45,9 miljarder kronor.

De framtida kostnaderna enligt finansieringslagen fr o m 1994 uppgår till 44,6 miljarder kronor. Tabell 4.3 visar de framtida kostnaderna enligt finansieringslagen, uppdelade per objekt i tiden.

År	SKB Adm o FUD	Transp	Rivn.kkv	CLAB	Inkapsl. anlägg.	Djupförva	SFR 1 o 3	Upparb.	Summa kostnader	Akkumulerade kostnader
1994-99	1 462	105	50	792	531	262	5	714	3 921	3 921
2000-talet	1 575	352	1 099	1 274	1 905	4 940	220	214	11 579	15 500
2010-talet	587	501	10 875	848	652	1 077	356		14 896	30 396
2020-talet	100	353	1 082	852	2 302	2 836	128		7 653	38 049
2030-talet	100	186		535	1 596	3 050			5 467	43 516
2040-talet	20	2		320		723			1 065	44 581
Totalt fr o m 1994	3 844	1 499	13 106	4 621	6 986	12 888	709	928	44 581	

Tabell 4.3 Framtida kostnader (MSEK) per objekt enligt finansieringslagen fördelade i tiden. 25 års drift av samtliga reaktorer. Prinsnivå januari 1993)

40 års drift av samtliga reaktorer

Framtida kostnader per objekt, dels totalt och dels enligt finansieringslagen framgår av Tabell 4.9 på sid 36. De totala framtida kostnaderna från och med 1994 uppgår till 55,5 miljarder kronor.

De framtida kostnaderna enligt finansieringslagen fr o m 1994 uppgår till 53,5 miljarder kronor. Tabell 4.4 visar de framtida kostnaderna enligt finansieringslagen, uppdelade per objekt i tiden.

År	SKB Adm o FUD	Transp	Rivn.kkv	CLAB	Inkapsl. anlägg.	Djupförvar	SFR 1 o 3	Upparb.	Summa kostnader	Akkumulerade kostnader
1994-99	1 462	105		820	531	267	10	714	3 909	3 909
2000-talet	1 575	352		1 490	1 904	4 988	18	214	10 541	14 450
2010-talet	587	515	466	962	652	1 228	7		4 417	18 867
2020-talet	100	378	4 265	936	2 290	2 921	481		11 371	30 238
2030-talet	100	239	8 375	1 173	2 353	2 822	211		15 273	45 511
2040-talet	20	186		664	2 049	2 528	3		5 450	50 961
2050-talet		43		275	57	2 170			2 545	53 506
Totalt fr o m 1994	3 844	1 818	13 106	6 320	9 836	16 924	730	928	53 506	

Tabell 4.4 Framtida kostnader (MSEK) per objekt enligt finansieringslagen fördelade i tiden. 40 års drift av samtliga reaktorer. (Prisnivå januari 1993)

Jämförelse mellan beräkningsalternativen

Tabell 4.5 ger en jämförelse mellan framtida kostnader enligt finansieringslagen i de tre beräkningsalternativen. Kostnaderna är fördelade på respektive objekt/kostnadsbärare.

Alternativ	SKB Adm o FUD	Transp	Rivn kkv	CLAB	Inkapsl anlägg	Djupförv Ind omr	Djupförv Bränsle	Djupförv Övr avfall	SFR 1 o 3	Upparb	Summa kostnader
Drift t o m 2010	3 844	1 582	12 224	5 197	8 049	6 415	7 043	834	713	928	46 829
25 års drift	3 844	1 499	13 106	4 621	6 986	6 030	6 063	795	709	928	44 581
40 års drift	3 844	1 818	13 106	6 320	9 836	7 067	8 875	982	730	928	53 506

Tabell 4.5 Jämförelse mellan framtida kostnader enligt finansieringslagen i de tre beräkningsalternativen. (Kostnaderna anges i MSEK och prisnivå januari 1993)

4.4 TIDIGARE NEDLAGDA KOSTNADER

Tabell 4.6 redovisar nedlagda kostnader till och med 1992 i löpande prisnivå exklusive räntor samt 1993 års budgeterade kostnader.

Tabell 4.6 Nedlagda och beräknade kostnader t o m 1993
(MSEK löpande penningvärde)

Objekt	Kostnadsslag	Nedlagda kostnader tom 1992	Beräknade kostnader 1993
SKB (FUD, info, adm)	-	1 558	288
Transport	Investering	254	-
	Drift	257	19
CLAB	Investering	1 747	-
	Drift	744	101
SFR 1	Investering	751	-
	Drift	131	33
Upparbetning		3 276	-
Inkapslingsanläggning			20
Totalt		8 718	461

4.5 MARGINALKOSTNADER

I Tabell 4.7 redovisas anläggningarnas kostnader per enhet, dels som medelkostnad, dels som marginalkostnad. Kostnaderna är beräknade för drift av samtliga reaktorer t o m år 2010. Marginalkostnaderna har beräknats utifrån en bedömning av den rörliga kostnadsandelen för varje kostnadspost. Inkapslingsanläggningens kapacitet har behållits konstant, varför en förändring i bränslemängden leder till ändrad drifttid.

De i tabellen angivna marginalkostnaderna är relativt grovt beräknade och gäller endast inom ett begränsat intervall (ca 10 %) av de i kolumn tre angivna mängderna.

Tabell 4.7 Marginalkostnader för vissa delar av systemet (Prisnivå januari 1993)

OBJEKT	KOSTNAD MSEK	MÄNGD	ENHET (parameter)	kSEK/ ENHET	MARG.KOSTN. kSEK/ENHET	ANMÄRKNING
SUMMERAT ANLÄGGNINGAR M M FÖR HANTERING AV BRÄNSLE						
Anläggningar för hantering av bränsle inkl hårdkomponen- ter och FUD	36 800	7 700	ton bränsle	4 780	2 010	
VISSA DELAR AV SYSTEMET						
Transporter						Omfattar kostnader för alla trans- porter av resp. avfall
Totalt	2 677	15 690	trpt.enhet	171		Fartygstransporterat bränsle och avfall. Transportenhet är B-behållare eller container
Använt bränsle	1 612	7 700	ton bränsle	209	54	Inkl. hårdkomponenter och drift- avfall från CLAB. Internttransport OKG-CLAB
Driftavfall från KKV	327	50 700	m3 LM-avfall	6,5	0,5	Fartygstransporterat KKV-SFR1
Rivningsavfall från KKV	656	68 000	m3 LM-avfall	9,6	0,6	Fartygstransporterat KKV-SFR3 samt interna delar CLAB-Djupf.
Studsviksavfall	82	19 300	m3 avfall	4,2	0,4	Variande avfall
Mellanlager och inkapsling						
CLAB	9 639	7 700	ton bränsle	1 252	410	Inkl. hårdkomponenter och reaktorernas interna delar
Inkapslingsanläggning	8 088	7 700	ton bränsle	1 050	708	Inkl. ingjutning av hård- komponenter etc.
Slutlager						
Djupförvar, totalt	14 507	7 700	ton bränsle	1 884	959	
		4 500	kapsel	3 224	1 642	
Djupförvar, bränsle	12 656	7 700	ton bränsle	1 644	859	Inkl del av industri- området
		4 500	kapsel	2 812	1 470	
Djupförvar, övrigt	1 851	15 110	m3 LM-avfall (ej rivn.avfall)	123	51	Inkl del av industri- området
SFR1	2 270	87 200	m3 LM-avfall	26	9	Inkl SFR GD
SFR3	712	103 800	m3 rivningsavfall	6,9	4,4	

Tabell 4.8 Sammanställning av framtida kostnader (MSEK) fr o m 1994, inkl påslag för oförutsett. 25 års drift av samtliga reaktorer. (Prisnivå januari 1993)

Objekt	Kostnadsslag	Totala framtida kostnader	Summa framtida kostnader per objekt	Framtida kostn enl finansieringslagen 1)
SKB - adm o FUD	-	3 844	3 844	3 844
Transport	reinvestering	856		
	drift	870	1 726 *	1 499
Rivn. kkV	drift	2 298		
	rivning	10 808	13 106	13 106
CLAB	investering	472		
	reinvestering	738		
	drift	3 099		
	rivning	336	4 644 *	4 621
Inkapslingsanläggning	investering	2 104		
	reinvestering	72		
	drift	4 687		
	rivning	157	7 021 *	6 986
Djupförvar - industriområde	investering	4 224		
	reinvestering	174		
	drift	1 393		
	rivning	326	6 117 *	6 030
Djupförvar - bränsle	investering	2 436		
	reinvestering	32		
	drift	799		
	försegling	2 771		
	rivning	55	6 093 *	6 063
Djupförvar - övrigt avfall	investering	490		
	drift	123		
	rivning + försegling	290	903 *	795
SFR GD	investering	41		
	rivning + försegling	3	44 *	1
SFR1	investering	155		
	reinvestering	9		
	drift	476		
	rivning + försegling	96	735 *	22
SFR3	investering	446		
	drift	208		
	rivning + försegling	58	712 *	686
Upparbetning 2)	-	928	928	928
Totalt			45 873	44 581

* Innefattar även kostnader utanför finansieringslagen. Totalt över samtliga berörda objekt:
 Avfall från Studsvik, Ågesta mm MSEK 322
 Övrigt låg- och medelaktivt avfall MSEK 970

1) Framtida kostnader minus kostnader för studsvikavfall o d och övrigt låg och medelaktivt avfall

2) Kostnader för upparbetning inkluderar kostnader vid BNFL samt avveckling av avtalen med Cogema

Tabell 4.9 Sammanställning av framtida kostnader (MSEK) fr o m 1994, inkl påslag för oförutsett. 40 års drift av samtliga reaktorer. (Prisnivå januari 1993)

Objekt	Kostnadslag	Totala framtida kostnader	Summa framtida kostnader per objekt	Framtida kostn enl finansieringslagen 1)
SKB - adm o FUD	-	3 844	3 844	3 844
Transport	reinvestering	952		
	drift	1 099	2 052 *	1 818
Rivn. kkv	drift	2 298		
	rivning	10 808	13 106	13 106
CLAB	investering	725		
	reinvestering	1 500		
	drift	3 775		
	rivning	351	6 352 *	6 320
Inkapslingsanläggning	investering	2 104		
	reinvestering	160		
	drift	7 463		
	rivning	157	9 885 *	9 836
Djupförvar - industriområde	investering	4 224		
	reinvestering	469		
	drift	2 132		
	rivning	326	7 151 *	7 067
Djupförvar - bränsle	investering	3 535		
	reinvestering	90		
	drift	1 241		
	försegling	3 984		
	rivning	70	8 920 *	8 875
Djupförvar - övrigt avfall	investering	577		
	drift	210		
	rivning + försegling	309	1 096 *	982
SFR GD	investering	41		
	rivning + försegling	3	44 *	1
SFR1	investering	485		
	reinvestering	18		
	drift	851		
	rivning + försegling	96	1 449 *	43
SFR3	investering	446		
	drift	208		
	rivning + försegling	58	712 *	686
Upparbetning 2)	-	928	928	928
Totalt			55 539	53 506

* Innefattar även kostnader utanför finansieringslagen. Totalt över samtliga berörda objekt:
 Avfall från Studsvik, Ågesta mm MSEK 363
 Övrigt låg- och medelaktivt avfall MSEK 1.670

1) Framtida kostnader minus kostnader för studsvikavfall o d och övrigt låg och medelaktivt avfall

2) Kostnader för upparbetning inkluderar kostnader vid BNFL samt avveckling av avtalen med Cogema

REFERENSER

1. KBS 3
Kärnbränslecykelns slutsteg
Använt kärnbränsle, Del I-IV
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB
Maj 1983
2. SKB 91
Slutlig förvaring av använt kärnbränsle
Berggrundens betydelse för säkerheten
April 1992
3. SKB FUD-Program 92
Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.
Program för forskning, utveckling och övriga åtgärder
September 1992.
4. SKB PLAN 93
Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.
Bilagor
Juni 1993.
5. SKI FoU-Program 92
Kärnkraftsinspektionens utvärdering
Dnr 93/89, Mars 1993
6. Projekt Alternativstudier för Slutförvar (PASS).
Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB
September 1992
7. Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk
Svensk Kärnbränslehantering AB
Maj 1986
8. SKB PLAN 92
Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.
Juni 1992.