
SKB

**KÄRNKRAFTENS
SLUTSTEG**

PLAN

84

Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Juni 1984

SKB

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB

Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Juni 1984



POSTADRESS: SKB, Box 5864, 102 48 Stockholm, Telefon 08-67 95 40

FÖRORD

Denna rapport utgör de svenska kärnkraftföretagens tredje årliga redovisning, enligt "lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m" (1981:669 med ändring, 1984:5), av kostnadsberäkningarna för slutligt omhändertagande av kärnkraftens radioaktiva restprodukter.

Rapporten ger en uppdaterad beskrivning av erforderliga anläggningar m m samt uppgifter om kostnaderna för dessa.

Stockholm i juni 1984

Svensk Kärnbränslehantering AB



Sten Bjurström
VD

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. BAKGRUND	1
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	3
2.1 ALLMÄNT	3
2.2 ÄNDRINGAR FRÅN FÖREGÅENDE RAPPORT (PLAN 83)	4
3. ANLÄGGNINGAR UNDER UPPFÖRANDE. EN LÄGESRAPPORT	5
3.1 TRANSPORTSYSTEM	5
3.2 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB	6
3.3 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL, SFR 1	8
4. FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE	9
5. PLANERADE ANLÄGGNINGAR	10
6. KOSTNADER	11
6.1 ALLMÄNT	11
6.2 BESKRIVNING AV KOSTNADSFÖRÄNDRINGARNA	12
6.2.1 Inledning	12
6.2.2 Transporter	12
6.2.3 CLAB	12
6.2.4 SFL	12
6.2.5 SFR 1	13
6.2.6 Upparbetning	13
6.3 REDOVISNING AV KOSTNADER	13
6.3.1 Allmänt	13
6.3.2 Totalkostnad och framtida kostnader	14
7. ANLÄGGNINGARNAS KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD	17
8. KÄNSLIGHETSANALYS FÖR FÖRÄNDRING AV KÄRNKRAFTBLOCKENS ELPRODUKTION	19
8.1 FÖRÄNDRING AV AVFALLSMÄNGDER	19
8.2 FÖRÄNDRING AV KOSTNADER	20
REFERENSER	21

BILAGOR

- 2.1 Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
- 2.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter
- Tid- och resursplan
- 2.3 Energiproduktion och använt bränsle från svenska kärnkraftverk
- 2.4 Använt bränsle och radioaktivt avfall i Sverige

- 3.1 SFR Översiktsplan
- 3.2 SFR 1 Situationsplan

ANVÄNDA FÖRKORTNINGAR

BSAB	inkapslingsstation för använt bränsle
BSG	inkapslingsstation för förglasat upparbetningsavfall
BWR	kokarreaktor (ASEA-ATOM)
CLAB	centralt mellanlager för använt bränsle
CLG	centralt mellanlager för förglasat upparbetningsavfall
CLU	centralt mellanlager för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall
GA-	gemensamma anläggningar
LM-	låg- och medelaktivt (avfall)
NAK	Nämnden för hantering av använt kärnbränsle
PWR	tryckvattenreaktor (Westinghouse)
SFL	slutförvar för långlivat radioaktivt avfall, samtliga anläggningar
SFL 1	- för förglasat upparbetningsavfall
SFL 2	- för använt bränsle
SFL 3	- för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall samt driftavfall från mellanlager (fr o m 2025) och inkapslingstationer
SFL 4	- för rivningsavfall från mellanlager och inkapslingstationer
SFL 5	- för hårdkomponenter
SFR 1	slutförvar för låg- och medelaktivt avfall t o m 2025
SFR 3	slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken
SKI	Statens Kärnkraftsinspektion
SSI	Statens Strålskyddsinstitut

1. BAKGRUND

Enligt 10 och 11 §§ i lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet skall den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor (reaktorinnehavaren) svara för att de åtgärder vidtas som behövs för

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

samt för att den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs som behövs för att vad som föreskrivs i punkterna 2 och 3 ovan skall kunna fullgöras.

Därav följer att reaktorinnehavaren också skall svara bl a för kostnaderna för att (lag om ändring i lagen (1981:669) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m (1984:5)),

1. i reaktorn använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta skall kunna hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt,
2. reaktoranläggningen skall kunna avvecklas och rivas på ett säkert sätt och
3. den forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för att vad som avses i 1 och 2 skall kunna fullgöras.

För att säkerställa att medel finns tillgängliga för att betala kostnaderna skall reaktorinnehavaren årligen erlægga en avgift till staten. Denna avgift bestäms med ledning av en kostnadsberäkning som reaktorinnehavaren i samråd med övriga reaktorinnehavare skall upprätta eller låta upprätta över de kostnader som behövs för fullgörandet av vad som anges ovan.

I de beräknade kostnaderna skall ingå dels en uppskattning av kostnaderna för samtliga de åtgärder som har blivit behövliga dels kostnaderna för de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd av minst tre år. Kostnadsberäkningen skall årligen ses över och varje år insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

Kraftföretagen har ålagt SKB (tidigare SKBF) att upprätta nämnd kostnadsberäkning. I två rapporter, PLAN 82 och PLAN 83, har SKBF tidigare redovisat sin bedömning av de anläggningar och kostnader som erfordras för att ta hand om de radioaktiva restprodukterna.

I årets rapport, som utgör en fortlöpande information, är samtliga kostnader angivna i prisnivå januari 1984. De anläggningar som kostnadsberäknats har under det gångna året endast obetydligt förändrats i förhållande till de som beskrivits i Plan 83, varför flertalet kostnadsposter endast är uppräknade till årets prisnivå.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 ALLMÄNT

Föreliggande rapport bygger i alla väsentliga delar på samma förutsättningar som gällt för föregående års rapport, Plan 83 (ref 1).

Lager och transportsystem är dimensionerade för att ta hand om allt avfall, som kommer från tolv kärnkraftblock i drift till 2010. Härtill kommer avfall från icke elproducerande anläggningar som uppskattats till ca 4 % av de totala avfallsmängderna. En överenskommelse har under 1983 träffats med Studsvik Energiteknik AB om ersättning för det avfall som skall levereras till SFR 1.

Upparbetning förutses ske för 869 ton uran¹⁾, varav 729 ton i La Hague och 140 ton i Sellafield. Återstående bränslemängder, 6 600 ton uran, avses bli direktdeponerade.

Avfallets väg från kraftverken till slutlagren framgår av Bilaga 2.1 och transportererna beräknas till större delen ske med fartyg.

Slutlagring av högaktivt avfall beräknas ske ca 40 år efter uttag ur reaktorn. Tid och resursplaner för de olika anläggningarna framgår av Bilaga 2.2.

I kapitel 8 har redovisats kostnadernas variationer vid ändrade förutsättningar beträffande elenergiproduktionen och därmed även avfallsmängderna.

Vid dimensionering av anläggningarna har ca 10 % reservkapacitet förutsatts.

1) Avser uranmängden i det använda bränslet.

2.2 ÄNDRINGAR FRÅN FÖREGÅENDE RAPPORT (PLAN 83)

Då 1983 års verkliga elproduktion redovisats har mindre justeringar utförts i den totala elenergiproduktionen för respektive kärnkraftverk. Elproduktionen och bränsleförbrukningen har beräknats med hänsyn tagen till varierande utbränningsgrader, kraftverkens olika verkningsgrader, bränslets design och återinsättning m m. Årets rapport har baserats på detta.

Elproduktionen har med ledning av ovan bedömts bli totalt 1800 TWh och bränsleförbrukningen 7500 ton uran, varav 5700 ton uran från BWR-reaktorer och 1800 ton uran från PWR-reaktorer se Bilaga 2.3.

Beräkningen ger en något utökad bränslemängd (+3,2 %) jämfört med PLAN 83, vilket får smärre kostnadskonsekvenser för CLABs nästa utbyggnad, BSAB och SFL 2.

Inkapslingsstationens (BSAB) kapacitet har analyserats noggrannare, vilket medfört en något avkortad deponeringstid. Detta påverkar även driftperioden av CLAB.

Vid tillståndsgivningen för SFR 1 meddelades villkor som innebär ändrade förutsättningar beträffande förvaring av bitumeninjutna jonbytarmassor. Konsekvenserna härav redovisas i kapitel 3 och 6.

Aktuella avfallsmängder framgår av Tabell 2.1 samt Bilaga 2.4.

Tabell 2.1 Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera

Produkt	Ursprung	Enhet	Antal enheter	Volym i slutlager m ³
Högaktivt avfall	Använt bränsle. Förglasat avfall från upparbetning	kapslar	5 570	11 100
alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från upparbetning	fat	7 070	4 500
Härdkomponenter	Reaktordelar	kokiller	1 750	14 500
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	fat och kokiller	147 300	115 700
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	10-20 m ³ behållare	9 000	113 500
Total mängd ca			171 000	259 000

3. ANLÄGGNINGAR UNDER UPPFÖRANDE. EN LÄGESRAPPORT

3.1 TRANSPORTSYSTEM

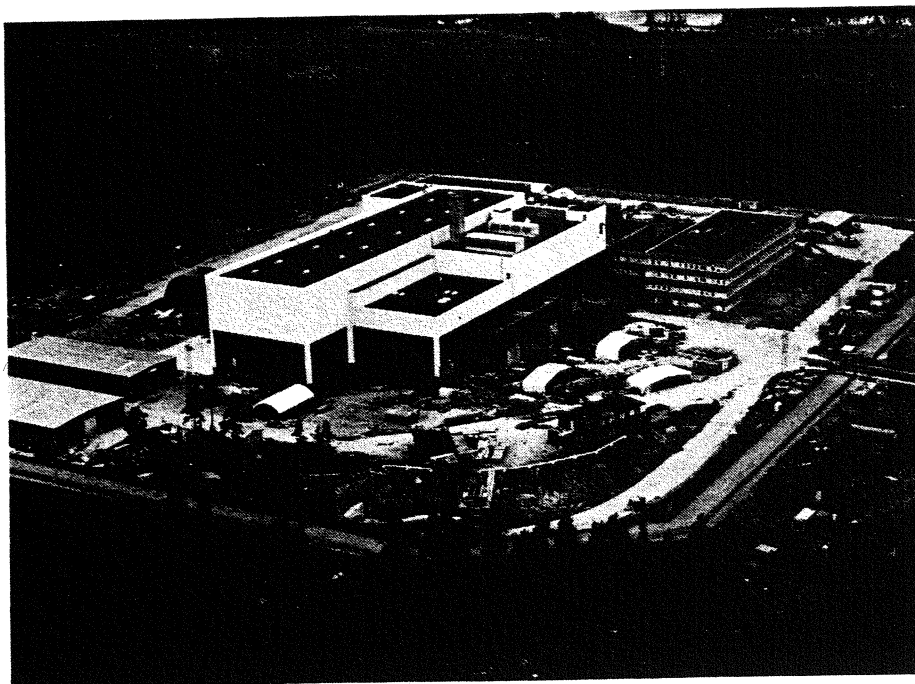
Transportsystemet är huvudsakligen baserat på sjötransporter och dess huvudkomponenter är ett specialkonstruerat fartyg, transportbehållare och terminalutrustningar vid kraftverk och övriga anläggningar. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av avfall.

Under 1983 genomfördes sex transporter av använt bränsle till Frankrike (La Hague) omfattande 57 ton uran (21,7 ton från Ringhals 2 samt 35,3 ton från Barsebäck 1 och 2). Dessutom har under 1983 prov genomförts med transportsystemet vid samtliga kärnkraftslägen i Sverige.

Leveranser av utrustning för transport av använt bränsle har fortgått enligt tidplan. Vid halvårsskiftet 1984 finns följande utrustning tillgänglig: fartyg, 9 st transportbehållare för använt bränsle, behållarinsatser, reservdelar, 2 st terminaltransportfordon samt erforderlig serviceutrustning. Resterande utrustning bl a 2 st hårdkomponentbehållare, 1 st transportbehållare etc levereras under hösten 1984.

Projektering pågår av erforderlig transportutrustning för transport av reaktoravfall till SFR. En transportbehållare med tillhörande utrustning tillverkas under 1984 och provas vid samtliga kärnkraftslägen under senare delen av 1984.

För transport av använt bränsle till CLAB kommer fartyget att utnyttjas ca 60 % av året. Motsvarande siffra ökar till ca 80 % när reaktoravfall transporteras parallellt med använt bränsle. Några nämnvärda marginaler för störningar, fördröjningar, underhåll av fartyget etc finns ej i ovanstående siffror. Resterande 20 % av tiden torde behövas för dessa ändamål. Befintligt transportsystem (fartyg och transportbehållare) blir således fullt utnyttjade för inhemska transporter, varför ytterligare kapacitet är nödvändig för att kunna genomföra transporter till Frankrike enligt under avsnitt 2.1 angivna förutsättningar.



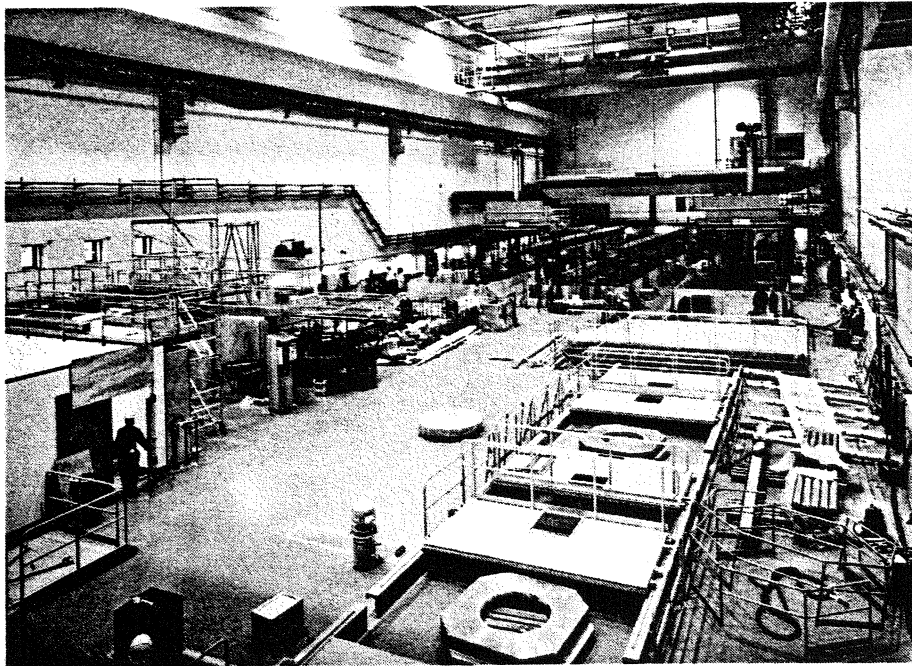
Figur 3.1 CLAB

3.2 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB

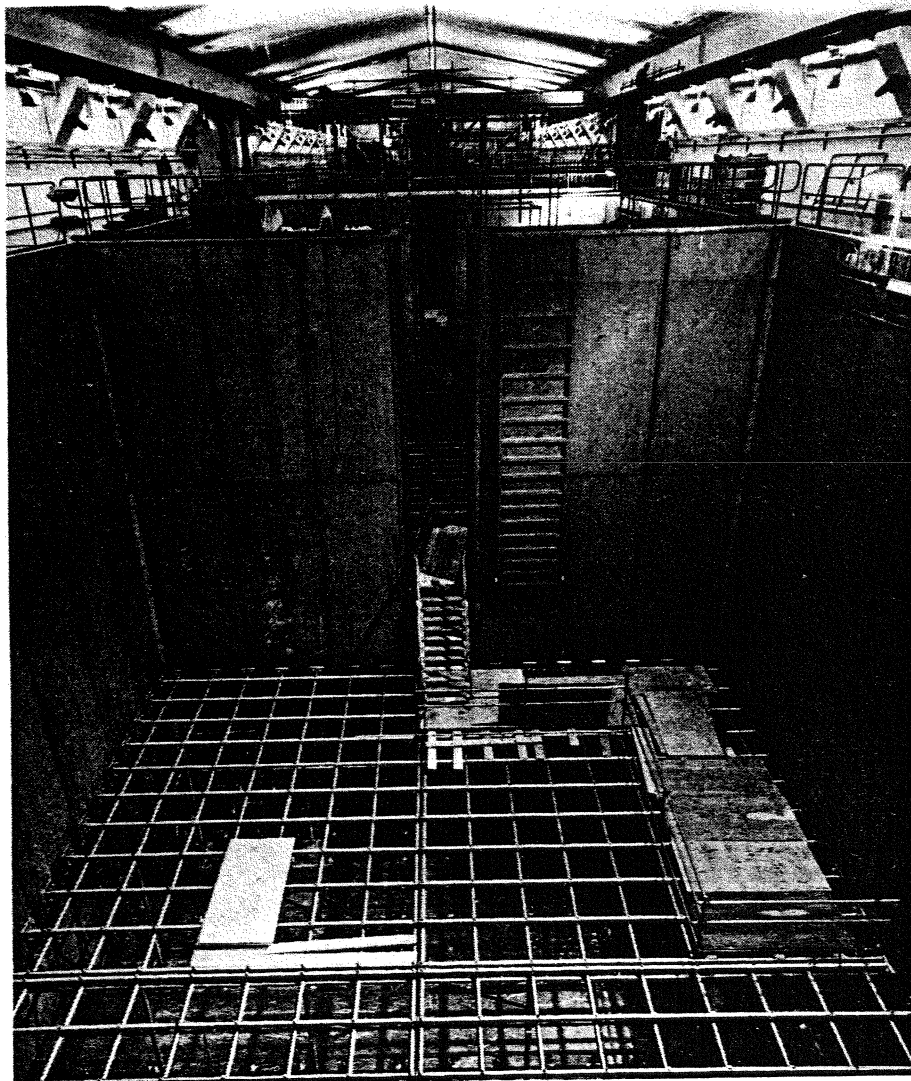
För mellanlagring av använt bränsle från de svenska kärnkraftverken byggs för närvarande ett centralt lager på Simpevarps-halvön. Se Figurer 3.1-3.3. Byggandet följer i stort gällande planer.

OKG skall enligt avtal med SKB svara för driften av anläggningen när denna tas i bruk 1985. Den kommande driftorganisationen fanns vid årsskiftet 1983/84 i stort på plats. Totalt kommer driftorganisationen att omfatta 64 personer utöver personal från OKG för gemensam service och temporär resursförstärkning. Den senare delen uppskattas till ca 40 personer.

Fullt utbyggt beräknas CLAB innehålla 9 förvaringsbassänger varav 8 för använt bränsle och 1 för härdkomponenter och reaktordelar. Dessutom innehåller anläggningen 2 reservbassänger. Den nuvarande utbyggnaden avser 4 bassänger för använt bränsle samt 1 reservbassäng.



Figur 3.2 CLAB - Mottagningsbyggnad. Mottagningshall



Figur 3.3 CLAB - Förvaringsbyggnad. Bassäng



Figur 3.4 SFR - Första sprängskottet för tunnelnedfarten, augusti 1983

3.3 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL, SFR 1

Efter regeringsbeslutet i juni 1983 och ett igångsättningsmedgivande från koncessionsnämnden för miljöskydd påbörjades byggnadsarbetena för den första etappen av SFR 1. Byggnadsarbetena påbörjades i augusti 1983 och anläggningen planeras vara klar 1988 för att ta emot avfall.

Samtliga övergripande tillstånd som erfordras för fortsatt byggande av SFR 1 föreligger. Tillstånden enligt atomenergilagen, byggnadslagen och miljöskyddslagen är förknippade med villkor som skall uppfyllas under byggnadstiden, exempelvis beträffande information till allmänheten och kontrollprogram för verifiering av förvarets funktion.

Projekteringsarbetet har resulterat i vissa ändringar av anläggningsutformningen och en ny situationsplan (Bilagor 3.1 och 3.2) har utarbetats med ledning av kompletterande berggrundsundersökningar som genomförts under hösten 1983. Situationsplanen visar bl a en ny utformning av förvaret för betongtankar, vilket nu består av två bergsalar med ungefär samma dimensioner som bergsalarna för låg- och medelaktivt sopavfall. Indelningen i byggnadsetapper har justerats så att även bergsalarna byggs i två etapper.

Ett modifierat förslag till förvaring av bitumeningjutna jonbytar-massor har utarbetats med anledning av yttrande av SKI angående sådana avfallskollin vid behandlingen av tillståndsansökan. Den nya situationsplanen inrymmer en särskild bergsal för medelaktiva bitumeningjutna massor som kan svälla vid kontakt med inträngande vatten efter förslutning. Förslaget har, tillsammans med de andra ändringarna av anläggningslayouten, inlämnats till SKI och SSI för granskning.

4. FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE

Det forsknings- och utvecklingsarbete som enligt lag åvilar de svenska reaktorinnehavarna genomförs och redovisas av SKB. Inriktningen och omfattningen av detta arbete har redovisats i ett program (ref 13), som i februari 1984 ingivits till regeringen. Detta program avser fortsatt forskning och utveckling av det slutförvarssystem, som beskrivs i KBS-3-rapporten. Ett FoU-program som tar upp även andra principiella lösningar skall inges 1986.

Fr o m år 2010, då byggandet av ett slutförvar förutses börja, redovisas här inga separata FoU-kostnader, utan de är inkluderade i den post för sk byggherrekostnader, som ingår i investeringsbeloppen.

FoU-kostnaderna tillsammans med SKBs centrala administrationskostnader är i kapitlen 6-8 redovisade under rubriken SKB.

5. PLANERADE ANLÄGGNINGAR

Förutom de i kapitel 3 angivna anläggningarna planeras, liksom tidigare, för följande slutförvar och mellanlager.

- SFL, slutförvar för långlivat avfall, främst använt bränsle
- CLG, CLU, mellanlager för upparbetningsavfall
- SFR 3, slutförvar för rivningsprodukter från kärnkraftverken

Ingen av ovan nämnda anläggningar har ändrats i väsentlig grad gentemot Plan 83 och beträffande layoutritningar hänvisas därför till den rapporten.

Bränslemängden som direktdeponeras har ökat med ca 4 %. Detta medför motsvarande ökning av förvarsvolymen i SFL 1-2. Drifttiden för SFL i sin helhet har dock kunnat minskas genom främst ett rationellare utnyttjande av inkapslingsstationen.

SFR 3 är anslutet till SFR 1 och påverkas således i viss grad av den layoutförändring som genomförts för SFR 1. Se Bilaga 3.1.

6. KOSTNADER

6.1 ALLMÄNT

Detta kapital behandlar de totala kostnaderna för att omhänderta kärnkraftens radioaktiva restprodukter.

Framtida kostnader, d v s kostnader från och med 1984, anges i prisnivå januari 1984. Tidigare nedlagda kostnader anges till bokfört värde. Totala kostnader är summan av framtida kostnader och tidigare nedlagda kostnader.

Nya kostnadskalkyler har gjorts för de anläggningar som har förändrats i något avseende sedan föregående rapport, Plan 83. Kostnader för anläggningar som ej har förändrats har justerats med de index som tillämpas inom bygg- och verkstadsindustribranscherna. Budgeterade kostnader för pågående projekt har angivits av respektive projektgrupper.

Principerna för kostnadsberäkningarna är desamma som angivits i Plan 82 och Plan 83. Totala påslaget för osäkerhet i underlag och oförutsett framgår av Tabell 6.1 uppdelat per objekt.

Tabell 6.1 Påslag för oförutsett och bristande detaljeringsgrad i underlag räknat på framtida kostnaden

Objekt	Påslag %	
14	Transport	10
16	KKV driftkostn efter avställning	25
22-53	KKV rivning	25
62	CLAB	10
72	CLG	32
73	CLU	32
81	SFL, gemensamma anläggningar	39
82	BSG/BSAB	33
83	SFL 1-2	40
84-86	SFL 3-5	41
92	SFR 1	30
93	SFR 3	27
Vägt medelvärde		26,5 % ¹⁾

1) Till detta kommer ett 10 %-igt påslag, se avsnitt 6.3.1.

Kostnaderna sammanställs liksom tidigare i det datoriserade systemet KOKA, som även särskiljer de kostnader, som omfattas av finansieringslagen.

Kostnaderna för olika anläggningar har uppdelats på: investering, reinvestering, drift, rivning och försegling. Till investeringskostnaderna har hänförts endast de kostnader som uppkommer innan anläggning eller anläggningsdel tas i drift. En följd härav blir att vissa kostnader, som normalt betraktas som investeringkostnader, kommer att ingå i driftkostnaderna. Ett exempel härpå är deponeringstunnlarna vid SFL 2 som till större delen utsprängs fortlöpande under deponeringskedet.

6.2 BESKRIVNING AV KOSTNADSFÖRÄNDRINGARNA

6.2.1 Inledning

De väsentligaste orsakerna för kostnadsförändringarna jämfört med Plan 83 anges nedan objekt för objekt. Följande verksamheter har medfört väsentliga kostnadsförändringar:

- Ökade kostnader för upparbetning.
- Ökad bränslemängd.
- Snabbare genomflöde i inkapslingsstationen.

Övriga kostnadsförändringar beror i stort sett av den allmänna kostnadsutvecklingen.

6.2.2 Transporter

Förändringar hänför sig främst till att den tekniska livslängden för den i transportsystemet ingående utrustningen har förlängts. T ex fartyget från 15 till 20 år, transportbehållarna från 10 till 15 år.

6.2.3 CLAB

I Plan 84 baseras driftkostnaderna på ett betydligt mer detaljerat underlag än tidigare, vilket resulterat i smärre justeringar.

6.2.4 SFL

Bränslemängden har ökat något från Plan 83. Inkapslingsstationens kapacitet har dock tidigare inte varit fullt utnyttjad. Stationens sex ugnar, som utgör begränsning för genomflödet, kan klara sex kapslar per vecka.

Om man förutsätter att en ugn används som reserv, blir flödet i inkapslingen fem kapslar per vecka. Antalet veckor som kan utnyttjas på ett år antas vara 42. Resterande tid avsätts för service, reparationer och andra störningar.

Med dessa förutsättningar inkapslas bränslet på 23 år d v s åren 2026-2048. Fram t o m 2048 transporteras även de interndelar från reaktorernas rivning, som mellanförvaras i CLAB, över till SFL för injutning och deponering. Därefter transporteras rivningsavfall från CLAB till SFL för deponering i SFL 4. Detta beräknas pågå i ca 3 år.

6.2.5 SFR 1

Anläggningskostaden för SFR 1 påverkas av de ändringar i anläggningsutformningen som översiktligt beskrivits i avsnitt 3.3. Den nya förvarsdelen för bitumeningjutna jonbytarmassor ger en ökning av anläggningskostnaden. Några av de övriga förslag till ändringar som redovisats till myndigheterna kan däremot minska kostnaderna. Sammantaget bedöms därför anläggningskostnaden för SFR 1 kunna hållas på i stort sett oförändrad nivå. En ny kostnadsberäkning kommer att genomföras när de föreslagna ändringarna behandlats av myndigheterna.

6.2.6 Upparbetning

Upparbetningskostnaderna har ökat till intervallet SEK 4 000-6 400 per kg.

Kreditering för återvunnet uran har ansatts till SEK 450 per kg medan något plutoniumvärde ej krediteras alls.

6.3 REDOVISNING AV KOSTNADER

6.3.1 Allmänt

De i detta avsnitt redovisade kostnaderna är angivna i prisnivå januari 1984 och är icke nuvärdesberäknade. Kostnaderna är emellertid uppdelade i tiden, vilket medger att diskontering kan göras med olika värden på realräntan.

Med hänsyn till att en betydande del av verksamheten ligger långt fram i tiden och kan påverkas av omständigheter som idag ej är helt kända anses motiv föreligga för ett särskilt riskpåslag av storleksordningen 10 % som läggs på de framtida kostnaderna. Riskpåslaget bör reduceras allt eftersom säkrare bedömningsgrunder erhålls.

Kostnaden för att förvara det låg- och medelaktiva driftavfallet (LM-avfall) och avfall från icke kärnkraftproducerande verksamhet (t ex avfall från Studsvik) omfattas ej av finansieringslagen. Därför har kostnaderna särskilts för de delar av respektive anläggning och verksamhet som innefattar ovanstående typer av avfall. Där avtal saknas har detta gjorts genom att antalet förvaringspositioner och enheter för LM- och Studsviksavfall i respektive anläggning och verksamhet har bedömts. Därefter

har kostnaderna för varje anläggning proportionerats enligt detta förhållande. De fördelade kostnaderna framgår av följande avsnitt.

6.3.2 Totalkostnad och framtida kostnader

Tabell 6.2 visar totalkostnaden för avfallshanteringen. Kostnaden delas upp per objekt och kostnadslag. Tabellen särskiljer även kostnader som omfattas av finansieringslagen.

Den totala kostnaden uppgår till MSEK 45 400 (enligt finansieringslagen MSEK 41 700) inklusive ett 10-procentigt riskpåslag på de framtida kostnaderna. De framtida kostnaderna enligt finansieringslagen från och med 1985 uppgår till MSEK 39 500 inklusive det 10-procentiga riskpåslaget.

Tabell 6.3 visar de framtida kostnaderna, exkl riskpåslaget, från och med 1985 uppdelade per objektsgrupp och i tiden. Det senare framgår även av Figur 6.1.

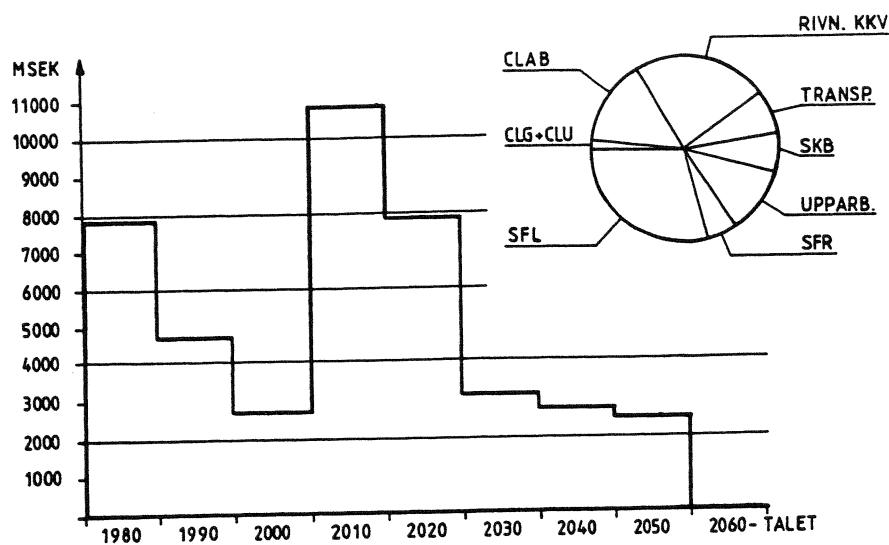
Den totala kostnaden kan sägas utgöras av fyra ungefär lika stora poster: investering (inkl. reinvestering), drift, rivning av kärnkraftverk samt övrigt.

Tabell 6.2 Sammanställning av totala kostnader och framtida kostnader enligt finansieringslagen¹⁾ (MSEK) (Prisnivå januari 1984)

Objekt	Kostnads- slag	Totala nedlagda kostnader t o m 1983	Totala framtida kostnader fr o m 1984	Summa totala kostnader	Summa totala kostnader per objekt	Framtida kostn. enligt finansierings- lagen fr o m 1985
SKB	-	205	2 608	2 813	2 813	2 532
Transport	Investering	72	151	223		
	Reinvestering	-	384	384		
	Drift	94	2 334	2 428	3 035*	2 384
Rivn. kkv	Avst.drift	-	1 305	1 305		
	Rivning	-	8 365	8 365	9 670	9 670
CLAB	Investering	1 257	1 143	2 400		
	Reinvestering	-	260	260		
	Drift	19	3 252	3 271		
	Rivning	-	207	207	6 138	4 455
CLG	Investering	-	309	309		
	Drift	-	97	97		
	Rivning	-	18	18	424	421
CLU	Investering	-	117	117		
	Drift	-	61	61		
	Rivning	-	6	6	184	184
GA SFL	Investering	-	2 198	2 198		
	Reinvestering	-	125	125		
	Drift	-	1 421	1 421		
	Rivning	-	84	84	3 828*	3 515
BSG/BSAB	Investering	-	1 473	1 473		
	Reinvestering	-	68	68		
	Drift	-	2 740	2 740		
	Rivn.	-	87	87	4 368	4 368
SFL 1-2	Investering	-	617	617		
	Reinvestering	-	15	15		
	Drift	-	1 117	1 117		
	Rivn.+försegl.	-	1 498	1 498	3 247	3 247
SFL 3	Investering	-	458	458		
	Drift	-	59	59		
	Rivn.+försegl.	-	35	35	552*	334
SFL 4	Investering	-	17	17		
	Drift	-	8	8		
	Rivn.+försegl.	-	2	2	27	27
SFL 5	Investering	-	247	247		
	Drift	-	126	126		
	Rivn.+försegl.	-	19	19	392	392
SFR 1	Investering	37	796	833		
	Drift	-	271	271		
	Rivn.+försegl.	-	222	222	1 326*	115
SFR 3	Investering	-	427	427		
	Drift	-	144	144		
	Rivn.+försegl.	-	78	78	649*	592
Upparbetning	-	739	4 099	4 838	4 838	3 691
Totalt	-	2 423	39 068	41 491		35 927
Riskpåslag ca 10 %	-	-	3 909	3 909		3 593
Totalt inkl riskpåslag	-	2 423	42 977	45 400		39 520

1) Total kostnad minus kostnader för studsviksavfall o d och övrigt låg- och medelaktivt avfall

*) Innefattar även kostnader utanför finansieringslagen (enligt ¹⁾).
Totalt över samtliga berörda objekt (exkl riskpåslag): Studsviksavfall m m MSEK 680
övrigt låg- och medelaktivt avfall MSEK 1 470



Figur 6.1 Sammanställning av totalkostnaden (MSEK)
Exkl. riskpåslag
(Prisnivå januari 1984)

Tabell 6.3 Framtida kostnader per objekt enligt finansieringslagen¹⁾ fördelade i tiden (MSEK). Exkl. riskpåslag.
(Prisnivå januari 1984)

Ar	SKB	Transp.	Rivn. kkv	CLAB	CLG-CLU	SFR 1 o 3	SFL	Upparb.	Summa kostnader	Ackumulerade kostnader
1985-89	380	363	-	431	378	142	-	2 114	3 808	3 808
1990-94	380	339	-	556	62	5	-	1 187	2 529	6 337
1995-99	380	248	-	711	29	84	-	390	1 842	8 179
2000-talet	1 392	517	-	506	46	275	56	-	2 792	10 971
2010-talet	-	176	5 033	403	33	73	4 498	-	10 216	21 187
2020-talet	-	430	4 625	640	57	128	1 710	-	7 590	28 777
2030-talet	-	175	12	500	-	-	2 289	-	2 976	31 753
2040-talet	-	137	-	500	-	-	2 033	-	2 670	34 423
2050-talet	-	-	-	207	-	-	1 297	-	1 504	35 927
Totalt fr o m 1985	2 532	2 385	9 670	4 454	605	707	11 883	3 691	35 927	
1985-87	228	177	-	304	148	135	-	1 536	2 528	

1) Total kostnad minus kostnader för studsviksavfall o d och övrigt låg- och medelaktivt avfall

7. ANLÄGGNINGARNAS KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD

I Tabell 7.1 redovisas totalkostnaden (exkl upparbetningskostnaden) per hanterad enhet för de anläggningar och system som är beskrivna i tidigare kapitel.

I totalkostnaden ingår kostnader för investering, drift, reinvestering, rivning och förslutning för resp anläggning (jfr kap. 6).

För att få jämförbara kostnader har omfördelningar av vissa kostnader fått göras. Dessa omfördelningar är:

1. Kostnader för gemensamma anläggningar för SFL (GA SFL) har slagits ut på SFL 1-5.
2. Kostnader för gemensamma delar för SFL3-5 har fördelats på resp anläggning.
3. Kostnader för gemensamma delar för SFR 1 och 3 har fördelats på resp anläggning.

Fördelningarna är gjorda efter de avfallsmängder som hanteras i de olika anläggningarna.

Tabell 7.1 Kostnad per avfallsmängd för olika delar av systemet
(Prisnivå januari 1984)

OBJEKT	KOSTNAD MSEK	MANGD	ENHET	kSEK/ ENHET	ANMÄRKNING
14. <u>TRANSPORTER</u>	3 035	18 900	Trpt enhet	161	Fartygstransporterat bränsle och avfall. Trpt. enhet är B-behållare eller betongcontainer
14.1 Upparbetat bränsle (La Hague)	503	729	ton bränsle	690	Kostnader inkl driftavfall från La Hague
14.2 Direktdeponerat bränsle	1 479	6 637	ton bränsle	223	Kostn inkl hårdkomponenter samt LM-avfall från CLAB. 1624 ton bränsle internttransporteras OKG-CLAB
14.3 Driftavfall från KKV	308	73 500	m ³ LM-avfall	4,2	Med fartygstransport från KKV till SFR 1, av totalt 91 600 m ³
14.4 Rivningsavfall från KKV	665	68 000	m ³ rivningsavfall	9,8	Med fartygstransport från KKV till SFR 3, av totalt 100 000 m ³
14.5 Studsviksavfall	80	13 600	m ³	5,9	Varierande avfall
<u>MELLANLAGER</u>					
62 CLAB totalt	6 138	6 637	ton bränsle	925	Inkl hårdkomponenter och reaktorernas interna delar (ca 13 % av lagervolymen)
62.1 CLAB bränsledel	5 352	6 637	ton bränsle	806	Enbart bränsle 2 462 positioner i CLAB
62.2 CLAB hårdkomp.del	786	3 900	m ³ lagervolym	202	Hårdkomponenter och reaktorernas interna delar
72 CLG	424	729	ton bränsle	582	Förglasat avfall från uppabetning
73 CLU	184	4 500	m ³ uppabetningsavfall	41	Uppabetningsavfall exkl glas
CLU + CLG	608	729	ton bränsle	834	
<u>SLUTLAGER</u>					
82 BSG/BSAB	4 368	alt 7 506 5 570	ton bränsle kapsel	582 784	Exkl GA-SFL Som ovan
82.1 BSG	347	729	ton bränsle	476	Förglasat bränsle exkl GA-SFL.
82.2 BSAB	4 021	alt 6 637 4 840	ton bränsle kopparkapsel	606 831	Direktdep bränsle exkl GA-SFL Som ovan, enbart direktdep. bränsle
83 SFL 1 och 2	4 791	alt 7 506 5 570	ton bränsle kapsel	638 860	Inkl del av GA-SFL Som ovan
83.1 SFL 1	451	729	ton bränsle	619	Som ovan, enbart förglasat bränsle 730 kapslar
83.2 SFL 2	4 340	6 637	ton bränsle	654	Som ovan, enbart direktdep. bränsle, 4 450 kapslar
84 SFL 3 totalt	1 324	16 100	m ³ avfall	82	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
84.1 SFL 3-uppabetn. del (30 %)	397	alt 4 500 729	m ³ uppabetningsavfall ton bränsle	88 545	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5 Som ovan. Bränsle slutförv. inte i SFL 3
84.2 SFL 3 övrigt	927	11 600	m ³ div LM-avfall	80	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
85 SFL 4	520	10 400	m ³ rivn.avfall och LM-avfall	50	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
86 SFL 5	1 436	1 750	kokill	821	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
92 SFR 1	1 466	105 500	m ³ LM-avfall	14	Inkl omfördelning SFR 1 och 3
93 SFR 3	529	104 000	m ³ rivningsavfall	5,1	Inkl omfördelning SFR 1 och 3
Samtliga anläggningar exkl LM-avfall, Studsvik-avfall, rivningsavfall och uppabetning	2 948	729	ton bränsle till uppabetning	4 043	Inkl hårdkomponenter och FOU. Exkl 140 ton bränsle till uppabet. i Windscale
	20 736	6 637	ton direktdep bränsle	3 124	Inkl hårdkomponenter och FoU

8. KÄNSLIGHETSANALYS FÖR FÖRÄNDRING AV KÄRNKRAFTBLOCKENS ELPRODUKTION

8.1 FÖRÄNDRING AV AVFALLSMÄNGDER

Såväl elproduktion som avfallsmängder kan av olika skäl komma att avvika från de antagna, angivna i Bilagor 2.3 och 2.4. För att belysa hur kostnaderna varierar med förändringar i elproduktionen, exempelvis genom ändrad utnyttjningsfaktor, har avfallsmängdernas förändring bedömts vid en ökning eller minskning av elproduktionen med 10 % fr o m 1984. Detta innebär att den totala elproduktionen ökar eller minskar med 164,7 TWh (8.75 %) varav 118,0 TWh från BWR-reaktorer och 46,7 TWh från PWR-reaktorer.

Drifttiden för CLAB och SFL ökar eller minskar med 2,0 år för att ge oförändrad kapacitet vid slutlagringen. Övriga förutsättningar är oförändrade.

I Tabell 8.1 redovisas förändringarna hos de avfallskategorier som påverkas. Övriga är ej medtagna. Härvid är att notera att mängden driftavfall från kärnkraftverken väsentligen är proportionell mot antalet driftår och ej mot uttagen energimängd. Detta innebär att en variation i enbart utnyttjningsfaktorn bedöms ge oförändrade mängder låg- och medelaktivt avfall.

Angivna förändringar av avfallsmängder och kostnader är uppskattade med rimlig grad av noggrannhet. Resultatet kan användas för proportionering till +20 % förändring av elproduktionen. Vid större avvikelser erfordras nya uppskattningar för att ta hänsyn till språngvisa förändringar i kostnaderna.

Tabell 8.1 Förändring av avfallsmängderna vid 10 % förändrad elproduktion fr o m 1984. Redovisade värden avser såväl ökning som minskning.

Avfallskategori	Förändring %	Ökat/ minskat antal kolli	Ökat/ minskat antal transport- enheter	Ökad/ minskad volym i slutlager m ³
Använt BWR-bränsle ¹⁾	8,3	2 360	139	950 ²⁾
Använt PWR-bränsle ¹⁾	9,5	327	47	
Härdkomponenter samlade i kassetter	-	-	-	400 ³⁾
Medelaktivt driftavfall från CLAB till SFR 1	2,2	90	8	160
Crudavfall från CLAB till silo i SFR 1 och SFL 3	9	5	1	10
Medelaktivt driftavfall från CLAB till silo i SFL 3	7,4	170	15	300
Summa		2 952	210	1 820

1) Avser direktdeponerat bränsle

2) Avser + 419 kopparkapslar

3) Ökning/minskning av antal bränsleboxar. Transporteras med bränslet.

8.2 FÖRÄNDRING AV KOSTNADER

Tabell 8.2 Förändring av kostnaderna per objekt enligt finansieringslagen¹⁾ fördelade i tiden (MSEK) vid 10 % förändrad elproduktion fr o m 1984. Exkl riskpåslag. (Prisnivå januari 1984). Redovisade värden avser såväl ökning som minskning.

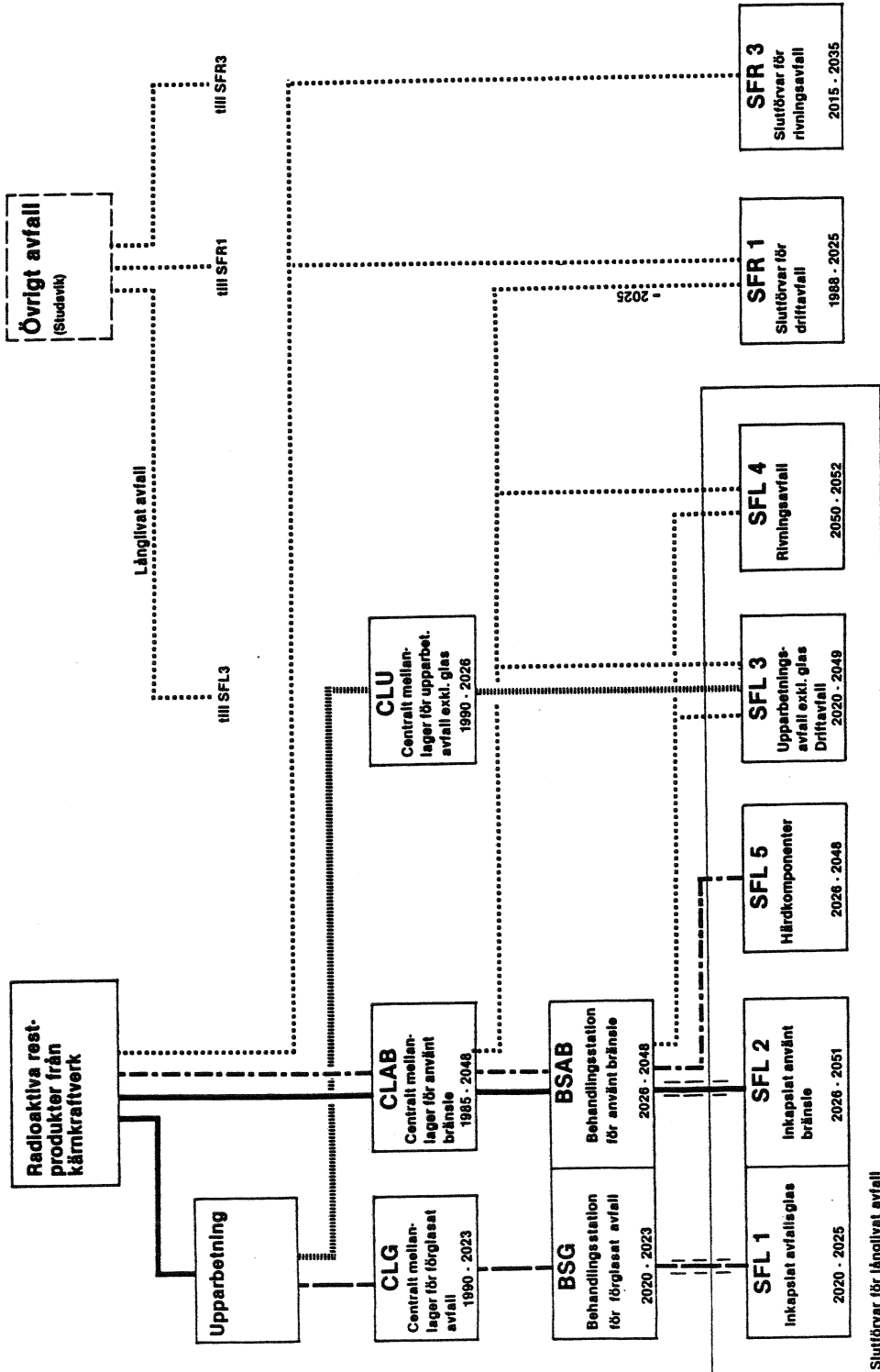
Ar	SKB	Transp.	Rivn. kkv	CLAB	CLG CLU	SFR 1 o 3	SFL	Upparb.	Summa kostnader	Ackumulerade kostnader
1985-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990-94	-	2	-	33	-	-	-	-	35	35
1995-99	-	2	-	55	-	2	-	-	59	94
2000-talet	-	4	-	-	-	-	-	-	4	98
2010-talet	-	2	-	-	-	-	12	-	14	112
2020-talet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112
2030-talet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112
2040-talet	-	9	-	50	-	-	221	-	280	392
2050-talet	-	6	-	58	-	-	315	-	379	771
Totalt fr o m 1985	-	25	-	196	-	2	548	-	771	
1985-87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) Total kostnad minus kostnader för studsviksavfall o d och övrigt låg- och medelaktivt avfall

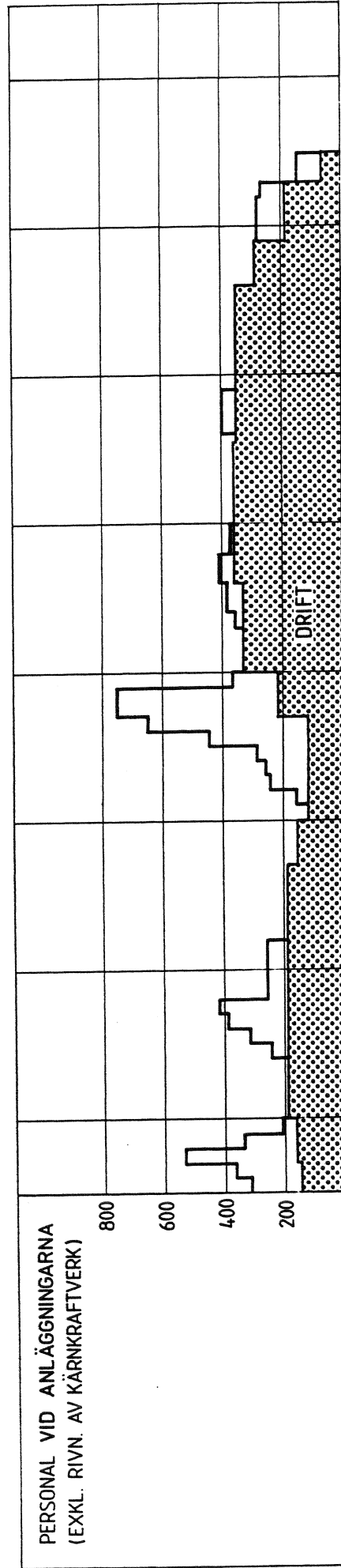
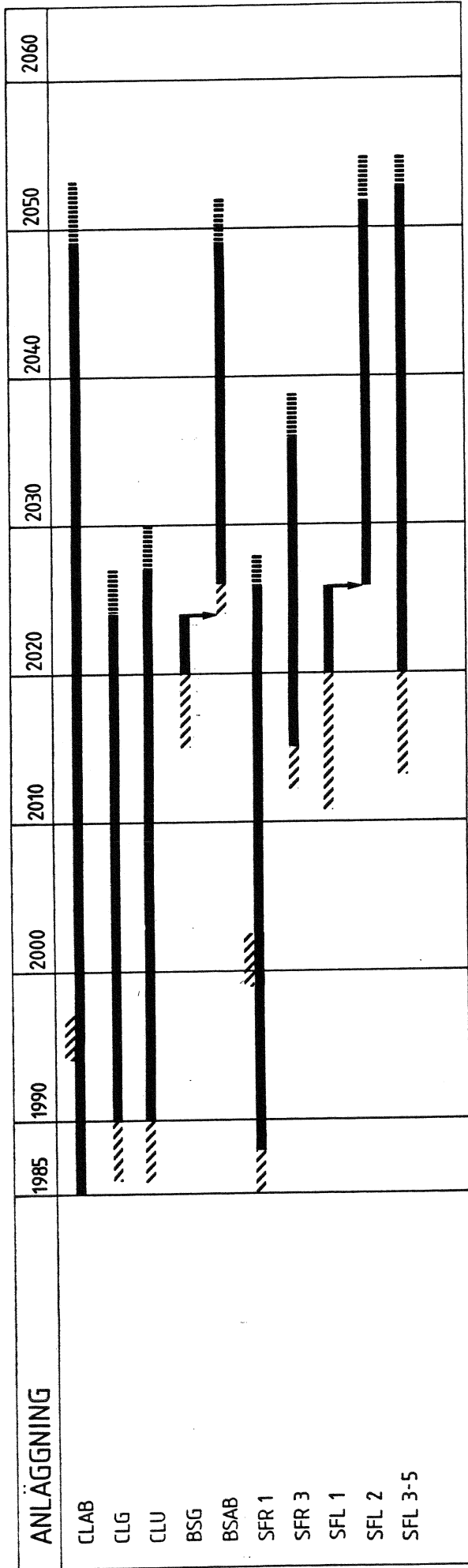
REFERENSER

1. PLAN 83
Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
Juni 1983
2. KBS 3
Kärnbränslecykelns slutsteg
Använt kärnbränsle. Del I-IV (1983).
3. KBS 2
Kärnbränslecykelns slutsteg
Slutförvaring av använt kärnbränsle. Del I-II (1978).
4. KBS 1
Kärnbränslecykelns slutsteg
Förglasat avfall från upparbetning. Del I-V (1978).
5. Encapsulation and handling of spent nuclear fuel
for final disposal
1 Welded copper canisters
2 Pressed copper canisters (HIPOW)
3 BWR Channels in Concrete
B. Lönnerberg, ASEA-ATOM
H. Larker, ASEA
L. Ageskog, VBB
KBS Teknisk Rapport 83-20.
6. CLAB
Centralt lager för använt bränsle
Slutlig säkerhetsredovisning (December 1983)
7. SFR
Slutligt förvar för reaktoravfall
Preliminär säkerhetsrapport (Mars 1982).
8. SFL
Slutförvar för kärnkraftens långlivade radioaktiva
restprodukter
VBB, ASEA-ATOM, ABV
KBS Arbetsrapport 82-21.

9. SFL
Slutförvar för kärnkraftens långlivade radioaktiva
restprodukter
VBB, ASEA-ATOM, ABV
KBS Arbetsrapport AR 83-46
Supplement till AR 82-21
10. Project for the handling and storage of vitrified
high-level waste
Saint Gobain Techniques Nouvelles
KBS Teknisk rapport 35 (Oktober 1977).
11. Calculated temperature field in and around a repository
for spent nuclear fuel
Taivo Tarandi, VBB
KBS Teknisk Rapport 83-22.
12. Teknik och kostnad för rivning av svenska kärnkraftverk
KBS Teknisk rapport 79-21.
13. Använt kärnbränsle - KBS-3.
Program för forskning och utveckling (1984)



Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter



ANLÄGGNINGAR FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV KÄRNKRAFTENS RESTPRODUKTER TID- OCH RESURSPLAN

Reaktor och datum för kommersiell drift	Ter-misk effekt MW	Verkningsgrad %	Energiproduktion TWh		Uranförbrukning ton U		Direkt deponeras ton U
			t o m 1983	per år fr o m 1984	Uttaget t o m 1983	Totalt	
R1 76-01-01	2270	32.5	31.367	4.65	95.5	678	678
R2 75-05-01	2432	32.5	36.227	4.99	89.9	614	592
R3 81-09-09	2775	33.0	7.378	5.78	-	601	482
R4 83-11-21	2775	33	2.843	5.78	-	586	504
B1 75-07-01	1700	32.5	29.731	3.48	120.3	556	536
B2 77-07-01	1700	32.5	26.058	3.48	110.3	546	371
O1 72-02-06	1375	31.5	30.279	2.73	131.9	499	408
O2 74-12-15	1800	32.5	33.472	3.69	129.7	588	539
O3 86-01-01	3000	35	-	6.62	-	677	677
F1 80-12-10	2700	33.3	22.698	5.67	13	748	562
F2 81-07-07	2700	33.3	15.095	5.67	-	719	594
F3 85-04-01	3000	35	-	6.62	-	694	694
BWR	20245	33.39	188.700	42.61	600.7	5705	5059
PWR	7982	32.85	46.448	16.55	89.9	1801	1578
Samtliga	28227	33.23	235.148	59.16	690.6	7506	6637

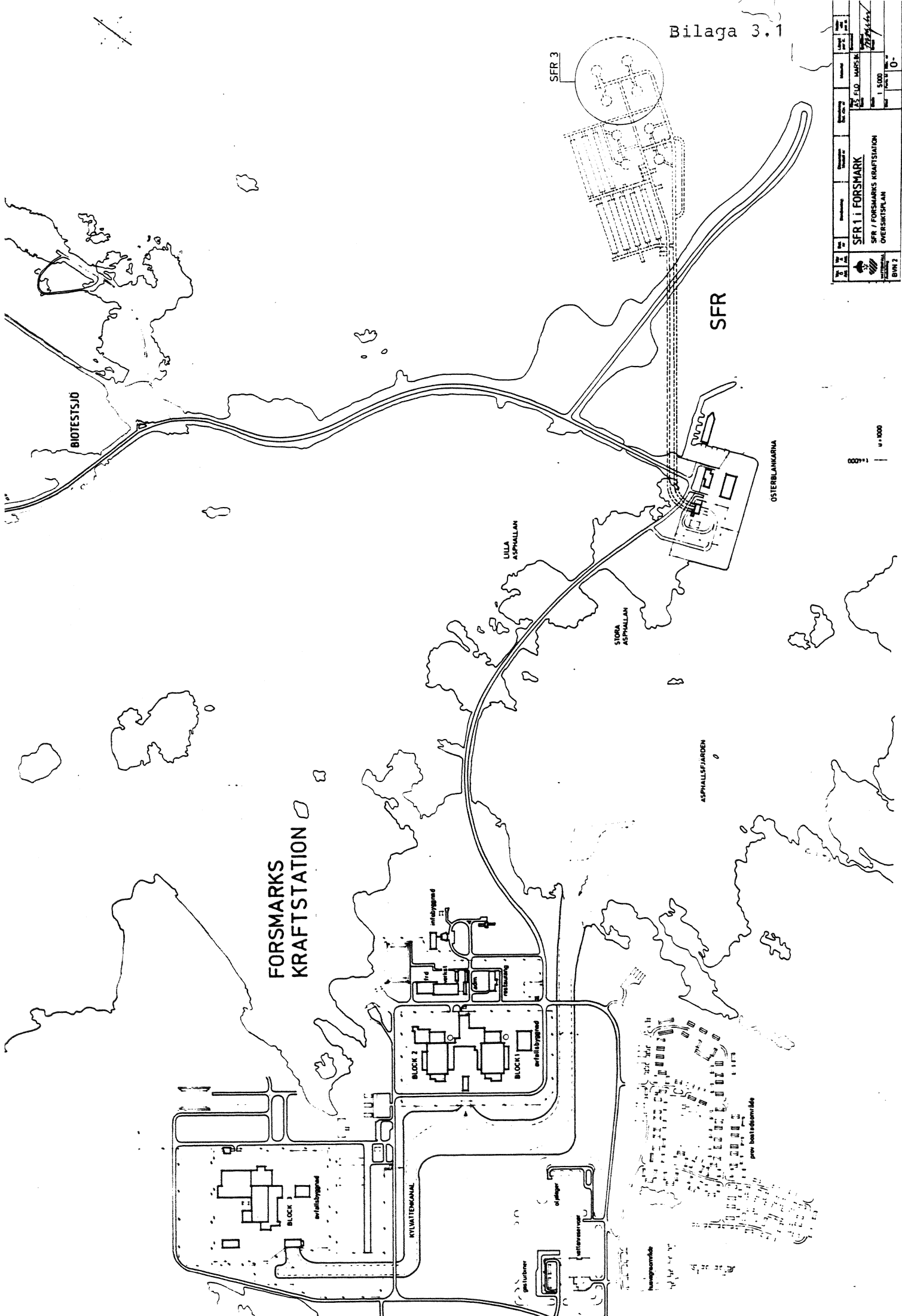
Utnyttjningsfaktorn antagen till ca 72 %
 Utbränningsgrad för BWR: 1983-85 30 MWd/kgU, 1986-90 32 MWd/kgU Efter 1990 36 MWd/kgU
 Utbränningsgrad för PWR: 1983-85 34 MWd/kgU, 1986-90 38 MWd/kgU Efter 1990 40 MWd/kgU

ELPRODUKTION OCH BRÄNSLEFÖRBRUKNING VID DRIFT AV DE SVENSKA KÄRNKRAFTVERKEN TILL 2010

ANVÄNT BRÄNSLE OCH RADIOAKTIVT AVFALL I SVERIGE VID FÖRUTSÄTTNING AV DRIFT AV SAMTLIGA VERK T O M 2010

Avfallskategori	Avfallsenheternas dimensioner i m ϕ = diameter (Dimensioner före inkapsling för slutdeponering)	Antal kolli	Antal transportenheter B-behållare/ container	Volym i slutlager m ³	Sluttransporteras till
Förglasat högaktivt avfall från upparbetning	$\phi 0.43$, L = 1.335	730	40	390	BSG/SFL 1
Använt BWR-bränsle	0.14x0.14x4.383	28 420	1 670	11 100	BSAB/SFL 2
Använt PWR-bränsle	0.214x0.214x4.103	3 430	490		
Härdkomponenter samlade i kassetter	0.8x0.8x4.6	465	465	14 500+	BSAB/SFL 5
Reaktorernas interna delar samlade i kassetter	0.4x0.4x4.0	950	950		
Kapslingsrester från upparbetning ingjutna i betong	$\phi 1.1$, L = 1.65	370	100	740	SFL 3
Bitumeningjutet avfall från upparbetning	$\phi 0.6$, L = 0.9	1 900	120	620	SFL 3
Betongingjutet avfall från upparbetning	$\phi 0.77$, L = 1.1	4 800	270	3 130	SFL 3
Crudavfall från CLAB till silo (Därav till SFR 1)	$\phi 1.1$, L = 1.44	60 (32)	10 (5)	110 (60)	SFR 1 & SFL 3 (SFR 1)
Medelaktivt driftavfall från CLAB till silo (Därav till SFR 1)	1.2x1.2x1.2 $\phi 0.6$, L = 0.9	7 860 (5 010)	560 (360)	11 330 (7 300)	SFR 1 & SFL 3 (SFR 1)
Låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB till bergsal (Därav till SFR 1)	Diverse	3 250 (2 100)	50 (40)	1 900 (1 200)	SFR 1 & SFL 4 (SFR 1)
Långlivat avfall från Studsvik till silo	$\phi 0.6$, L = 0.9	18 000	380	6 000	SFL 3
Medelaktivt avfall från Studsvik till silo	$\phi 0.6$, L = 0.9	6 000	90	1 800	SFR 1
Låg- och medelaktivt avfall från Studsvik till bergsal	$\phi 0.6$, L = 0.9	6 000	90	1 800	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från inkapsl.stationer till silo	1.2x1.2x1.2	600	50	1 040	SFL 3
Låg- och medelaktivt driftavfall från inkapsl.stationer till bergsal	Diverse	190	10	150	SFL 4
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken till silo	1.2x1.2x1.2	18 000	1 620	29 400	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken i betongtankar till berggrum	3.3x1.3x2.15	1 730	580	16 000	SFR 1
Medelaktivt avfall från kärnkraftverken till bergsal för bitumen	$\phi 0.6$, L = 0.9	7 800	160	2 500	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken till bergsal	1.2x1.2x1.2 $\phi 0.6$, L = 0.9	45 400	1 350	27 500	SFR 1
Lågaktivt driftavfall från kärnkraftverken till bergsal	$\phi 0.6$, L = 0.9 Diverse	32 400	840	16 200	SFR 1
Rivningsavfall från kärnkraftverken till silo	2.4x3.6x2.7	8 000	8 000	100 000	SFR 3
Rivningsavfall från Studsvik till silo	2.4x3.6x2.7	300	300	4 000	SFR 3
Rivningsavfall från tillfälliga lager och inkapslingsstationer till berggrum	2.4x2.4x2.4	640	640	8 900	SFL 4
Transportflaskor		50	50	630	SFL 4
Summa ca		197 300	18 900	259 700	

*) Inkl. de ingjutna BWR-boxar som transporterats med bränslet



Proj. nr.	1000	Rev.	0
Proj. namn	SFR i FORSMARK		
Proj. led	SFR / FORSMARKS KRAFTSTATION		
Proj. typ	ÖVERSIKTSPLAN		
Proj. skala	1:5000	Proj. datum	2004-05-27
Proj. författare	E.O. JARSSON		
Proj. godkännare	[Signature]		

0 500 1000
1:1000

