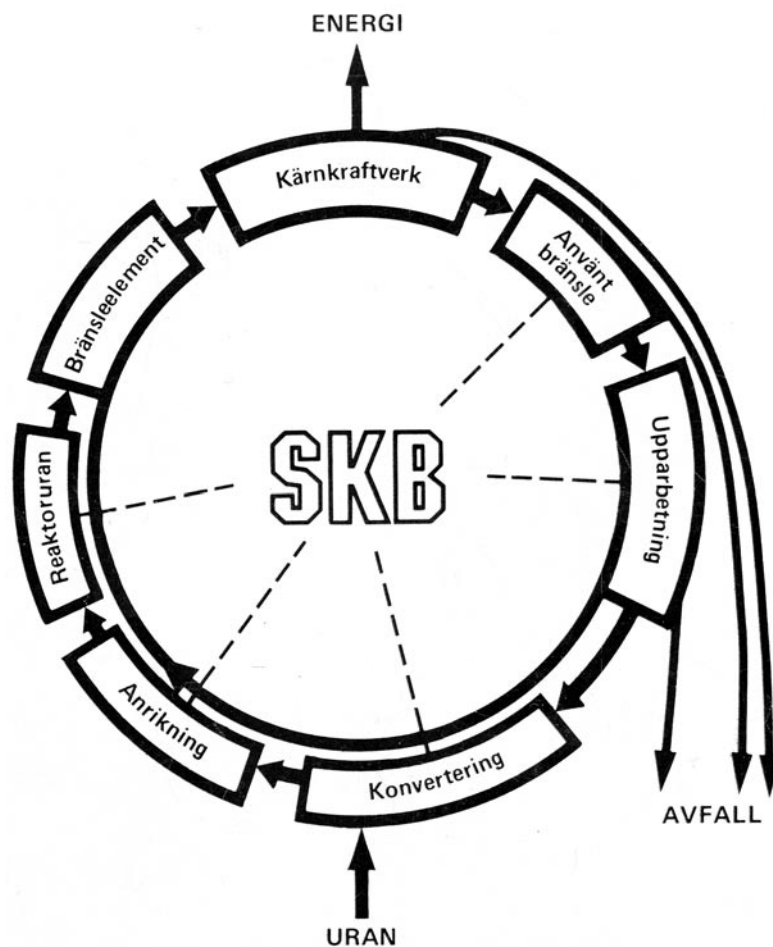


# Kärnbränsle – hantering och försörjning i Sverige

Juli 1985–Juni 1986



# **Kärnbränsle – hantering och försörjning i Sverige**

**Redogörelse över det aktuella läget beträffande kärnbränsle samt verksamheten inom Svensk Kärnbränslehantering AB under tiden juli 1985 – juni 1986**

**Rapport till industridepartementet juli 1986**

## FÖRORD

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB - SKB skall årligen avge en rapport över verksamheten till regeringen.

Föreliggande rapport anknyter till de tidigare rapporter som SKB inlämnat till regeringen. Denna rapport redogör huvudsakligen för utveckling och verksamhet under rapportperioden juli 1985 - juni 1986.

SKBs verksamhet domineras av insatser för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Dessutom medverkar företaget i försörjningen av det svenska kärnkraftprogrammet med kärnbränsle och nukleära tjänster.

Huvudförutsättningen för planeringen av verksamheten är riksdagens uttalande år 1980 över riktlinjer för kärnkraft i Sverige samt den internationella bilden.

Denna rapport har getts en mer fyllig utformning än tidigare då det nu bedömts angeläget att ge en utförlig bild av läget och verksamheten. Samtidigt erinras om

dels att i september i år SKB till regeringen inger det första allsidiga programmet enligt lagen om kärnteknisk verksamhet för forsknings- och utvecklingsverksamheten vari denna och dess framtida inriktning ingående beskrivs,

och dels att den intresserade finner en mer detaljerad redogörelse för forsknings- och utvecklingsverksamheten under år 1985 i SKB Annual Report 1985 (på engelska) som har nummer 85-20 i SKBs serie Technical Reports.

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB  
Sten Bjurström  
VD

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
<b>FÖRORD</b>	
<b>1 ALLMÄN BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING</b>	<b>7</b>
1.1 Det svenska kärnkraftprogrammet	
1.2 Organisation och gällande lagar	
1.3 Det svenska systemet för hantering av kärnkraftavfall, kostnader	
1.4 Forsknings- och utvecklingsarbetet	
<b>2 FÖRSÖRJNING MED KÄRNBRÄNSLE</b>	<b>12</b>
2.1 Naturligt uran	
2.1.1 Den svenska situationen	
2.1.2 Den internationella situationen	
2.2 Konvertering	
2.3 Isotopanrikning	
2.3.1 Svensk försörjning	
2.3.2 Anläggningar	
2.3.3 Marknad	
2.4 Tillverkning av bränsleelement	
2.5 Kärnbränslelager	
<b>3 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE (CLAB)</b>	<b>17</b>
3.1 Allmänt	
3.2 Provdrift och drift	
<b>4 TRANSPORTSYSTEM</b>	<b>20</b>
4.1 Allmänt	
4.2 Drifterfarenheter	
<b>5 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL - SFR</b>	<b>22</b>
5.1 Allmänt	
5.2 Reaktoravfall	
5.3 Säkerhet	
5.4 Konstruktion och uppförande	
5.5 Tidplan och kostnader	
<b>6 UPPARBETNING</b>	<b>26</b>
<b>7 FORSKNING OCH UTVECKLING</b>	<b>27</b>
7.1 Allmänt	
7.2 Forsknings- och utvecklingsprogrammets syfte	
7.3 Internationellt samarbete	
7.4 Sammanfattning av forskningsverksamheten 1985	
7.4.1 Material	
7.4.2 Tekniska barriärer, konstruktion och teknologi	
7.4.3 Kemi	
7.4.4 Geovetenskap	
7.4.5 Biosfären	
7.4.6 Säkerhetsanalys	
7.4.7 Stripa-projektet	
7.4.8 Dokumentation	

	Sida	
<b>8</b>	<b>SYSTEMPLANERING OCH KOSTNADSBERÄKNINGAR</b>	<b>32</b>
8.1	Systemplanering	
8.2	Kostnadsberäkningar	
8.2.1	Plan 86	
8.2.2	Avgift	
8.2.3	Variationsanalys	
8.3	Avställning och rivning	
8.4	Tidplanering	
<b>9</b>	<b>KÄRNBRÄNSLECYKELNS OCH SLUTSTEGENS KOSTNADER</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>UPPDRAGSVERKSAMHET</b>	<b>36</b>
<b>11</b>	<b>INFORMATION</b>	<b>37</b>
11.1	Allmänt	
11.2	SKBs informationsverksamhet	

# 1 ALLMÄN BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING

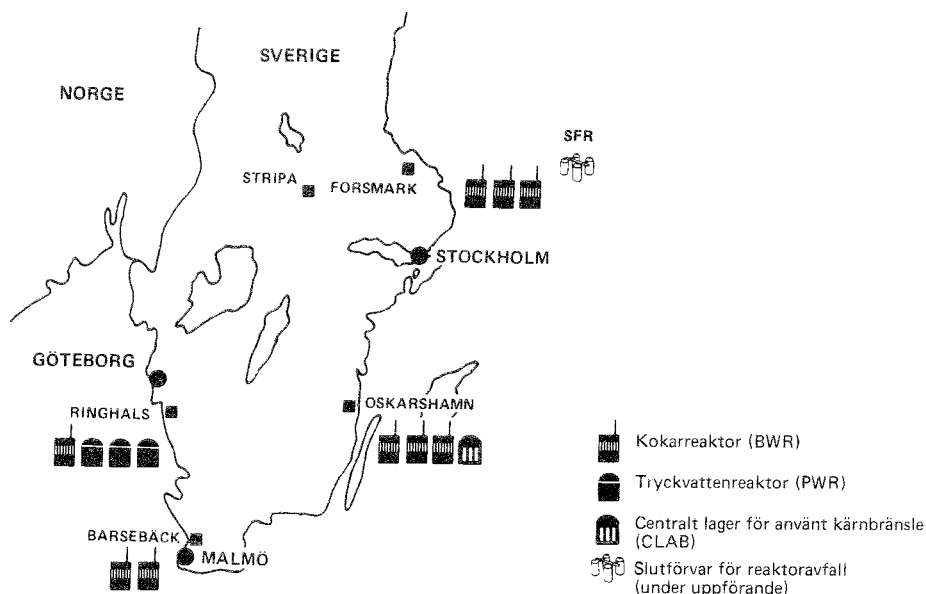
## 1.1 DET SVENSKA KÄRNKRAFTPROGRAMMET

Det svenska kärnkraftsprogrammet omfattar 12 reaktorer vid 4 kärnkraftstationer och med en sammanlagd effekt av 9 650 MW<sub>e</sub>. Forsmark 3 och Oskarshamn 3, som är de sista två reaktorerna i programmet, nådde full effekt och togs i kommersiell drift år 1985. Enligt gällande riktlinjer skall kärnkraften i Sverige vara avvecklad senast år 2010. Huvuddata för de 12 enheterna visas i Figur 1-1. 1985 svarade kärnkraften för ca 42% av den samlade svenska elproduktionen.

Reaktorer i Sverige

Reaktor		Effekt MW <sub>e</sub>	I drift	Energi tillgänglighet 1985 %
Oskarshamn 1	BWR	440	1972	73
Oskarshamn 2	BWR	595	1974	88
Oskarshamn 3	BWR	1050	1985	(92) ☆
Barsebäck 1	BWR	595	1975	88
Barsebäck 2	BWR	595	1977	97
Ringhals 1	BWR	750	1976	85
Ringhals 2	PWR	800	1975	74
Ringhals 3	PWR	915	1981	84
Ringhals 4	PWR	915	1983	87
Forsmark 1	BWR	972	1980	86
Forsmark 2	BWR	972	1981	88
Forsmark 3	BWR	1050	1985	(96) ☆

☆ Avser perioden efter den kommersiella i drifttagningen



Figur 1-1. Det svenska kärnkraftsprogrammet

## 1.2 ORGANISATION OCH GÄLLANDE LAGAR

Kärnkraftstationerna ägs av följande fyra företag

- Statens Vattenfallsverk äger Ringhals kraftstation.
- Sydsvenska Värmekraftaktiebolaget, som är ett helägt dotterbolag till Sydkraft AB, äger Barsebäcks kraftstation.
- OKG AB äger Oskarshamns kraftstation. Sydkraft är den störste enskilde aktieägaren i OKG.
- Forsmark Kraftgrupp AB (FKA) äger Forsmarks kraftstation. Vattenfall har 74,5% av aktierna i FKA.

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har bildats av dessa fyra företag. SKB har till uppgift att utveckla, planera, bygga och driva anläggningar och system för hantering och deponering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftstationerna.

SKB svarar vidare för det allsidiga forsknings- och utvecklingsprogram som åvilar kärnkraftföretagen enligt lag. SKB hanterar också frågor beträffande uranprospektering, beredskapslagring av uran samt anrikning och uppärbetning. SKB biträder på begäran sina ägare i frågor rörande urananskaffning.

SKB har totalt ca 45 anställda. Huvuddelen av arbetet läggs ut på andra organisationer och konsulter.

SKBs huvudsakliga verksamhet är hanteringen av kärnkraftavfallet. Denna verksamhet regleras av olika lagar och övervakas av flera myndigheter. Figur 1-2 ger en allmän översikt härav.

De tre viktigaste lagarna är följande:

- Lag om kärnteknisk verksamhet (SFS 1984:3)
- Lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m (SFS 1981:669 med ändring SFS 1984:5 och SFS 1986:601)
- Strålskyddslagen (SFS 1958:110)

Lagen om kärnteknisk verksamhet lägger det primära ansvaret för säkerheten på ägaren av en kärnteknisk anläggning. Ägaren av en sådan anläggning är sålunda ansvarig för säkerheten vid konstruktion, byggande och drift. Ägaren är också ansvarig för hanteringen och den slutliga deponeringen av det radioaktiva avfallet, för rivningen av stationen och för det erforderliga forsknings- och utvecklingsarbetet. Enligt lagen skall ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram inom avfallsområdet inges till regeringen vart tredje år med början år 1986. Av bestämmelserna i lagen följer också att ägaren har det ekonomiska ansvaret för erforderlig verksamhet.

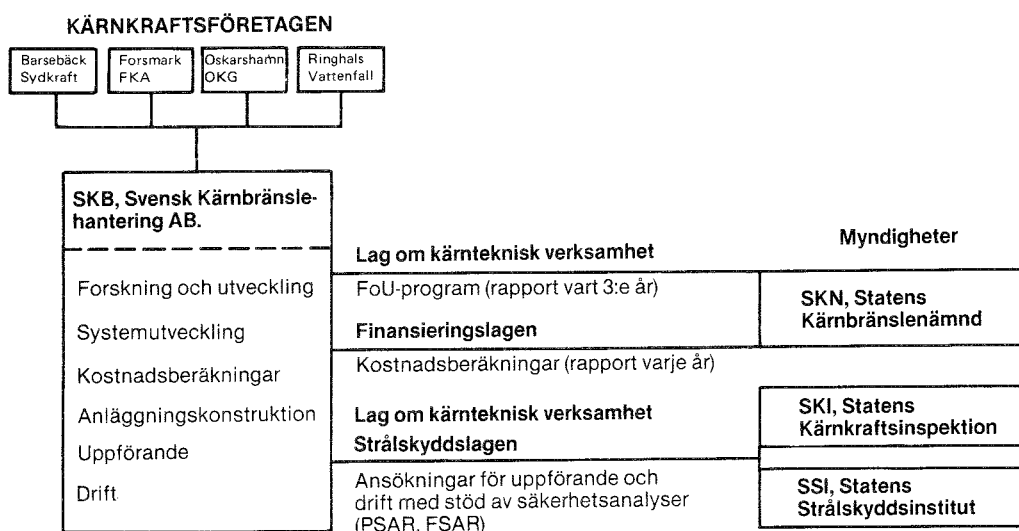


Fig 1-2 Den legala ramen för SKB:s verksamhet.

De övervakande myndigheterna är Statens Kärnkraftinspektion, Statens Strålskyddsinstitut och Statens Kärnbränslenämnd.

Lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m (den s k finansieringslagen) föreskriver, att innehavaren av en kärnkraftstation skall inbetala en avgift till staten så länge anläggningen är i drift; detta för att säkerställa att medel för de framtida kostnaderna för hanteringen av det använda kärnbränslet och rivningen av stationen skall finnas tillgängliga. Avgiften utgår i relation till den levererade elenergi mängden och utgjorde för år 1985 1,9 öre per kWh. För 1986 utgår avgiften med samma belopp. Varje år skall en kostnadsberäkning över de framtida kostnaderna inges till Statens Kärnbränslenämnd, som i sin tur föreslår nästa års avgift till regeringen.

Strålskyddslagen innehåller grundläggande regler för skydd mot joniserande strålning. Strålskyddsinstitutet är här tillsynsmyndighet.

De tre myndigheter som nämns ovan utför också viss egen forskning. Med syfte att samordna forskningen på avfallsområdet bildades 1985 samrådsnämnden för kärnavfallsfrågor. Nämnden skall rapportera till regeringen årligen.

### 1.3 DET SVENSKA SYSTEMET FÖR HANTERING AV KÄRNKRAFTAVFALL, KOSTNADER

Inom SKB har ett fullständigt system för hanteringen av allt radioaktivt avfall från de 12 svenska reaktorerna planerats och delvis förverkligats. Inom ramen för detta system tas också övrigt radioaktivt avfall i Sverige omhand, t ex från viss försöksverksamhet respektive från sjukhus. Systemet har baserats på avfallsmängderna fram till år 2010.

Från drift av reaktorer erhålles använt kärnbränsle och olika slag av låg- och medelaktiva avfall. När rivning av stationerna senare skall ske tillkommer också rivningsavfall.

I Tabell 1-1 ges en uppskattning av olika slag och mängder av det radioaktiva avfallet.

Tabell 1-1. Avfallskategorier.

AVFALLSKATEGORIER	URSPRUNG	FORM	EGENSKAPER	KVANTITET
1 Använt kärnbränsle	Drift av kärnkraftsreaktorer	Bränslestavar inkapslade i koppar	Hög värmeavgivning och hög strålning i tidigt skede. Innehåller långlivade nuklider.	5 600 kapslar (7 800 ton)
2 Annat avfall innehållande transuraner	Studsvik	Solidifierad i betong	Låg- till medelaktivt. Innehåller vissa långlivade nuklider	6 000 m <sup>3</sup>
3 Hårdkomponenter	Kasserade delar från de inre delarna av reaktortankar	Obehandlat eller ingjutet i betong	Medelaktivt. Innehåller vissa långlivade nuklider.	19 000 m <sup>3</sup>
4 Reaktoravfall	Driftavfall från kärnkraftanläggningar m.m.	Solidifierat i betong eller bitumen. Kompakterat.	Låg- till medelaktivt. Begränsad livslängd.	100 000 m <sup>3</sup>
5 Rivningsavfall	Från rivning av kärnanläggningar	Huvudsakligen obehandlat	Låg- till medelaktivt. Begränsad livslängd.	115 000 m <sup>3</sup>

Den grundläggande strategin för hanteringen av de olika avfallsslagen är att kortlivat avfall skall deponeras så snart som är praktiskt rimligt, medan använt kärnbränsle och andra långlivade avfall skall mellanlagras 30 - 40 år före definitiv deponering.

Huvuddragen av det planerade systemet i Sverige visas i Figur 1-3.

För låg- och medelaktivt reaktoravfall är ett slutförvar, SFR, under byggnad. Det planeras tas i drift 1988. SFR kan senare utvidgas till att ta hand om också rivningsavfall.

En central mellanlagringsanläggning för använt kärnbränsle, CLAB, togs i drift i juli 1985. Denna anläggning har en kapacitet av 3 000 ton använt kärnbränsle och kan utvidgas så att det totala svenska behovet kan täckas.



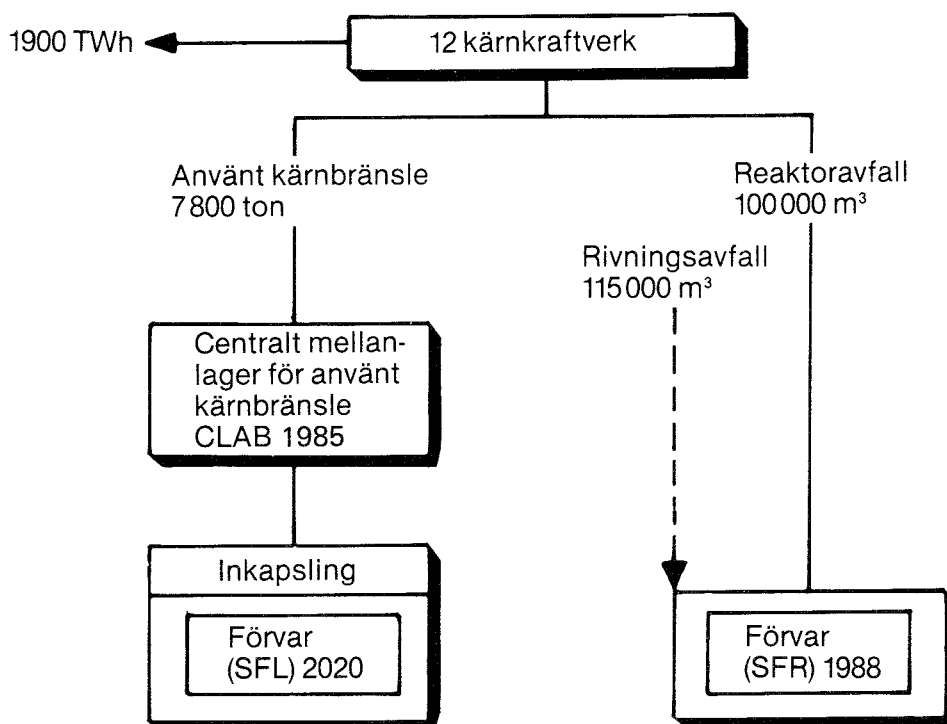


Fig 1-3 System för hantering av radioaktivt avfall i Sverige.

Efter ca 40 års mellanlagring i CLAB avser man inkapsla det använda bränslet i en behållare av korrosionsbeständigt material och deponera det så inkapslade använda kärnbränslet på ungefär 500 meters djup i den svenska berggrunden. Inkapslingen och deponeringen påbörjas inte förrän omkring år 2020. Någon plats härför har alltså inte valts ännu.

För en relativt liten del av det använda kärnbränslet föreligger också uppberedningskontrakt. Man avser dock ej utnyttja dessa kontrakt annat än för det använda kärnbränsle som redan transporterats till utländsk uppberedare. På detta sätt undviks det speciella avfallet från uppberedningen och hanteringen i Sverige blir mer enhetlig.

För transport av använt kärnbränsle och andra slag av radioaktivt avfall har ett särskilt transportsystem byggts upp. Detta transportsystem är baserat på sjötransport med specialfartyg.

Enligt den senaste, den 1 juli 1986 till Kärnbränslenämnden inlämnade kostnadsberäkningen - Plan 86 - utgör den totala kostnaden för slutdelen av kärnbränslecykeln i Sverige ca 45 miljarder kronor i prisnivå 1986, varav 1.0 miljarder 1986. Ca 5 miljarder kronor beräknas ha disponerats t o m 1986.

Den totala kostnadsbilden för kärnbränslet i Sverige (inkl slutsteg och rivning av kärnkraftstationerna) var för 1985

Försörjning inkl beredskapslager	3,5 öre/kWhe
Slutsteg inkl rivning	2,0 öre/kWhe
	<u>5,5 öre/KWhe</u>

#### 1.4 FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETET

Forsknings- och utvecklingsarbetet inom SKB påbörjades 1976 - 77 i samband med att den sk villkorslagen tillkom. Denna lag behandlade specifikt deponeringen av högaktivt avfall från kärnkraftstationer. Villkorslagen är sedan den 1 februari 1984 ersatt med ovan nämnda lag om kärnteknisk verksamhet, som har likartade bestämmelser.

För att uppfylla villkorslagens krav påbörjade kärnkraftföretagen sent 1976 det sk KBS-projektet. Projektgruppen organiserades senare som en avdelning inom SKB och utgör nu avdelningen för forskning och utveckling.

Mer än 200 experter och konsulter vid universitet, industrier och andra organisationer har engagerats i olika aspekter av forsknings- och utvecklingsarbetet. Resultaten publiceras i serien SKB Tekniska Rapporter och i form av artiklar i lämpliga vetenskapliga tidskrifter.

Inom ramen för KBS-arbetet föreligger bl a rapporterna KBS-1 och KBS-3 vari beskrivs hur och var förglasat högaktivt upparbetningsavfall (KBS-1) respektive ej upparbetat använt kärnbränsle (KBS-3) skulle kunna slutförvaras.

KBS-rapporterna har genomgått en omfattande remissbehandling av granskare såväl inom som utanför Sverige i enlighet med regeringens direktiv. Remissen har gett många värdefulla kommentarer, som har påverkat planeringen och uppläggningsen av det framtida forskningsprogrammet.

Huvudsyftet med SKBs forsknings- och utvecklingsprogram är att samla kunskaper och data och att utveckla metoder för en säker och trovärdig slutförvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall till en rimlig kostnad.

Säkerhetsanalysen i KBS-3 baseras på ett flertal pessimistiska antaganden. Icke tillräckligt kända omständigheter, barriärer eller faktorer beaktas ej i analysen om de skulle leda till ökad säkerhet. Analysmetoder och data har genomgående valts så att de ger en övre gräns för de beräknade konsekvenserna.

Forskningsprogrammet syftar till att etablera en bas för en lokaliseringsansökan för en specifik plats omkring år 2000. Vid denna tidpunkt avses också en systemoptimering vara klar och ett system anpassat till den då föreslagna platsen kan anges.

De tidigare nämnda kraven medför, att alla de fenomen som kan påverka nuklidtransporten, måste studeras i tillräcklig detalj så att verkan på den totala säkerheten kan uppskattas. Därtill måste de dominerande fenomenen beskrivas i sådan detalj och modeller härför uppställas, att en optimal konstruktion av förvaret kan göras och säkerheten utvärderas korrekt.

Den huvudsakliga forskningsverksamheten under 1985 har som för föregående år varit del av ett program som baserats på erfarenheterna från KBS-3 och de kommentarer som erhållits vid remissbehandlingen av denna rapport. Härtill kommer att vissa studier avseende alternativa koncept har initierats.

Forsknings- och utvecklingsarbetet beskrivs i detalj i SKBs Annual Report på engelska. Forsknings- och utvecklingsarbete inom bl a följande områden har utförts:

Material

Tekniska barriärer

Kemiska förhållanden inkluderande grundvattenkemi och geokemi

Geovetenskap

Biosfärundersökningar

Säkerhetsanalys

Samarbete och utbyte av information på internationell eller bilateral bas utgör vidare en väsentlig del av SKBs forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Den internationella utvecklingen inom området har följts genom deltagande i ett antal konferenser, varvid också representanter för SKB eller dess konsulter, har hållit föredrag och presenterat rapporter. Representanter för SKB och experter anlitade av SKB har också deltagit i verksamhet inom IAEA och OECD/NEA.

Arbetet i Stripa som har formen av ett multinationellt OECD/NEAprojekt som leds av SKB har fortgått i enlighet med gällande planering och ett förslag för ytterligare en fas 3 av detta projekt har nu färdigställts. Följande länder deltar f n i Stripaprojektet: Finland, Frankrike, Förenta Staterna, Japan, Kanada, Schweiz, Spanien, Storbritannien och Sverige.

9-11 september 1985 organiserade SKB i Stockholm Material Research Society's nionde internationella symposium för Nuclear Waste Management.

## 2 FÖRSÖRJNING MED KÄRNBRÄNSLE

Inom området kärnbränsleförsörjning har SKB uppgiften att utreda behov m m samt i olika former arrangera för samordning beträffande uraninköp, företräda kraftföretagen i vissa gemensamma frågor samt svara för ärenden rörande prospektering, anrikning och beredskapslagring för kraftföretagens behov.

### 2.1 NATURLIGT URAN

#### 2.1.1 Den svenska situationen

Natururanbehovet för de tolv reaktorer som ingår i det svenska kärnkraftsprogrammet är ca 1 300 ton per år. Detta behov kan bli högre eller lägre beroende på en rad faktorer, vilket innebär att planeringen av försörjningen måste vara flexibel.

Natururanbehovet för perioden 1986 till och med 1995 är 13 000 ton. Vid mitten av år 1986 hade de svenska kraftföretagen ingående lager och kontrakt för tillförsel av 10 700 ton under denna period. Huvuddelen av tillförseln baseras på långsiktiga kontrakt. Under 1985 och början av 1986 gjordes dock en del spotköp eftersom priserna var låga på spotmarknaden.

Natururan levereras till Sverige i huvudsak från Kanada och Australien men även från Niger, Gabon och USA. Kanada svarar för mer än 50% av framtida leveranser enligt nu befintliga kontrakt.

#### *Prospektering*

I vissa delar av den prekambrisk berggrunden i Sverige förekommer uran i relativt höga halter. SKB har därför utfört lokal prospektering på olika platser i norra delen av landet. Därvid har mineraliseringar innehållande sammanlagt mer än 6 000 ton uran påträffats med halter över 1 000 g uran per ton malm. Dessa malmer utgör viktiga reserver för framtiden.

Under 1985 koncentrerades prospekteringen till mineraliseringar inom Åsele kommun.

Eftersom tillgången på uran på världsmarknaden är god och priserna låga har SKB i december 1985 beslutat att tillsvida upphöra med uranprospektering.

#### *Ranstad*

Kring Ranstad i Västergötland finns ett område med alunskiffer som i uranrik del innehåller ca 300 g uran per ton skiffer. Tillgångarna av uran är stora i en homogen malm, men halterna är låga. Metod finns utvecklad och demonstrerad i industriell skala för uranutvinning ur denna speciella typ av uranmalm. Vid nuvarande låga priser på uran på världsmarknaden är det dock ej lönsamt att utvinna uran från Ranstad.

#### 2.1.2 Den internationella situationen

##### *Tillgångar*

OECD och IAEA har utrett tillgångarna på uran. Östländerna har därvid ej lämnat uppgifter varför nedanstående gäller den övriga världen. De utvärderade tillgångarna uppgår 1985 till 1 600 000 ton uran. Denna mängd omfattar uranmalm där uranet bedöms kunna utvinnas till en kostnad under 600 svenska kronor per kilo. Därutöver finns sannolika tillgångar och också utvärderade sådana vid vilka uranet kan utvinnas men till en högre kostnad.

##### *Produktion och konsumtion*

Uranproduktionen i världen beräknas till ca 35 000 ton år 1985, vilket är något lägre än produktionen 1984.

Urankonsumtionen i världen beräknas till ca 39 000 ton under år 1985, vilket är något högre än konsumtionen 1984.

År 1985 är därmed det första år då konsumtionen av uran översteg produktionen. Detta utgör för närvarande inget problem eftersom det finns ca 130 000 ton uran i lager i världen.

Urankonsumtionen förutses öka till ca 50 000 ton per år i början av 1990-talet, vilket innebär att ökad produktion behövs då.

### **Marknad och priser**

Under 1985 levererades ca 15% av allt uran enligt sk spot-köp medan huvuddelen, ca 85% levererades enligt långsiktiga kontrakt.

Figur 2-1 visar att priserna för spot-köp räknat i svenska kronor var låga under 1985. Mot årets slut steg spot-priset något i US\$, men detta komparerades i svenska kronor genom lägre dollarkurs.

Priserna enligt långsiktiga kontrakt varierar på grund av olika villkor. Medelpriset under 1984 för leveranser till EG för sådana kontrakt var, som Figur 2-1 visar, högre än spot-priserna under samma år.

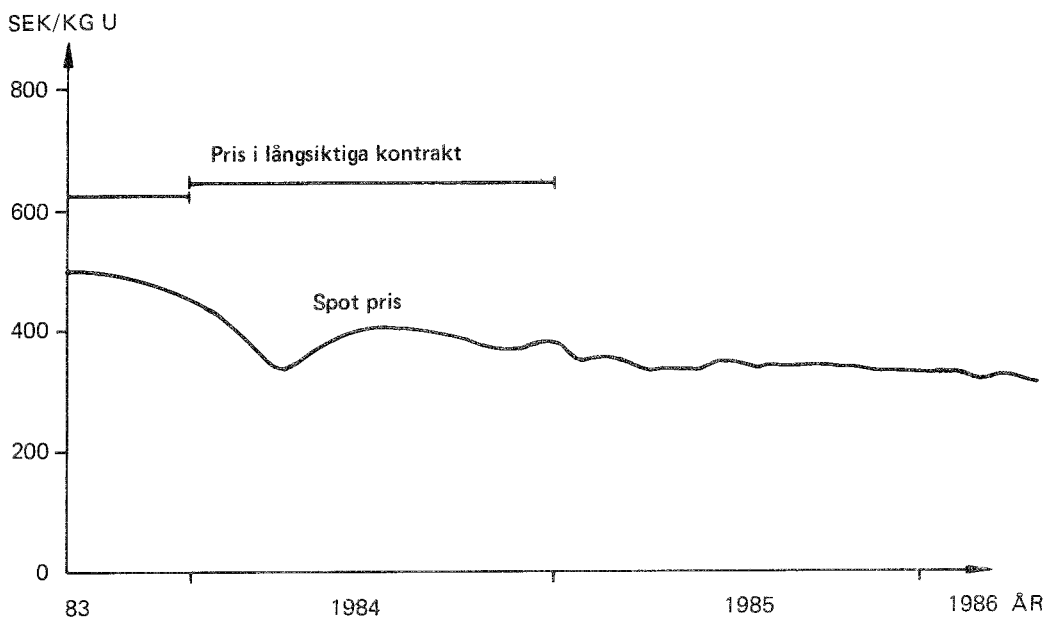


Fig. 2-1. Långsiktiga priser och spotpriser för uran.

## **2.2 KONVERTERING**

Konvertering är en kemisk process för tillverkning av uranhexafluorid från urankoncentrat.

I västländerna finns 5 stora anläggningar för konvertering: Allied Chemical och Sequoyah Fuel i USA, Eldorado Nuclear Ltd. i Kanada, British Nuclear Fuels plc. i Storbritannien och Comurhex i Frankrike. Därutöver finns mindre anläggningar i Japan, Kina och Sydafrika. Dessutom säljer Techsnabexport i Sovjetunionen konvertering till västländerna. Den totala kapaciteten i västländerna är ca 52 000 ton uran per år medan behovet för närvarande håller sig kring ca 37 000 ton per år.

Konverteringstjänster för de svenska kraftföretagen utförs i Kanada, Frankrike, Storbritannien och USA.

## **2.3 ISOTOPANRIKNING**

### **2.3.1 Svensk försörjning**

De svenska kraftföretagens försörjning med isotopanrikning har tidigare skett, dels från USA och dels från Sovjetunionen med övervägande dominans från USA.

De europeiska anrikningsföretagen blev konkurrenskraftiga i början av 1980-talet. Under perioden 1983 till -85 tecknade de svenska kraftföretagen en rad kontrakt för anrikning från Europa med leveranser från och med 1984.

För perioden 1986 - 1990 kommer huvuddelen av leveranserna till Sverige att ske från EUODIF med anrikningsanläggning i Frankrike och från URENCO med anrikningsanläggningar i Holland, Storbritannien och Västtyskland. Leveranser från Sovjetunionen fortsätter som tidigare medan leveranser från USA fortsätter i betydligt mindre omfattning än tidigare.

Med fyra olika leverantörer av isotopanrikning erhålles också hög försörjningstrygghet.

### 2.3.2 Anläggningar

#### *USA*

I USA finns tre isotopanrikningsanläggningar baserade på gasdiffusionsmetoden. Två anläggningar är i drift, nämligen Paducah, Kentucky, med en nominell årskapacitet av 11,3 miljoner anrikningsenheter och Portsmouth, Ohio, med en nominell årskapacitet av 8,3 miljoner anrikningsenheter. Anläggningen i Oak Ridge med en årskapacitet av 7,7 miljoner anrikningsenheter togs ur drift under 1985, eftersom behovet var lågt. Den kan tas i drift igen vid eventuellt ökat behov.

Under 1985 beslöt också Department of Energy att överge den sk gascentrifugmetoden och avbröt byggandet av den anläggning för anrikning enligt denna metod, som pågick vid Portsmouth.

Department of Energy har istället valt isotopseparation med laser som framtida teknologi. Forskning och utveckling koncentreras nu till teknologin AVLIS (Atomic Vapour Laser Isotope Separation) med målsättningen att ha en anläggning i drift i mitten av 1990-talet.

#### *Sovjetunionen*

I Sovjetunionen finns anrikningsanläggningar som används för såväl behov inom Sovjetunionen och i Östeuropa som för export till västländer. Exporten till väst uppskattas till 1,5 à 2 miljoner anrikningsenheter per år.

#### *Frankrike*

Företaget EUODIF som ägs av franska, italienska, belgiska och spanska företag, har en anläggning enligt gasdiffusionsmetoden i drift med kapaciteten 10,8 miljoner anrikningsenheter per år.

Det franska atomenergikommissariatet håller på att utveckla en laseranrikningsteknik kallad SILVA.

#### *URENCO*

URENCO har nu tre anläggningar enligt gascentrifugmetoden i drift, en i Almelo i Holland, en i Capenhurst i Storbritannien och en i Gronau i Västtyskland. Anläggningen i Gronau togs i drift under 1985.

Den totala kapaciteten för de tre anläggningarna är nu ca 1,5 miljoner anrikningsenheter per år.

### 2.3.3 Marknad

Den nuvarande totala anrikningskapaciteten kan uppskattas till omkring 34 miljoner anrikningsenheter per år, vilket är högre än behovet i västvärlden som var ca 22 miljoner anrikningsenheter under 1985.

Behovet kommer att öka i och med att nya reaktorer tas i drift, men den nuvarande kapaciteten beräknas vara tillräckligt fram till mitten av 1990-talet.

Under 1984 offererade europeiska anrikare lägre priser än Department of Energy i USA.

Department of Energy sänkte priset enligt deras Utility Services contract från US\$ 135 per anrikningsenhet budgetåret 1985 till US\$ 125 under 1986. Department of Energy har också nyligen meddelat att priset 1987 sänks ytterligare till US\$ 119 per anrikningsenhet.

Därtill har Department of Energy också offererat 30% av en kunds behov under 1987 och 1988 till ett lägre pris, US\$ 90 per anrikningsenhet och likaledes 30% av en kunds behov för 1989 och 1990 till US\$ 90 per anrikningsenhet, dock med priseskalering enligt index. För perioden 1991-94 erbjuds 30% av leveranserna till US\$ 85 med eskalering per anrikningsenhet.

Reducerade priser har i kombination med lägre dollarkurs lett till att Department of Energy i USA åter prismässigt kan konkurrera med de europeiska leverantörerna.

## 2.4 TILLVERKNING AV BRÄNSLEELEMENT

Inom landet sker tillverkning av bränsleelement vid ASEA-ATOMS fabrik i Västerås.

De svenska kärnkraftföretagen upphandlar tillverkning av bränsleelement på kommersiell bas. Därvid har ASEA-ATOM erhållit beställningar i många fall medan andra gått till bränsleföretag i USA, Västtyskland eller Frankrike.

Tabell 2-1 nedan anger leverantörer av bränsleelement under perioden 1985-88.

**Tabell 2-1. Tillverkare av bränsleelement under perioden 1985-88**

		1985	1986	1987	1988
Barsebäck	1	AA*)	AA	AA	EXX
Barsebäck	2	AA	AA	AA	AA
Oskarshamn	1	EXX	EXX	EXX	KWU
Oskarshamn	2	AA	AA	AA	AA
Oskarshamn	3	—	AA	AA	AA
Ringhals	1	AA	AA	AA	AA
Ringhals	2	KWU	KWU	KWU	KWU
Ringhals	3	—	AA	AA	AA
Ringhals	4	—	FRA	FRA	FRA
Forsmark	1	KWU	KWU	KWU	KWU
Forsmark	2	AA	AA	AA	AA
Forsmark	3	—	AA	AA	AA

\*) AA = ASEA-ATOM, bränslefabrik i Västerås, Sverige

EXX = EXXON, bränslefabrik i USA och Västtyskland

KWU = Kraftwerksunion, bränslefabrik i Västtyskland

FRA = FRAGEMA, bränslefabrik i Frankrike

För vissa reaktorer skedde ingen bränsleleverans under 1985.

I tabellen har ej upptagits enstaka demonstrationsknippen, som kan komma från annan leverantör visst leveransår.

Bränsleelementtillverkningen vid ASEA-ATOMS fabrik i Västerås uppgick 1985 till ca 145 ton kärnbränsle för kokarreaktorer och ca 80 ton kärnbränsle för tryckvattenreaktorer. Av denna produktion exporterades ca 28 ton till Finland.

Ett normalt bränsleelement för kokarreaktorer innehåller 8 x 8, dvs 64, bränslestavar. ASEA-ATOM har nu utvecklat ett nytt bränsleelement benämnt SVEA, där dessa delas in i fyra delar med 4 x 4 bränslestavar i varje med vattenkors i zircaloy emellan.

Det nya bränsleelementet ger en jämnare utbränning och därmed går det att utnyttja energin i knippets inre bränslestavar bättre. Enligt ASEA-ATOM kan SVEA-bränslet spara 8 - 10% natururan och anrikning vid produktion av lika energimängd.

Introduktionen av SVEA-bränslet inleddes för fem år sedan med några bränsleelement för demonstration. Under 1985 sattes ca 270 bränsleelement in i reaktorer. ASEA-ATOM har fått n order på ytterligare 25 årliga bränslebyten till svenska och finska reaktorer, samt 6 årliga bränslebyten i USA via ett licensarrangemang med Westinghouse.

Dessutom har ASEA-ATOM order på 6 bränslebyten för den schweiziska tryckvattenreaktorn Betznau 1.

## 2.5 KÄRNBRÄNSLELAGER

I enlighet med riksdagens beslut om beredskapslagring av kärnbränsle har SKB tecknat avtal med Överstyrelsen för Ekonomiskt Försvar (ÖEF). Avtalet innebär att SKB skall beredskapslagra anrikat uran och zircaloy motsvarande en elproduktion av 35 TWh.

Med kärnbränslet i reaktorerna samt bränsleelement vid kraftverken och under tillverkning inom landet ger beredskapslagret en uthållighet av ca 2 år med normal drift av de 12 reaktorerna från ett eventuellt importstopp.

### 3 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE (CLAB)

#### 3.1 ALLMÄNT

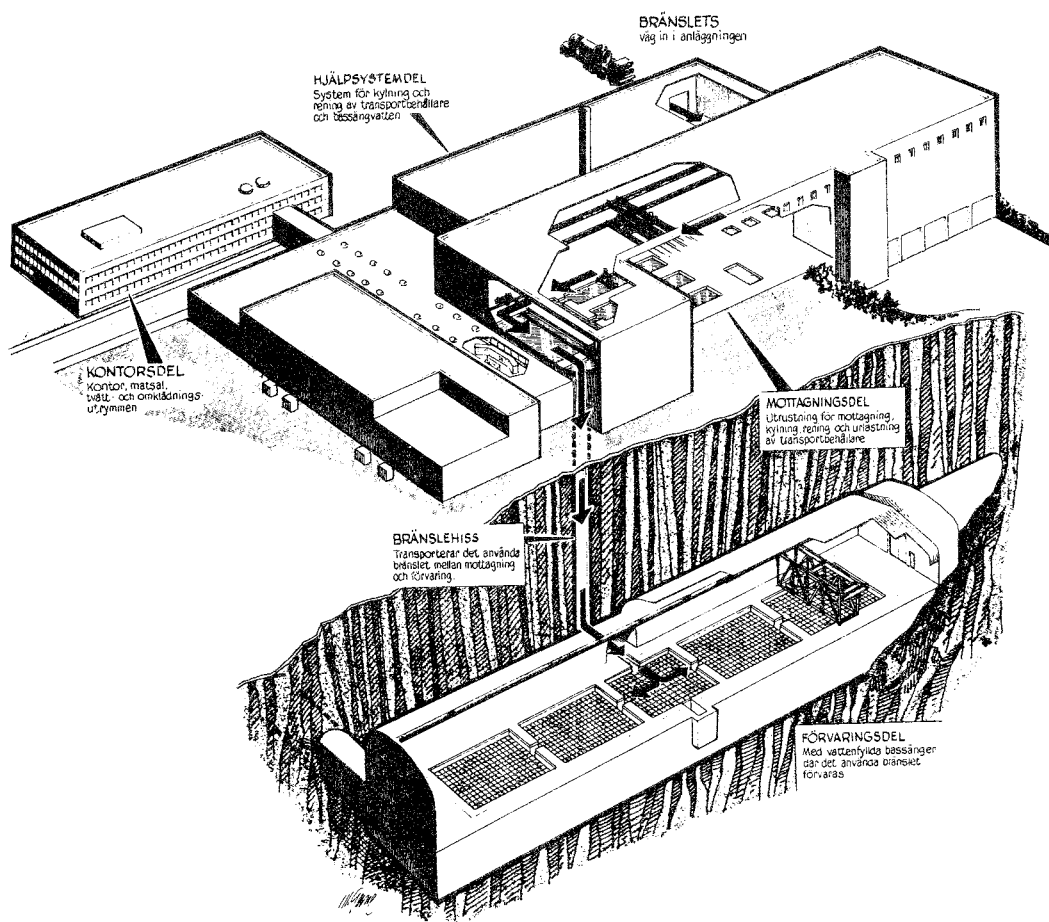
Den svenska mellanlagringsanläggningen för använt bränsle (CLAB) är belägen på Simpevarps-halvön i anslutning till Oskarshamns kärnkraftstation och togs i drift den 11 juli 1985.

Anläggningen består av 5 underjordiska lagringsbassänger för totalt 3 000 ton uran. Mottagningsbyggnad, hjälpsystembyggnad och kontor finns på marknivå, se Figur 3-1. Anläggningen har konstruerats för att kunna ta emot 300 ton uran per år, vilket motsvarar ungefär 100 transportbehållare.

Huvudleverantörer för CLAB-anläggningen har varit ASEA-ATOM (AA), Sverige, Société Gen rale pour les Techniques Nouvelles (SGN), Frankrike och ett svenskt byggkonsortium där SKANSKA, Aktiebolaget Vägförbättringar (ABV) och Widmark och Platzer (WP) har ingått.

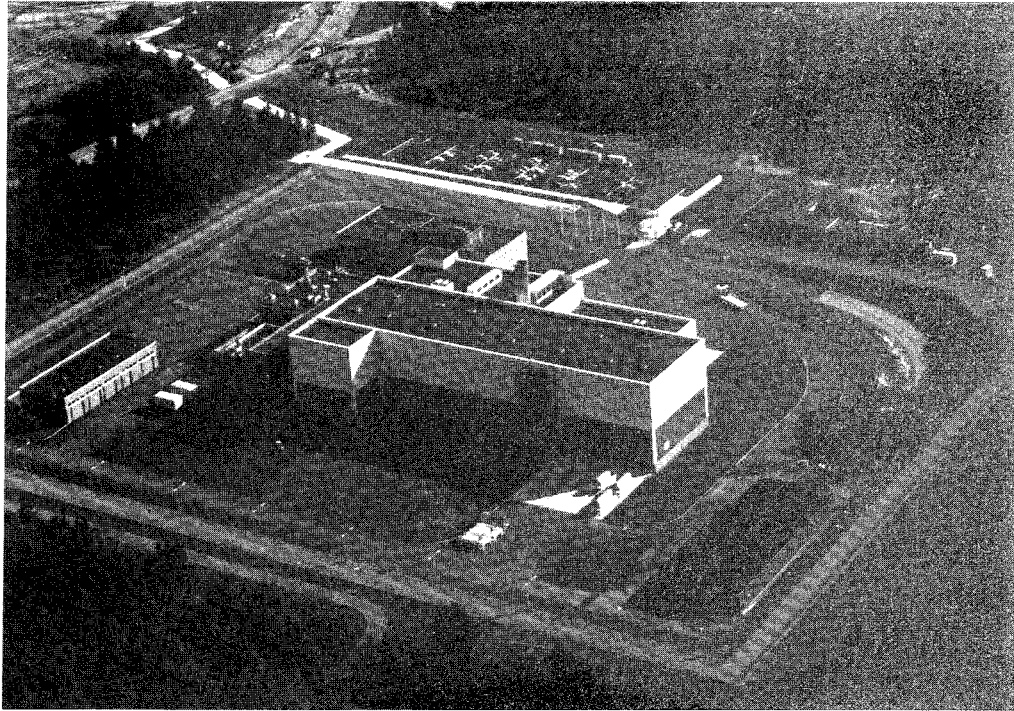
Projektledningen har skötts av OKG AB, som också på SKBs uppdrag sköter driften av anläggningen.

Den totala investeringen i CLAB  r ca 1 700 miljoner kronor. Driftkostnaderna beräknas till ca 80 miljoner kronor per år.

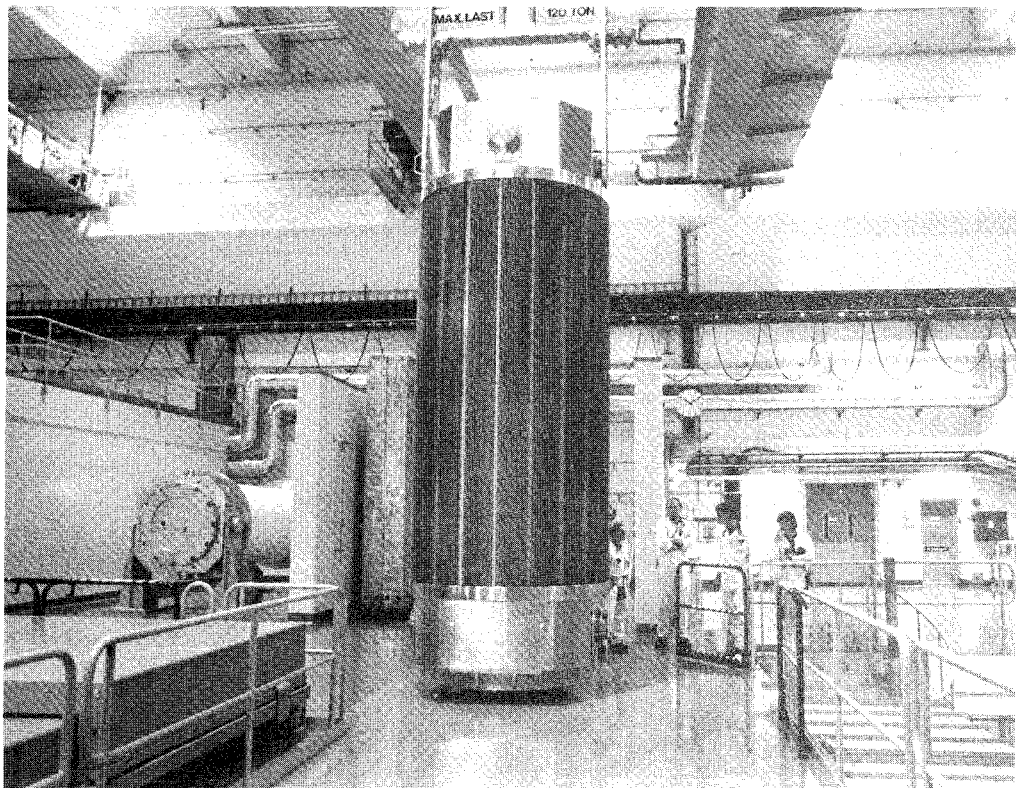


Figur 3-1. CLAB-anl ggnen. Principskiss.





*Figur 3-2. Flygbild av CLAB-anläggningen.*



*Figur 3-3. Transportbehållare i CLAB:s byggnad för bränslemottagning.*

### 3.2 PROVDRIFT OCH DRIFT

Inaktiv provdrift påbörjades i slutet av år 1984 då alla system utprovades. Under våren 1985 utfördes samkörningsprov av olika system och slutligen provades hela anläggningen under inaktiva förhållanden, varvid en normal transportbehållare och bränsleelementat-trapper användes.

Rapporter från proven ingavs löpande till Kärnkraftinspektionen och Strålskyddsinstitutet för deras utvärdering. I samband med att SKB ingav ansökan om tillstånd att påbörja aktiv drift av anläggningen ingavs också en sammanfattande provningsrapport. Tillstånd att påbörja aktiv drift erhöles den 19 juni 1985. Tillståndet var begränsat att gälla till och med december månad och SKB skulle bli avge en rapport över erfarenheterna från denna första period av aktiv drift. Under den första aktiva provdriftperioden ökades kapaciteten stegvis för att slutligen nå den nominella kapaciteten. 90% av den planerade mottagningen av använt bränsle har skett. Dessutom har fler behållare än planerats innehållande hårdkomponenter tagits emot.

I allmänhet har erfarenheterna från den första aktiva driftperioden varit goda. Några mindre störningar har dock inträffat, som t ex:

- 3 veckors avbrott i mottagandet av använt bränsle pga skadade filter i systemet för kylning av transportbehållaren,
- skadat bränsle kunde misstänkas på en indikation i systemet för kylning av transportbehållare, men efter skippning av allt det använda bränslet i denna transportbehållare bedömdes bränslet vara oskadat. Härvid uppstod några mindre förseningar i programmet.

Baserat på den med gott resultat genomförda första aktiva provdriftperioden ansökte SKB i slutet av november 1985 om tillstånd för fortsatt kontinuerlig aktiv drift. Det tillstånd som då erhöles gällde till och med juni 1986. I maj 1986 redovisades resultaten från denna andra provdriftperiod. Baserat härpå erhöles i juni 1986 tillstånd för rutinmässig drift.

Vid slutet av år 1985 hade ca 100 ton använt bränsle tagits emot i CLAB. I juni 1986 har sammanlagt ca 240 ton använt bränsle tagits emot.

## 4 TRANSPORTSYSTEM

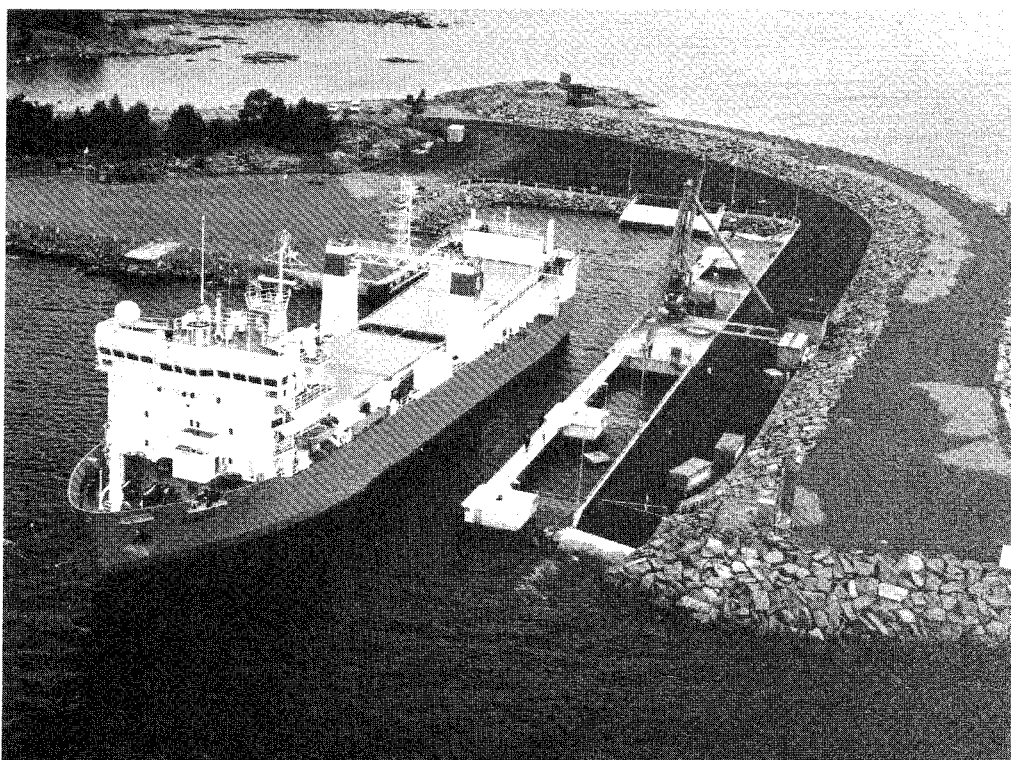
### 4.1 ALLMÄNT

SKB har i drift ett sjötransportsystem för använt kärnbränsle och alla slag av radioaktivt material. Systemet består av:

- ett specialkonstruerat ro-ro/lo-lo fartyg, M/S Sigyn,
- 10 transportbehållare med hjälputrustning för använt kärnbränsle,
- 2 transportbehållare för hårdkomponenter,
- 3 specialkonstruerade transportfordon.

Fartyget och delar av systemet togs i drift under 1982 och har därefter använts för att transportera använt kärnbränsle till uppberedningsanläggningen vid La Hague i Frankrike. Sammanlagt ca 57 ton har transporterats dit. Från juli 1985 har transportsystemet huvudsakligen använts för att transportera använt bränsle från de svenska reaktorerna till CLAB-anläggningen. Fartygets drift sköts av en svensk redare, Gotlandsbolaget. Från 1988 kommer transportsystemet också att användas för att transportera reaktoravfall till den anläggning för slutlagring av sådant avfall som nu byggs i Forsmark, SFR. Konstruktion av transportbehållare för transport av reaktoravfall pågår. Ca 40-50 sådana behållare bedöms behöva tillverkas under perioden 1986 - 1988. Transportfartyget kan lasta ca 1 400 ton, vilket innebär 10 transportbehållare antingen för använt bränsle eller för reaktoravfall.

Den totala investeringen i transportsystemet är ca 250 miljoner kronor.



Figur 4-1. M/S Sigyn i Sinpevarps hamn utanför Oskarshamn



Figur 4-2. Transportbehållare i M/S Sigyns lastrum

#### 4.2 DRIFTERFARENHETER

Ett 20-tal sjötransporter vanligen med 4 à 5 transportbehållare har verkställt till CLAB-anläggningen. Driften av transportsystemet har fungerat bra och några störningar har ej inträffat. Besättningen ombord på fartyget M/S Sigyn har hittills ej utsatts för någon radioaktiv strålning utöver den normala naturliga bakgrundsstrålningen. Tidsplaneringen för transporterna har helt kunnat innehållas.

Värmeavgivningen i transportbehållarna har hittills ej överskridit 15 kW jämfört med tillåtna 45 kW. Detta har resulterat i en ytemperatur på transportbehållaren av 36°C jämfört med tillåtna 83°C. Det hittills transporterade använda bränslet har tagits ut ur reaktorn mer än två år före den genomförda transporten. Ytdosraterna har därmed också varit låga; 0,15 mSv/h jämfört med 2 mSv/h som tillåts i enlighet med IAEA rekommendationerna.

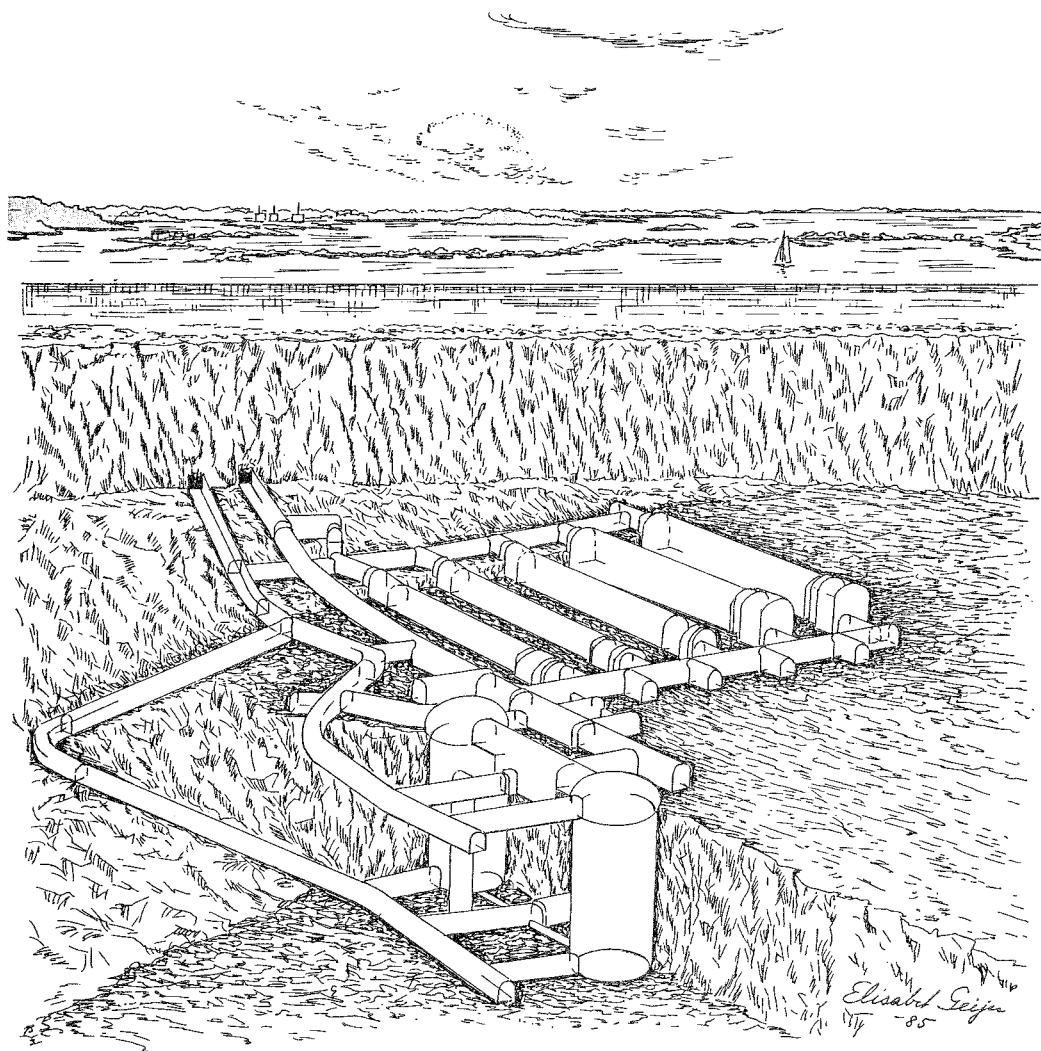
Under år 1986 planeras sammanlagt 15 - 20 transporter av använt bränsle att genomföras till CLAB-anläggningen motsvarande ca 300 ton uran.

## 5 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL - SFR

### 5.1 ALLMÄNT

SKB bygger för närvarande ett slutförvar för reaktoravfall, SFR, vid Forsmarks kärnkraftstation. Förvaringen skall ske i berggrum under Östersjön med en bergtäckning av 60 m från berggrummens tak till havsbotten. Två 1 kilometer långa tillfartstunnlar har byggts från hamnområdet i Forsmark. Den första byggnadsfasen inkluderar fyra 160 m långa berggrum och ett 70 m högt cylindriskt berggrum, en silo. I en framtida andra fas planeras ytterligare en silo tillsammans med ytterligare ett eller två långa berggrum (Figur 5-1).

Byggnadsarbetet påbörjades sommaren 1983 och idag har alla tunnlar och berggrum som ingår i den första fasen sprängts ut och betongarbetena pågår. Efter installationen av hanteringsmaskiner och hjälpsystem planeras förvaret tas i drift vid början av 1988. Den andra fasen beräknas byggas inom 10 till 15 år.



Figur 5-1. Översikt av tunnlar och förvaringsrum i SFR.



## 5.2 REAKTORAVFALL

Det avfall som skall deponeras i SFR kommer från driften av de 12 svenska kärnkraftreaktorerna och CLAB. Avfallet innehåller kortlivade radionuklider och klassificeras som låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. En liten mängd liknande avfall från forsknings- och medicinsk verksamhet avses också deponeras i SFR. Den totala mängden avfall från det svenska programmet till och med år 2010 beräknas till ca 90 000 m<sup>3</sup>.

Allt avfall konditioneras vid kraftstationerna eller vid kärnforskningsstationen Studsvik. Jonbytmassor ingjuts i antingen cement eller bitumen. Om så erfordras kan avfall från underhållsarbete också behandlas på detta sätt. Dessa kategorier klassificeras som medelaktivt avfall och kräver strålskydd under hantering och transport. Lågaktivt avfall behandlas på olika sätt och förpackas slutligen i standardtransportbehållare. Det totala aktivitetsinnehållet i SFR beräknas bli  $3 \times 10^6$  GBq år 2010. Dominerande nuklider är Co-60 och Cs-137.

## 5.3 SÄKERHET

Det avfall som innehåller huvuddelen av aktiviteten deponeras i en betongsilo, som omges med en lerbarriär. Tillsammans med det låga grundvattenflödet som råder i berggrunden under havet ger dessa barriärer en hög säkerhet mot uttransport av radioaktiva ämnen.

Tillståndet för uppförandet av SFR baseras på en preliminär säkerhetsrapport. I denna rapport har migrationen av radionuklider beräknats med pessimistiska antaganden beträffande barriärfunktionerna. Den på så sätt konservativt beräknade dosen för mest utsatt individ var  $3 \times 10^{-6}$  Sv/år.

En slutlig säkerhetsrapport kommer att färdigställas till drifttagningen av SFR. Den rapporten kommer att baseras på data från ett försöksprogram som utförs under byggnadsperioden inkluderande

- Geologiska och hydrogeologiska undersökningar i förvarsområdet. Modeller för grundvattenflödet.
- Ytterligare provning av material till lerbarriären runt betongsilon.
- Undersökningar av processer som leder till gasproduktion samt prov av barriärmaterialets gasgenomsläpplighet.
- Beskrivning av de olika avfallstyper som kommer att deponeras i SFR.
- Studier av den kemiska miljön i förvaret och dess betydelse för migrationen av radionuklider.

De flesta av dessa undersökningar kommer att färdigställas under år 1986.

## 5.4 KONSTRUKTION OCH UPPFÖRANDE

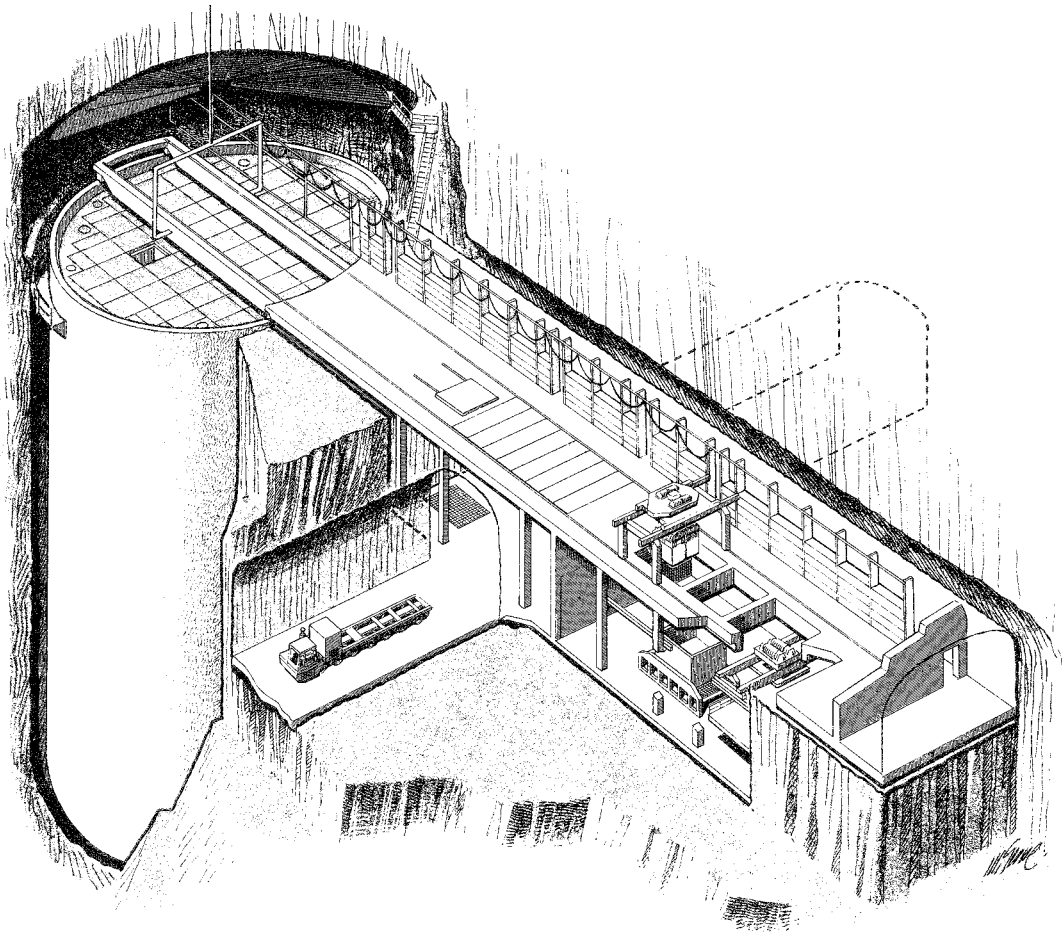
SKB har uppdragit åt Vattenfall att konstruera och uppföra SFR. På detta sätt har de resurser som byggts upp för uppförandet av Forsmarks Kraftstation - inte minst de personella - kunnat komma till användning. Tunnelarbetet startade i oktober 1983 och tunnlar-na nådde förvarsområdet i början av 1985. Alla tunnlar och berggrum i den första fasen (430 000 m<sup>3</sup>) hade sprängts ut i mars 1986.

Hösten 1986 kommer den 50 m höga betongsilon att byggas i det cylindriska berggrummet. Betongsilon inklusive de inre väggarna kommer att utföras i en del genom användning av sk glidformsteknik. Utrymmet mellan betongsilon och själva berggrunden kommer efteråt att fyllas med bentonit. Silons bottenplatta har lagts på ett lager av bentonit blandad med sand. När silon är fylld med avfall kommer lerbarriären att fullbordas med ett bentonit/sandlager ovanpå.

Hantering av avfallet i ett siloförvar sker fjärrstyrt, se Figur 5-2. Ett elektriskt fordon kommer med en avfallsbehållare och positioneras under en hanteringsmaskin. Denna maskin för behållaren in i en tunnel ovanför avlastningsområdet. Behållarens lock avlägsnas med hjälp av en fjärrmanövrerad kran. Avfallskollina plockas sedan upp av hanteringsmaskinen och transporteras till silon. Efter att ha placerats på plats i ett av schakten i silon kringgjuts avfallskollina med betong.

Samma typ av fjärrmanövrerad hantering kommer att användas i ett av de andra bergrummen. I övriga bergrum kommer konventionella gaffeltruckar att användas för hanteringen av avfall med låg dosrat på ytan. Tillverkningen av hanteringsmaskiner och kranar har påbörjats och leverans till platsen avses ske i början av 1987.

Konstruktionen av hjälpsystemen är klar. Elektrisk utrustning såväl som rörsystem för vatten och avlopp har upphandlats. Ventilationssystemet har också upphandlats och installation härav påbörjades sommaren 1986.

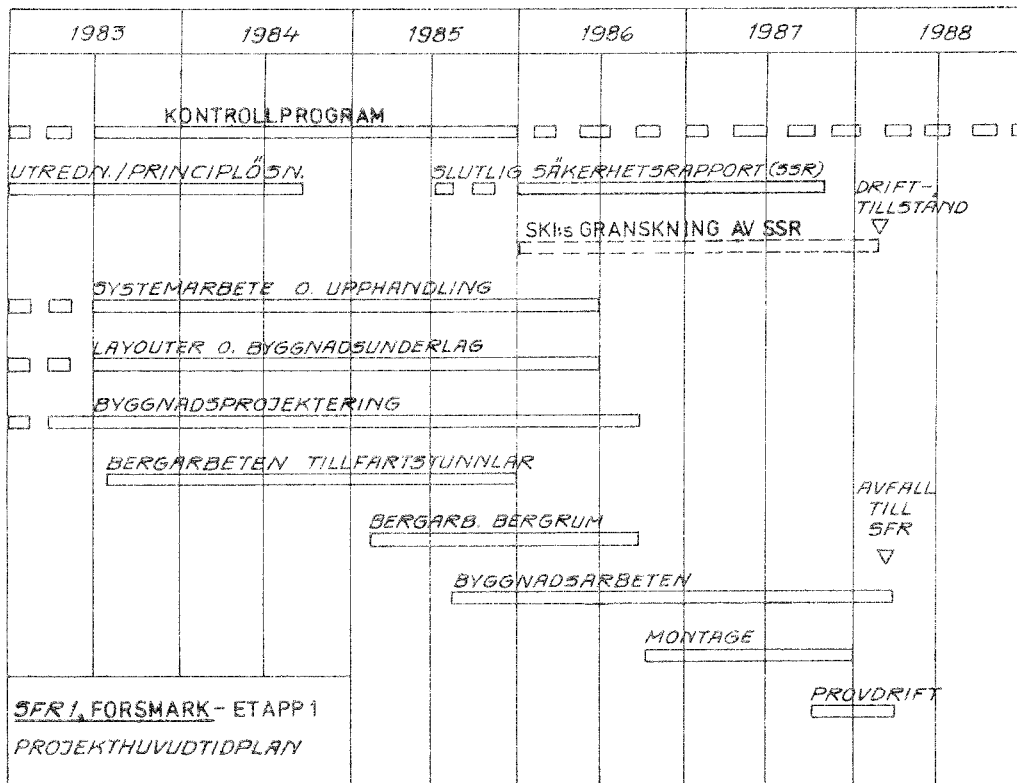


*Figur 5-2. Förvaringssilo med fjärrstyrd hantering av transporthållare.*

## 5.5 TIDPLAN OCH KOSTNADER

SFR avses tas i drift i början av 1988. Arbetet fortskrider i enlighet med denna planering, Figur 5-3.

Den totala kostnaden för den första uppförandefasen beräknades tidigare till 830 miljoner kronor i löpande priser. På grund av något lägre kostnadsutveckling än förutsett väntas slutkostnaden nu bli omkring 790 miljoner kronor.



Figur 5-3. Tidplan för SFR



## 6 UPPARBETNING

Mellan OKG AB och det brittiska företaget British Nuclear Fuel plc (BNFL) finns ett avtal om upparbetning av 140 ton använt bränsle. Det använda bränslet under detta kontrakt har tidigare transporterats till Storbritannien.

Mellan SKB och det franska företaget COGEMA finns avtal om upparbetning av använt bränsle från reaktorerna i Barsebäck, Ringhals och Forsmark. Upparbetningsavtalen med COGEMA är av två slag. Dels finns två mindre avtal - de sk 70-talsavtalen - om sammanlagt 57 ton använt bränsle från Ringhals respektive Barsebäck. Dels finns ett större avtal - det sk 80-talsavtalet - där ett antal kunder från Belgien, Frankrike, Japan, Nederländerna, Schweiz, Sverige och Västtyskland gemensamt finansierar en upparbetningsanläggning - UP3A i La Hague - som ägs och drivs av COGEMA. Proportionell skyldighet att betala kostnader respektive proportionell rättighet till kapacitet föreligger.

För COGEMA-avtalen gäller att avfall som motsvarar det svenska bränslet senare (efter 1990) kan komma att återsändas till Sverige.

Sammanlagt föreligger upparbetningskontrakt för mindre än 10% av den mängd använt kärnbränsle som produceras inom ramen för det svenska programmet.

För huvuddelen mer än 90% avser man att utföra direktdeponering utan upparbetning. Denna once-through-linje har bedömts vara den mest rationella och kostnadsmässigt fördelaktiga lösningen i Sverige under förevarande omständigheter.

För att förenkla hanteringssystemet och för att undvika att behöva bygga separata anläggningar för avfall från upparbetningen avser nu SKB att ej utnyttja upparbetningskontrakten med COGEMA och istället om möjligt överföra detta på andra kunder. Således har under år 1985 178 ton av de 672 som 80-talskontraktet med COGEMA omfattar överförts till ett japanskt kraftföretag.

För samma ändamål har en överenskommelse träffats mellan SKB och fyra västtyska kraftföretag om att utbyta de 57 ton använt kärnbränsle som SKB transporterat till La Hague under de sk 70-talsavtalen mot ca 24 ton använt MOX-bränsle som SKB då skulle ta hand om och mellan- och slutlagra i Sverige. USA gav sitt tillstånd till bytet den 28 maj 1986 och den svenska regeringen den 26 juni 1986.

## 7 FORSKNING OCH UTVECKLING

### 7.1 ALLMÄNT

Forsknings- och utvecklingsarbetet inom SKB påbörjades 1976 - 77 i samband med att den sk villkorlagen tillkom. Denna lag behandlade specifikt deponeringen av högaktivt avfall från kärnkraftstationer. I lagen föreskrevs att ägaren av en reaktor måste kunna visa hur och var högaktivt avfall eller använt kärnbränsle skulle kunna slutligt deponeras på ett helt säkert sätt innan kärnbränslet för första gången fick tillföras reaktorn. Lagen erfordrade sålunda en demonstration av en möjlig metod för säker hantering och slutförvaring men krävde inte någon optimerad lösning. Villkorlagen är sedan den 1 februari 1984 ersatt med lag om kärnteknisk verksamhet, som har likartade bestämmelser.

För att uppfylla villkorlagens krav påbörjade kärnkraftföretagen sent 1976 det sk KBS-projektet. Projektgruppen organiserades senare som en avdelning inom SKB, och utgör nu avdelningen för forskning och utveckling.

Huvuduppgiften inom forsknings- och utvecklingsavdelningen är att planera, initiera och koordinera arbetet samt att sammanställa och dokumentera resultaten. Mer än 200 experter och konsulter vid universitet, industrier och andra organisationer har engagerats i olika aspekter av forsknings- och utvecklingsarbetet. Resultaten publiceras i serien SKB Tekniska Rapporter och i form av artiklar i lämpliga vetenskapliga tidskrifter.

1979 och 1980 erhöll fyra nya reaktorer laddningstillstånd i enlighet med villkorlagen. Dessa tillstånd baserades på en rapport, KBS-1, som beskrev hur och var förglasat, högaktivt avfall från upparbetning skulle kunna slutförvaras samt på upparbetningskontrakt med COGEMA i Frankrike. 1984 erhöll ytterligare två nya reaktorer laddningstillstånd men denna gång i enlighet med lag om kärnteknisk verksamhet. Dessa tillstånd var bl a baserade på en ny rapport, KBS-3, publicerad i maj 1983. Denna rapport beskriver en metod för hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle från lättvattenreaktorer som ej upparbetats. Därutöver förelåg ett program för forskning och utveckling anknutet till den metod som beskrevs i KBS-3 rapporten.

KBS-rapporterna har genomgått en omfattande remissbehandling av granskare såväl inom som utanför Sverige i enlighet med regeringens direktiv. Remissen har gett många värdefulla kommentarer, som har påverkat planeringen och uppläggningsprogrammet.

### 7.2 FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSPROGRAMMETS SYFTE

Huvudsyftet med SKBs forsknings- och utvecklingsprogram är att samla kunskaper och data och att utveckla metoder för en säker och trovärdig slutförvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall till en rimlig kostnad.

Forskningen vid SKB fram till 1984 gällde huvudsakligen att visa möjligheten av att slutförvara i Sverige. Ansträngningarna koncentrerades på en specifik metod för slutlig slutförvaring av icke upparbetat använt kärnbränsle. Detta arbete ledde fram till KBS-3 rapporten som nämnts ovan.

Säkerhetsanalysen i KBS-3 baseras på ett flertal pessimistiska antaganden. Icke tillräckligt kända omständigheter, barriärer eller faktorer beaktas ej i analysen om de skulle leda till ökad säkerhet. Analysmetoder och data har genomgående valts så att de ger en övre gräns för de beräknade konsekvenserna. Den i KBS-3 angivna metoden innehåller därför avsevärda säkerhetsmarginaler som inte har kvantifierats.

Genom välplanerat forsknings- och utvecklingsarbete kan kunskapen inom många betydelsefulla områden för konstruktion av slutförvar och för säkerhetsutvärdering ökas betydligt. De utökade kunskaperna kan användas för

- optimering av förvarsutformning och anpassning till specifika platsförhållanden
- större flexibilitet i val av geologiska förutsättningar
- ökad kunskap om verkliga säkerhetsmarginaler vilket bidrar till ökad trovärdighet.

En optimering av det förvaringssystem som slutligen skall förverkligas måste ta hänsyn till säkerhet, genomförbarhet och ekonomi. Systemet måste vara acceptabelt för samhället.

Forskningsprogrammet syftar till att etablera en bas för en lokaliseringsansökan för en specifik plats omkring år 2000. Vid denna tidpunkt är också en systemoptimering klar och ett system anpassat till den då föreslagna platsen kan anges. Den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet som avses bedrivs beskrivs närmare i det program som enligt lagen om kärnteknisk verksamhet för första gången skall inges till regeringen 1986 (sept).

Den framtida utvärderingen med hänsyn till säkerhet och trovärdighet erfordrar en platsspecifik säkerhetsanalys.

Följande ämnesområden är av stor betydelse för ett förvar i svensk berggrund och är inkluderade i SKBs försöksprogram:

- Berggrundens stabilitet.
- Grundvattenkemin och grundvattnets reaktioner med deponerat radioaktivt avfall.
- Metoder att isolera avfallet eller att minska utbytet mellan grundvattnet och avfallet.
- Val av plats med hänsyn till grundvattenflöde och nuklidtransport i berggrunden.
- Metoder att deponera, fylla igen och försegla ett förvar på ett sådant sätt att använda metoder eller material ej försämrar systemets isolerande egenskaper.
- Nuklidspridning i biosfären för uppskattning av de radiologiska konsekvenserna.

Arbete inom ovanstående områden erfordras för förståelsen av aktuella processer, för utveckling av modeller som beskriver dessa processer och för upprättande av databaser med tillräcklig kvalitet.

Forskning erfordras också för att utveckla t ex

- Metoder och modeller för systematisk analys av barriärfunktionen.
- Instrument för geofysiska och geokemiska mätningar.
- Metoder för tillverkning eller applicering av konstgjorda barriärer och för kvalitetskontroll.

### 7.3 INTERNATIONELLT SAMARBETE

Samarbete och utbyte av information på internationell eller bilateral bas utgör en väsentlig del av SKBs forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Den internationella utvecklingen inom området har följts genom deltagande i ett antal konferenser, varvid också representanter för SKB eller dess konsulter, har hållit föredrag och presenterat rapporter. Representanter för SKB och experter anlitade av SKB har också deltagit i verksamhet inom IAEA och OECD/NEA.

SKB har bilaterala överenskommelser om informationsutbyte med USDOE, AECL-Canada, NAGRA-Switzerland och CEA-France. En liknande överenskommelse har också nyligen slutits med Euratom. Ett informellt informationsutbyte sker också mellan SKB och forskningsorganisationer i Belgien, Finland, Japan, Storbritannien och Västtyskland.

Under år 1985 har svenska specialister och konsulter för SKB arbetat i längre eller kortare perioder vid laboratorier i Frankrike (CEA, Fontenay aux Roses) och i USA (Lawrence Livermore Laboratories, Colorado School of Mines). På samma sätt har utländska experter arbetat vid svenska forskningsinstitutioner inom ramen för SKBs forskningsprogram.

Arbetet i Stripa som har formen av ett multinationellt OECD/NEAprojekt som leds av SKB har fortgått i enlighet med gällande planering och ett förslag för ytterligare en fas 3 av detta projekt har nu färdigställts. Följande länder deltar i Stripaprojektet: Finland, Frankrike, Förenta Staterna, Japan, Kanada, Schweiz, Spanien, Storbritannien och Sverige.

Fas 4 av det sk JSS-projektet i vilket CRIEPI, Japan, NAGRA, Schweiz och SKB, Sverige deltar har också gått planenligt och det experimentella arbetet har slutförts. En slutlig fas 5 för detta projekt har inletts.

SKB deltar i det internationella HYDROCOIN-projektet. Detta samordnas av ett sekretariat som satts upp av Statens Kärnkraftsinspektion tillsammans med OECD/NEA.

9-11 september 1985 hölls i Stockholm Materials Research Society's Nionde Internationella Symposium rörande Scientific Basis for Nuclear Waste Management. Detta symposium organiserades av SKB och var det andra i denna serie som hölls i Europa. Det ersatte det årliga symposium som sedan 1978 ingår i Material Research Society's höstmöte i Boston. Denna serie av symposia erkänns allmänt ge unika tillfällen till en internationell samling av vetenskapsmän från olika discipliner för diskussion av den vetenskapliga basen för hantering av nukleärt avfall. Vid symposiet i Stockholm presenterades 93 rapporter för 275 deltagare från mer än 10 länder. Härigenom täcktes praktiskt taget alla materialaspekter på forskning rörande hantering av nukleärt avfall.

Sponsorer för symposiet var förutom Materials Research Society och SKB följande organisationer:

U.S. Department of Energy  
U.S. Nuclear Regulatory Commission  
Statens Kärnbränslenämnd  
Statens Kärnkraftinspektion  
Statens Strålskyddsinstitut.

## **7.4 SAMMANFATTNING AV FORSKNINGSVERKSAMHETEN 1985**

Den huvudsakliga forskningsverksamheten under 1985 har som för föregående år varit del av ett program som baserats på erfarenheterna från KBS-3 och de kommentarer som erhållits vid remissbehandlingen av denna rapport. Härtill kommer att vissa studier avseende alternativa koncept har initierats.

Forsknings- och utvecklingsarbetet beskrivs i detalj i SKBs Annual Report på engelska. Här följer endast en kort sammanfattning.

### **7.4.1 Material**

Experimentella studier av lakning av använt kärnbränsle utgör en betydande del av programmet. Experimenten utförs huvudsakligen i Studsvik, där bl a ett svepelektronmikroskop för undersökning av det använda kärnbränslet har installerats. SKB fortsätter också att organisera årliga sk work-shops beträffande använt kärnbränsle, varvid specialister från de länder där aktivt arbete på detta område bedrivs deltar.

Experimenten har indikerat att lösligheten styr utlakningen av uran. Fortsatta studier beträffande betydelsen av begränsningen i lösligheten av använt kärnbränsle vid lakning har påbörjats under såväl oxiderande som reducerande förhållanden.

Studier av avfallsglas fortsätts inom ramen för JSS-projektet. Det inkluderar såväl experimentella som teoretiska studier av lakning av avfallsglas under villkor gällande i ett förvar.

Studier beträffande möjliga kapslingsmaterial har i SKB-programmet koncentrerats på koppar. Under 1985 har utförts ytterligare studier av Het Isostatisk Pressning (HIP). Härvid har modellering av HIP-processen studerats. Likaså har metallografiska studier av kopparmaterial framtaget med hjälp av HIP-processen utförts.

### **7.4.2 Tekniska barriärer, konstruktion och teknologi**

Specifika studier rörande förvarskonstruktion har ej utförts. En översikt av alternativa koncept för slutlig deponering har utförts av SKB under 1985 som en förberedelse för det nya forsknings- och utvecklingsprogrammet som också skall täcka alternativ till KBS-3metoden.

Det sk "Buffer Mass Test" i Stripa slutfördes 1985. Experimentet har visat, att bentonitleran efter att ha mättats med vatten och svällt, fyller alla håligheter. På så sätt har tidigare erhållna laboratedata kunnat verifieras.

Sättningen av en behållare i ett deponeringshål som fyllts med smektit-lera har studerats teoretiskt och experimentellt. Teori och experimentella resultat har visat sig överensstämma väl. Man kan förutse en sättning på mindre än 1 cm på en miljon år. Ytterligare prov under en längre tidsperiod vid 70°C planeras.

Förberedelser har gjorts för experiment rörande skjuvning av en behållare i ett deponeringshål.

Lovande pilotförsök har också utförts beträffande tätning av vattenförande sprickor genom injicering av lera och cement.

#### 7.4.3 Kemi

Forskningen på detta område spänner över ett stort antal kemirelaterade delområden som grundvattenkemi, radionuklidkemi, modeller för nuklidtransport och validering av modeller med hjälp av naturliga analogistudier.

Kvaliteten vad gäller provtagning och analys av grundvatten har förbättrats avsevärt efter tillkomsten av ett rörligt fältlaboratorium för provtagning och mätningar i borrhål.

Ytterligare arbeten har utförts beträffande hydrokemiska undersökningar i kristallin berggrund med hänsyn till hydrauliska förhållanden på försöksplatsen. Hydrogeologiska förhållanden har ett starkt inflytande på provkvaliteten. Resultaten av dessa arbeten kommer att användas för ytterligare förbättring av provtagningsutrustning och datautvärdering.

Geokemiska beräkningar över inverkan av värme på mineralerna i närzonen har utförts. Särskilt kan noteras att man ej funnit någonting som tyder på att bentonit skulle kunna utvecklas till en lera av illit-typ i temperaturområdet 25-100°C.

Löslighet och speciering för aktinider som neptunium och plutonium har studerats i samarbete med CEA, Frankrike.

Betydelsen av kolloider, organiska komplex och mikrober för migrationen av radionuklider undersöks. Studier av sorptions- och diffusionsfenomen i migrationsprocessen har fortsatt. Ett avsevärt experimentellt underlag föreligger nu beträffande diffusionsegenskaperna i mikroporsystemet i kristallin berggrund.

Den teoretiska modellen för radiolyseffekter har utvärderats mot experiment.

Radionuklidkemi i betong har tilldragit sig ökat intresse med hänsyn till att betong kan användas som ett alternativt fyllnadsmaterial.

Nuklidtransportmodeller utvecklas vidare. Kanaleffekter och deras betydelse för dispersion av radionuklider har studerats. Kopplingen mellan geokemiska och hydrologiska modeller har också studerats.

Validering av transportmodeller och de fenomen som ligger bakom utgör ett betydande forskningsområde. Man utnyttjar laboratorieexperiment, in-situ-prov och studier av naturliga analogier för att undersöka betydelsefulla fenomen och för att jämföra med modellberäkningar. Mycket av detta arbete planeras och utförs i internationellt samarbete och man kan anta, att insatserna på detta område kommer att fortsätta att öka. Valideringarna kommer att utöka förtroendet för modellberäkningarnas relevans och därmed också för den långsiktiga säkerheten för ett förvar.

#### 7.4.4 Geovetenskap

Studier av berggrundens egenskaper på olika platser har fortsatt. Undersökningarna i Klipperås, en ny plats, har i huvudsak genomförts under 1985. Vissa undersökningar relaterade till gabbro har också gjorts. Borrningar vid Kolsjön (gabbro) har ej kunnat påbörjas pga protester.

Ett fyraårigt program för studier av sprickzoner har initierats. Slutmålet är att erhålla en förbättrad förståelse av betydelsen av sprickzoner för nuklidtransport från ett djupförvar till omgivningen. Fältstudier har påbörjats vid Finnsjön och vid Ävrö i närheten av Simpevarp.

Tillämpning av radarteknik för undersökningar i berg har vidare utvecklats och förbättrats. Räckvidder upp till 160 m har uppnåtts under gynnsamma omständigheter.

En utspädningssond för mätning av grundvattenflödet på stora djup i borrhål har utvecklats.

Särskild uppmärksamhet har ägnats frågan beträffande modeller för grundvattenflöde. Existerande modeller används i jämförande och validerande projekt som vid Underground Research Laboratory i Kanada, och i det internationella HYDROCOIN-projektet. Studier av statistiska metoder för hydromodeller och utvärdering av data pågår.

#### **7.4.5 Biosfären**

Undersökning av biosfären och mätning av den naturliga radioaktiviteten har utförts på två platser, Bjulebo och Klipperås.

Under 1985 har också studier av det naturliga åldrandet av grundvattenrecipienter fortsatt bl a med undersökningar av förändringar i fysikaliska och kemiska förhållanden i insjöar och Östersjövikar.

#### **7.4.6 Säkerhetsanalys**

Under 1985 har arbetet inom säkerhetsanalysområdet fortsatt enligt de riktlinjer som fastlagts efter det att KBS-3-studien presenterades. Detta innebär i första hand att en utveckling av funktionsanalysmodeller görs. Dessa skall senare ge underlag för prioritering av forsknings- och utvecklingsarbete, optimering av konstruktion, jämförelser mellan och rangordning av platser och i sista hand för den säkerhetsanalys som skall utgöra grunden för tillståndsgivningen.

Ett probabilistiskt analysystem (PROPER) är under utveckling inom SKB. Under 1985 har arbetet på PROPER koncentrerats på utveckling av ett effektivt styrprogram och förenklade delmodeller för när- och fjärrområde.

Samtidigt pågår utveckling av de mer omfattande analysmodellerna som användes inom KBS-3. Kvalitet och dokumentation utgör också viktiga delar av programmet.

#### **7.4.7 Stripa-projektet**

Fas 2 av det internationella Stripa-projektet som pågått sedan 1983 planeras vara avslutad under senare delen av 1986. Under 1985 har forskningsverksamheten vid Stripa koncentrerats till följande områden:

- identifiering och karakterisering av sprickzoner
- radionuklidmigration och karakterisering av grundvatten
- bentonitlerans funktion som återfyllnings- och förseglingsmaterial.

Under 1986 påbörjas fas 3 av projektet, som planeras pågå till 1991. Den fortsatta forskningen, som i 1986 års penningvärde beräknas kosta ca 112 MSEK, koncentreras till följande områden

- fortsatt utveckling av instrument och metoder för bestämning av bergmassans egenskaper
- beräkning och validering av grundvattenrörelser och nuklidmigration i bergmassan
- injektering av den spruckna bergmassan med långtidsstabila tätningmaterial.

Möjligheterna att genomföra storskaliga experiment under realistiska förhållanden vid Stripa och utvecklingen av instrument och metoder inom Stripa-projektet fortsätter att vara av stor betydelse för SKBs program inom det radioaktiva avfallsområdet.

#### **7.4.8 Dokumentation**

En databas är under utveckling vid SKB. Den kommer att innehålla geodata från de geologiska platsundersökningarna och andra geoanknutna projekt inom forskningsprogrammet. Ett av syftena härmed är att systematiskt insamla och lagra data i en gemensam databas, som är lättillgänglig för den vidare forskningen inom området.

## 8 SYSTEMPLANERING OCH KOSTNADSBERÄKNINGAR

### 8.1 SYSTEMPLANERING

Det system för hantering av det radioaktiva avfallet i Sverige som beskrivits i kapitel 1 utgör basen för planering av det arbete som behöver utföras inom SKB. Vissa av de ingående åtgärderna kommer ej att behöva utföras förrän efter 30 år. Härav följer att det sannolikt blir förändringar i systemet.

Studier av möjliga förändringar i systemet görs huvudsakligen med avseende på deras betydelse för de tekniska lösningarna och på kostnaderna. Säkerhetsaspekterna täcks inom ramen för forsknings- och utvecklingsarbetet. Ändamålet med arbetet är att komma fram till ett system som samtidigt som det uppfyller säkerhetskraven också gör detta till en rimlig total kostnad.

### 8.2 KOSTNADSBERÄKNINGAR

#### 8.2.1 PLAN-86

I enlighet med svensk lag skall alla kostnader för hanteringen och slutförvaret av radioaktivt avfall inkluderande kostnaderna för rivningen av kärnkraftstationerna bäras av ägarna till dessa stationer. För att säkerställa att tillräckliga medel skall finnas tillgängliga i framtiden skall ägarna betala en särskild avgift till Statens Kärnbränslenämnd. Avgiftens storlek uttryckt i öre per kilowattimme fastställs årligen av regeringen.

Basen för avgiften utgörs av en kostnadsberäkning som SKB utför och varje år per den 1 juli inlämnar till Statens Kärnbränslenämnd. Kärnbränslenämnden granskar sedan beräkningarna och ger ett förslag till avgift till regeringen som sedan senast i december fastställer avgiften för kommande år.

Kostnadsberäkningarna baseras på det hanteringssystem och det scenario som beskrivits i kapitel 1. Kostnadsberäkningarna inkluderar kostnaderna för byggande, drift och rivning av alla nödvändiga anläggningar och tillhörande utrustning. Dessa är:

- Transportsystem
- Mellanlager för använt kärnbränsle, CLAB
- Inkapslingsstation för använt kärnbränsle
- Anläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle och annat långlivat avfall
- Anläggning för slutförvaring av reaktoravfall och rivningsavfall, SFR.

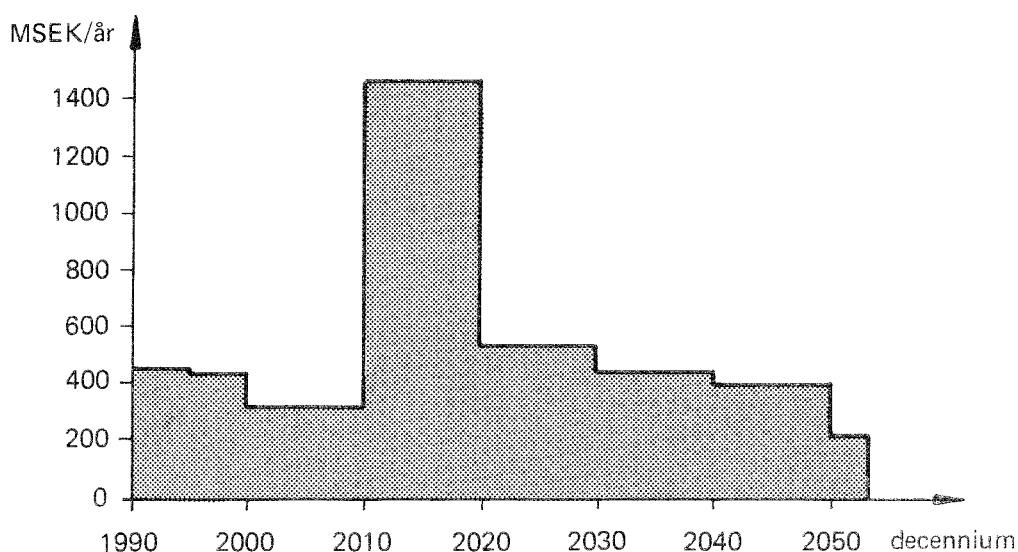


Fig. 8-1. Framtida kostnader för hanteringen av det radioaktiva avfallet.

Vidare inkluderas kostnader för forskning och utveckling, för kvarvarande upparbetskontrakt, och för rivning av kärnkraftstationerna.

Enligt den senaste - 1 juli 1986 - till Kärnbränslenämnden inlämnade kostnadsbeskrivningen - Plan 86 - utgör de uppskattade framtida kostnaderna från och med 1987 i prisnivå januari 1986 approximativt 39 miljarder kronor. Till och med år 1986 beräknas ca 5 miljarder kronor ha disponerats. Den totala kostnaden för slutdelen av kärnbränslecykeln i Sverige är sålunda ca 45 miljarder kronor. Värdet av den nukleärt producerade elektriciteten är approximativt 500 miljarder kronor.

De totala utgifterna kommer att bli utspridda över en period av mer än 70 år. Figur 8-1 visar en grov bild av kostnadsfördelningen i framtiden.

Med utslutande av upparbetskostnaderna fördelar sig kostnaderna grovt enligt följande

Transporter	8%
Mellanlagring av använt kärnbränsle	21%
Inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle och långlivat avfall	39%
Slutförvaring av reaktoravfall och avfall från rivning av kärnkraftstationer	4%
Rivning av kärnkraftstationer	19%
Diverse inkluderande forskning och utveckling samt allmän försöksverksamhet	9%

Kostnadsberäkningarna har baserats på en preliminär utformning av de olika anläggningarna. För detta arbete är också erfarenheterna från byggandet av CLAB och SFR av stor betydelse.

#### 8.2.2 Avgift

Avgiften för år 1986 är 1,9 öre per kilowattimme. Detta motsvarar en total kostnad för de svenska kärnkraftföretagen av approximativt 1,2 miljarder kronor per år. Avgiften inbetalas till Statens Kärnbränslenämnd och sätts in på konto i Riksbanken, ett för varje kraftföretag. De inbetalade avgifterna administreras av nämnden, som också utbetalar medel till SKB för användning inom området.

#### 8.2.3 Variationsanalys

Kostnadsberäkningarna görs vanligen med försiktiga antaganden beträffande hanteringsystemet. Man gör t ex ej någon kostnadsreduktion för möjliga framtida vetenskapliga och teknologiska förbättringar. Härigenom existerar en potential för verkliga kostnadsreduktioner när de olika delarna av systemet kommer att realiseras. För att undersöka denna potential görs också kostnadsberäkningar med ändringar i förutsättningarna, t ex

- förlägningsplats för inkapslingsanläggningen resp slutförvaret
- lay-outen för slutförvaret
- inkapslingsmetod och kapselmateriäl
- värmeavgivningen och dess fördelning i förvaret
- tidsschemat

Dylika studier påverkar också upplägningen av forsknings- och utvecklingsprogrammet.

### 8.3 AVSTÄLLNING OCH RIVNING

Kostnaderna för avställning och rivning av kärnkraftstationerna utgör ca 1/5-del av de totala kostnaderna för slutdelen av kärnbränslecykeln. Denna siffra baserar sig på en ny studie av kostnaderna för avställning och rivning. Studien har genomförts av en arbetsgrupp från SKB och kärnkraftsföretagen och avser de svenska reaktorerna.



SKB driver för närvarande ej något eget forsknings- och utvecklingsarbete rörande rivning av kärnkraftstationer. Man avser ej påbörja utveckling av speciella metoder och utrustning för rivning av kärnkraftstationer förrän omkring sekelskiftet. För att närmare följa utvecklingen i andra länder deltar emellertid SKB med programsekretariat i ett internationellt samarbetsprogram under ledning av OECD/NEA.

#### **8.4 TIDSPLANERING**

Den nuvarande tidsplaneringen för hanteringen av det radioaktiva avfallet i Sverige är baserat på den förutsättningen att man först mellanlagrar det använda kärnbränslet i 40 år i CLAB före den slutliga deponeringen. Med denna planering påbörjas inkapsling och slutlig deponering omkring år 2020. En sådan tidsplanering kan givetvis ändras och betydelsen av vissa möjliga förändringar har undersökts med hänsyn till verkan på planering, säkerhet och kostnader.

Studien visade att det skulle vara möjligt att påbörja slutförvaringen redan omkring år 2005, dvs 15 år tidigare, enbart med hänsyn till tidsåtgången för platsundersökningar, optimering av konstruktion och erhållande av tillstånd. Ett dylikt tidigareläggande skulle inte påverka säkerheten.

Studien visade också, att mellanlagringsperioden för det använda kärnbränslet troligen skulle kunna förlängas till minst 100 år utan att säkerheten skulle påverkas.

De totala kostnaderna för hanteringen av det radioaktiva avfallet visade sig ej vara särskilt känsliga för förändringar i tidsplaneringen, ökade lagringskostnader motsvaras av minskade kostnader för den slutliga deponeringen.

Slutsatsen blir att den nuvarande tidsplaneringen ger en rimlig utgångspunkt för de åtgärder som behövs innan den slutliga deponeringen påbörjas.

## 9 KÄRNBRÄNSLECYKELNS OCH SLUT- STEGENS KOSTNADER

Kostnaderna för försörjningen med kärnbränsle inträffar tidsmässigt i anslutning till motsvarande elproduktion. Tidsskillnaden mellan köp och betalning av naturligt uran och dess användning i kraftverket rör sig om ca 2 år. Kostnader för försörjningen med råvaror och tjänster för kärnbränslet kan därmed relateras till motsvarande produktion av elektricitet.

Kostnaden för kärnbränsle varierar givetvis med kommersiella villkor i olika kontrakt och därmed också för olika kraftföretag. Under 1985 har kostnaden för färdigt kärnbränsle i Sverige i medeltal uppgått till ca 3,5 öre per kilowattimme - vilket är 0,2 öre lägre än 1984.

Tabell 9-1 visar en uppdelning av kostnaderna per kilowattimme samt den totala kostnaden för 1985 års elproduktion med kärnkraft ca 56 TWh.

**Tabell 9-1. Kostnader för försörjning med kärnbränsle 1985.**

	Öre per kilowattimme	Millioner kronor totalt
Natururan	1,1	620
Konvertering	0,1	60
Isotopanrikning	1,6	900
Bränsletillverkning	0,6	340
Beredskapslager	0,1	60
Total bränsleförsörjning	3,5	1 980

För slutstegen ter sig kostnadssituationen något annorlunda. Flera av de nödvändiga åtgärderna pågår visserligen, andra är i ett inledande skede, men slutförvaringen av högaktiva och långlivade avfall kommer ej att ske förrän långt (ca 40 år) efter det att motsvarande elproduktion förevarit.

Enligt den sk finansieringslagen skall, för att säkerställa att medel i framtiden kommer att finnas tillgängliga, kärnkraftproducenterna inbetala en avgift till den ansvariga myndigheten, Statens Kärnbränslenämnd. Denna avgift avser kostnaderna för slutdelen av kärnbränslecykeln inklusive rivningskostnader för avställda anläggningar och fastställs årligen av regeringen. Basen härför utgörs av de årliga kostnadsberäkningar som utförs av SKB och inges till Kärnbränslenämnden. Se närmare avsnitt 8.2. Avgiften har för år 1986 oförändrat satts till 1,9 öre per kärnkraftgenererad kWh.

Kostnaderna för låg- och medelaktivt sk reaktoravfall som väsentligen uppstår under produktionsperioden för motsvarande kärnkraft faller utanför finansieringslagen och täcks genom interna avsättningar av kärnkraftproducenterna. För närvarande avsätts 0,1 öre per kärnkraftgenererad kWh.

Den totala kostnadsbilden för kärnbränslet inklusive rivning blir då för år 1985

- Försörjning inklusive beredskapslager	3,5 öre/kWh
- Slutsteg inklusive rivning 1,9 + 0,1	2,0 öre/kWh
Summa	5,5 öre/kWh

Sammanlagt har Kärnbränslenämnden till och med 1985 tillförts 6 169 miljoner kronor. Under samma tid har till ersättningar m m åtgått 3 843 miljoner kronor, varför behållningen vid årsskiftet 1985-86 utgjorde 2 326 miljoner kronor.

## 10 UPPDRAGSVERKSAMHET

De uppnådda resultaten i det svenska programmet för hantering av kärnavfall har väckt internationell uppmärksamhet. Det internationella intresset har främst gällt de resultat som rapporterats i KBS-rapporterna och genomförandet av CLAB, SFR och transportsystemet, som delar av ett totalsystem. Det har därför bedömts motiverat att marknadsföra svensk know-how och erfarenhet inom avfallsområdet och 1984 organiserades en liten grupp inom SKB för att samordna internationell uppdragsverksamhet från SKB och samarbetande specialister.

Genom samordnade insatser från olika specialiserade organisationer och individer som medverkat i det svenska arbetet under åtskilliga år, blir det möjligt att erbjuda tjänster inom nästan alla berörda delområden. Tjänsterna kan innefatta teoretiska studier och laboratoriearbeten såväl som fältundersökningar inkluderande tillhandahållande av avancerad instrumentering och utvärdering av resultat. Tjänster avseende tillståndsgivning, konstruktion, byggande, idrifttagning och drift av avfallsanläggningar, kan också erbjudas.

Ett viktigt skäl förutom det rent kommersiella för att bedriva uppdragsverksamhet inom SKB har varit den möjlighet som härmed erbjuds att vidga och fördjupa kompetensen och erfarenheterna inom berörda organisationer.

SKB har ett omfattande och öppet internationellt utbyte av informationer, delvis grundat på bilaterala överenskommelser med motsvarande organisationer i andra länder (se avsnitt 7.3). För SKB är detta informationsutbyte av stor betydelse och det är viktigt att detta allmänna informationsutbyte klart särskiljs från uppdragsverksamheten.

Från 1986 samordnas SKBs uppdragsverksamhet med uppdragsverksamheten hos SwedPower. SwedPower har samma huvudägare som SKB och marknadsför know-how och erfarenheter inom hela energiområdet. Denna samordning betyder stärkt och bredad kompetens och ökad marknadsföringskapacitet.

Organisationsprinciperna för uppdragsverksamheten visas i Figur 10-1.

Hittills har följande viktigare uppdrag erhållits.

- Rådgivning och mätningssuppdrag för TVO i Finland.
- Rådgivning och borrhålmätningar (radar) för NAGRA i Schweiz.
- Utredningsuppdrag för Battelle, Columbus i USA (som huvudkonsult för DOE rörande USAs sk kristallina program).
- En förstudie avseende en mellanlagringsanläggning av typ CLAB i Syd-Korea (tillsammans med ASEA-ATOM).
- Medverkan i uppbyggnaden av ett totalt program för omhändertagande av radioaktivt avfall i Taiwan.

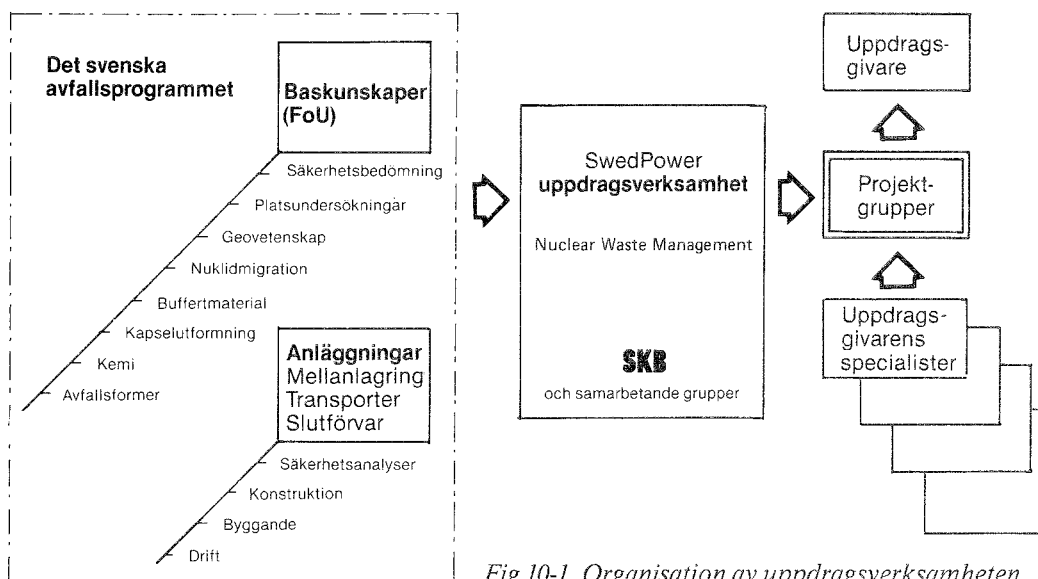


Fig 10-1. Organisation av uppdragsverksamheten.

# 11 INFORMATION

## 11.1 ALLMÄNT

Det svenska systemet för hantering och deponering av kärnkraftavfall har planerats och konstruerats för att tillgodose höga krav med hänsyn till säkerhet och påverkan på omgivningarna. Det lägger ej heller någon orimlig börda på kommande generationer och tillämpar dessutom endast väl känd teknik.

Kärnkraftdebatten i Sverige och de riksdagsbeslut som tagits har bidragit till att Sverige idag har utvecklat ett komplett system för slutdelen av kärnbränslecykeln. Detta gäller ej endast den tekniska sidan utan även den legala, administrativa och finansiella.

Information till allmänheten om verksamheten och inte minst anläggnings- och systemsäkerhet är en utomordentligt viktig del av hanteringsprogrammet. SKB strävar efter att öppet redovisa och ge information om sin verksamhet. För närvarande är de pågående platsundersökningarna mest aktuella. Utförlig information före varje undersökning ges lokalt (landshövding, kommun, lokaltidningar och närliggande hushåll). På en rikstäckande bas kommer information att ges med syftet att kunna välja plats för den slutliga deponeringen vid slutet av 1990-talet.

Före Tjernobyl-olyckan kunde man konstatera ett långsamt ökande förtroende hos allmänheten för kärnkraften och för SKBs verksamhet. Det rådde ungefärlig jämvikt mellan dem som trodde att det radioaktiva avfallet kunde hanteras och deponeras säkert och dem som icke trodde så. Efter Tjernobyl har förtroendet för kärnkraften i allmänhet fallit.

## 11.2 SKBs INFORMATIONSVERKSAMHET

Ända sedan 1977 då forsknings- och utvecklingsverksamheten påbörjades inom SKB har allmänheten informerats om verksamheten.

Under 1985 har en särskild informationsavdelning bildats inom SKB för att bredda den allmänna informationen om SKBs verksamhet och dess plats i relation till det svenska kärnkraftsprogrammet.

Massmedia har visat stort intresse för SKBs verksamhet. Presskonferenser har hållits vid tillfällena som påbörjandet av driften vid CLAB-anläggningen 11 juli 1985 och vid invigningen av samma anläggning, den 29 april 1986.

Ett antal intervjuer och program på radio och television i Sverige och utlandet har också ägt rum med deltagande från SKB.

Ett stort antal besökare därav många från utlandet, har mottagits vid SKBs anläggningar (CLAB, Sigyn, Stripa och SFR).

Informationsmaterial, broschyrer, videofilmer etc. produceras kontinuerligt. Tillgängliga broschyrer, filmer och videofilmer förtecknas nedan.

### *Broschyrer*

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1. SKB Verksamheten                                   | svensk och engelsk version |
| 2. CLAB (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) | svensk och engelsk version |
| 3. M/S Sigyn  | svensk och engelsk version |
| 4. SFR (Slutförvar för reaktoravfall)                 | svensk och engelsk version |
| 5. Stripa   | svensk och engelsk version |
| 6. Kärnkraft och Avfall - en faktaredovisning         | svensk version             |
| 7. Data om Kärnkraft och Avfall (minibroschyr)        | svensk och engelsk version |
| 8. Nuclear Waste Management                           | engelsk version            |

### **Filmer**

1. "Stripa-projektet går vidare" svensk version
2. "Slutförvar i Forsmark" svensk version
3. "Kärnkraft pionjären"  
en dokumentärfilm om OKG, OI, OII,  
OIII och CLAB svensk version
4. "CLAB in Action" engelsk version

### **Videokassetter**

1. "Stripa-projektet går vidare" svensk och engelsk version
2. "Slutförvar i Forsmark" svensk, engelsk och tysk version
3. "Barsebäcksverket" svensk version
4. "CLAB in Action" engelsk version
5. "Har dom verkligen löst avfallsfrågan?" svensk version
6. "Det använda kärnbränslets väg" svensk och engelsk version
7. "Kärnkraft pionjären ..." svensk version