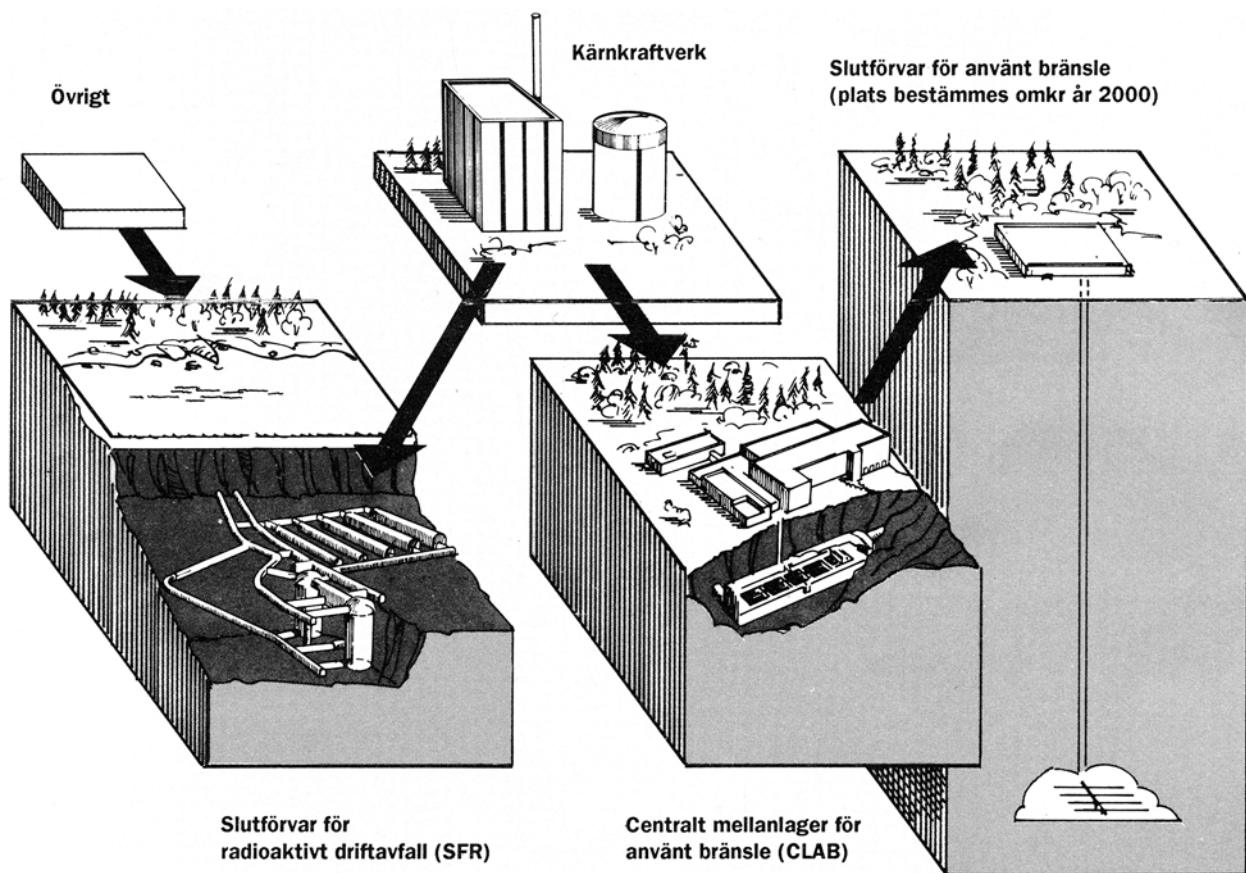


# Kärnbränsle – hantering och försörjning i Sverige

Juli 1987 – Juni 1988



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

**Redogörelse över det aktuella läget beträffande kärnbränsle samt verksamheten inom Svensk Kärnbränslehantering AB under tiden juli 1987 – juni 1988.**

Rapport till miljö- och energidepartementet juli 1988

# FÖRORD

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB – SKB – skall årligen avge en rapport över verksamheten till miljö- och energidepartementet.

Föreliggande rapport an knyter till de tidigare rapporter som SKB inlämnat. Rapporten redogör huvudsakligen för utveckling och verksamhet under perioden juli 1987 – juni 1988.

SKBs verksamhet domineras av insatser för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter i enlighet med de av kärnkraftföretagen och av stat och myndigheter fastställda riktlinjerna. Dessutom medverkar företaget i försörjningen av det svenska kärnkraftsprogrammet med kärnbränsle och tjänster i ankn ytning härtill samt uppdragsverksamhet inom kärnavfallsområdet.

SKB svarar för och har i stora delar förverkligat ett system för hantering av allt radioaktivt avfall från de 12 svenska reaktorerna. Sålunda är ett transport- och lagringssystem i drift innefattande bl a ett transportfartyg M/S Sigyn och en central mellanlagringsanläggning (CLAB) för använt bränsle vid Oskarshamn. En anläggning för slutförvaring av låg- och medelaktivt reaktoravfall, SFR, i Forsmark har färdigställts och driften påbörjats i april 1988.

Det i sept. 1986 enligt lagen om kärnteknisk verksamhet till statens kärnbränslenämnd ingivna första allsidiga programmet för forskning, utveckling och övriga åtgärder har godkänts av regeringen efter en omfattande remissbehandling.

En mer detaljerad redogörelse för bl a forsknings- och utvecklingsverksamheten under år 1987 ges i SKB Annual Report 1987 (på engelska), SKB Technical Report 87-33.

Stockholm juli 1988

**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 utvecklingsarbete	
<b>2 FÖRSÖRJNING MED KÄRNBRÄNSLE</b>	<b>13</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>19</b>
3.1 Allmänt	
3.2 Drift	
<b>4 TRANSPORTSYSTEM</b>	<b>22</b>
4.1 Allmänt	
4.2 Drifterfarenheter	
<b>5 SLUTFÖRVAR – SFR</b>	<b>24</b>
5.1 Allmänt	
5.2 Driftavfall	
5.3 Säkerhet	
5.4 Konstruktion och uppförande	
5.5 Tidplan och kostnader	
<b>6 UPPARBETNING</b>	<b>29</b>
<b>7 FORSKNING OCH UTVECKLING</b>	<b>30</b>
7.1 Allmänt	
7.2 Remissutlåtanden över FoU-program 86	
7.3 Forskningsverksamheten	
7.3.1 Tekniska barriärer, konstruktion och teknologi	
7.3.2 Geovetenskap	
7.3.3 Biosfären	
7.3.4 Kemi	
7.3.5 Säkerhetsanalys	
7.4 Internationellt samarbete	

		Sida
<b>8</b>	<b>KOSTNADSBERÄKNINGAR</b>	<b>36</b>
8.1	Plan-88	
8.2	Avgift	
<b>9</b>	<b>KÄRNBRÄNSLECYKELNS OCH SLUTSTEGENS KOSTNADER</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>UPPDRAGSVERKSAMHET</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>INFORMATION</b>	<b>41</b>
11.1	Allmänt	
11.2	Informationsverksamhet	

# 1 ALLMÄN BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING

## 1.1 DET SVENSKA KÄRNKRAFTPROGRAMMET

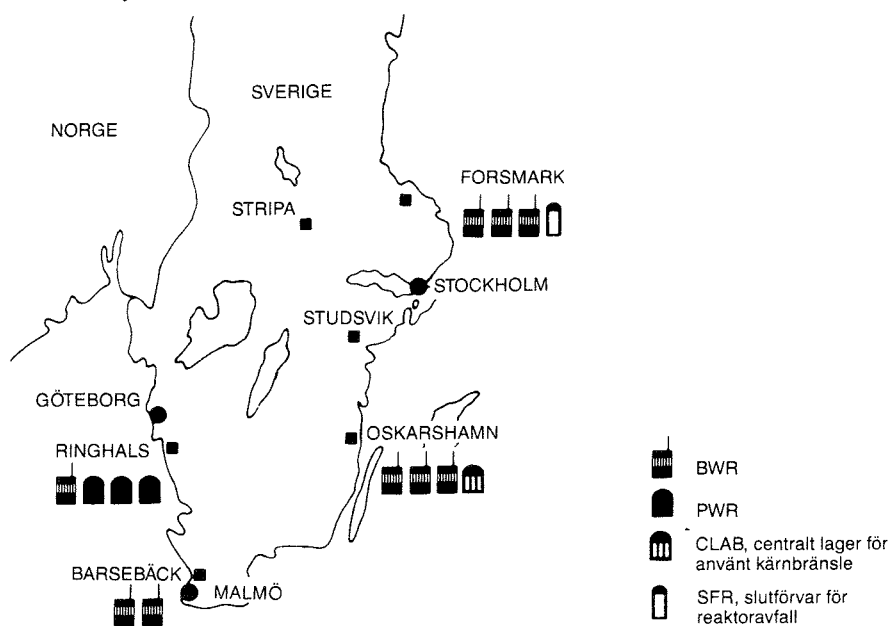
Det svenska kärnkraftsprogrammet omfattar 12 reaktorer vid 4 kärnkraftstationer och med en sammanlagd effekt av 9 650 MW el. Forsmark 3 och Oskarshamn 3, som är de sista två reaktorerna i programmet, nådde full effekt och togs i kommersiell drift år 1985. Huvuddata för de 12 enheterna visas i Figur 1-1. 1987 svarade kärnkraften för ca 45% av den samlade svenska elproduktionen.

### Reaktorer i Sverige

Reaktor	Typ	Effekt MW <sub>e</sub>	I drift år	Energi tillgänglighet 1987 %
Oskarshamn 1	BWR*	440	1972	89
Oskarshamn 2	BWR	600	1974	88
Oskarshamn 3	BWR	1070	1985	90
Barsebäck 1	BWR	600	1975	90
Barsebäck 2	BWR	585	1977	92
Ringhals 1	BWR	750	1976	84
Ringhals 2	PWR**	800	1975	66
Ringhals 3	PWR	915	1981	83
Ringhals 4	PWR	915	1983	88
Forsmark 1	BWR	970	1980	94
Forsmark 2	BWR	970	1981	90
Forsmark 3	BWR	1060	1985	89

\* BWR = kokvattenreaktor

\*\* PWR = tryckvattenreaktor



Figur 1-1. Det svenska kärnkraftsprogrammet.

## 1.2 ORGANISATION OCH GÄLLANDE LAGAR

Kärnkraftstationerna ägs av följande fyra företag

- Statens Vattenfallsverk (SV) äger Ringhals kraftstation.
- Sydsvenska Värmekraftaktiebolaget (SVAB), som är ett helägt dotterbolag till Sydkraft AB, äger Barsebäcks kraftstation.
- OKG AB äger Oskarshamns kraftstation. Sydkraft är den största enskilda 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 upparbetning. 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. Totalt är externt ca 500 personer engagerade i kärnbränslehanteringen, varav drygt 200 i forskningsverksamheten.

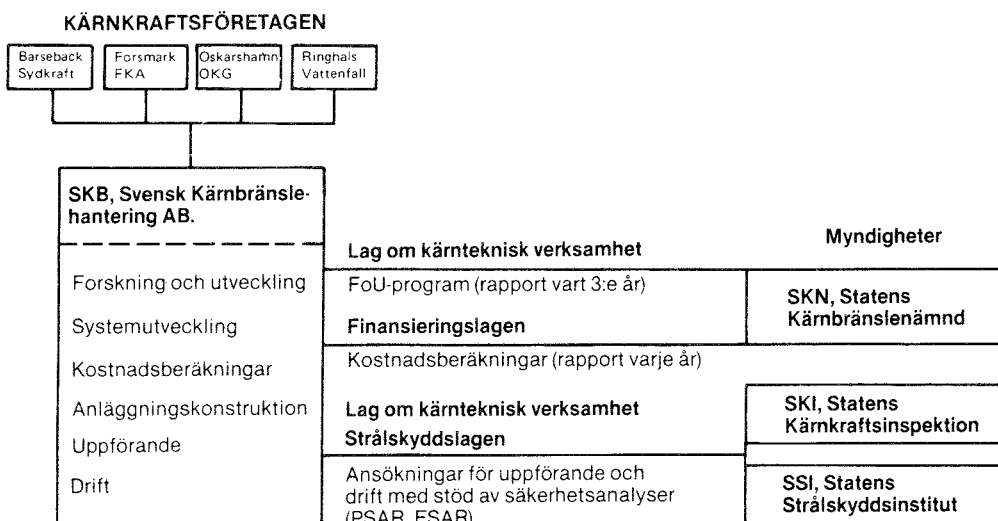
SKBs huvudsakliga verksamhet är hanteringen av kärnkraftavfallet. Denna verksamhet regleras av olika lagar och övervakas av flera myndigheter. Figur 1-2 ger en allmän översikt härav.

De tre viktigaste lagarna är följande:

- Lag om kärnteknisk verksamhet (SFS 1984:3 med ändring SFS 1987:3)
- Lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m (SFS 1981:669 med ändring SFS 1984:5 och SFS 1986:601)
- Strålskyddslagen (SFS 1988:220)

De övervakande myndigheterna är statens kärnkraftinspektion, statens strålskyddsinstitut och statens kärnbränslenämnd.

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. De fyra kraftföretagen i Sverige som äger kärnkraftsreaktorerna har lagt det operativa



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

ansvaret för avfallsverksamheten på SKB. Av bestämmelserna i lagen följer också att ägaren har det ekonomiska ansvaret för erforderlig verksamhet.

Lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m (den sk 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 från kärnkraftverken levererade elenergi mängden och har under 1987 och 1988 varit i genomsnitt 1,9 öre/kWh och differentierat till

för OKG	1,7 öre per kWh
för SV och FKA	1,9 öre per kWh
för SVAB	2,2 öre per kWh

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 bl a att samordna forskningen på avfallsområdet bildades 1985 samrådsnämnden för kärnavfallsfrågor (KASAM). Nämnden skall rapportera om sin verksamhet varje år till regeringen och vartannat år redovisa sin bedömning av kunskapsläget på kärnavfallsområdet.

### 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 i stora delar förverkligats. Inom ramen för detta system tas också övrigt radioaktivt avfall i Sverige omhand, t ex från forskningsanläggningar och 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 driftavfall. 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.	7 800 ton
2 Annat avfall innehållande transuraner	Studsvik	Solidifierad i betong	Låg- och medelaktivt. Innehåller vissa långlivade nuklider.	6 000 m <sup>3</sup>
3 Härdkomponenter	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 Driftavfall	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 driftavfall har ett slutförvar, SFR, byggts. SFR togs i drift i april 1988. SFR kan senare utvidgas till att också ta hand om 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 skall omkring 1995 utvidgas så att det totala svenska behovet kan täckas.

Efter ca 40 års mellanlagring i CLAB inkapslas det använda bränslet i behållare av korrosionsbeständigt material och deponeras på ungefär 500 meters djup i den svenska berggrunden. Inkapslingen och deponeringen påbörjas omkring år 2020. Någon plats härför har alltså inte valts ännu.

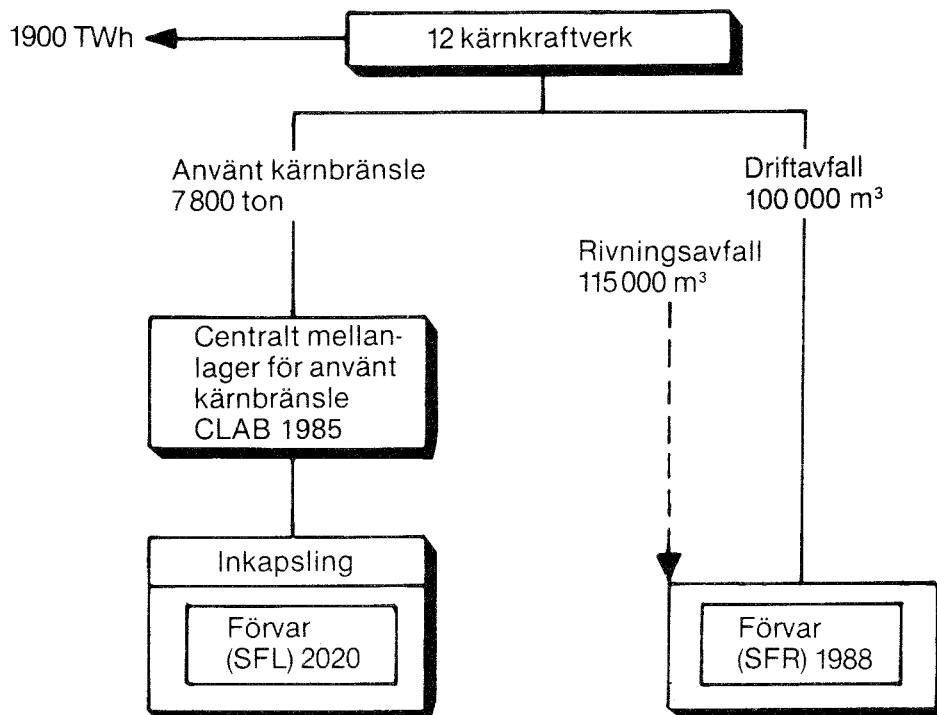
Sedan tidigare finns också uppberedningskontrakt med COGEMA i Frankrike (494 ton) och BNFL i Storbritannien (140 ton). Man avser dock ej utnyttja kontrakten med COGEMA. På detta sätt undviks det speciella avfallet från uppberedningen och hanteringen i Sverige blir mer enhetlig.

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 1988 till kärnbränslenämnden inlämnade kostnadsberäkningen – Plan-88 – utgör den totala kostnaden för slutdelen av kärnbränslecykeln i Sverige ca 47 miljarder kronor i prisnivå 1988, varav ca 7 miljarder kronor beräknas ha disponerats tom 1988.

Den totala kostnadsbilden för kärnbränslet i Sverige (inkl slutsteg och rivning av kärnkraftstationerna) var för 1987

Försörjning inkl beredskapslager	2,8 öre/kWhe
Slutsteg inkl rivning	2,0 öre/kWhe
Summa	4,8 öre/kWhe



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

## 1.4 FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE

Lagen om kärnteknisk verksamhet (KTL) föreskriver att ägarna till kärnkraftreaktorer tillsammans skall upprätta ett allsidigt program för forskning, utveckling och övriga åtgärder, som erfordras för att uppfylla lagens övriga krav i fråga om kärnkraftavfall. Där krävs också att ägarna svarar för den erforderliga FoU-verksamheten. Forskningsprogrammet skall inges till statens kärnbränslenämnd vart tredje år med början 1986. Ägarna till de svenska kärnkraftverken har uppdragit åt SKB att upprätta det program som krävs och att genomföra det nödvändiga FoU-arbetet.

I enlighet med KTLs bestämmelser inlämnade SKB sitt FoU-Program 86 till kärnbränslenämnden den 29 september 1986. SKN sände därefter programmet på remiss till ett stort antal olika instanser såväl i Sverige som utomlands. Remissvaren inkom vintern-våren 1987 och SKNs eget yttrande till regeringen lämnades i maj 1987. Regeringen konstaterade i sitt beslut i november 1987 att programmet uppfyller de anspråk som ställs i KTL. Regeringen uttalade att FoU-arbetet i huvudsak bör bedrivas i enlighet med den inriktning och den tidplan som anges i programmet. De synpunkter som kärnbränslenämnden framfört i sitt yttrande bör så långt möjligt beaktas, sägs också i regeringsbeslutet.

FoU-program 86 ger en allmän beskrivning av alla de åtgärder som behövs till dess att en slutförvaring av allt avfall har genomförts. För perioden 1987-1992 ges ett mer detaljerat program. Forskningsarbetet utgår från det underlag som skapats genom de sk KBS-rapporterna (KBS-1, KBS-2, KBS-3) samt det FoU-program som knöts till KBS-3-rapporten. FoU-program-86 syftar till att ta fram underlag för ett specifikt system för slutförvaring av använt kärnbränsle på en vald plats så att en lokaliseringsansökan kan inlämnas omkring år 2000.

### Mål för forskningen

Forskningsprogrammet inriktas på att ta fram erforderligt underlag för en platsspecifik lokaliseringsansökan för ett slutförvar för använt kärnbränsle omkring år 2000. Därvid måste en systemoptimering vara genomförd, så att ett till en viss plats anpassat system kan redovisas.

Forsknings- och utvecklingsarbetet skall bedrivas med beaktande av krav på:

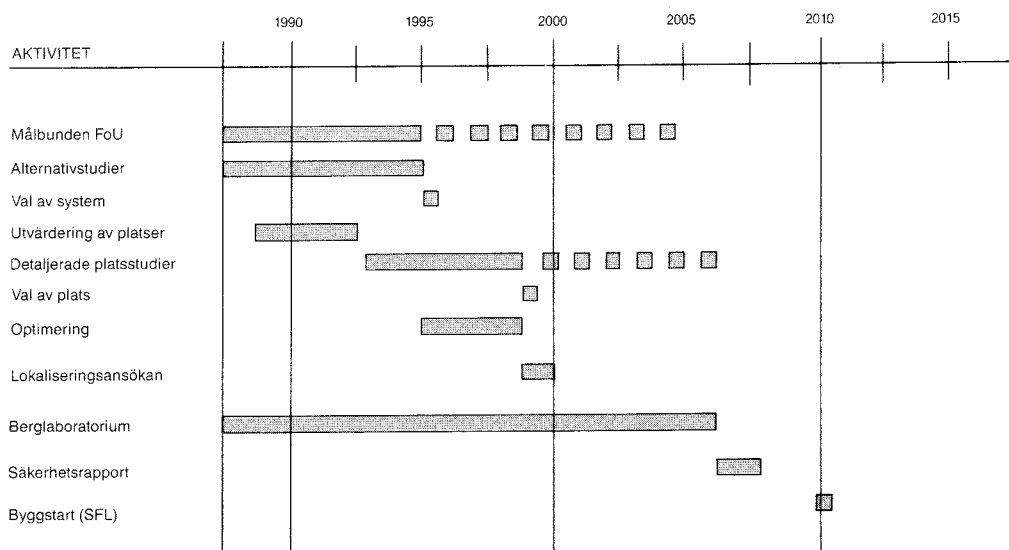
- miljö och säkerhet,
- ekonomi,
- allsidighet,
- flexibilitet,
- relevans,
- bred acceptans i samhället såväl hos fackmän och myndigheter som bland allmänheten.

Kravet på allsidighet i forskningen innebär att olika möjliga alternativ skall studeras och värderas. Forskningsinsatserna inriktas därför så, att flexibiliteten kan bibehållas så länge som möjligt. Ett effektivt FoU-arbete kräver emellertid definierade mål och avgränsade ramar. Det är därför viktigt att de mest intressanta och realistiska alternativen prioriteras och att den forskning som utförs fortlöpande relateras till de fenomen som har relevans för slutförvarets funktion och säkerhet.

Fram till 1984 var huvudmålet för SKBs forskning att visa, att en säker slutförvaring av använt kärnbränsle kan genomföras i Sverige. Insatserna koncentrerades mot en specifik metod. Denna beskrivs i KBS-3-rapporten. Säkerhetsredovisningen i KBS-3 bygger på flera pessimistiskt valda förutsättningar. Bristfälligt kända förhållanden och faktorer tillgodoräknas ej om de verkar i gynnsam riktning. Metoder och data har genomgående valts för att fastställa den övre gränsen för hur slutförvaret kan påverka biosfären. Säkerhetsredovisningen i KBS-3 innehåller därför betydande säkerhetsmarginaler som då ej var möjliga att kvantifiera.

Ett viktigt mål för det fortsatta FoU-arbetet är att nå ökad kunskap om de verkliga säkerhetsmarginalerna. Ökade kunskaper i detta avseende ger bättre underlag för en optimerad lösning och en anpassning till lokala förhållanden samt större frihet vid val av slutförvaringsplats.

En översiktlig tidplan för forskningsinsatserna ges i Figur 1-4. SKN framhöll i sin granskningsrapport att denna tidplan är lämplig fram till 1992, men att man har en stor flexibilitet i



Figur 1-4. Översiktlig tidplan för åtgärder fram till byggstart.

skedet därefter utan att för den skull äventyra år 2020 som den tid då ett slutförvar för använt kärnbränsle kan tas i bruk.

Forskningsarbetet leds av enheten Forskning och Utveckling inom SKB. Enhetens huvudsakliga uppgift är att planera, initiera och koordinera arbetet samt utvärdera, sammanställa och dokumentera resultat. Mer än 200 experter och konsulter vid universitet, industrier, ingenjörsfirmor och andra organisationer är engagerade i olika aspekter av FoU-arbetet. Resultaten redovisas i serien SKB Technical Reports, i vetenskapliga artiklar i lämpliga tidskrifter och i föredrag och rapporter till teknisk-vetenskapliga konferenser. En årlig sammanställning på engelska – Annual Report – utges. I arbetet läggs stor vikt vid att följa utvecklingen i de länder som driver liknande FoU-program. SKB har internationellt utbyte med de flesta kärnkraftländer som bedriver forskning på området, bl a har SKB bilaterala samarbetsavtal med sex olika organisationer i andra länder och deltar dessutom i flera internationella projekt samt i arbetet inom IAEA och OECD/NEA.

## 2 FÖRSÖRJNING MED KÄRNBRÄNSLE

Inom området kärnbränsleförsörjning har SKB uppgiften att utreda behov m m i olika former, arrangera för samordning beträffande uraninköp, företråda 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 1 500 ton per år. Reaktorernas energitillgänglighet har varit god vilket innebär att elproduktionen från kärnkraft för de närmaste åren nu planeras bli något högre jämfört med tidigare planering. Därmed blir även uranbehovet något högre än vad som angetts i tidigare planer. Uranbehovet kan bli högre eller lägre beroende på en rad faktorer, vilket innebär att planeringen av försörjningen måste vara flexibel.

Natururanbehovet för tioårsperioden 1988 till och med 1997 är 15 000 ton. Vid mitten av år 1987 hade de svenska kraftföretagen ingående lager och kontrakt för tillförsel av 13 400 ton under denna period. Huvuddelen av tillförseln baseras på långsiktiga kontrakt. Under 1987 och början av 1988 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, USA och Kina. 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 tidigare 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.

Eftersom tillgången på uran på världsmarknaden är god och priserna låga bedriver SKB sedan 1985 ej någon prospektering.

#### 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 1987 till 2 233 000 ton uran där uranet bedöms kunna utvinnas till en kostnad under 840 svenska kronor per kilo. ( I denna mängd ingår 1 555 000 ton uran där uranet bedöms kunna utvinna

nas till en kostnad under 520 kronor per kilo.) Kostnaden 840 kronor per kilo innebär att urandelen av kärnbränslet kostar ca 3 öre/kWh.

Tabellen nedan ger OECD – IAEA:s sammanställning av urantillgångar i olika kategorier.

**Tabell: Urantillgångar enligt OECD – IAEA**

Kategori	Tillgångar, ton uran	Kostnad, SEK/kg
Utvärderade ( <i>Reasonably Assured Resources</i> )	2 233 000	< 840
Sannolika klass I ( <i>Estimated Additional Resources, Cat I</i> )	1 316 000	< 840
Sannolika, klass II ( <i>Estimated Additional Resources, Cat II</i> )	1 681 000	< 840
Spekulativa ( <i>Speculative Resources</i> )	9 600 000 – 12 100 000	< 840
Uran som biprodukt ( <i>Huvudsakligen från fosfater</i> )	> 7 000 000	

} kända

I ovanstående tabell är kännedomsgraden bäst för de utvärderade tillgångarna. De sannolika tillgångarna baseras på geologiska data från fyndigheter, men dessa data är inte tillräckligt täta för en klassifiering som utvärderad. De spekulativa fyndigheterna är sådana som ännu ej hittats, men som antas finnas eftersom det finns geologiska likheter mellan kända malmområden och hittills ej prospekterade områden i olika delar av världen. Möjligheterna att finna nya uranmineraliseringar bedöms som goda.

Om summan av utvärderade och sannolika klass I tillgångar enligt tabellen ovan, ca 3,5 milj ton uran, jämförs med den förväntade konsumtionen år 2000, ca 50 tusen ton (ca 40 tusen ton 1987), räcker tillgångarna i ca 70 år, vilket är mycket jämfört med situationen för åtskilliga andra råvaror.

Situationen är dock ej statisk utan dynamisk och i takt med hög efterfrågan kan man även för uran förvänta sig att mer och mer tillgångar kan överföras till de sannolika och utvärderade. Detta i kombination med den tekniska utvecklingen såväl beträffande prospekteringen och utvinningen av urantillgångarna som användningen av uranet i kärnbränsle visar entydigt på att uran inom överskådlig tid ej blir någon bristvara.

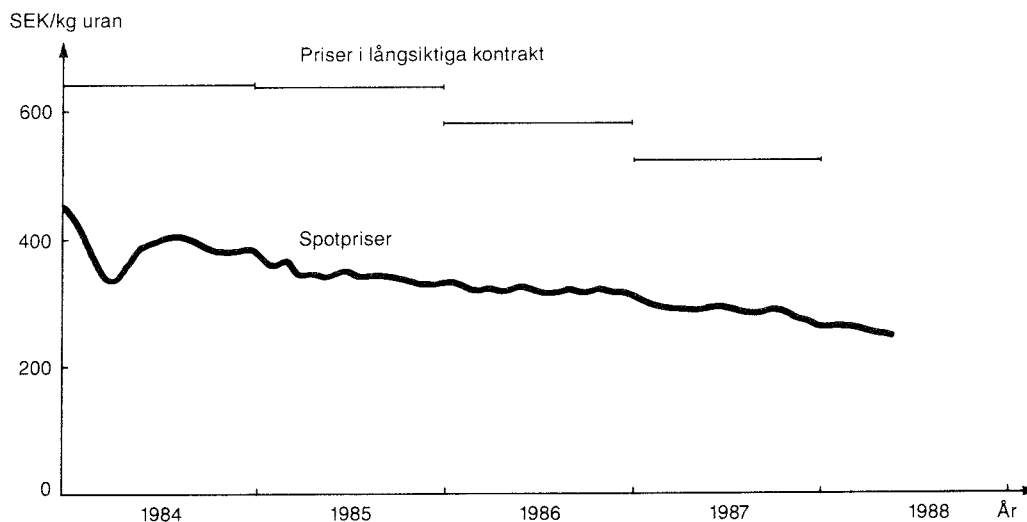
### Produktion och konsumtion

Uranproduktionen i världen beräknas till ca 37 800 ton år 1987, vilket är ungefär samma som produktionen 1986.

Urankonsumtionen i världen beräknas till ca 39 300 ton under år 1987, vilket är något högre än konsumtionen 1986.

År 1987 är därmed det tredje året då konsumtionen av uran översteg produktionen. Detta utgör för närvarande ej något problem, eftersom det finns ca 120 000 ton uran i lager i världen.

Urankonsumtionen förutses öka till ca 52 400 ton år 2000, vilket innebär att ökad produktion behövs då.



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

### Marknad och priser

Under 1987 levererades ca 15% av allt uran enligt sk spot-köp, medan huvuddelen, ca 86% levererades enligt långsiktiga kontrakt.

Figur 2-1 visar att priserna för spot-köp räknat i svenska kronor var låga under 1987.

Priserna enligt långsiktiga kontrakt varierar på grund av olika villkor. Medelpriserna under perioden 1984 – 1987 för leveranser till EG för sådana kontrakt var, som Figur 2-1 visar, högre än spotpriserna under samma år.

## 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 i anslutning till isotopanrikning. Den totala kapaciteten i västländerna är ca 54 000 ton uran per år, medan behovet f n håller sig kring ca 37 000 ton per år.

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

## 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 EURODIF 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. Leveranser av anrikat uran har även skett från Kina.

Med fem 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 i Kentucky med en nominell årskapacitet av 11,3 miljoner anrikningsenheter, och Portsmouth i 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.

Department of Energy har valt isotopseparation med laser som framtida teknologi. Forskning och utveckling koncentreras nu till teknologin AVLIS (Atomic Vapour Laser Isotope Separation) med målsättningen att ta en anläggning i drift under 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 EURODIF, 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.

Den totala kapaciteten för de tre anläggningarna är nu ca 2 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 26 miljoner anrikningsenheter under 1987.

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

Konkurrensen mellan fyra olika producenter har lett till lägre priser på anrikning. Detta illustreras i tabellen nedan med Department of Energys anrikningspriser, dels omräknade till svenska kronor, dels i US\$.

År*	SEK/anrikningseenhet	US\$/anrikningseenhet
1984	1 152	138,65
1985	1 145	135
1986	888	125
1987	750	119
1988	702**	117

\* anger amerikanska budgetår, där t ex 1984 inleds 831001

\*\* medeldollarkursen 1988 antas bli 6,00.

Prissänkningarna accentueras av att Department of Energy ger kunder som tar hela sitt behov från dem möjlighet att ta 30% av behovet till det lägre priset US\$90 per anrikningsenhet. Dessa prissänkningar leder naturligtvis till att andra producenters priser utsätts för ett tryck nedåt.

Det finns en spotmarknad där anrikningstjänster kan köpas. Denna omfattar dock endast ca 5% av det totala behovet. Priset på spotmarknaden var US\$73 per anrikningsenhet vid utgången av år 1987, vilket motsvarade 440 SEK per anrikningsenhet.

## 2.4 TILLVERKNING AV BRÄNSLEELEMENT

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

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

Tabell 2-1. Tillverkare av bränsleelement under perioden 1987 – 1990.

	1987	1988	1989	1990
Barsebäck 1	ABB	ANF	ANF	ANF
Barsebäck 2	ABB	ABB	ABB	ABB
Oskarshamn 1	ANF	SIE	SIE	SIE
Oskarshamn 2	ABB	ABB	ABB	ABB
Oskarshamn 3	ABB	ABB	ABB	ABB
Ringhals 1	ABB	ABB	ABB	ABB
Ringhals 2	SIE	SIE	SIE	SIE
Ringhals 3	ABB	ABB	FRA	FRA
Ringhals 4	FRA	FRA	FRA	FRA
Forsmark 1	SIE	SIE	ABB	ABB
Forsmark 2	ABB	ABB	ABB	ABB
Forsmark 3	ABB	ABB	ABB	ABB

\*) ABB = ABB-ATOM, bränslefabrik i Västerås, Sverige  
 ANF = Advanced Nuclear Fuels, bränslefabriker i USA och Västtyskland  
 SIE = Siemens, bränslefabrik i Västtyskland  
 FRA = FRAGEM, bränslefabrik i Frankrike

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

Bränsleelementtillverkningen vid ABB-ATOMS fabrik i Västerås uppgick 1987 till ca 180 ton kärnbränsle för kokarreaktorer och ca 25 ton kärnbränsle för tryckvattenreaktorer. Av denna produktion exporterades ca 40 ton till Finland, Västtyskland, Schweiz och USA.

Det nya bränsleelementet SVEA, där bränslestavarna indelas i fyra grupper om 4 x 4 stavar i varje av ett vattenkors i zirkaloy är nu det dominerande bränslet i svenska kokarreaktorer. Ca 80% av ABB-ATOMS leveranser av kokarvattenbränsle under 1987 bestod av detta bränsle.

SVEA-bränslet ger högre reaktivitet och en jämnare utbränning och sålunda en bättre möjlighet att utnyttja energin från de inre bränslestavarna. SVEA-bränslet producerar nu 8-10% mer energi än ett standardbränsleelement från samma kvantitet anrikat uran.

Under 1987 har en ny sorts SVEA-bränsle, SVEA-100 utvecklats vidare. Åtta bränsleknippen av denna sort har satts in i två svenska kokarreaktorer. I SVEA-100 är bränslestavarna tunnare och delade i fyra grupper om 5 x 5 stavar. Det ger bl a bättre möjligheter att snabbt ändra reaktorns effekt.



## 2.5 KÄRNBRÄNSLELAGER

I enlighet med riksdagens beslut om beredskapslagring av kärnbränsle har SKB tecknat avtal med statens energiverk (STEV). Avtalet innebär att SKB skall beredskapslagra anrikat uran och zircaloy motsvarande en elproduktion av 35 TWh.

Tidigare hade SKB motsvarande avtal med överstyrelsen för civil beredskap (ÖCB), men då myndighetsansvaret för energilagring nu övergått till statens energiverk har nytt avtal tecknats med dem, samtidigt som det gamla upphört att gälla.

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 totalt importstopp.

### 3 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE – CLAB

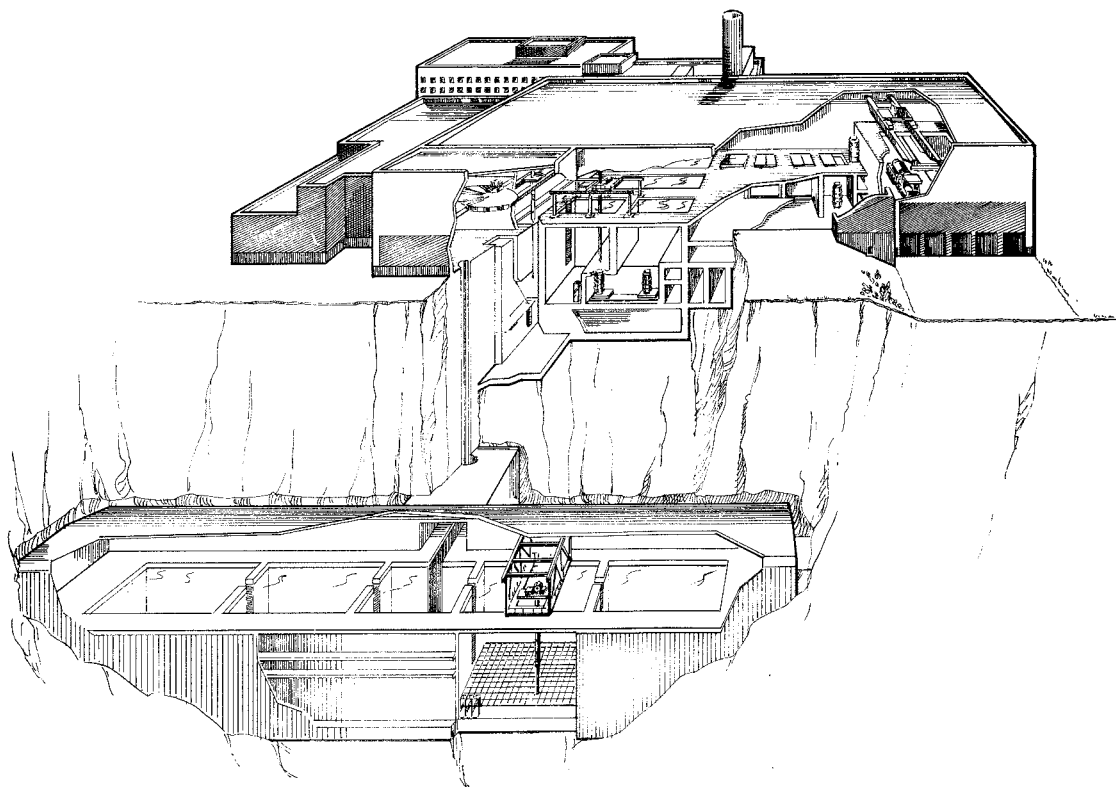
#### 3.1 ALLMÄNT

Den svenska mellanlagringsanläggningen för använt bränsle, CLAB, är belägen på Simpevarps-halvön i anslutning till Oskarshamns kärnkraftstation, togs i drift den 11 juli 1985 och invigdes den 29 april 1986.

Anläggningen består av 5 underjordiska lagringsbassänger för totalt 3 000 ton uran. Mot-tagningsbyggnad, 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.

OKG AB sköter driften av anläggningen på SKBs uppdrag.

Den totala investeringen i CLAB är ca 1 700 miljoner kronor. Driftkostnaderna uppgår till ca 70 miljoner kronor per år.



Figur 3-1. CLAB-anläggningen. Principskiss.

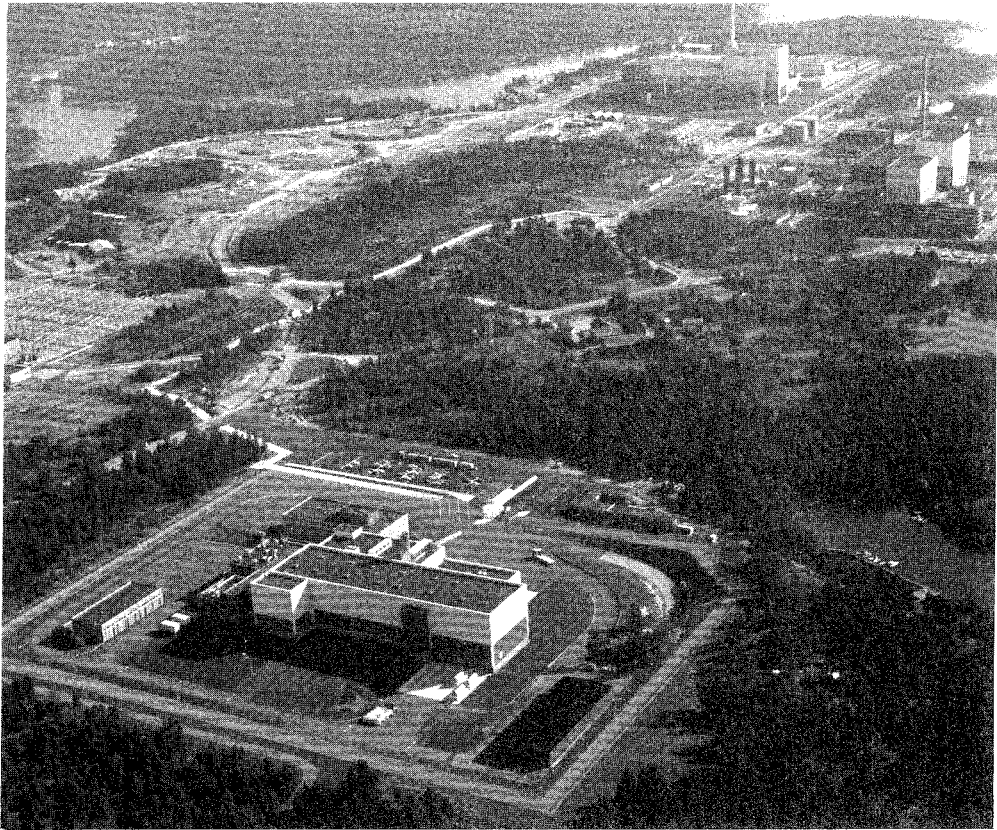


Figure 3-2. Flygbild av CLAB-anläggningen.

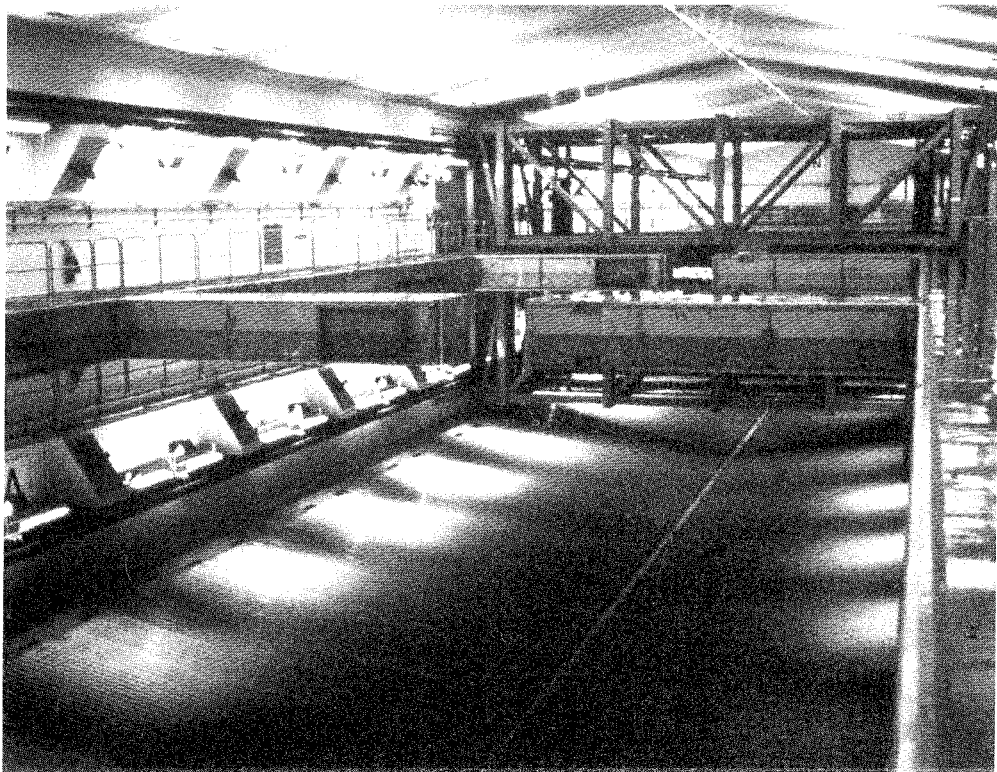


Figure 3-3. En av förvaringsbassängerna.

## 3.2 DRIFT

Efter ett års provdrift juli 1985 – juni 1986 har rutinmässig drift pågått i normal omfattning. Erfarenheterna har varit mycket goda och tom juni 1988 hade sammanlagt 768 ton använt bränsle och en viss mängd hårdkomponenter tagits emot.

Närmare 90% av totalt ca 24 ton västtyskt MOX-bränsle har tagits emot sedan transporterna började i juli 1987. Detta bränsle utgör en del i ett utbyte av använt bränsle mellan Sverige och Förbundsrepubliken Tyskland. (Se även avsnitt 6)

Vidare har 91 Ågestaelement överförts från Studsvik till CLAB.

Ur strålskyddssynpunkt har resultaten varit goda. Dosen till personalen har uppgått till ca 25% av den under projekteringsstadiet beräknade.

## 4 TRANSPORTSYSTEM

### 4.1 ALLMÄNT

I slutet av 1982 tog SKB i drift ett sjötransportsystem för använt bränsle och radioaktiva avfallsprodukter. Systemet har successivt byggts ut för att svara mot transportbehovet. Systemet består för närvarande av:

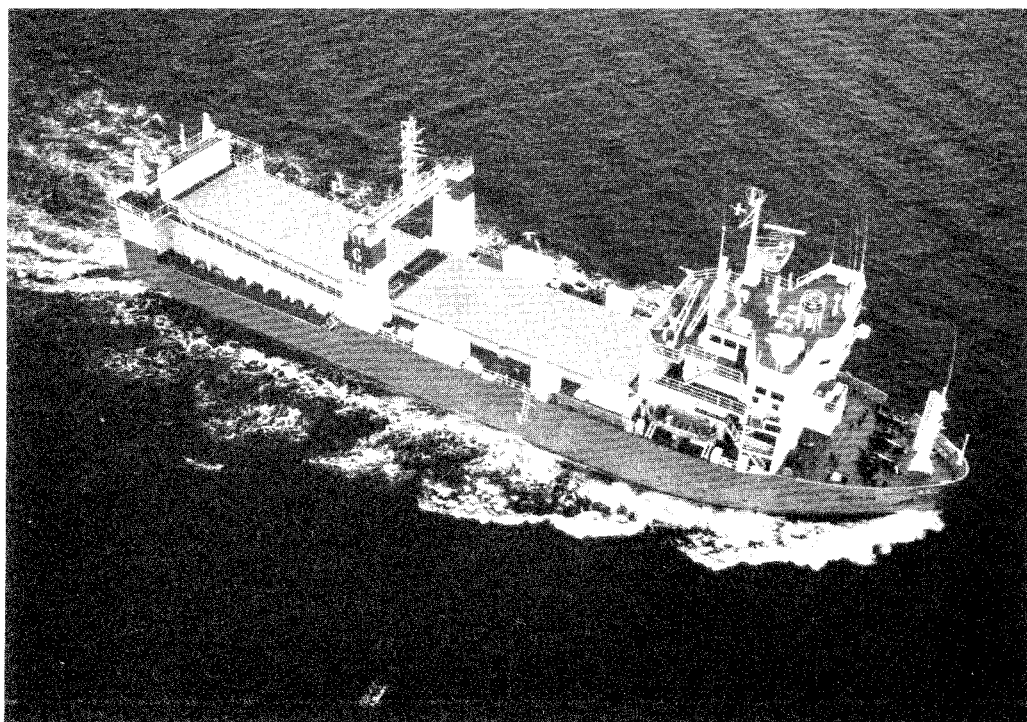
- 1 st specialkonstruerat ro-ro/lo-lo fartyg M/S Sigyn
- 10 st transportbehållare för använt bränsle (BTB)
- 2 st transportbehållare för använda hårdkomponenter
- 12 st lastbärare för transportbehållare
- 4 st specialfordon
- 26 st transportbehållare för låg- och medelaktivt avfall (ATB)

Efter de första årens transport av använt bränsle (57 ton) till La Hague i Frankrike har systemet sedan juli 1985 använts för transporter av använt bränsle från de svenska kärnkraftverken till CLAB i Oskarshamn. Under 2:a halvåret 1987 utfördes även transporter av sk MOX-bränsle med M/S Sigyn från Lübeck i Västtyskland till CLAB i Oskarshamn. I systemet ingår för närvarande 26 transportbehållare för reaktoravfall (ATB). Systemet har under året även kompletterats med ett specialfordon avsett huvudsakligen för transporter av avfall från Sigyn till SFR i Forsmark.

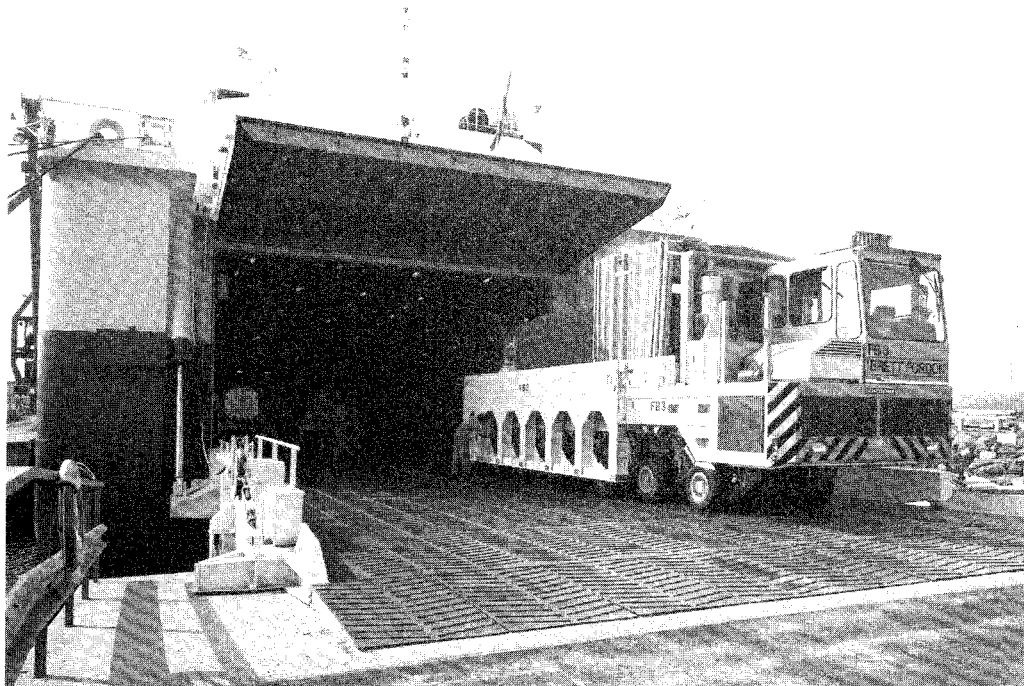
Fartyget kan lasta maximalt 10 st transportbehållare för antingen använt bränsle eller reaktoravfall.

Den totala investeringen i transportsystemet uppgår till ca 250 miljoner kronor.

Den årliga kostnaden är för närvarande ca 25 miljoner kronor, varav direkta driftkostnader för fartyget ca 10 miljoner kronor.



Figur 4-1. M/S Sigyn under gång.



Figur 4-2. Lastning av M/S Sigyn.

## 4.2 DRIFTERFARENHETER

Den fortsatta driften av transportsystemet har fungerat i stort sett utan störningar. Under driftåret har 12 sjötransporter med totalt ca 60 transportbehållare utförts. Besättningen ombord på M/S Sigyn har inte utsatts för någon mätbar radioaktiv strålning utöver den normala naturliga bakgrundsstrålningen. Värmeavgivningen samt ytdosraten från transportbehållarna har varit mycket låg jämfört med tillåtna värden.

Under hösten 1987 transporterades för första gången reaktoravfall från Ringhals och Barsebäck till SFR. Sammanlagt transporterades 21 ATB som uppställdes på SFRs driftområde i avvaktan på idrifttagning av SFR-anläggningen, vilket skedde i april 1988.

Ett fjärde specialfordon har tillverkats i Västtyskland. Fordonet har kombinerad diesel- och eldrift och levererades till Forsmark i juli -87. Det är avsett att användas i SFR i Forsmark.

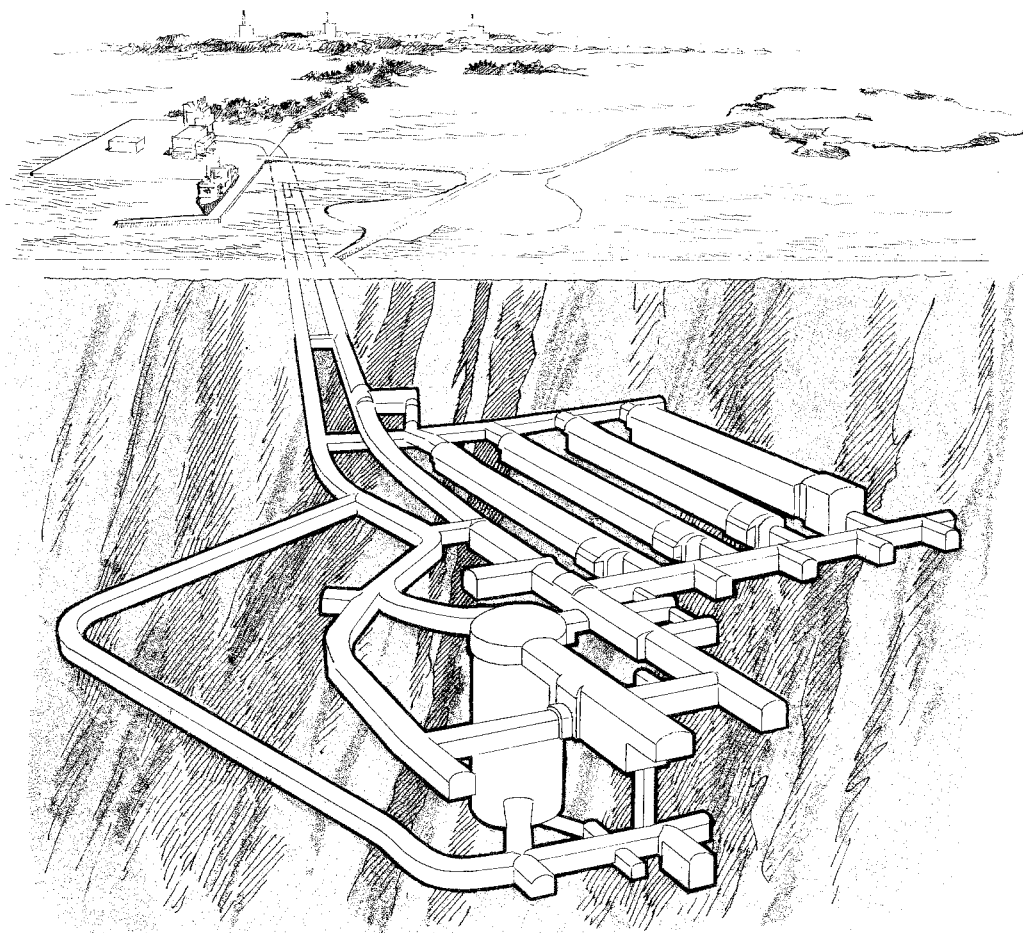
## 5 SLUTFÖRVAR – SFR

### 5.1 ALLMÄNT

I slutet av april 1988 deponerades det första avfallet i slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR1, vid Forsmarks kärnkraftstation. Förvaringen sker i bergtrum under Östersjön med en bergtäckning av 60 m från bergtrummens tak till havsbotten. Två 1 kilometer långa tillfartstunnlar har byggts från hamnområdet i Forsmark. Den första byggnadsfasen har utöver tillfartstunnlar och byggnader ovan jord omfattat fyra 160 m långa bergtrum och ett 70 m högt cylindriskt bergtrum, en silo (Figur 5-1). I en framtida andra fas planeras ytterligare en silo tillsammans med ytterligare ett eller två långa bergtrum.

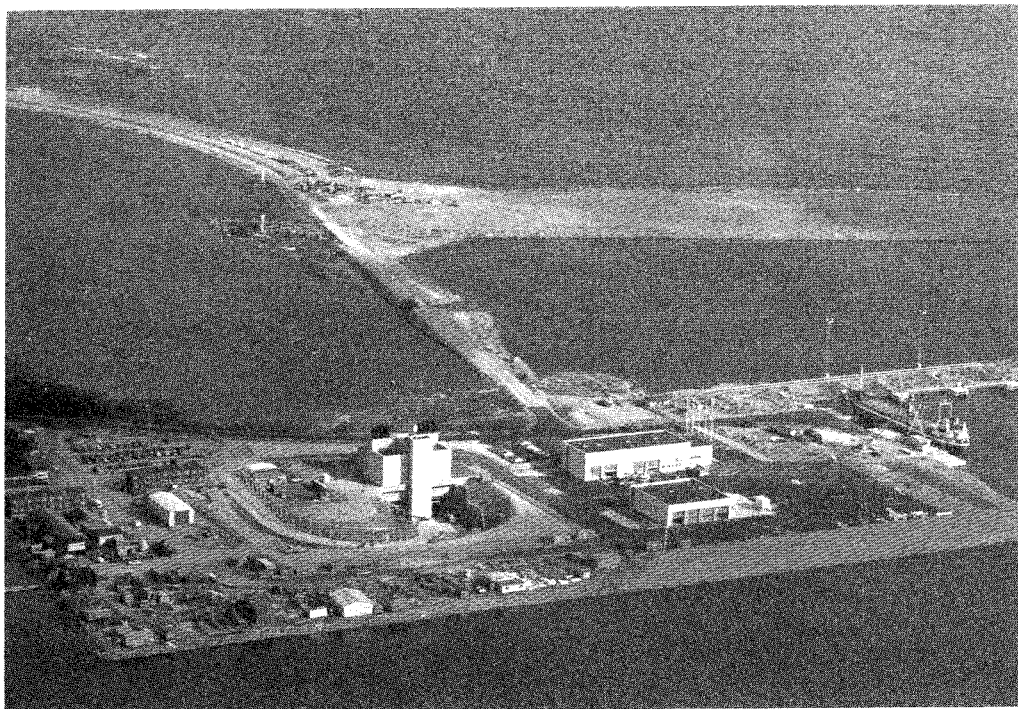
Byggnadsarbetet påbörjades sommaren 1983 och avslutades under vintern 1987/88. Efter driftsättning och provning av anläggningen överlämnades den till driftorganisationen i april 1988. Den första deponeringen genomfördes i bergsalarna när erforderliga tillstånd från myndigheterna erhållits. Deponering av avfall i silon kan inte påbörjas förrän hösten 1988 då resultat av provningsverksamheten i denna förvarsdel har redovisats till myndigheterna. Den andra fasen beräknas byggas om 10 till 15 år.

Anläggningen visas från luften i Figur 5-2.



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





Figur 5-2. Flygbild över hamnområdet i Forsmark med SFR. I mitten tunnelnedfarten med ventilationsbyggnaden.

## 5.2 DRIFTAVFALL

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. Jonbytarmassor 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 ej överstiga 10<sup>7</sup> 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.

Tillstånden för driften av SFR baseras på en slutlig säkerhetsrapport. Rapporten baseras på data från ett försöksprogram som utförts 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 barriärmaterialens 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.



Den slutliga säkerhetsrapporten innehåller bl a analyser av den långsiktiga påverkan på omgivningen från SFR.

Beräkningarna baseras på rimligt pessimistiska antaganden för ingående parametrar. För att visa dels betydelsen av olika antaganden dels belysa olika mindre sannolika händelser har, förutom ett referensscenario, även ett flertal variationer av parametervärden genomförts.

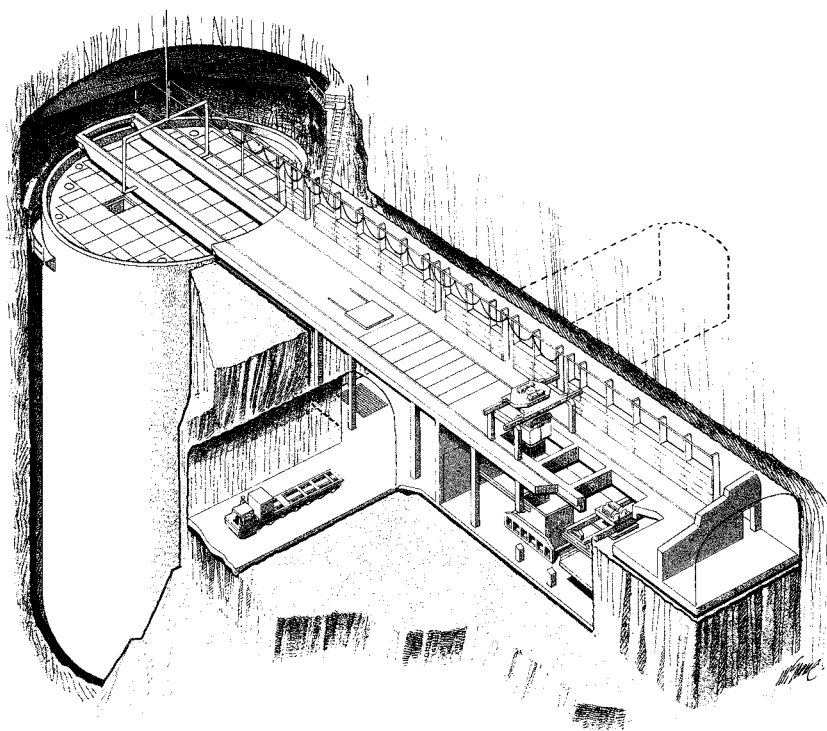
Referensfallet utgörs av två tidsperioder. Först Saltvattenperioden, där Öregrundsgrepen täcker förvaret och är recipient för utsläpp av nuklider. Denna tidsperiod antas sträcka sig 2500 år framåt varefter en övergång till Inlandsperioden har skett. Därvid har landhöjning medfört att området kring SFR har torrlagts och en insjö har bildats i förvarets närhet. Denna insjö utgör, tillsammans med dricksvattenbrunnar, recipient för nuklidutsläpp from 2500 år efter förvarets förslutning.

Nuklidinventariet har baserats på prognoser över de avfallsmängder som kommer att deponeras i SFR. På basis av mängden avfall av olika kategorier har även mängden nuklider av olika slag kunnat uppskattas för de olika förvarsdelarna. Denna uppskattning ger vid handen att mer än 90% av aktiviteten kommer att förvaras i siloförvaret, där de "starkaste" barriärerna finns.

Nästan 100% av de radioaktiva ämnena kommer att hållas kvar av förvarets barriärer tills radioaktiviteten avklingat. Det är därför mycket små mängder som kan transporteras med grundvattnet till omgivningen. Vid beräkning av denna nuklidtransport från förvaret har uppmätta hydrogeologiska data legat till grund. Resultaten visar att den radiologiska påverkan på omgivningen som SFR kan ge ligger väl under den konstruktions-målsättning, 0,1 mSv/år, som gäller för övriga anläggningar inom kärnkraftcykeln.

## 5.4 KONSTRUKTION OCH UPPFÖRANDE

Vattenfall har på SKBs uppdrag konstruerat och byggt 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 tunnlarna nådde förvarsområdet i början av 1985. Alla tunnlarna och bergrum i den första fasen (430 000 m<sup>3</sup>) hade sprängts ut i mars 1986.



Figur 5-3. Förvaringssilo med fjärrstyrd hantering av transportbehållare.

I början av 1987 byggdes den 50 m höga betongsilon i det cylindriska bergrummet genom användning av sk glidformsteknik. Utrymmet mellan betongsilon och själva berggrunden fylldes efteråt med bentonit. Silons bottenplatta ligger på ett lager av bentonit blandad med sand. När silon är fylld med avfall kommer lerbarriären att fullbordas med ett bentonit/sandlager ovanpå.

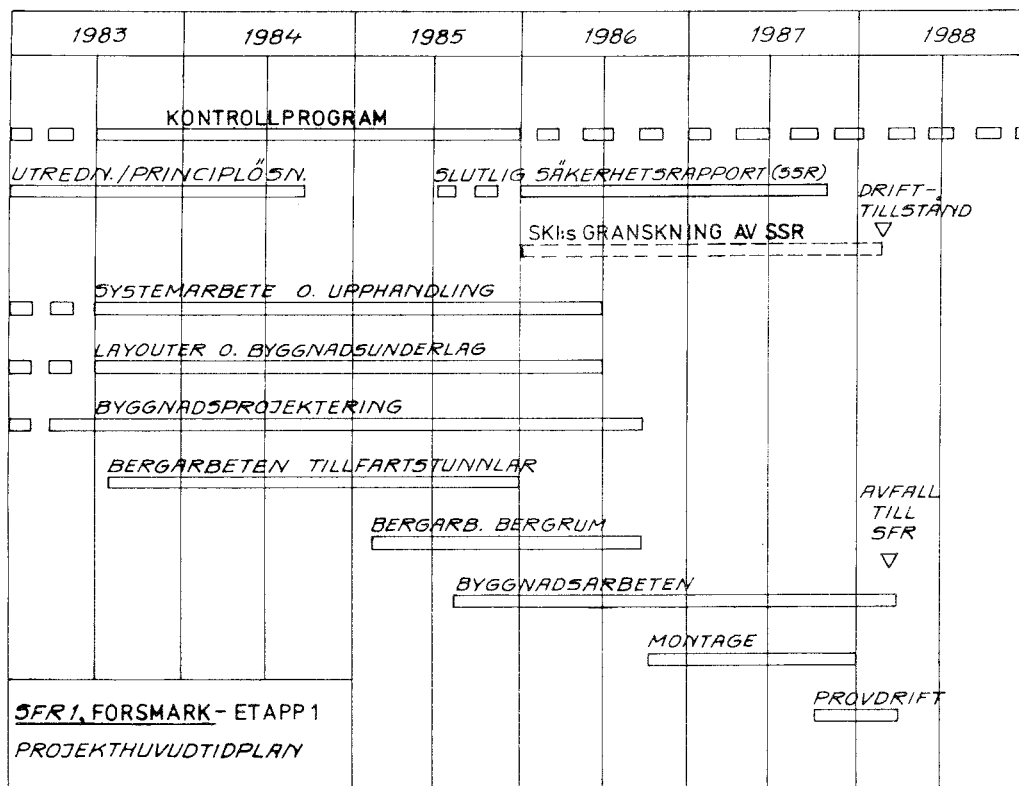
Hantering av avfallet i siloförvaret sker fjärrstyrt, se Figur 5-3. Ett elektriskt drivet fordon kommer med en avfallsbehållare och positioneras under en hanteringsmaskin. Denna maskin för behållaren in i en tunnel ovanför avlastningsområdet. Behållarens lock avlägsnas med hjälp av en fjärrmanövrerad kran. Avfallskollina plockas sedan upp av hanteringsmaskinen och transporteras till silon.

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.

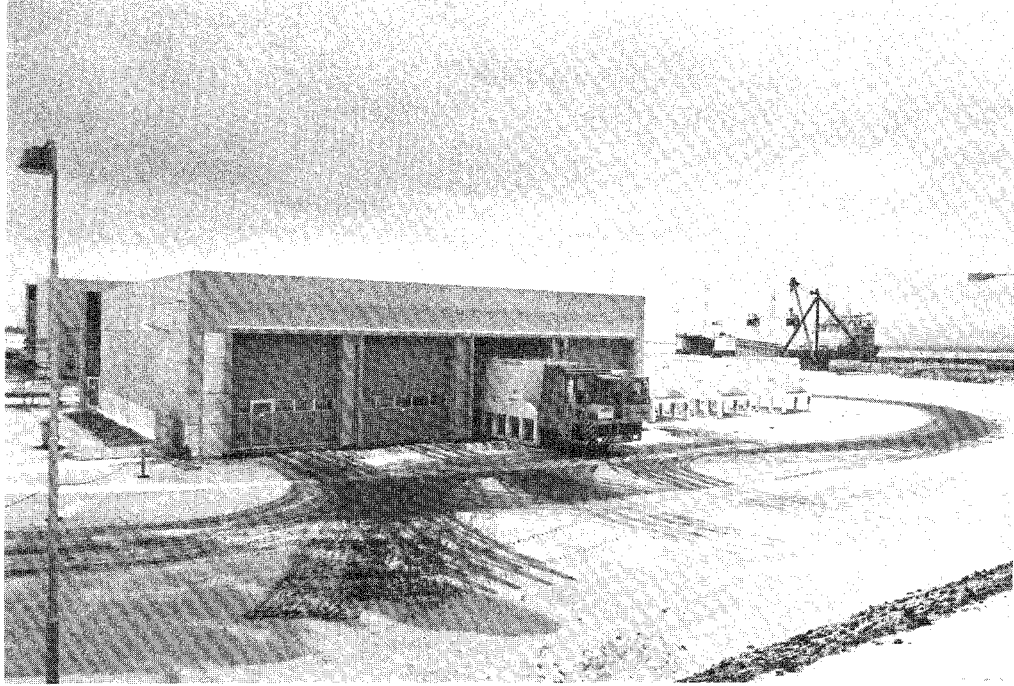
## 5.5 TIDPLAN OCH KOSTNADER

SFR togs i drift i april 1988. Arbetet har bedrivits i enlighet med projekthuvudtidplanen. Figur 5-4.

Den totala kostnaden för den första uppförandefasen är 740 miljoner kronor. Driftkostnaden uppskattas till knappt 20 miljoner kronor per år.



Figur 5-4. Tidplan för SFR.



*Figur 5-5. En transport har kommet med M/S Sigyn.*

## 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. Något radioaktivt avfall från upparbetningen av denna mängd använt bränsle skall ej tas om hand i Sverige.

Mellan SKB och det franska företaget COGEMA har slutits avtal om upparbetning av använt bränsle från reaktorerna i Barsebäck, Ringhals och Forsmark. Först slöts 1977 två mindre avtal - de sk 70-talsavtalen - om upparbetning av sammanlagt 57 ton använt bränsle från Ringhals och Barsebäck. Därefter slöts 1978 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. Den svenska delen kom att omfatta nominellt 672 ton använt bränsle. Proportionell skyldighet att betala kostnader respektive proportionell rättighet till kapacitet föreligger. För COGEMA-avtalen gäller, att radioaktivt avfall från upparbetning av det svenska bränslet senare (efter 1990) kan komma att återsändas till Sverige. Eftersom enligt nedan ej något svenskt använt bränsle upparbetats i La Hague eller avses att sändas dit blir något sådant återsändande ej aktuellt.

Den svenska bedömningen är att direktdeponering utan upparbetning för allt använt kärnbränsle är den mest rationella och kostnadsmässigt fördelaktiga vägen att gå. SKB avser därför att ej utnyttja upparbetningsavtalen med COGEMA och söker aktivt andra kunder.

Som ett led i avvecklingen av upparbetningsavtalen med COGEMA har en överenskommelse 1985 träffats mellan SKB och fyra västtyska kraftföretag. Överenskommelsen innebär, att de 57 ton använt kärnbränsle som enligt 70-talsavtalen transporterats till La Hague byts mot ca 24 ton använt västtyskt MOX-bränsle som SKB skall ta hand om och mellanlagra och slutförvara i Sverige. USA gav sitt tillstånd till bytet i maj 86. Den svenska regeringen godkände i juni 1986. Efter bytet har de tidigare svenska 57 tonnen använt kärnbränsle i La Hague upparbetats (sept-okt 1986). Transporten av det västtyska använda MOX-bränslet till Sverige påbörjades i juli 1987. F n återstår ca 3 ton MOX-bränsle att transportera.

Som ett annat led i avvecklingen har 178 av de 672 ton som det sk 80-talsavtalet med COGEMA omfattar 1985 överförts till ett japanskt kraftföretag.

Nu kvarstående upparbetningskontrakt är alltså det mellan OKG och BNFL om 140 ton samt ett sk 80-talskontrakt med COGEMA om nominellt 494 ton.

## 7 FORSKNING OCH UTVECKLING

### 7.1 ALLMÄNT

Under perioden har forskningsarbetet bedrivits enligt FoU-program-86 med hänsyn tagen även till de kommentarer som erhållits vid remissbehandlingen av detta. Ett omfattande arbete har påbörjats för det underjordiska berglaboratoriet vilket presenterades i FoU-program 86. De internationella projekten i bl a Stripa och Poços de Caldas i Brasilien ingår bland de arbeten där stora insatser gjorts under perioden.

### 7.2 REMISSUTLÅTANDEN ÖVER FoU-PROGRAM 86

Den övergripande tidplan för ett slutförvar för använt bränsle som presenterades i FoU-program 86 accepterades i stort av myndigheterna. Några huvudpunkter i denna tidplan är följande:

- val av plats för detaljundersökningar, 1992
- val av system för tekniska barriärer, 1995
- val av plats, 1998
- lokaliseringsansökan, 2000
- byggstart, 2010

Det konstaterades att arbetet fram till 1992 bör utföras enligt tidplanen men att det inte fanns någon anledning att fixera tidplanen efter 1992.

Angående studier av olika alternativ för slutförvaring ansågs att SKB har den bredd i forskningsverksamheten som kan anses vara motiverad ur teknikutvecklingssynpunkt.

Resurserna för säkerhetsanalysarbete har förstärkts inom SKB efter att SKN speciellt understrukit vikten av detta arbete.

Det geovetenskapliga programmet i FoU-program 86 mottogs huvudsakligen positivt. Speciellt tankegångarna på ett underjordiskt berglaboratorium ansågs vara värdefulla. SKN fastslog att SKB givit godtagbara skäl för att bygga ett laboratorium men att platsen för ett laboratorium måste väljas först efter att ytterligare undersökningar genomförts. Fältundersökningar pågår på en plats nära Oskarshamns kraftstation och analyserna kommer att presenteras hösten 1988 eller våren 1989.

I en särskild bilaga till SKNs rapport till regeringen angående SKBs FoU-program 86, behandlas frågorna rörande platsvalsproceduren. SKN anser att det planerade arbetet för att erhålla en kunskapsbas rörande platsvalet kraftigt bör utökas.

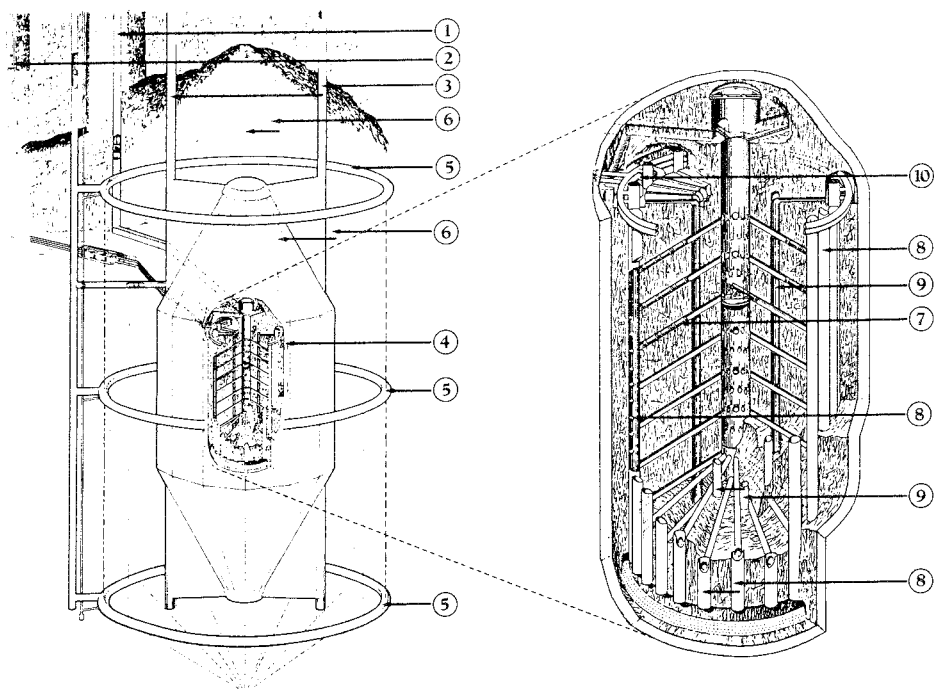
### 7.3 FORSKNINGSVERSAMHETEN

#### 7.3.1 Tekniska barriärer, konstruktion och teknologi

##### Allmänt

I ett slutförvar omges avfallet av ett system av barriärer som tillsammans ger den långsiktiga isolering och det skydd som krävs av säkerhetsskäl. Barriärerna är dels naturliga, dels tekniska. De naturliga barriärernas egenskaper bestäms av förhållandena på slutförvarsplatsen. Ett mål för FoU-arbetet är att kunna anpassa (optimera) de tekniska barriärerna och utformningen av slutförvaret till förhållandena på slutförvarsplatsen.

Under perioden har såväl WP-Cave som ett förvarsalternativ med mycket djupa borrhål (VDH) studerats med avseende på genomförbarhet till förläggning i svenskt urberg, säkerhetsmarginaler samt resultat från säkerhetsanalyser – baserade på tillgängliga data och modeller.



- 1 Transportschakt för bränslekapslar
- 2 Ventilationsschakt
- 3 Schakt för utsprängning och återfyllning av bentonit-sandbarriären
- 4 Bentonit-sandbarriär, ca 5 m mäktig
- 5 Ort i hydrauliska buren
- 6 Borrhål i hydrauliska buren

- 7 Bränslekapslar på plats
- 8 Yttre ventilationsschakt
- 9 Inre ventilationsschakt
- 10 Värmeväxling

*Figur 7-1. Sprängskiss av WP-Cave för ca 1 500 ton uran. Bentonit-sand-barriären är 300 m hög och har en diameter av 130 m.*

Analyser av WP-Cave har under perioden koncentrerats till beräkningar av nuklidtransporter från det inre av förvaret till markytan. Syftet har varit att ta fram ett faktaunderlag för bedömning av utformningens säkerhetspotential samt för analys av de olika barriärernas funktion och betydelse. Ett basscenario har fastlagts som utgångspunkt för beräkningarna. Tillsammans med den tidigare utförda kostnadsanalysen finns nu ett tillräckligt underlag för en genomgång av WP-Caves för- och nackdelar, säkerhetspotential samt bedömda utvecklingsmöjligheter. Utvärderingen görs under hösten 1988.

Den studerade utformningen framgår av Figur 7-1.

Vad gäller alternativet med djupa borrhål gjordes en preliminär studie under våren 1987 av en grupp från Vattenfall vilken arbetar med djupgasprojektet i Gravberg nära Siljan.

En andra fas i utredningen om djuphålsalternativet pågår. I denna kommer erfarenheter från djuphålet i Gravberg att tillvaratas liksom internationella erfarenheter från andra djuphålsprojekt.

### **Bränslestudier**

Studier av använt kärnbränsle som avfallsform har fortsatt i enlighet med långtidsplaneringen.

Experimenten på PWR-bränsle som startade 1986 har fortsatt. Parallellt med dessa korrosionsstudier har bränslet noggrant karakteriserats för att möjliggöra en utvärdering av korrosionsförsöken. Experiment med korrosion av BWR-bränsle i närvaro av bentonit har utförts. För att nå fram till en modell för upplösningen av  $UO_2$  har arbete utförts såväl med experiment angående kinetiken för upplösning av  $UO_2$  som med matematisk modellering av förloppet.

### **Kapselmaterial**

Undersökningarna rörande gropfrätning på koppar under reducerande förhållanden har fortsatt och den första fasen i de experimentella studierna av krypegenskaper hos koppar har slutförts och rapporterats.

Experiment har även utförts med målsättningen att bestämma om koppar är termodynamiskt stabilt i syrefritt rent vatten. Anledningen till detta är att det i Corrosion Science hävdats att koppar korroderar i rent vatten och under reducerande förhållanden med vätgasutveckling. De nu gjorda försöken visade att koppar är helt termodynamiskt stabilt under dessa förhållanden.

Marin arkeologi har gett möjlighet att studera långtidskorrosion (300 år) i gränssytan mellan en bronskanon (med mycket hög halt, ca 96%, av koppar) och en glaciär lera. Kanonen bärgades 1985 från regalskeppet KRONAN som sänktes utanför Öland den 1 juni 1676. I över 300 år har den legat begravd i bottenleran. Resultaten visar att kopparhalten i bronset har minskat nära ytan. Koppar har också spårats i den omgivande leran upp till 4 cm från kanonnens yta. En försiktig bedömning ger vid handen att kopparkorrosionen på kanonen är 10 mm på 100 000 år.

### **Buffertmaterial**

Forskning beträffande buffert och fyllnadsmaterial har fortsatt med tonvikten på olika typer av bentonit. Franska smektitrika leror utvärderas i ett försöksprogram i samarbete med CEA i Frankrike. Försök görs i Stripa och på laboratorier i Frankrike. En modell för vatten- och gaskonduktivitet hos smektitrika leror har framtagits.

Tätningsegenskaperna hos smektitrika leror beror på deras egenskaper att motstå erosion av strömmande grundvatten. Prov avseende pluggning av schakt och borrhål samt tätning av tunnlar ingår i det pågående internationella samarbetet i Stripa.

## **7.3.2 Geovetenskap**

Det geovetenskapliga programmet innefattar forskning och utveckling inom geologi, geofysik och geohydrologi. Det innehåller också utveckling av nya metoder, modeller och instrument för mätning och utvärdering. Forskningen organiseras till stor del i projekt som ger möjlighet till samverkan mellan specialiserade discipliner.

Ett stort projekt vilket påbörjades 1986 och som intensifierades under 1987 och våren 1988, är arbetet med ett nytt underjordiskt berglaboratorium. Detta presenterades första gången i FoU-programmet 86. SKB planerar för närvarande att lägga detta laboratorium nära Oskarshamns kärnkraftstation där också CLAB ligger. Innan beslut kan tas måste emellertid resultaten från den geologiska förundersökningen avvaktas. Denna startades sent 1986 med luftburna geofysiska mätningar på omkring 800 km<sup>2</sup> yta omkring läget. Under våren 1987 genomfördes vidare vissa mark-geofysiska mätningar, geologisk kartering. Under resten av 1987 och hela 1988 genomförs borrhning, borrhålmätningar och analyser av mätdata. Dessa planeras vara klara under slutet av 1988.

De primära målen med inrättandet av ett underjordiskt berglaboratorium är:

### **1. Verifiera förundersökningsmetoder för val av plats.**

- att inför valet av kandidatplatser som skall detaljundersökas ha demonstrerat att våra förundersökningsmetoder kan ge oss tillräckliga data om väsentliga säkerhetsrelaterade egenskaper hos berget på förvarsnivå.

### **2. Fastställa teknik för detaljerade platsundersökningar.**

- att ha färdigutvecklat och verifierat de metoder och den teknik som behövs vid karakterisering av berget i de detaljerade undersökningar som skall genomföras under 1990-talet med start ca 1993.

### **3. Storskaleprova av grundvattenflödesmodeller.**

- att ha färdigutvecklat och i stor skala på förvarsdjup ha prövat de metoder och modeller för bestämning av grundvattenflöde i berg som behövs för en bra optimering av

slutförvarssystemet och för en säkerhetsanalys för godkännande av en given plats före 2000.

#### 4. Demonstrera kvalitetsäkring.

- att ge tillgång till berg där man kan vidareutveckla och pröva teknik för att säkra hög kvalitet i byggande och utförande av slutförvar på flera hundra meters djup.

#### 5. Fullskaleprov av förvarssystem.

- att på aktuellt förvarsdjup, i full skala och under representativa förhållanden kunna pröva, undersöka och demonstrera olika komponenter som har betydelse för långtids-säkerheten hos ett slutförvarssystem. Prov skall kunna ske i tillräcklig omfattning vad avser tid och skala för att ge underlag för myndighetsgodkännande av byggstart. Vissa prov kan behöva starta i mitten av 1990-talet.

Byggstart för laboratoriet planeras till hösten 1990.

Detaljerad karakterisering av en sprickzon i Finnsjön avslutades under hösten 1987. Under 1988 genomförs spår försök i området.

Ett annat större projekt som pågått under 1987 gäller berggrundens stabilitet. Studier av en postglacial rörelsezon vid Lansjärv i Norrbotten pågår. Projektet omfattar såväl olika geofysiska, geokemiska och seismologiska mätningar som analys med bergmekaniska modeller. Den slutliga utvärderingen av Lansjärvprojektet planeras till våren 1989.

### 7.3.3 Biosfären

Studierna av biosfären syftar till att ge underlag för att kunna beräkna hur radionuklider sprids och fördelar sig i människans omgivning. Studien av naturlig åldring av sjösystem fortsätter och syftar till upprättande av en förbättrad modell för långtidsuppträdandet av radionuklider i ett sjöecosystem.

Olyckan i Tjernobyl förorsakade ett stort utsläpp av radionuklider i atmosfären. Dessa deponerades senare till viss del i Sverige genom sk fall-out. Två av de platser där SKB bedriver forskningsarbete (Finnsjön och Gideå) befinner sig i de områden som fått ganska hög fall-out. Ett program påbörjades sommaren 1986 och har sedan fortsatt med syfte att använda insamlade data för validering av modeller för radionuklidtransport i biosfären och i ytliga grundvatten.

### 7.3.4 Kemi

Forskningen på detta område spänner över ett stort antal delområden som grundvattenkemi, radionuklidkemi, modeller för nuklidtransport och validering av modeller med hjälp av studier av sk naturliga analogier. Inom området grundvattenkemi utvecklas teknik att provta och analysera naturligt grundvatten vilket är opåverkat av spolvatten från borrhål.

Experimentellt arbete för att bestämma termodynamiska konstanter för löslighet, komplexbildning och redoxegenskaper hos aktinider i grundvatten har utförts under perioden. Mestadels har arbetet berört uran och thorium. Ett internationellt samarbete pågår inom OECD/NEAs ram.

Modellarbetet gällande nuklidtransport har i huvudsak inriktats på SFR- och WP-Cave-utförningarna. Sofistikerade modeller vilka kopplar transportmekanismer med geokemiska reaktioner har utvärderats och tillämpats.

Vad gäller validering av transportmodellen har laboratorieexperiment utförts där naturliga sprickor överborrats och tagits in i laboratoriemiljö. Under kontrollerade former har flödesmätningar och migrationsmätningar utförts. Data från dessa undersökningar kommer att utvärderas i det internationella samarbetet för att validera transportmodeller i geosfären. Projektet, betecknat INTRAVAL, leds av SKI.

In-situ provning utförs i Stripa med icke-sorberande spårämnen i tredimensionella migrationsförsök. I Stripa görs även försök att följa en injicering av saltvatten i sprickor med hjälp av radarmätningar.



In-situ-försök har även utförts i Finnsjön i en större subhorisontell sprickzon. Resultaten från Finnsjön har erbjudits som provfall till INTRAVAL-studien.

### 7.3.5 Säkerhetsanalys

Med hjälp av analyser av hur förvaret och barriärerna växelverkar med sin omgivning beräknas slutförvarets totala effekt på omgivningen. Arbetet med säkerhetsanalyser omfattar metodutveckling och tillämpade analyser. En viktig del under den redovisade perioden har omfattat medverkan i framtagning av en slutlig säkerhetsrapport för SFR samt därav föranledda fördjupade studier av betydelsen av kol-14 i förvaret.

De yttre omständigheterna som påverkar ett förvar sammanfattas ofta i sk scenarier. Ett antal sådana har utvärderats i samband med de tidigare KBS-studierna. Dessa studerade scenarier har uppdaterats och sammanställts för att utgöra en del i ett inom OECD/NEA pågående internationellt samarbete. Arbetet syftar till att granska och föreslå metodik vid val och utvärdering av scenarier av vikt för säkerheten vid slutförvaring.

Speciella metoder måste tillämpas vid analyser av slutförvarets säkerhet för att belysa säkerhetens känslighet för variationer i ingående förutsättningar och parametrar. Ett modellpaket, PROPER, är under utveckling inom SKB för detta ändamål. Arbetet har omfattat testning och verifiering av de första versionerna av programmet. Ett internationellt samarbete för att utveckla liknande modeller pågår i PSAC-gruppen inom OECD/NEA.

## 7.4 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 DOE i USA, AECL i Canada, Euratom, NAGRA i Schweiz och CEA i Frankrike samt TVO och IVO i Finland. Ett informellt informationsutbyte sker också mellan SKB och forskningsorganisationer i Belgien, Japan, Spanien, Storbritannien och Västtyskland.

Under år 1987 har svenska specialister och konsulter för SKB arbetat i längre eller kortare perioder vid utländska laboratorier. På samma sätt har utländska experter arbetat vid svenska forskningsinstitutioner inom ramen för SKBs forskningsprogram.

### Stripa

Arbetet i Stripa som har formen av ett multinationellt OECD/NEA-projekt som leds av SKB har fortgått i enlighet med gällande planering. Programmet, som är inne i Fas 3, inkluderar en integrerad studie av en granitmassa, studier av kanalflöde i granit med sprickor samt utveckling och prov av material för tätning av sprickor i kristallint berg.

Arbetet med Fas 3 påbörjades hösten 1986 och avses pågå till 1991. Under 1987 har arbetet huvudsakligen ägnats åt att karakterisera granitmassan med hjälp av bl a radarmätningar, seismiska mätningar samt konventionella geofysiska metoder. Radarmätningar har även gjorts mellan några borrhål i granitmassan för att bl a möjliggöra analyser med tomografiska metoder.

Under 1987 utvecklades apparatur för att utföra experiment med kanaliserade flöden. Apparaturen har utprovats i laboratorium och fältförsök har påbörjats under våren 1988.

Vad gäller material för tätning av sprickor i kristallint berg har en litteraturstudie utförts vilken visade att smektit- och cementbaserade material är de mest lovande. Injekteringstekniken har vidareutvecklats. Livslängden hos materialen har undersökts men behöver ytterligare belysas i det framtida arbetet. Beslut har fattats om genomförande av storskaliga spricktätningförsök i Stripa.

### **Poços de Caldas**

På två platser i Poços de Caldas-distriktet i Brasilien studeras sk naturliga analogier i ett internationellt projekt (fem länder deltar). Den ena av dessa platser är en stor thoriummineralisering och den andra är en urangruva.

Projektet är indelat i tre delprojekt:

- a) Att utvärdera transport och speciering av naturliga radionuklider och jordartsmetaller i ett spricksystem under såväl oxiderande som reducerande förhållanden.
- b) Att studera kolloidbildning och dess betydelse för transporten av radionuklider.
- c) Att studera temperaturens inverkan på transportmekanismen hos radionuklider och sällsynta jordartsmetaller.

Fältundersökningar pågår där såväl geologi som kemi på de båda platserna noga undersökts. En workshop med deltagande av specialister från olika medverkande länder har hållits i Poços de Caldas. Härvid gjordes en noggrann genomgång av dittills föreliggande resultat samt en grov planering av projektets slutfas tom 1989.

# 8 KOSTNADSBERÄKNINGAR

## 8.1 PLAN-88

I enlighet med svensk lag skall alla kostnader för hantering och slutförvar av radioaktivt avfall inkluderande kostnaderna för rivning av kärnkraftstationerna betalas av ägarna till kärnkraftverken. För att säkerställa att tillräckliga medel finns tillgängliga i framtiden skall ägarna leverera in en särskild avgift till statens kärnbränslenämnd. Avgiftens storlek uttryckt i öre per kilowattimme fastställs årligen av regeringen.

Underlaget för avgiftsberäkningar utgörs av en kostnads kalkyl 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.

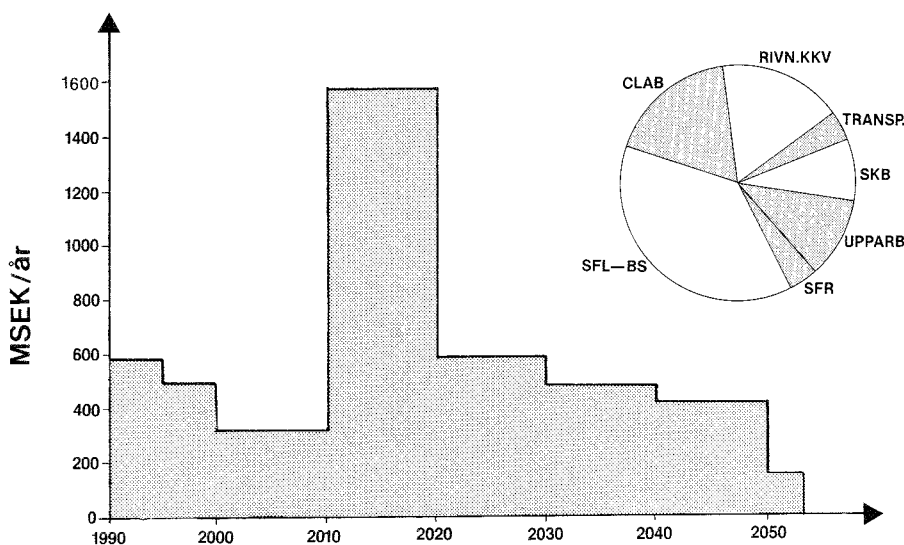
Kostnads kalkylen baseras på det hanteringssystem och det scenario som beskrivits i kapitel 1. Kostnadsberäkningarna inkluderar kostnaderna för byggande, drift och rivning av alla nödvändiga anläggningar och tillhörande utrustning. Dessa är:

- 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.

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

Enligt den senaste – i juni 1988 till kärnbränslenämnden inlämnade kostnads kalkylen – Plan 88 – utgör de uppskattade framtida kostnaderna från och med 1989 ca 40 miljarder kronor (i prisnivå januari 1988). Till och med år 1988 beräknas ca 7 miljarder kronor ha förbrukats. Den totala kostnaden för slutdelen av kärnbränslecykeln i Sverige är sålunda ca 47 miljarder kronor. Värdet av den nukleärt producerade elektriciteten är drygt 500 miljarder kronor.

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



Figur 8-1. Framtida kostnader för hanteringen av det radioaktiva avfallet samt fördelning på olika anläggningar.

Med uteslutande av uppdragskostnaderna fördelar sig kostnaderna grovt enligt följande

Transporter	8%
Mellanlagring av använt kärnbränsle	20%
Inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle och långlivat avfall	40%
Slutförvaring av reaktoravfall och avfall från rivning av kärnkraftstationer	4%
Rivning av kärnkraftstationer	19%
Diverse inkluderande forskning och utveckling, allmän försöksverksamhet	9%

Kostnadsberäkningarna har baserats på preliminär utformning av de olika anläggningar som kommer att erfordras i framtiden. För detta arbete är också erfarenheterna från byggandet av CLAB och SFR av stor betydelse.

## 8.2 AVGIFT

Eftersom kostnaderna för de olika kärnkraftverken inte är helt lika tillämpas från och med 1987 separata avgifter. I genomsnitt är avgiften under 1988 1,9 öre/kWh och uppdelat på kärnkraftverken

Barsebäck	2,2 öre/kWh
Ringhals	1,9 öre/kWh
Forsmark	1,9 öre/kWh
Oskarshamn	1,7 öre/kWh

Detta motsvarar en total kostnad för de svenska kärnkraftföretagen om ca 1,3 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.

Sammanlagt har kärnbränslenämnden till och med 1987 tillförts 9 272 miljoner kronor varav drygt 1 200 miljoner kronor utgör räntor. Under samma tid har till ersättningar m m åtgått 5 344 miljoner kronor, varför behållningen vid årsskiftet 1987-88 utgjorde 3 928 miljoner kronor.

## 9 KÄRNBRÄNSLECYKELNS OCH SLUTSTEGENS KOSTNADER

Kostnaderna för försörjningen med kärnbränsle inträffar tidsmässigt i anslutning till motsvarande elproduktion. Naturligt uran köps 1 à 2 år innan motsvarande färdigt kärnbränsle sätts in i en reaktor. Detta kärnbränsle ger därefter elenergi under ca 5 år. Kostnader för försörjningen med råvaror och tjänster för kärnbränslet kan därmed relateras till motsvarande produktion av elektricitet.

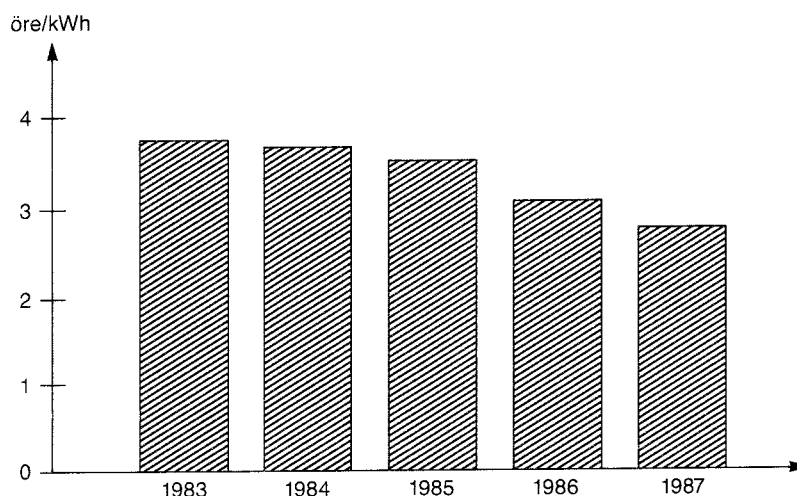
Kostnader för kärnbränsle varierar givetvis med kommersiella villkor i olika kontrakt och därmed också för olika kraftföretag. Under 1987 har kostnader för färdigt kärnbränsle i Sverige i medeltal uppgått till 2,8 öre/kWh.

Tabell 9-1 visar en uppdelning av kostnaderna per kilowattimme samt den totala kärnbränslekostnaden för 1987 års elproduktion med kärnkraft, som uppgick till 64,4 TWh.

Tabell 9-1. Kostnader för försörjning med kärnbränsle 1987.

	Öre per kilowattimme	Miljoner kronor totalt
Natururan	0,8	520
Konvertering	0,1	60
Isotopanrikning	1,1	710
Bränsletillverkning	0,7	450
Beredskapslager	0,1	60
<b>Total bränsleförsörjning</b>	<b>2,8</b>	<b>1 800</b>

Under de senaste åren har kostnaderna sjunkit för färdigt kärnbränsle, vilket beror på att såväl uran som anrikningstjänster blivit billigare. God tillgång på uran från fyndigheter med relativt höga halter har lett till sjunkande priser, framför allt på den sk spot-marknaden för omedelbara köp. Konkurrens mellan leverantörer av anrikningstjänster från USA, Europa och Sovjetunionen har lett till en mera rationell drift av befintliga anläggningar samtidigt som ny teknik introduceras – och detta leder till lägre priser. Figur 9-1 visar utvecklingen av kostnaderna i medeltal för färdigt kärnbränsle till Sverige under de senaste åren.



Figur 9-1. Kostnader för färdigt kärnbränsle.

För slutstegen är kostnadernas fördelning i tiden 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. Avgiften är för år 1988 i genomsnitt oförändrad, 1,9 öre per kärnkraftgenererad kWh, men har differentierats för de olika kärnkraftstationerna (se avsnitt 8.2).

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 1987

– Försörjning inklusive beredskapslager	2,8 öre/kWhe
– Slutsteg inklusive rivning 1,9 + 0,1	<u>2,0 öre/kWhe</u>
Summa	4,8 öre/kWhe

Av detta utgör kostnader för rivning ca 0,4 öre/kWh.

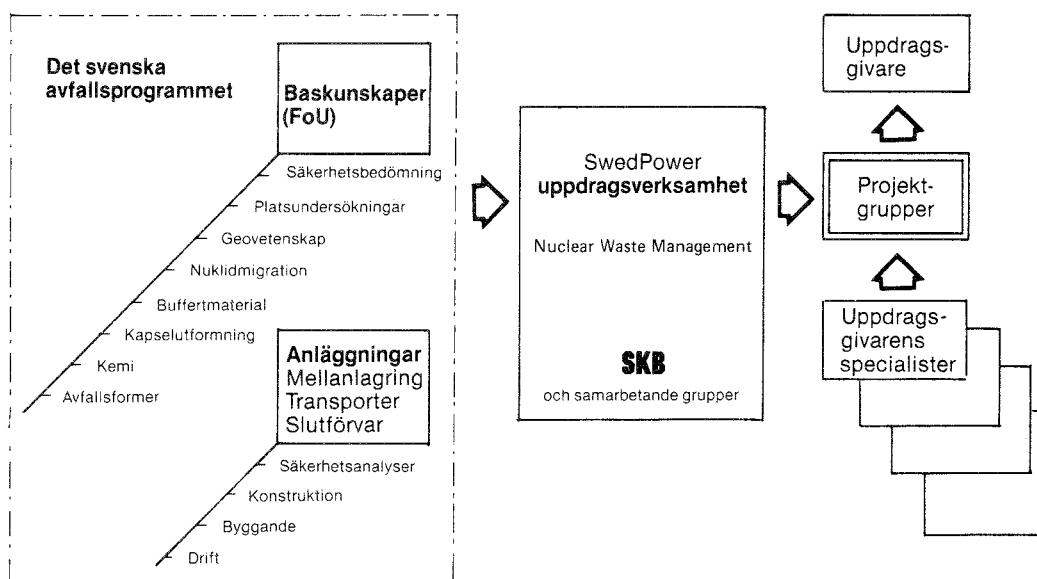
## 10 UPPDRAGSVERKSAMHET

Erfarenheter och know-how vunna i arbetet med det svenska programmet för hantering av kärnavfall under SKBs ledning är tillgängliga internationellt på uppdragsbas. Uppdragsverksamhet är emellertid ej någonting som SKB arbetar direkt med. Istället marknadsförs och samordnas uppdragsverksamheten av SwedPower som har samma huvudägare som SKB och marknadsför erfarenheter och know-how inom hela energiområdet. Den grundläggande affärsidén är att kommersiellt erbjuda erfarenheter och know-how från den svenska kraftindustrin. Ansvar gentemot kunden vilar hos SwedPower som kontraktsslutande part, organisationsprincipen visas i Figur 10-1.

För varje uppdrag tillsätts en projektgrupp med en projektledare. Det är vanligen fördelaktigt att kunden låter egen personal (specialister) ingå i projektgrupperna.

Bland periodens uppdrag kan nämnas:

- utredning och analys av strategi och kostnader för omhändertagande av kärnkraftens avfallsprodukter i Taiwan (för TPC),
- utredning och workshop beträffande geovetenskapliga platsundersökningar i kristallint berg för slutförvaring av högaktivt avfall i USA (för Battelle),
- överföring av geodata rörande två platser i Sverige till Battelle, USA,
- geovetenskapliga borrhålmätningar för
  - \* TVO i Finland
  - \* NAGRA i Schweiz
  - \* AECL i Kanada
  - \* PNC i Japan



Figur 10-1. Organisation av uppdragsverksamheten.

# 11 INFORMATION

## 11.1 ALLMÄNT

Sveriges system för hantering och slutförvaring av kärnkraftavfallet, liksom av annat radioaktivt avfall, är planerat och konstruerat för att tillgodose mycket höga krav med hänsyn till säkerhet och omgivningspåverkan. Systemet bygger på användning av känd teknik. Det är utformat så att inte vare sig en ekonomisk eller någon annan börda lägges på kommande generationer.

Information till samhället och allmänheten är en integrerad och utomordentligt viktig del av det totala avfallsprogrammet. Målsättningen för SKB är att öppet redovisa och aktivt sprida information om företagets verksamhet, både på lokalt plan i samband med exempelvis specifika bergundersökningar och på riksnivå när det gäller övergripande frågor.

Syftet med detta informationsarbete är att ge berörda medborgare möjlighet att själva bilda sig en uppfattning om avfallsfrågorna och kvaliteten på lösningarna.

## 11.2 INFORMATIONSVERKSAMHET

Alltsedan SKB 1977 inledde sin forsknings- och utvecklingsverksamhet har samhället och allmänheten informerats om det pågående arbetet. En särskild informationsavdelning tillkom 1985 för att sprida allmän information om SKB och hålla fortlöpande kontakt med massmedier och samhälle. Sedan 1986 finns också publikationen SKB-nytt som regelbundet informerar inte bara anställda, utan även den stora kretsen vetenskapsmän, forskare och konsulter som arbetar för SKB.

Till de största informationstillfällena under året har hört drifttagningen av Slutförvaret för radioaktivt driftavfall – SFR – respektive inledningen av undersökningarna vid Oskarshamn inför byggandet av ett underjordiskt berglaboratorium.

I närvaro av svensk press, radio och TV skedde den historiska nedtransporten till slutförvar i SFR av det första svenska avfallet den 28 april 1988. Under speciellt våren var SFR också föremål för reportagebesök av flera utländska TV-företag och av skrivande journalister från både Europa och andra kontinenter.

För de svenska riksdagspartierna har under året ordnats seminarier med genomgång av såväl det svenska avfallssystemet i sin helhet som mer detaljerad information om just SFR. Utom i ett fall har dessa seminarier inkluderat besök på platsen. Vid sidan av riksdagsledamöter har handläggare från partierna deltagit.

I oktober 1987 inbjöds boende i de närmast belägna kommunerna via annonser i lokalpressen till ett "Öppet Hus under jord" för att de skulle få tillfälle att lära känna SFR och SKB. Inte mindre än 3 000 personer mötte upp under en veckohelg. Såväl före som efter det att SFR tagits i bruk har anläggningen dessutom ingått som en självklar del i den ordinarie besöksverksamhet som Forsmarksverket bedrivit sedan länge och i det sammanhanget har cirka 50 000 personer sett SFR.

Ett Öppet Hus-arrangemang ordnades under försommaren 1988 också kring de pågående platsundersökningarna utanför Oskarshamn för lokalisering av berglaboratoriet. Detta projekt har också varit föremål för offentliga möten, publicitet i press och lokalradio och nya trycksaker.

För SKB negativ publicitet har det senaste året förekommit i framförallt två sammanhang. Den första sk MOX-transporten från Västtyskland till CLAB vållade en rad felaktiga rubriker, artiklar och debattinlägg om både lasten i sig och transporternas risker. Med pressvisningar och andra åtgärder har SKB då försökt öka kunskapen om bakgrunden till och innebörden i denna bytesaffär. Vidare blev SKB kring årsskiftet helt felaktigt indraget i en västtysk sk mutskandal, varvid motsvarande insatser gjordes för att korrigera mediernas bild.



Som ett led i de långsiktiga kontakterna med svensk press hölls under våren 1988 ett journalistseminarium med omkring 50 deltagare. Intresset var så stort att plats inte kunde beredas för samtliga intresserade.

Ett stort antal svenska och utländska besökare har som tidigare mottagits vid alla befintliga anläggningar (CLAB, SFR, Stripa och Sigyn). CLAB besöktes t ex under hösten av en massiv delegation amerikanska politiker.

Under perioden 1 juli 1987 – 30 juni 1988 har SKB medverkat vid flera offentliga informationsmöten i kommuner där SKB bedriver forskningsverksamhet. Vid dessa möten, liksom i ett antal längre radio- och TV-program under året, har VD och företagsledningen i övrigt medverkat.

I utställningen "Energi och framtid" på Elmia i april 1988 deltog SKB med en monter som tilldrog sig stort intresse bland mässbesökarna.

Nya trycksaker, filmer och videokassetter har producerats. Tillgängligt material listas nedan.

	Beställn nr	Språkversioner utöver svenska
<b>Trycksaker</b>		
SKB Verksamheten		engelsk
Om kärnbränsleförsörjning		
Transporter av radioaktivt avfall		engelsk
Slutförvar för radioaktivt driftavfall (SFR)	C002 817 025 C003 E 818 025	engelsk
Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (CLAB)		engelsk
M/S Sigyn		engelsk
Kärnavfall 1988 – faktafolder	C12 825 025 C12 E 825 025	engelsk
Underjordiskt Berglaboratorium	C33 815 010 C33 E 834 010	engelsk
Nuclear Waste Management Sweden		endast engelsk
Stripa – en gruva för forskning		engelsk
Berggrundsundersökningar		
Mobilt laboratorium		
Forskning om kärnkraftavfallet		
Säkert slutförvar för använt kärnbränsle		
<b>Filmer</b>		
CLAB in action		engelsk, fransk
SFR – Slutförvar för radioaktivt driftavfall		
Bergsäker forskning		

	<b>Beställn nr</b>	<b>Språkversioner utöver svenska</b>
<b>Videokassetter</b>		
Så fungerar CLAB	C1002 614	engelsk, fransk
SFR – Slutförvar för radioaktivt driftavfall	C1001 835	engelsk
Bergsäker forskning	C1006 740	
Det använda kärnbränslets väg	C1003 615	engelsk
Kärnbränslet och avfallet	C1004 704	engelsk