

---

**SKBF**

**KÄRNKRAFTENS  
SLUTSTEG**

**PLAN 83**

---

# **Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter**

**Juni 1983**

---

**SKBF**

**SVENSK KÄRNBRÄNSLEFÖRSÖRJNING AB**

# **Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter**

**Juni 1983**

**SKBF**

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

## FÖRORD

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

I rapportens Del 1 redovisas de ändringar av planerna för forskning- och utvecklingsarbete som ägt rum sedan föregående redovisningstillfälle. I Del 2 ges en uppdaterad beskrivning av erforderliga anläggningar samt uppgifter om kostnaderna för dessa.

Stockholm i juni 1983

Svensk Kärnbränsleförsörjning AB

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

DEL 1	PLAN FÖR FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE	<u>Sid</u>
1.	BAKGRUND	1
2.	HÄNDELSE AV VIKT FÖR PLANÖVERSYNEN	3
3.	PLANERING OCH RAPPORTERING AV FoU-ARBETET	5
4.	REAKTORAVFALL	7
	4.1 SFR	7
	4.2 Markdeponering av radioaktivt avfall	8
5.	HÖGAKTIVT AVFALL	9
	5.1 NAK - Plan 82	9
	5.2 KBS-3 rapporten	11
6.	INTERNATIONELLT SAMARBETE	13
	6.1 JSS-projektet	13
	6.2 Stripa projektet	13
DEL 2.	ANLÄGGNINGAR OCH KOSTNADER	
1.	BAKGRUND	17
2.	FÖRUTSÄTTNINGAR	19
	2.1 Allmänt	19
	2.2 Ändringar från föregående rapport (Plan 82)	20
3.	ANLÄGGNINGAR UNDER UPPFÖRANDE EN LÄGESRAPPORT	23
	3.1 Transportsystem	23
	3.2 Centralt mellanlager för använt bränsle, CLAB	23
	3.3 Slutförvar för reaktoravfall, SFR 1	24

4.	<b>ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGAR UNDER PLANERING</b>	27
4.1	Allmänt	27
4.2	Hanteringsprinciper för hårdkomponenter	27
4.3	Slutförvar för långlivat avfall, SFL	28
4.3.1	Allmänt	28
4.3.2	Behandlingsstation för förglasat avfall resp använt bränsle, BSG/BSAB	30
4.3.3	Slutförvar för förglasat avfall resp använt bränsle, SFL 1-2	32
4.3.4	Slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, SFL 3-5	34
4.4	Slutförvar för rivningsavfall från kärnkraftverken, SFR 3	37
5.	<b>KOSTNADER</b>	39
5.1	Allmänt	39
5.2	Beskrivning av kostnadsförändringarna	40
5.2.1	Inledning	40
5.2.2	Transporter	40
5.2.3	Drift av kärnkraftverken, KKV, efter avställning	40
5.2.4	Rivning av kärnkraftblocken	40
5.2.5	CLAB	40
5.2.6	BSG/BSAB	41
5.2.7	SFL 1-2	41
5.2.8	SFL 3-5	41
5.2.9	SFR 1	41
5.2.10	SFR 3	41
5.2.11	Upparbetning	41
5.3	Kostnader som omfattas av finansieringslagen.	41
5.4	Redovisning av kostnader	42
5.4.1	Allmänt	42
5.4.2	Totalkostnad och framtida kostnader	42
6.	<b>KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD FÖR OLIKA DELAR AV SYSTEMET</b>	45
7.	<b>KÄNSLIGHETSANALYS</b>	47
7.1	Allmänt	47
7.2	SFL på 750/850 m djup	47
7.3	Enplansförvar	47
7.4	Forcerad slutdeponeringstakt	48
7.5	Kapseltemperaturens beroende av förvarsgeometri, bergegenskaper och bergets temperatur	49
7.5.1	Allmänt	49
7.5.2	Förvarsgeometri	49
7.5.3	Bergegenskaper	49
7.5.4	Bergets temperatur	50
7.6	Drifttiden 25 år för samtliga kärnkraftverk	50

## REFERENSER

## BILAGOR

- 2.1 Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
- 2.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter  
Tid- och resursplan.
- 2.3 Energiproduktion och uranförlbrukning vid svenska kärnkraftverk
- 2.4 Använt bränsle och radioaktivt avfall i Sverige
  
- 3.1 Hantering av B-behållare för bränsletransport
- 3.2 Centralt mellanlager för använt bränsle, CLAB, under byggande
- 3.3 SFR Situationsplan
- 3.4 SFR 1 Layout
  
- 4.1 SFL Situationsplan
- 4.2-4.5 BSG/BSAB Layouter
- 4.6 BSG/BSAB Flödesschema
- 4.7-4.9 SFL 1-2 Layouter
- 4.10-4.12 SFL 3-5 Layouter
- 4.13-4.14 SFR 3 Layouter

# PLAN FÖR KÄRNKRAFTENS RADIOAKTIVA RESTPRODUKTER - PLAN 83

## DEL 1

### PLAN FÖR FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE

## 1. BAKGRUND

Enligt svensk lag (finansieringslagen, 1981:669) skall de svenska reaktorinnehavarna låta upprätta en plan för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som krävs för att omhänderta det radioaktiva avfallet från kärnkraftreaktorerna samt för att avveckla och riva reaktorerna.

En första sådan plan redovisades i juni 1982 (SKBF Plan 82, Del 1) till Nämnden för använt kärnbränsle, NAK.

Ett förslag till ny lag om kärnteknisk verksamhet är för närvarande under remissbehandling. Detta lagförslag innehåller bl a kompletterande bestämmelser rörande kärnkraftföretagens forsknings- och utvecklingsarbete och lägger stor vikt vid planeringen av detta arbete. Lagförslaget torde komma att föreläggas hösttriksdagen och en ny lag kan komma att träda i kraft omkring årsskiftet 1983/84. Den föreslagna lagen innehåller en övergångsbestämmelse, som innebär att den nya lagen skall tillämpas vid prövningen av de laddningstillstånd för reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3, som ingavs till regeringen i maj 1983. Detta i sin tur innebär att laddningsansökningarna måste kompletteras med ett "allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för att i reaktorn använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta skall kunna hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt". Arbetet med ett sådant program har påbörjats inom SKBF. Programmet kommer huvudsakligen att grunda sig på de erfarenheter, som vunnits under arbetet med rapporten KBS 3 samt på en genomgång av likartade utländska program.

I avvaktan på att ett genomarbetat totalprogram av det slag som avses i den föreslagna nya lagen blir färdigställt mot slutet av detta år lämnas här nedan en mer kortfattad översyn av 1982 års plan.



## 2. HÄNDELSER AV VIKT FÖR PLANÖVERSYNEN

Den plan som SKBF redovisade 1982 behandlar behovet av forsknings- och utvecklingsarbete under innevarande decennium och översiktligt fram till en genomförd rivning av samtliga kärntekniska anläggningar och slutförvaring av allt radioaktivt avfall. Målsättningarna för arbetet har inte förändrats under det år som gått, varför 1982 års plan i allt väsentligt gäller. Den mer detaljerade planeringen av insatserna under de närmaste åren anpassas kontinuerligt till de forskningsresultat som successivt erhålls.

Under det gångna året har vissa händelser inträffat som kan påverka det fortsatta programmet.

- NAK avgav i oktober 1982 sin "NAK Plan 82 och förslag till avgift för 1983", enligt 4§ finansieringslagen. Där kommenteras SKBFs planer samt presenteras NAKs inriktning rörande kompletterande FoU-insatser.
- Svenska kärnsäkerhetsmyndigheter har avgett yttranden om tillståndsansökningarna för ett slutförvar för reaktoravfall, SFR, vid Forsmarks kraftstation. Därvid har vissa områden identifierats där fortsatta utredningar bedömts erforderliga.
- Statens Strålskyddsinstitut har i december 1982 fattat ett principbeslut om att acceptera markdeponering av visst lågaktivt avfall inom en kärnteknisk anläggnings egna område.
- Atomlagstiftningskommittén har avgett ett förslag till ny lag om kärnteknisk verksamhet.
- SKBF har i maj 1983 redovisat en rapport över ett system för säker slutlig förvaring av använt kärnbränsle, KBS 3. Rapporten har ingivits till regeringen som underlag för ansökningar från Forsmarks Kraftgrupp AB och OKG Aktiebolag att ladda de tredje aggregaten vid respektive kraftstation.
- Industridepartementet har beslutat att sända ut KBS 3 till ett antal svenska, utländska och internationella instanser för en fackgranskning av innehållet.

- En fortsättning av det internationella Stripa-projektet har överenskommits och de åtta deltagande länderna har fastställt ett forskningsprogram för tiden fram t o m 1986.

De förändringar i SKBF Plan 82 som föranletts av årets händelser redovisas nedan under följande rubriker:

- Planering och rapportering av FoU-arbetet
- Reaktoravfall
- Långlivat avfall
- Internationellt samarbete.

### 3. PLANERING OCH RAPPORTERING AV FoU-ARBETET

Finansieringslagen 3§ anger att

- "Reaktorinnehavaren skall i samråd med övriga reaktorinnehavare upprätta eller låta upprätta en plan för den forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som anges i §1. Planen skall dels innehålla en översikt över samtliga de åtgärder som kan bli behövliga, dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst fem år. Planen skall årligen ses över".

I förslaget till ny lag 7§2 anges att tillstånd får lämnas endast om reaktorns innehavare har

- "---- företett ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för att i reaktor använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som härrör från detta skall kunna hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt".

Vidare sägs i lagförslaget 15§ att givna tillstånd kan återkallas om tillståndsinnehavaren inte iakttar sina skyldigheter. I dessa skyldigheter ingår bl a att planlägga och bedriva det forsknings- och utvecklingsarbete som behövs för en säker avfallshantering (13§).

I specialmotiveringen till 13§ sägs att

- "den årliga prövning som kärnbränslenämnden skall göra och inrapportera till regeringen av hur forsknings- och utvecklingsverksamheten i avfallsfrågorna har bedrivits av tillståndshavarna, måste ske efter lika stränga kriterier som den ursprungliga prövningen enligt 7§"

(d v s prövningen av metod för slutförvaring och plan för forskning i samband med laddningsansökan).

I avvakten på lagförslagets slutliga behandling och på att formerna för prövningen enligt ovan blir närmare klarställda berörs i årets översyn av planen endast de ändringar och kompletteringar som föranletts av de i föregående avsnitt nämnda händelserna.

## 4. REAKTORAVFALL

### 4.1 SFR

#### Bakgrund

SKBF ansökte i mars 1982 hos regeringen om tillstånd att bygga och driva ett slutförvar för reaktoravfall, SFR, lokaliserat i anslutning till Forsmarks kärnkraftverk. Ansökan och den därtill fogade preliminära säkerhetsrapporten har under året granskats av SKI med hjälp av ett flertal remissorgan, bl a SSI. SKI avgav i april 1983 ett yttrande till regeringen, där man tillstyrker att SKBF får uppföra och driva anläggningen.

Till SKIs yttrande fogades ett antal villkor, bland annat om vissa undersökningar av forskningskaraktär. Flertalet av dessa undersökningar ingår i ett av SKBF föreslaget test- och verifikationsprogram. Huvudsyftet med detta program är att verifiera att säkerhetsrelaterade funktioner hos slutförvarets komponenter och system i den verkliga slutförvaringsmiljön är likvärdig med eller bättre än den som förutsatts i den preliminära säkerhetsrapporten.

Test- och verifikationsprogrammet kommer att inledas med försök i laboratorium i simulerad slutförvaringsmiljö. I ett senare skede kommer en serie försök att utföras i ett separat utrymme i slutförvaret. Programmet omfattar studier dels av avfallet, dels av de olika barriärerna inklusive berget.

#### Avfallet

Studierna omfattar egenskaper och förändringar hos avfallet, vilka kan tänkas leda till att barriärfunktionerna äventyras, främst till följd av gasutveckling och svällning.

De processer, som kan leda till gasutveckling är korrosion och mikrobiell verksamhet. Därför kommer studier av korrosion av stål i betong samt i en CO<sub>2</sub>-rik miljö att genomföras. Den senare miljön kan erhållas från mikrobangrepp dels på cellulosa i låg- och medelaktivt avfall i bergsalar, dels eventuellt på bitumen. Studier av mikrobangrepp på bitumen har påbörjats.

Torkad jonbytarmassa ingjuten i bitumen kan vid kontakt med vatten svälla, varvid stora tryck utbildas om svällningen hindras. Processen är långsam. Studier pågår dels av vattenupptagningsförloppet i bitumeningjuten jonbytarmassa, dels av massans egenskaper när den är helt vattenmättad.

Aktivitetssinnehållet i SFR bestäms vad gäller de dominerande nukliderna genom mätningar direkt på avfallskollina. För vissa långlivade nuklider, t ex transuraner, där sådana mätningar inte är möjliga, kommer förbättrade metoder för uppskattning av aktivitetssinnehållet att tas fram.

### Barriärerna

Utformningen av barriärerna mellan avfallet och biosfären är olika i olika utrymmen i SFR. I siloförvaret, där det mest aktiva avfallet skall placeras, utgörs barriärerna av avfallskollit, betongvägg, lera/sandbuffert och berget. Ett storskaligt försök planeras bli utfört i anslutning till slutförvaret för att belysa hur radioaktiva ämnen kan transporteras genom barriärerna. Vidare skall studier av gastransport genom barriärerna genomföras för att belysa hur genom korrosion bildad gas kan transporteras bort. Studier av hur eventuella nedbrytningsprodukter från avfallet t ex sulfat eller organiska föreningar påverkar barriärerna på sikt kommer också att genomföras.

Olika typer av lerbarriärmaterial kommer att studeras och olika metoder för utläggning, packning och kontroll av lermaterialet kommer att testas i full skala.

### Berget

Bergförhållandena på platsen kommer att ytterligare undersökas successivt under utsprängningen av anläggningen. Undersökningarna kommer att inriktas dels på byggnadsgeologiska, dels på hydrogeologiska egenskaper. Baserat på dessa mätningar kommer en noggrannare modell för vattenomsättningen inom området att utvecklas.

### Tidplan

Laboratorieförsöken, som till en del redan pågår, kommer huvudsakligen att utföras under perioden 1983-85, medan försöken i anslutning till slutförvaret kan börja tidigast 1986 för att sedan pågå, om så befinner önskvärt, tills SFR skall förslutas.

## 4.2

### MARKDEPONERING AV RADIOAKTIVT AVFALL

Styrelsen för Statens Strålskyddsinstitut har vid sammanträde 1982-11-29 förklarat att den i princip accepterar marknedgrävning av lågaktivt avfall inom en kärnteknisk anläggnings eget område. Aktivitetens innehåll i avfallet som skall markdeponeras skall vara bestämt. Avfallet får inte innehålla nämnvärda kvantiteter långlivat alfa-strålade avfall (ej överstigande 1/1000 av den deponerade aktiviteten) och den totala aktiviteten per deponeringsplats får ej vara så stor att den ger ett väsentligt bidrag till utsläppet i den lokala recipient som tar emot det normala utsläppet från den kärntekniska anläggningen. Användningen av markområdet som använts för markdeponering skall vara underställt kontroll under ett flertal år efter avslutad deponering.

Om marknedgrävning av lågaktivt avfall kommer till stånd påverkar detta volymsbehoven i SFR. Det innebär också behov av ytterligare studier av spridningsmekanismer vid ytnära transport av radioaktiva ämnen. En utvärdering av dessa behov kommer att göras under det närmaste året.

## 5. HÖGAKTIVT AVFALL

### 5.1 NAK - PLAN 82

I den plan för forsknings- och utvecklingsarbetet, som NAK 1982 ingivit till regeringen kommenteras SKBF Plan 82. NAK presenterar därutöver planer på vissa egna kompletterande FoU-insatser.

#### Av NAK planerad forskning

NAK har angett följande områden där de avser att genomföra egen forskning:

- Begreppsanalyser och empiriska studier för att klargöra riskbegreppet.
- Principiella studier rörande förvaring i svensk berggrund med speciell inriktning på alternativ anläggningsutformning och alternativa kapslingsmaterial.
- Lokaliseringsfaktorernas inverkan på slutförvaringens säkerhet.
- Observationer och analyser av seismiska fenomen.
- Insamling av underlag från olika grundvattenutströmningsområden vad gäller deras förmåga att transportera och späda radionuklider och att binda dem i näringskedjor.
- Övervakning och kontroll av slutförvar.

#### NAKs synpunkter på SKBFs Plan 82

NAK har framfört följande synpunkter på SKBFs Plan 82

- Nämnden anser att SKBF i sitt program bör lägga in en värdering av möjligheterna till och fördelarna av att efterbehandla det använda kärnbränslet till format och konsistens som är mer resistent mot mekaniska spänningar och urlakning. Hög prioritet bör ges åt studier av urlakning av bestrålad urandioxid.

- Även andra metalliska samt keramiska material bör studeras. Resultat från USA och Kanada bör inhämtas.
- Gränsskiktet bentonit/bergyta bör studeras då det kan utgöra en potentiell läckageväg.
- Platsundersökningarna bör begränsas till 5 à 6 områden förutom de nu studerade. Undersökningar i gabbroområde bör snarast påbörjas.

#### Översyn av SKBFs plan

För att ett rationellt forskningsprogram för radioaktivt avfall skall kunna genomföras inom landet erfordras nära kontakter mellan NAK och SKBF, (liksom även SKI och SSI) vid såväl planerings- som genomförandefasen. Detta gäller särskilt de ovannämnda objekten seismiska studier och biosfärsstudier, där NAKs och SKBFs insatser har en klar koppling till varandra och där samordningsbehovet är uppenbart.

Lakteter av utbränt bränsle under reducerande och oxiderande förhållanden har genomförts under perioden sedan föregående rapport. En första fas är i det närmaste genomförd och en andra har påbörjats. Den senare fasen kompletterar den tidigare genom att belysa bentonitbuffertens effekt på lakningen. Då detta är ett mycket omfattande arbete inom ett område där endast mindre insatser hittills gjorts, kommer möjligheterna till samverkan med utländska laboratorier att undersökas.

Inkapslingen utgör en metod att behandla det använda bränslet för att överföra den i mekaniskt och utlakningsmässigt mera stabil form. Utöver arbetet med kopparkapseln kommer under de närmast åren ökade insatser att inriktas på studiet av alternativa metalliska och keramiska inkapslingsmaterial. Genom de samarbetsavtal SKBF har med parallella organisationer i andra länder har SKBF god insyn i dessa länders motsvarande arbete.

Förutom inkapsling kan det använda bränslets stabilitet förändras genom bearbetning av själva bränslet. Genom upparbetsavtalet med COGEMA har SKBF möjligheter att följa den utveckling av bränslebehandlingsmetoder som ingår som delar i upparbetsprocessen. Härigenom erhålls kunskaper som kan läggas till grund för bedömning av vad en bearbetning av bränslet till annan form skulle innebära ifråga om drifttekniska och radiologiska konsekvenser.

Mot bakgrund av vad man nu vet om det använda bränslets mycket långsamma upplösning bedömer SKBF det inte idag meningsfullt att påbörja ett eget forskningsprogram för att överföra urandioxidbränslet i annan form. Däremot avser SKBF att följa det arbete som utförs i andra länder inom detta område.

Studierna av bentonitlerans barriäregenskaper fortsätter i planerad omfattning. Därvid kommer även uppmärksamhet att ägnas förhållandena i kontaktytan mellan bentonit och berg respektive kapsel.

Ett område med en gabbroformation, som förmodades ligga 300 à 400 m under mark, utvaldes under 1982 för geologiska undersökningar. Dessa undersökningar har nu avbrutits sedan gabbrobron vid borrhning visat sig ligga djupare än 550 m. Rekognoseringar görs för att om möjligt finna ett gabbroområde för undersökningar under 1984. I juni 1983 startade platsundersökningar i ett nytt område i Emmaboda och Nybro kommuner i Småland. Bergarten är granit och områdets topografi kännetecknas av mycket små höjdvariationer.

## 5.2 KBS 3-RAPPORTEN

Under perioden sedan den föregående redovisningen har SKBF sammanställt en rapport som redovisar ett system för slutförvaring av använt kärnbränsle, KBS 3. Redovisningen ingavs i maj 1983 som underlag för laddningsansökningar för reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 och den kommer genom Industridepartementets försorg att specialgranskas av inhemska och utländska specialister under perioden fram till våren 1984.

Arbetet med sammanställningen av KBS 3-rapporten och dess underlagsmaterial ger en bakgrund till en mer omfattande översyn av den fortsatta forskningen. Likaså förutses att granskningen under 1983/84 kommer att tillföra nya synpunkter. SKBF planerar därför att under andra halvåret 1983, i samarbete med de i forskningsarbetet engagerade, genomföra en mer grundläggande utvärdering av dagsläget. Härvid kommer också lämpliga forskningsinriktningar inom huvuddelen av i Plan 82 redovisade forskningsområden att formuleras. En mer genomgripande översyn av FoU-insatserna anknutna till högaktivt avfall syns dessförinnan inte vara motiverad.



## 6. INTERNATIONELLT SAMARBETE

### 6.1 JSS-PROJEKTET

Det pågående internationella samarbetsprojektet för glasundersökningar (JSS-projektet) har nu startat något försenat på grund av förseningar i leveranserna av radioaktivt glas från Frankrike. Planen är fortfarande att slutföra projektet inom 1984.

Den första serien av specifikationen av det högaktiva förglasade avfall, som kommer att återsändas från COGEMA, har redovisats av COGEMA.

### 6.2 STRIPA PROJEKTET

Den första fasen av det internationella samarbetet i Stripa gruva kommer att avslutas under våren 1984. Projektet, som leds av KBS, genomförs i samarbete mellan Finland, Frankrike, Japan, Kanada, Sverige, Schweiz och USA. Följande undersökningar kommer att slutrapporteras under 1984:

- Hydrogeologiska och geokemiska undersökningar i djupa borrhål.
- Migrationsförsök i en enskild spricka.
- Undersökning av buffert- och återfyllningsmaterial i simulerad förvarsmiljö.

Under 1982 fördes förhandlingar inom OECD/NEA mellan KBS och de övriga medlemsländerna om en fortsättning av arbetena i Stripa. Förhandlingarna resulterade i ett avtal om en andra fas av projektet. Tidigare medlemsländer jämte England deltar i denna andra fas. Projektet påbörjades den 1 januari 1983 och beräknas vara avslutat under 1986 till en total kostnad av MSEK 60.

I den andra fasen av projektet ingår nedanstående delprogram.

### Geofysiska och hydrauliska mellanhålsmätningar

(Development of techniques for the detection and characterization of fracture zones in the vicinity of a repository).

Syftet med denna undersökning är att utveckla metoder för detektering av sprickzoner i kristallin berggrund.

Instrument, mätmetoder och tolkningsmetodik för seismiska mellanhålsmätningar kommer att utvecklas, där avståndet mellan givare och sändare är upp till 500 m. Stripa gruva har bedömts som olämplig för denna del av projektet, varför fältmätningarna kommer att utföras i Gideå i norra Sverige. Detta området är mycket väl geologiskt dokumenterat bl a med hjälp av 13 kärnborrhål ned till maximalt 700 m djup.

För kortare avstånd mellan givare och sändare, ca 50 m, kommer elektromagnetiska (radar) och hydrauliska mellanhålsmätningar att utvecklas. Denna del av projektet kommer att utföras i Stripa.

### Tredimensionellt spår försök

(Three dimensional tracer experiment)

Syftet med undersökningen är följande:

- att utveckla metoder för storskaliga spår försök i lågpermeabla bergarter.
- att bestämma flödesporositeten i Stripa-graniten.
- att studera longitudinell och transversell dispersion i en sprucken bergmassa.
- att studera kanalbildning.
- att erhålla data för verifikation och/eller modifikation av upprättade modeller.

Icke sorberande spårämnen kommer att injiceras i tre vertikala och 50 m långa uppåtriktade borrhål. Hålen är borrhål från en nytsprängd ort ca 75 m lång. Vattenprover, tagna från väggar och tak i orten, kommer att analyseras för att bestämma spårämnenas koncentration och transporttider.

Sorberande spårämnen, t ex cesium och strontium, kommer att användas om flödesvägarna är sådana att spårämnen kan förväntas vara detekterbara inom rimliga tider.

### Pluggning av borrhål och schakt

(Bore hole and shaft sealing tests)

Förvaring av radioaktivt avfall djupt ner i berggrunden fordrar en effektiv tätning av borrhål, tunnlar och schakt för att förhindra transport av de aktiva ämnena upp till biosfären. Denna tätning måste vara minst lika stabil och tät som berget i sig självt. Bentonit har genom laboratorieförsök visat sig ha mycket goda förutsättningar för att uppfylla de krav som ställs på en sådan tätning.

Undersökningen omfattar pluggning av borrhål, där principen och förfarandet vid appliceringen av bentoniten testas. Vidare kommer ett schakt (ϕ 1 m) att pluggas och effekterna på grundvattenförhållandena i omkringliggande berg studeras. Slutligen ingår en undersökning, där en "konstgjord" kraftigt vattenförande zon i en ort avskärmas och tätas med högkompakterad bentonit.

### Spärförsök

(Investigation of fracture flow and radionuclide transport)

Undersökningen är ett duplikat av ett spärförsök som tidigare utförts i granit i Cornwall, England. Syftet är att jämföra resultaten från undersökningen i Cornwall-graniten med Stripa-graniten.

Undersökningen utförs i tre vertikala och nedåtriktade borrhål, ca 150 m djupa, och som bildar hörnpunkterna i en triangel med ett ungefärligt avstånd av ca 10 m mellan hålen. Bromid och jodid kommer att injiceras i en enskild spricka i ett av hålen medan detektering kommer att ske i de övriga två. Försöket kommer att upprepas på olika djup i borrhålen.

# PLAN FÖR KÄRNKRAFTENS RADIOAKTIVA RESTPRODUKTER - PLAN 83

DEL 2

ANLÄGGNINGAR OCH KOSTNADER

Denna Del 2 av SKBFs redovisning 1983 till Nämnden för hantering av använt kärnbränsle, NAK, enligt "Finansieringslagen" beskriver de anläggningar som krävs för omhändertagande av kärnkraftens radioaktiva restprodukter samt kostnaderna därför liksom för rivning av kärnkraftverken.

Rapporten har utarbetats inom SKBFs avdelning KBS under medverkan av

VBB	layoutritningar materialflödessimulering
ASEA-ATOM	processutrustning driftkostnader
ABV	byggkostnader kostnadssammanställningar

1. BAKGRUND

Kostnaderna för de radioaktiva avfallsprodukter, som erhålls vid drift av de svenska kärnkraftverken, skall enligt lag (1981:669) täckas med medel som avsätts under kraftverkens produktionsperiod. För att bli ett underlag för bestämning av avsättningsstorlek skall kärnkraftföretagen årligen redovisa sina planer för avfallets hantering och slutliga lagring till Nämnden för hantering av använt kärnbränsle, NAK.

I juni 1982 överlämnades till NAK en första bedömning av de kostnader som uppstår vid omhändertagande av det radioaktiva avfall som bildas vid de svenska kärnkraftverken. Planeringsarbetet har därefter fortsatt med ytterligare studier av de anläggningar som behövs och de metoder som förutses komma till användning vid avfallets hantering. De resultat som redovisas i KBS 3 har beaktats, bl a har kopparkapseln givits tunnare väggar. I de fall där ändringar gjorts har förnyade kostnadsberäkningar genomförts. Samtliga kostnadsuppgifter har angivits i kostnadsnivån januari 1983.

## 2. FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1 ALLMÄNT

Huvuddragen av de allmänna förutsättningar som gällt vid kostnadsberäkningarna i Plan 82 är oförändrade i årets redovisning. Sälunda omfattar beräkningarna alla kostnader för avfallens omhändertagande utanför kraftstationerna.

Förutom de avfallsmängder som kommer från de tolv svenska kärnkraftverken omfattar planen även det radioaktiva avfall som beräknas uppkomma vid ej elproducerande anläggningar (forskningsstationer, sjukhus o d). Detta uppskattas till ca 4 % av totala avfallsmängden. Kraftindustrin har inget ansvar för omhändertagande av detta avfall. Ur praktisk synpunkt bör dock en samordning ske av all radioaktiv avfallshantering inom landet. En principiell överenskommelse har därför träffats med Studsvik Energiteknik AB om riskerna för att SKBF skall svara för omhändertagande av låg- och medelaktivt avfall som ej har anknytning till kärnkraftproduktionen. Överenskommelsen medför en mindre omfördelning av kostnaderna för transporter och för SFR 1, som av tidsskäl inte har kunnat inarbetats i denna rapport.

Upparbetning förutses liksom tidigare ske av bränsle motsvarande 869 ton uran, varav 729 ton i La Hague, och 140 ton i Windscale. Från La Hague förutses alla restprodukter från upparbetningen bli återsända till Sverige under 1990-talet, medan endast uran och plutonium kommer att återsändas från Windscale. Övrigt använt bränsle förutsätts icke bli upparbetat.

Avfallens väg från kraftverken till slutlagren samt behovet av behandlingsanläggningar och lager framgår av flödesschema Bi-laga 2.1. Längre externa transporter antas ske med båt. För att täcka in olika tänkbara fall har dock en längre landtransport på järnväg förutsatts från kusten till ett slutförvar i inlandet.

Beträffande de olika anläggningarnas verkliga eller tänkta placering i Sverige gäller samma förutsättningar som anges i Plan 82.

Som konstruktionsinriktning för alla vitala delar i kärnkraftverken har gällt att de skall ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Enligt riksdagsbeslut skall inriktningen vara att ingen svensk reaktor skall vara i drift efter år 2010. Denna rapport baseras på att samtliga kraftverksblock är i drift t o m år 2010. För jämförelse med vad som redovisades i föregående års rapport anges i avsnitt 7.6 de kostnader som beräknas uppkomma om drifttiden för varje reaktor sätts till 25 år.

Tid- och resursplaner för de olika anläggningarna framgår av Bilaga 2.2.

## 2.2 ÄNDRINGAR FRÅN FÖREGÅENDE RAPPORT (PLAN 82)

Utöver ökad elproduktion och större avfallsmängder som resultat av den längre driftperioden vid kärnkraftverken har ett antal ändringar gjorts i förutsättningarna till årets rapport. Dessa redovisas i korthet nedan.

Kraftstationernas verkningsgrad förväntas bli 33,5 % av den termiska effekten, vilket ger en total energiproduktion av 1 819 TWh. Se Bilaga 2.3.

Samtliga kraftföretag har redan ökat eller har planer på att öka bränslets utbränningsgrad, vilket minskar mängden använt bränsle i betydande grad.

Utbränningsgraden för olika tidsperioder framgår av Tabell 2.1.

Den totala mängden använt bränsle kommer med dessa förutsättningar att bli 7 270 ton uran. Detta betyder att såväl CLAB som slutlagret för det högaktiva avfallet, SFL 1-2, får ökade dimensioner.

Inkapslingen av det använda bränslet görs i kopparkapslar med godstjockleken 10 cm mot tidigare antagna 20 cm.

Vid BSAB kommer det använda bränslet att placeras i sina kopparkapslar utan föregående demontering, vilket förenklar inkapslingsprocessen.

Tabell 2.1 Utbränningsgrad för olika tidsperioder

Period	Utbränningsgrad MWd/kgU	
	BWR	PWR
Starthärd	23,5	27,2
Före år 1986	30	34
1986-1990	32	38
Efter 1990	36	40
Genomsnitt	30	36
Medelutbränning	31	



Slutlagret för det högaktiva avfallet har i kalkylerna antagits bli utfört i två plan. Härigenom erhålls en större valfrihet vid val av förläggingsplats då den erforderliga arean, där det krävs en hög bergkvalitet, blir väsentligt mindre. Kostnaderna blir något högre än vid enplansförvar.

Hantering och slutlagring av härdkomponenter ändras så att transporter med de tunga B-behållarna kan undvikas nere i bergutrymmena. Hanteringen i slutlagret blir även väsentligt enklare. Till härdkomponenter räknas nu även en stor del av reaktorernas interna delar, vilka tidigare har ingått i rivningsavfallet. Slutlagring av dessa förutsätts därför ske i SFL 5 mot tidigare SFR 3. Om rivning av kärnkraftverken sker innan SFL 5 är klar att ta emot avfallet, sker mellanlagring i CLAB av reaktorernas interna delar på liknande sätt som för övriga härdkomponenter. För metallidlar med mycket hög strålnivå kan lagringstiden i CLAB även förlängas (upp till 40 år) så att enklare hantering blir möjlig vid slutlagringen.

Slutlagring av rivningsavfallet har studerats grundligare, vilket medfört förenklat utförande av slutlagren SFR 3 och SFL 4.

Driftavfallet från CLAB har minskat avsevärt beroende på att hänsyn tagits till den långa avklingningstiden vid förvaringen i CLAB.

Till radioaktivt avfall har nu även räknats B-behållare för bränsletransport samt förvaringskassetter i CLAB. Ett möjligt alternativ kan vara att de rengörs och friklassas.

Nu aktuella avfallsmängder framgår av Tabell 2.2 samt Bilaga 2.4.

Tabell 2.2 Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera

Produkt	Ursprung	Enhet	Antal enheter	Volym i slutlager m <sup>3</sup>
Högaktivt avfall	Använt bränsle. Förglasat avfall från upparbetning	kapslar	5 400	10 800
alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från upparbetning	fat	7 900	5 000
		kokiller	1 750	14 400
Härdkomponenter	Från reaktorernas inre delar			
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	fat och kokiller	192 000	119 000
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	10-20 m <sup>3</sup> behållare	9 000	113 500
Total mängd			216 000	263 000

Någon utökad kapacitet i inkapslingsstationen på grund av den ökade bränslemängden förutsätts inte. I stället antas en förlängning av drifttiden med fem år d v s till år 2055 mot år 2050 i Plan 82.

Rivningen av kärnkraftverken kommer att förskjutas framåt i tiden med ca 10 år vilket förskjuter drifttiden för SFR 3 i motsvarande grad.

### 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. Se Bilaga 3.1. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av avfall.

Ett fartyg, ett terminalfordon och fyra transportbehållare för använt bränsle levererades under 1982. Den första transporten av använt bränsle till Frankrike (La Hague) skedde i januari 1983 från Ringhals och Barsebäck. Ytterligare 6 st transportbehållare för använt bränsle, 2 st transportbehållare för hårdkomponenter samt ännu ett terminalfordon har beställts och kommer att vara levererade när CLAB tas i drift i början av 1985. Därefter kommer den största transportvolymen att bestå av använt bränsle till CLAB samt i ett senare skede från CLAB till SFL. För transport av reaktoravfall behöver systemet kompletteras med särskilda transportbehållare av betong samt tillhörande hante-ringsutrustning.

I motsats till Plan 82 har det bedömts att ytterligare ett fartyg kommer att behövas i inledningsskedet för att uppnå erforderlig kapacitet för samtidiga transporter till La Hague, CLAB och SFR, och senare även under vissa skeden för transporter till nytillkommande anläggningar (CLG, CLU). Till grund för en förnyad analys av transportbehov och kapacitet kommer att läggas de erfarenheter beträffande tidsåtgång m m som vinnas under de nu pågående inledande transportererna av använt bränsle.

#### 3.2 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB

För mellanlagring av använt bränsle byggs för närvarande ett centralt lager på Simpevarpshalvön för den svenska kärnkraft-industrin.

Vid årsskiftet 1982/83 var ungefär 90 % av betongarbetena klara. Arbetena med övriga byggnader fortlöper med endast smärre förseningar gentemot tidplanen. Parallellt därmed har monteringsarbetet startat såväl ovan som under jord. Se Bilaga 3.2. I

projektet var vid årsskiftet 875 personer heltidsengagerade, varav drygt 650 i Simpevarp.

OKG skall enligt avtal med SKBF svara för driften av anläggningen när denna tas i bruk 1985. Den kommande driftorganisationen är för närvarande under uppbyggnad och uppgick vid årsskiftet till ca 20 personer. Totalt kommer driftorganisationen att omfatta ca 60 personer utöver personal från OKG för allmänna servicearbeten och temporär resursförstärkning.

Fullt utbyggt kommer CLAB att innehålla 10 förvaringsbassänger varav 8 för utbränt bränsle och 2 för hårdkomponenter och reaktordelar.

### 3.3 SLUTFÖRVAR FÖR REAKTORAVFALL, SFR 1

Projekt SFR 1 omfattar byggande av ett slutförvar för reaktoravfall, utfört som en bergrumsanläggning under havsbotten i anslutning till Forsmarks kraftstation. Se Bilaga 3.3.

SFR 1 utformas och dimensioneras för slutlig deponering av driftavfallet från de tolv svenska kärnkraftblocken samt det driftavfall som produceras vid CLAB fram till dess att SFL står klart att ta emot detta avfall. SFR 1 dimensioneras även för deponering av motsvarande radioaktivt avfall från industri och sjukhus, vilket för närvarande mellanlagras i Studsvik. Avfall med långlivad aktivitet avses bli slutlagrat i SFL.

Det avfall som deponeras i SFR 1 kommer att variera till både form och aktivitetsinnehåll. Slutförvaret uppdelas därför i fyra delar vilka anpassas för olika kategorier av avfall.

Större delen av avfallet (ca 60 % av volymen och ca 90 % av aktiviteten) kommer att deponeras i siloförvaret, se Bilaga 3.4.

En silo består av en betongcylinder ca 50 m hög och 27 m i diameter. Mellan betongcylindern och omgivande berg appliceras en buffert av bentonit och sand. Denna förvarsdel kommer därmed att ha fyra barriärer som förhindrar utläckage av aktivitet från avfallet. Barriärerna utgörs av avfallet, betongen i siloväggen, bufferten och slutligen det omgivande berget. Betongcylindrarna är indelade i fack och rymmer ca 17 500 m<sup>3</sup> avfall. Avfallet deponeras i facken med hjälp av en fjärrstyrd hanteringsutrustning och kringgjuts därefter med betong.

Resterande delar av avfallet kommer att deponeras i bergsalar, som indelas i tre kategorier beroende på avfallets aktivitetsinnehåll och form.

SFR 1 byggs ut i två etapper. Den första etappen omfattar samtliga gemensamma anläggningar, bergsalar och två silor. Den andra etappen förutses omfatta ytterligare två silor med tillhörande tunnlar. Utbyggnaden av dessa silor planeras ske i slutet av 1990-talet samtidigt med att deponering av avfall i de utrymmen, som färdigställts i första byggnadsetappen pågår.

Sedan allt avfall deponerats försluts de olika förvarsdelarna så att de förutsatta barriärfunktionerna erhålls. Därefter blockeras tunnlarna så att tillträde till förvaringsutrymmena förhindras.

Ansökningar om tillstånd för byggande av SFR 1 har våren 1982 lämnats in till regeringen, koncessionsnämnden för miljöskydd samt vattendomstolen. Behandlingen av dessa ansökningar pågår för närvarande och erforderliga tillstånd förväntas föreligga så att byggnadsarbetena kan påbörjas under juli månad 1983. Etapp 1 kan då vara färdigställd för mottagning av avfall i april 1988.

Projektet kommer att sysselsätta 150-200 man under den senare delen av anläggningskedet och ca 25 man kommer att erfordras för driftskedet.

## 4. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANERADE ANLÄGGNINGAR

### 4.1 ALLMÄNT

En del av de anläggningar och aktiviteter som ingår i systemet har vad avser planeringen inte undergått några väsentliga förändringar jämfört med Plan 82. Dessa anläggningar beskrivs inte här utan hänvisning görs till Plan 82.

De anläggningar eller aktiviteter för vilka detta gäller är följande:

- \* Centralt mellanlager för förglasat upparbetningsavfall, CLG.
- \* Centralt mellanlager för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall, CLU.
- \* Rivning av kärnkraftverk.

### 4.2 HANTERINGSPRINCIPER FÖR HÄRDKOMPONENTER

Härdkomponenter omfattar dels de detaljer i reaktorhårdarna som regelbundet byts i samband med bränslebyte, dels de interna delar i reaktorerna som bygger upp härdstommen och som avlägsnas först vid reaktorns rivning.

Samtliga detaljer antas i denna studie bli ingjutna i betongkokiller med måtten 1.25x1.25x5.3 m.

Boxar följer bränslet från CLAB till BSAB. Övriga utbytesdetaljer förutsätts bli förvarade i CLAB i kassetter som är anpassade för transport i TNCC-behållare och för ingjutning i betongkokillerna.

Interna delar från rivning av BWR utgörs dels av delar med hög strålnivå: härdgaller, moderator-tank och för äldre reaktorer rör för härdstril, dels av delar med lägre strålnivå: moderator-tanklock, härdstril och patronuppställningsplatta med övre delen av styrvägsledröret.

Interna delar från rivning av PWR har samtliga hög strålnivå. De utgörs under härden av härdstöd, pelare och härdplatta, runt härden av härdprofil, härdtank, termiskt skydd och neutronskydd, över härden av härdplatta, pelare och delar av styrstavsledrör.

De flesta interna delarna har vid rivningen så hög strålnivå att omedelbar ingjutning i betongkokill inte är lämplig. Grundalternativet i denna studie är därför att alla behandlas lika och förs i strålskyddsbehållare till CLAB för en upp till 40 år lång förvaring i CLABs bassänger. De transporteras sedan till BSAB och hanteras på samma sätt som utbytesdetaljer.

#### 4.3 SLUTFÖRVAR FÖR LÅNGLIVAT AVFALL, SFL

##### 4.3.1 Allmänt

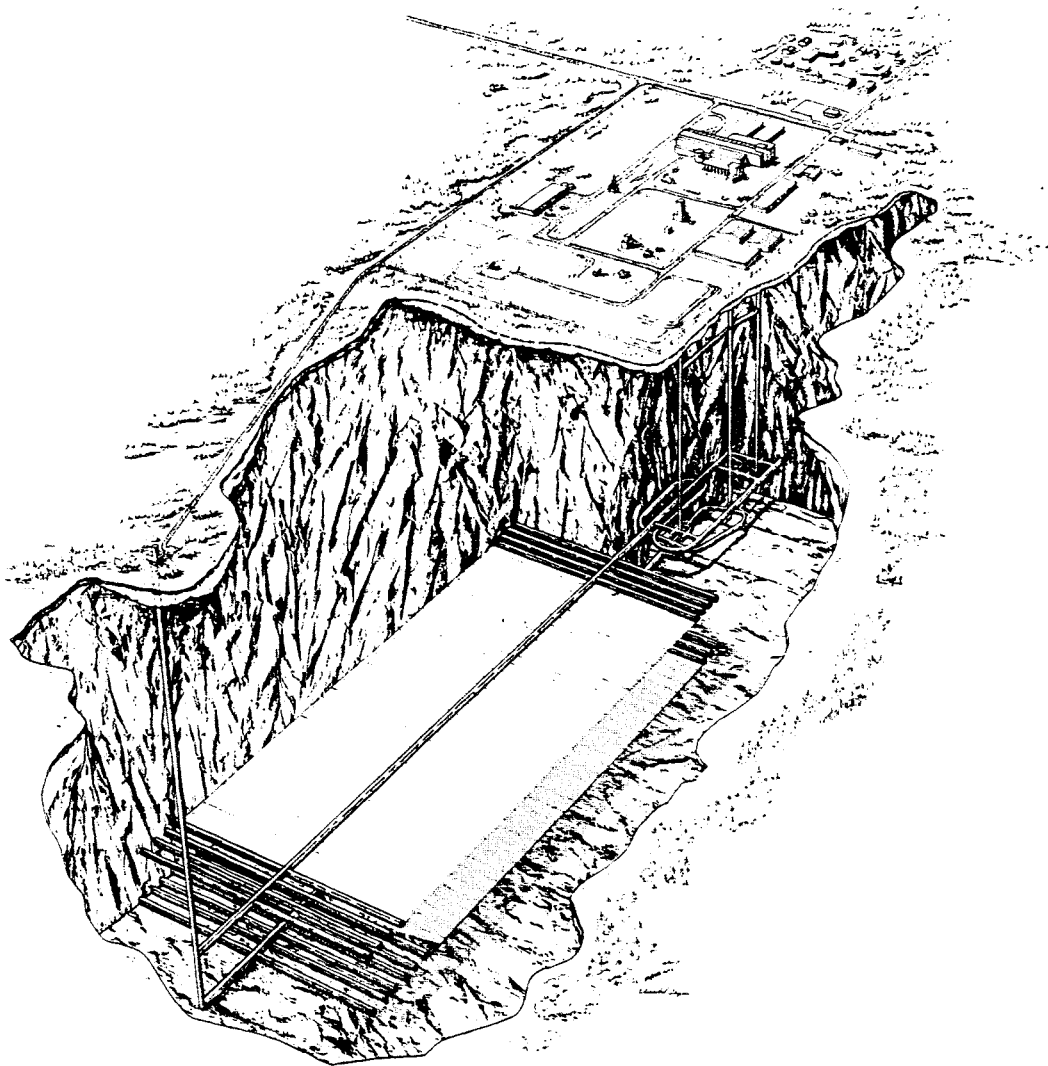
Det långlivade drift- och rivningsavfallet kommer att slutförvaras i bergrumslager minst 500 m under markytan. Fyra typer av lager kommer att finnas, avsedda för olika slags produkter.

- \* SFL 1-2, avsett för förglasat avfall resp använt bränsle. Lagret består av en stor mängd tunnlar, där avfallet och bränslet deponeras i hål i tunnelbotten. Lagrets principella utformning framgår av Figur 4.1.
- \* SFL 3, avsett för låg- och medelaktivt upparbetnings- och driftavfall. Lagret består av två betongsilor med vertikala celler i vilka avfallet sänks ner och gjuts in.
- \* SFL 4, avsett för rivningsavfall. Utgörs av tunnelsystemet för SFL 3 och 5.
- \* SFL 5, avsett för härdkomponenter. Lagret består av tunnlar i vilka betongkokillerna staplas och gjuts in.

SFL 1-2 och SFL 3 är baserade på principen om ett antal barriärer kring avfallet. Barriärerna skall förhindra att radioaktiva ämnen läcker ut i biosfären i skadliga koncentrationer. För exempelvis använt bränsle är, förutom bränslets låga vattenlöslighet, barriärerna inifrån räknat bränslekapslingen, kopparkapslingen, ren bentonit och ytterst den omgivande berggrunden.

För SFL 4-5 gäller att berget utgör barriären mot spridning av radioaktivitet. Dessutom tillkommer vid SFL 5 en ansenlig betongvolym som genom sin alkalitet kraftigt fördröjer utlakningen av aktiva metaller.

Bentonit kommer att ingå, ren eller blandad i sand, i barriärsystemet kring avfallet. Den är en av vulkanisk aska bildad lera med egenskapen att binda stora mängder vatten under samtidig svällning. Om svällningen förhindras, vilket kommer att vara fallet i slutförvaren, utbildas ett högt tryck och bentoniten utvecklas till en plastisk massa med mycket högt genomströmningssmotstånd. I sandblandning kommer bentoniten vid svällning att fylla ut porerna i materialet.



Figur 4.1 SFL 1-2 Översikt

Det är förutsatt att SFL 3-5 ligger ca 3 km från SFL 1-2. Det relativt korta avståndet mellan lagren medför att de serviceanläggningar som erfordras under intransportskedet till stor del kan göras gemensamma.

Av situationsplanen enligt Bilaga 4.1 framgår dispositionen av markområdet ovanför SFL 1-2. Den dominerande anläggningen är behandlingsstationen för förglasat avfall och använt bränsle, BSG/BSAB. Därutöver finns personalanläggningar, godsmottagningsstation, fordonsservice, betongstation med kross, bentonit-hantering m m. Till de gemensamma anläggningarna för SFL hänförs även den ca 150 km långa järnvägen som antas behöva byggas för transporterna från hamnen.



Förutom förläggingsområdet och ett par avlägsna evakuerings- och ventilationsbyggnader för bergrummen befinner sig samtliga anläggningar inom inhägnat och bevakat område. SFL 1-2 nås i första hand genom ett hisschakt i anslutning till BSG/BSAB.

SFL 3-5, nås via schakt utgående ifrån en mottagningsstation. Även denna station befinner sig inom bevakat område.

Samtliga förvar och ovanjordsanläggningar bildar en organisationsenhet och driftpersonalen kommer att bestå av ca 220 personer. Under byggnadsskedet kommer närmare 800 personer att vara sysselsatta vid anläggningen.

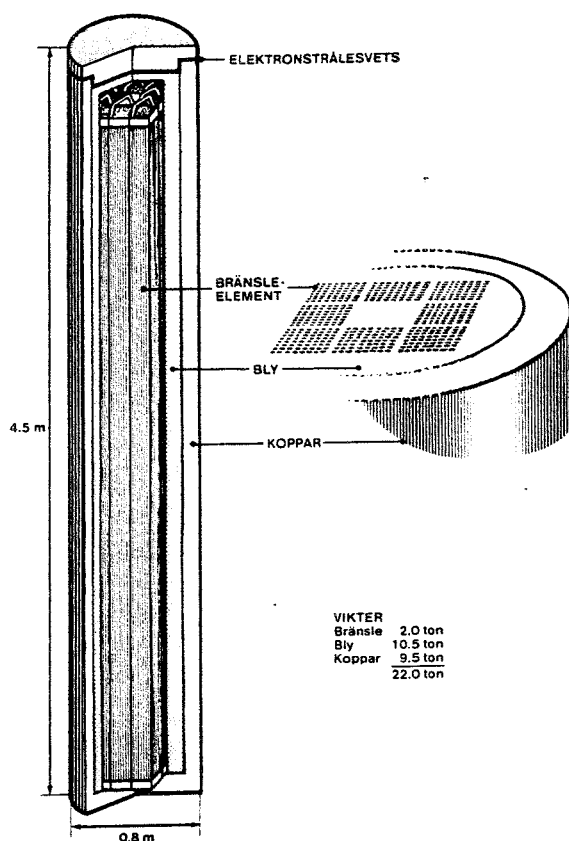
Efter avslutad deponering kommer ovanjordsanläggningarna att rivras. Rivningen av BSAB görs beträffande ev radioaktiva delar på samma sätt som för kärnkraftverken. Avfallet placeras i SFL 4.

#### 4.3.2 Behandlingsstation för förglasat avfall resp använt bränsle, BSG /BSAB

Innan det förglasade avfallet från upparbetningen resp det använda bränslet slutdeponeras skall det förses med en yttre kapsling av bly-titan resp koppar. Detta sker i behandlingsstationen BSG/BSAB. Förglasat avfall behandlas under de fyra första åren av stationens drifttid (BSG) och efter visst ombyggnadsarbete behandlas fortsättningsvis använt bränsle (BSAB). Antalet bly-titan kapslar blir ca 730 och kopparkapslar ca 4 670. Detta förutsätter att 8 BWR-element alternativt 2 BWR + 2 PWR-element placeras i varje kopparkapsel. Kapseln rymmer dock 9 BWR-element resp 4 BWR + 2 PWR-element. Se Figur 4.2.

Layouten för BSAB framgår av Bilagorna 4.2-4.4. Anläggningen har volymen ca 200 000 m<sup>3</sup> och en total längd av 175 m. Med hänsyn till strålskärning och ventilationstäthet är byggnaden huvudsakligen utförd i betong. Anläggningen kan funktionellt indelas enligt följande:

- \* Intransport- och mottagningsdel, där bl a urlastning och bränslebuntning sker. Hit hör också en aktiv verkstad för reparationsarbeten på transportbehållare.
- \* Inkapslings- och uttransportdel, med hiss ner till slutförvaret.
- \* Ingjutningsdel för hårdkomponenter.
- \* Servicedel, liggande vid sidan om inkapslingsdelen och innehållande förråd, blysmältningsutrustning m m.
- \* Hjälpssystemdel, huvudsakligen för kyl- och reningssystem och för den interna aktiva driftavfallshanteringen.
- \* EI- och kontroldel.



Figur 4.2 Kopparkapsel med BWR-element

En sidobyggnad omfattar personal- och kontorsutrymmen samt överbyggnad och servicesystem för det centrala hisschaktet ner till slutförvaret. Se Bilaga 4.5.

Hanteringsgången vid inkapsling av använt bränsle framgår av Bilaga 4.6 och är i korthet följande. Transportbehållaren körs med truck eller på järnvägsvagn in i anläggningen, lyfts upp och ställs efter några mellanoperationer ner i en vattenfylld bassäng, flaskbassängen. Behållaren sidoflyttas och dess öppning ansluts mot en öppning in mot en urlastningsbassäng varefter locket öppnas. Bränsleelementen plockas ur och ställs ner i speciella ställ i en buffertbassäng. I detta läge står BWR-knippena i sina boxar. Boxarna lämnas kvar i ställen när bränsleknippena därefter samlas ihop i buntar som passar i kopparkapslarna. Buntarna förflyttas via en slussbassäng in i inkapslingsdelen där de sedan hanteras i torrhet. Bränslebuntarna sätts ner i förtillverkade kapslar av koppar med höjden 4,5 m (inkl lock), diametern 0,8 m och väggtjockleken 10 cm. Med hjälp av speciella transportvagnar förflyttas därefter kopparkapslarna

mellan olika bearbetningsstationer. Först går de till gjutugnar där de får torka, varefter hålrummen fylls med bly. Kapslarna får därefter stå och svalna i en cell innan de förs in i en bearbetningscell där överytan svarvas jämn och lock påsätts. Därefter transporteras de till en svetscell där locken fastsvetsas med elektronstrålesvetsning. Innan kapslarna transporteras ut till hissen för nedtransport till SFL 2 kontrolleras svetsarna med ultraljud och slutligen kontrolleras kapslarna avseende ytkontaminering.

Hanteringen av det förglasade avfallet sker i princip på samma sätt. Utöver de olikheter i hanteringen som är betingade av en annan storlek och form hos avfallet finns det två väsentliga skillnader att beakta. Det förglasade avfallet hanteras i torrhet, d v s bassängerna är inte vattenfyllda utan transportbehållaren ansluts lufttätt mot en öppning in till inkapslingsdelens intransportdel. Den andra skillnaden är att kapslarna är av bly med ytterhöljen av titan. Kapslarna har höjden 1,8 m, diametern 0,6 m och väggtjockleken 10 cm.

Hanteringslinjen för använt bränsle är dubblerad med hänsyn till risken för störningar. Det förglasade avfallet är däremot av för liten omfattning för att motivera den ökade kostnad en dubbling medför.

Som tidigare nämnts kvarstår boxarna i ställen i buffertbassängen när bränsleknipporna förs vidare för inkapsling. Ställen med boxar transporteras via en annan slussbassäng in i ingjutningsdelen för hårdkomponenter. Där plockas boxarna upp och placeras i betongkokiller med yttermåtten 5,3x1,25x1,25 m. Kokillerna fylls därefter med betong och förses med lock. De transporteras sedan ut ur anläggningen för vidare transport med truck till mottagningsstationen vid SFL 3-5.

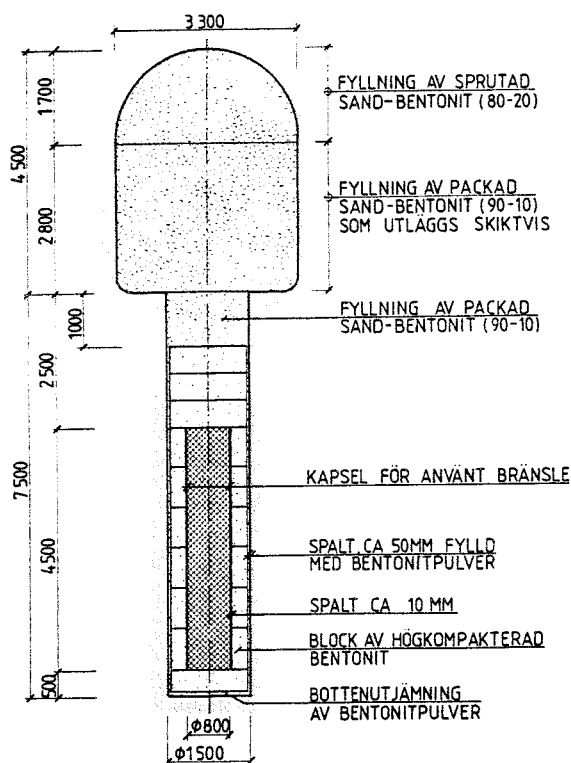
Ingjutningsdelen har även en mottagningsposition för gods som skall gjutas in i kokiller men som ej behöver hanteras under vatten. Den möjligheten utnyttjas för styrtstavar, kompakterade boxar m m samt för visst rivningsavfall från reaktorerna.

Alla operationer i inkapslings-, ingjutnings- och uttransportdelen är fjärrstyrda med övervakning via TV och strålskyddsfönster.

#### 4.3.3

#### Slutförvar för förglasat avfall resp använt bränsle, SFL 1-2

Slutförvaret för det inkapslade förglasade avfallet och bränslet är beläget i två plan, 500 resp 600 m under markytan och kan nås via hisschakt från BSG/BSAB. Anläggningen består i huvudsak av ett system av parallella deponeringstunnlar, sammanlagd längd ca 40 km, med tillhörande transporttunnlar, serviceutrymmen och schakt till markytan, totalt upptagande en yta av 0,6 km<sup>2</sup>. Utbredningen bestäms framförallt av värmeutvecklingen i det deponerade bränslet. Layouten framgår av Bilagor 4.7-4.9. Avfallskapslarna deponeras i vertikala hål borrhade i deponeringstunnlarnas botten, totalt ca 5 400 hål. Se Figur 4.3.



Figur 4.3 Förseglat slutförvar

Förvaret är symmetriskt uppdelat i två plan för att medge en enkel fysisk separation av utsprängnings- och förseglingsarbetet gentemot deponeringsarbetet, vilka har förutsatts ske samtidigt. Utsprängning av deponeringstunnlarna kommer att ske i takt med deponeringen. Det bör påpekas att i Bilaga 4.7 och Figur 4.2 redovisas uppdelningen av förvaret på ett schematiskt sätt. I praktiken kommer förvarets utformning att anpassas till bergets sprickgeometri. För att åstadkomma den anpassningen kommer omfattande sonderingsborrning att genomföras under utsprängningskedet.

Förvaret består av en centraldel innehållande serviceutrymmen på nivån -500 m, placerad rakt under inkapslingsstationen, samt en deponeringsdel i två plan. Centraldelen står i förbindelse med det undre deponeringsplanet via en transportort. Centraldelen nås från markytan via följande tre schakt.

- \* Centralschaktet, utgörande huvudentrén till förvaret för såväl personal som materiel. Via schaktet, som är försett med två hissar, försörjs förvaret med luft, vatten, el m m.
- \* Skipschaktet, försett med berguppfordringsutrustning. Skipschaktet är det första schaktet som tas upp och drivs således som sänkschakt.
- \* Avfallsschaktet, innehållande hiss för kapslarnas nertransport.

I förvarets motsatta ände finns slutligen ytterligare ett schakt. Detta tjänstgör normalt som frånluftsschakt, men i en nödsituation skall det även kunna användas för personevakuering.

Deponeringen av kopparkapslar går i korthet till enligt följande. (Principen för blykapslat avfall är densamma. Enbart dimensionerna är annorlunda.) Deponeringshålet, som har djupet 7,5 m och diametern 1,5 m, kontrolleras avseende täthet, d v s vatteninläckning. Strax före deponering placeras kompakterad ren bentonit i hålet på sådant sätt att utrymme för kapseln finns. Se Figur 4.3. Kapseln hämtas vid hissen med hjälp av ett fordon som medger skärmad transport. Fordonet körs fram till deponeringshålet och kapseln sänks ner. Därefter täcks kapseln med ytterligare ett antal bentonitblock, hålet täcks provisoriskt och deponeringen är avslutad.

När en hel deponeringstunnel är klar kan arbetet med förslutning av denna påbörjas. Härvid tas den provisoriska täckningen av hålen bort och tunneln fylls med sand/bentonit under komprimering. Tunnelmynningen stängs till genom en provisorisk avstängning av stål. Denna avlägsnas i samband med att centraltunneln försluts.

Efter avslutad deponering av alla kapslarna försluts hela anläggningen med sand/bentonit. Schakten förses härvid på vissa avsnitt med pluggar av kompakterad bentonit.

#### 4.3.4

##### Slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, SFL 3-5

Den del av det låg- och medelaktiva avfallet som är att betrakta som långlivat samt det som produceras i ett sent skede då SFR är stängt, slutförvaras på olika sätt i en anläggning bestående av tre förvar SFL 3-5. Huvudlayouten framgår av Bilagor 4.10-11.

Anläggningen nås via två schakt, ett för i huvudsak persontransport och ett för transport av avfall och materiel. Ett evakueringschakt finns dessutom i förvarets bortre del. Från hissens nedre stannplan på nivån -500 m leder två tunnlar, en går till SFL 3 och en utgör matartunnel för SFL 5. Den senare står även i förbindelse med transporttunneln till SFL 3s nedre nivå.

På markytan finns en mottagnings- och omlastningsstation där mottagning av såväl B-behållare som betongcontainer av SFR-typ eller liknande kan ske. Layouten framgår av Bilaga 4.12.

SFL 3 är avsett för i första hand låg- och medelaktivt avfall från upparbetningen, vilket är bestämmande för förläggningdjupet. Detta avfall har mellanlagrats i CLU ca 30 år. SFL 3 kommer även att rymma långlivat avfall från Studsvik samt sent producerat driftavfall från CLAB och BSAB.

SFL 3 utgörs av två silor med ytterdiametern 24 m och höjden 45 m förlagda i bergrum med dimensioner som medger att ett minst 1 m tjockt lager av sand/bentonit kan packas runt silorna. Ytterväggarna utgörs av minst 1 m tjock betong. Silorna är indelade i celler 2.5x2.5 m med hjälp av 20 cm mellanväggar av betong. Cellernas främsta uppgift är att medge att en kontrollerad deponering och kringgjutning av avfallet kan ske. Efter avslutad deponering gjuts ett betonglock på silon och utrymmet ovanför packas med sand/bentonit.

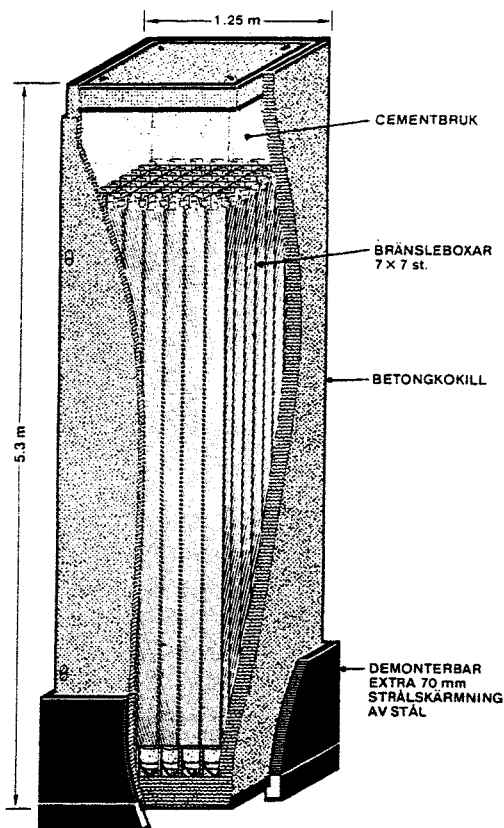
Avfallet består av fat i varierande storlekar och betongkokiller. Det anländer till mottagningsstationen i B-behållare eller betongcontainer, beroende på farlighet och strålnivå. Efter urlastning kan kollin med hög strålnivå förses med strålskyddsklockor. Efter nedtransport med hissen tas eventuella strålskyddsklockor av och avfallet transporteras i strålskärmade spårgående vagnar bort till silorna. Där tar en deponeringsvagn över och deponeringen sker därefter på samma sätt som för silorna i SFR 1.

SFL 5 är avsett för hårdkomponenter, d v s metalldelar från bränslet eller från reaktorernas inre. Dessa delar anländer till SFL 3-5 ingjutna i betongkokiller med måtten 5.3x1.25x1.25 m, se figur 4.4.

SFL 5 består av två tunnlar med arean 55 m<sup>2</sup> och vardera längden ca 280 m. I dessa tunnlar staplas kokillerna och kringgjuts.

Kokillerna anländer till mottagningsstationen i en betongcontainer. De är försedda med en provisorisk strålskärmning av stål i sin ena ända. Med hjälp av ett påmonterat lyftok hanteras kokillen i horisontellt läge fram till avfallshissen. Denna har en vagg som fälls ut. Efter det att kokillen placerats i vaggan fälls denna upp och hissen körs ner till förvaret där vaggan åter fälls ut. En fjärrstyrd spårgående grensletruck hämtar upp kokillen och placerar ut den i deponeringstunneln. Strax innan trucken lägger ner kokillen dras det provisoriska strålskyddet av.

Kokillerna staplas fem i bredd och fyra i höjd. Allteftersom stapelfronten förflyttar sig i tunneln sker en kringgjutning med sprutbetong. Sprutningen utförs från munstycken på en spårgående vagn, som kan grensla kokillstapeln. Denna operation kan utföras fjärrstyrt, vilket dock inte är nödvändigt. Den kortsida av kokillen som vetter ut mot tunneln har tillräckligt tjock betongtäckning för att medge tillträde utan extra strålskärmning.



Figur 4.4 Betongkokill med bränsleboxar

SFL 4 utgörs inte av någon speciell förvarskonstruktion. SFL 4 är avsett för rivningsavfall från mellanlager och inkapslingsstation och detta avfall förutsätts kunna staplas fritt i tillgängliga tunnlar eftersom det anländer i slutet av driftperioden.

Rivningsavfallet anländer till slutförvaret packat i plåtlådor med dimensionen 2.4x2.4x2.4 m. Lådorna transporters ner med hissen och ställs upp i tunnarna, d v s lådorna offras. All hantering av detta avfall förutsätts kunna ske med bemannad truck, med eller utan strålskärning.

De B-behållare som skall deponeras i SFL 4 sänks ner i schakten med speciella lyftanordningar och baxas ut på plats i tunnarna.

Efter avslutad deponering pluggas tunnelöppningar igen med betong och övriga delar återfylls med sand/betonit. Schakten förses med pluggar av kompakterad bentonit.

4.4

SLUTFÖRVAR FÖR RIVNINGSAVFALL FRÅN KÄRNKRAFT-  
VERKEN, SFR 3

SFR 3 är avsett för allt aktivt rivningsavfall från kärnkraftverken utom vissa interna delar av reaktorerna, som på grund av sina höga strålnivåer bör deponeras i SFL 5. Mellanlagring av detta avfall sker vid behov i CLAB.

SFR 3 byggs i anslutning till SFR 1s siloanläggning så att tillfartstunnlar kan utnyttjas gemensamt till stor del. Se Bilaga 3.3. Även SFR 3 utformas som silor men av betydligt enklare slag än SFR 1.

SFR 3 består av fyra siloformade bergrum, inklädda med 60 cm betong. Betongens huvudsakliga funktion är att utgöra en vattentät barriär under driftskedet. Silornas invändiga diameter är 27 m och dess höjd ca 56 m. Layouten framgår av Bilaga 4.13-14. I silornas övre del finns en mekanisk utrustning som medger säker och i det närmaste dammfri tömning av avfallsbehållarna.

Avfallet anländer till SFR 3 i plåtbehållare med dimensionen 2.4x3.6x2.7 m. De behållare som har hög strålnivå transporteras i betongcontainer av SFR-typ. Transportenheten ställs av i ett mottagningsrum tillhörande en silo och plåtbehållaren lyfts upp av en travers och transporteras till tömningsrummet ovanpå silon. Där ställs behållaren ner i stor trumma och locket lossas och lyfts av. Avfallet är dock täckt av ett plastlock (eller plastfilm) som läggs på i samband med fyllningen av behållaren och som följer med avfallet vid tippningen. Trummans lock stängs och den roteras ett halvt varv, varvid behållaren töms under samtidig kraftig fläktutsugning. Efter renblåsning av behållaren roteras trumman tillbaka och behållaren transporteras ut. Se för övrigt Bilaga 4.14.

Packningsgraden i silon beräknas öka med ca 60 % på grund av avfallets tyngd jämfört med motsvarande i transportbehållaren.

När silon är fylld pumpas ingjutningsbetong in i den genom rör som är ingjutna i dess betongväggar. Rören mynnar på olika nivåer. Det är inte förutsatt att ingjutningen skall fylla ut alla hålrum men silon skall efter förslutning kunna betraktas som en monolit. Ingjutningen försvårar dessutom genom sin alkalitet utlakning av aktiva metaller. Något ytterligare konstgjort barriärsystem erfordras inte.



## 5. KOSTNADER

### 5.1 ALLMÄNT

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

Framtida kostnader, FK, d v s kostnader från och med 1983, anges i prisnivå januari 1983. Tidigare nedlagda kostnader, TNK, anges till bokfört värde. Totala kostnader, TK, är summan av framtida kostnader, FK, och tidigare nedlagda kostnader, TNK.

Nya kostnads kalkyler har gjorts för de anläggningar som har förändrats i något avseende sedan föregående rapport, Plan 82. Kostnader för anläggningar som ej har förändrats har justerats med de index som tillämpas inom bygg- och verkstadsindustribranschen. Budgeterade kostnader för pågående projekt har angivits av respektive projektgrupper.

Principerna för kostnadsberäkningarna är desamma som angivits i Plan 82, sånär som att kalkylpåslaget för osäkerhet i processkostnaden vid BSAB och SFL-anläggningarna har ökats från 10 % till 20 %. Totala påslaget för osäkerhet i underlag och oförutsett framgår av Tabell 5.1 uppdelat per objekt.

Tabell 5.1 Påslag för osäkerhet i underlag och oförutsett räknat på totala kostnaden

Objekt	Påslag %	
14	Transport	10
16	KKV driftkostn efter avställning	25
22-53	KKV rivning	25
62	CLAB	8
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 %

Kostnaderna sammanställs liksom tidigare i det datoriserade systemet KOKA, som nu även kan hantera en fördelning av kostnaderna så att de kostnader, som omfattas av finansieringslagen, kan särskiljas.

## 5.2 BESKRIVNING AV KOSTNADSFÖRÄNDRINGARNA

### 5.2.1 Inledning

De väsentligaste orsakerna för kostnadsförändringarna anges nedan objekt för objekt. Jämfört med Plan 82 har följande verksamheter förändrats mest:

- Ökade transportkostnader.
- Ökade investerings- och driftkostnader för CLAB.
- Minskade investerings- och driftkostnader för SFR 3 och för SFL 3-5.

Övriga kostnadsökningar är i stort sett en konsekvens av dels en ökad energiproduktion, dels den allmänna kostnadsutvecklingen.

### 5.2.2 Transporter

Förändringen hänför sig främst till att två specialfartyg i stället för ett anses vara rimligt för samtidig drift under det inledande skedet av den aktuella driftperioden. Antalet transportbehållare har ökat som en konsekvens av en antagen kortare avskrivningstid. Dessutom tillkommer kostnader för längre driftid (+ 5 år).

### 5.2.3 Drift av kärnkraftverken, KKV, efter avställning

Driftkostnaden för kärnkraftverken under avställningsperioden har beräknats under antagande av en successiv rivning av de olika blocken. Detta ger en rivningsperiod av ca 20 år med start år 2015, vilket bl a innebär att den genomsnittliga avställningsperioden ökar med ca 3 år.

### 5.2.4 Rivning av kärnkraftblocken

En noggrannare indexuppräknings av kostnaderna enligt KBS Teknisk Rapport 79-21 för de olika blocken har givit smärre justeringar.

### 5.2.5 CLAB

Utökade personalinsatser under såväl investeringskedet som driftskedet, samt utökad lagervolym och längre driftsperiod, har inneburit en väsentlig kostnadsökning.

5.2.6 BSG/BSAB

Den större mängden bränsle har medfört en ökad drifttid och större mängd kopparkapslar. Den ändrade hanteringen av bränsleknippena har medfört förenklingar i mottagningsdelen. Tjockleken på kopparkapseln har minskat. En ny byggnadsdel för hantering och betongingjutning av hårdkomponenter har tillkommit.

5.2.7 SFL 1-2

Antalet deponeringshål följer mängden kapslar enligt 5.2.6. Eftersom värmeavgivningen från kapseln på grund av högre utbränningsgrad har ökat, måste deponeringstunnlarna ligga glesare.

Förvaring i två plan i stället för ett plan, med det undre hundra meter djupare, har fördyrat anläggningen.

5.2.8 SFL 3-5

Dessa anläggningar har erhållit en helt ny layout jämfört med Plan 82. Nya kostnadskalkyler har gjorts.

5.2.9 SFR 1

SFR 1s layout har ändrats något, vilket medfört vissa kostnadsjusteringar. Den längre drifttiden för kärnkraftverken ger en något större förvarsvolym.

5.2.10 SFR 3

SFR 3, som i Plan 82 antogs likna SFR 1, har fått en ny layout, varefter nya kostnadsberäkningar har gjorts. Drifttiden följer tidplanen för rivning av kärnkraftverken och kommer således att senarelägga förslutningen av SFR 1 med ca 10 år.

5.2.11 Upparbetning

Upparbetningskostnaderna har ökat till intervallet SEK 4 000-5 000 per kg.

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

5.3 KOSTNADER SOM OMFATTAS AV FINANSIERINGSLAGEN

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 för de delar av respektive anläggning och

verksamhet, som innefattar ovanstående typer av avfall, särskilts. Detta har 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.

## 5.4 REDOVISNING AV KOSTNADER

### 5.4.1 Allmänt

De i detta avsnitt redovisade kostnaderna är angivna i prisnivå januari 1983. Realräntan är 0 %. 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 kan det inte uteslutas att kostnaderna kommer att påverkas av omständigheter som idag är helt okända. Detta motiverar ett särskilt riskpåslag av storleksordningen 10 % som läggs på de framtida kostnaderna. Riskpåslaget bör reduceras allt eftersom säkrare bedömningsgrunder erhålls.

### 5.4.2 Totalkostnad och framtida kostnader

Tabell 5.2 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 41 850 (enligt finansieringslagen MSEK 39 500) inklusive ett 10-procentigt riskpåslag på de framtida kostnaderna. De framtida kostnaderna, enligt finansieringslagen från och med 1984 uppgår till MSEK 37 100 inklusive det 10-procentiga riskpåslaget.

Tabell 5.3 visar de framtida kostnaderna, exkl riskpåslaget, från och med 1984 uppdelade per objektsgrupp och i tiden.

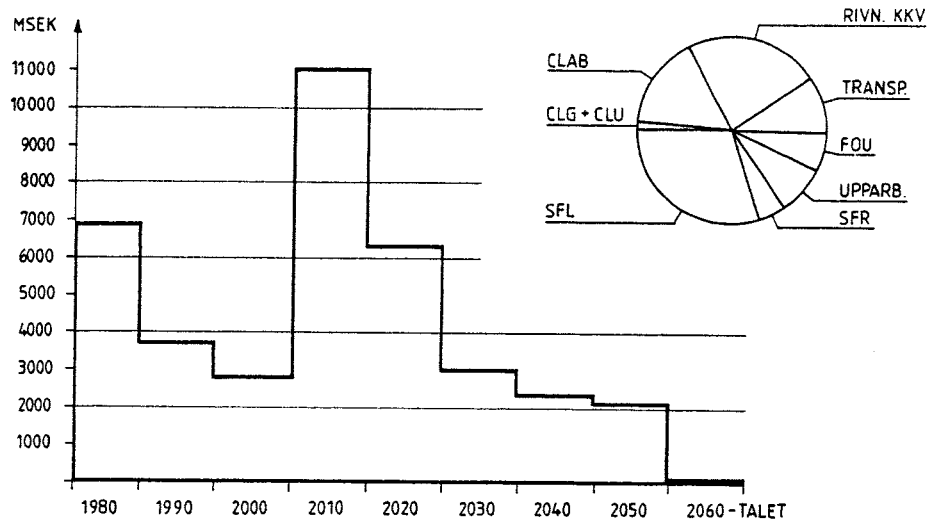
Kostnaden kan delas in i fyra ungefär lika stora poster: investering, drift, rivning av kärnkraftverk och övrigt.

Tabell 5.2 Sammanställning av totala kostnader och framtida kostnader enligt finansieringslagen<sup>1)</sup> (MSEK) (Prisnivå januari 1983)

Objekt	Kostnads- slag	Totala nedlagda kostnader t o m 1982	Totala framtida kostnader fr o m 1983	Summa totala kostnader	Summa totala kostnader per objekt	Framtida kostn. enligt finansierings- lagen fr o m 1984
FoU	-	85	2 480	2 565	2 565	2 410
Transport	Investering	47	857	904		714
	Reinvestering	-	917	917		825
	Drift	-	1 363	1 663	3 184 *	1 201
Rivn. kkv	Avst.drift	-	1 207	1 207		1 207
	Rivning	-	7 734	7 734	8 941	7 733
CLAB	Investering	774	1 631	2 405		1 198
	Reinvestering	-	239	239		238
	Drift	-	3 381	3 381		3 346
	Rivning	-	191	191	6 216 *	190
CLG	Investering	-	284	284		284
	Drift	-	89	89		89
	Rivning	-	16	16	389	16
CLU	Investering	-	108	108		108
	Drift	-	56	56		56
	Rivning	-	6	6	170	6
GA SFL	Investering	-	2 023	2 023		1 813
	Reinvestering	-	115	115		103
	Drift	-	1 387	1 387		1 244
	Rivning	-	77	77	3 602 *	69
BSG/BSAB	Investering	-	1 356	1 356		1 349
	Reinvestering	-	63	63		63
	Drift	-	2 736	2 736		2 721
	Rivning	-	80	80	4 235 *	80
SFL 1-2	Investering	-	566	566		564
	Reinvestering	-	17	17		17
	Drift	-	991	991		986
	Rivn.+försegl.	-	1 330	1 330	2 904 *	1 323
SFL 3	Investering	-	423	423		258
	Drift	-	51	51		31
	Rivn.+försegl.	-	32	32	506 *	20
SFL 4	Investering	-	15	15		15
	Drift	-	3	3		3
	Rivn.+försegl.	-	1	1	19 *	1
SFL 5	Investering	-	225	225		225
	Reinvestering	-	2	2		2
	Drift	-	106	106		106
	Rivn.+försegl.	-	17	17	350	17
SFR 1	Investering	5	918	923		123
	Drift	-	234	234		33
	Rivn.+försegl.	-	234	234	1 392 *	33
SFR 3	Investering	-	275	275		258
	Drift	-	149	149		142
	Rivn.+försegl.	-	41	41	465 *	39
Upparbetning	-	498	2 740	3 238	3 238	2 475
Totalt	-	1 409	36 766	38 175		33 734
Riskpåslag ca 10 %	-	-	3 675	3 675		3 366
Totalt inkl riskpåslag	-	1 409	40 441	41 850		37 100

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

\*) Innefattar även kostnader utanför finansieringslagen (enligt<sup>1)</sup>).  
Totalt över samtliga berörda objekt (exkl riskpåslag): Studsviksavfall m m MSEK 862,  
övrigt låg- och medelaktivt avfall MSEK 1 300.



Figur 5.1 Sammanställning av totalkostnaden (MSEK)  
Exkl. riskpåslag  
(Prisnivå januari 1983)

Tabell 5.3 Framtida kostnader per objekt enligt  
finansieringslagen<sup>1)</sup> fördelade i tiden (MSEK).  
Exkl riskpåslag.  
(Prisnivå januari 1983)

Ar	FoU	Transp.	Rivn. kkv	CLAB	CLG CLU	SFR 1 o 3	SFL	Upparb.	Summa kostnader	Akkumulerade kostnader
1984	70	111	-	344	3	30	-	250	808	808
1985-89	350	421	-	372	346	102	-	1 650	3 241	4 049
1990-94	350	266	-	517	57	10	-	605	1 805	5 854
1995-99	350	337	-	743	25	79	-	-30	1 504	7 358
2000-talet	1 290	428	-	498	43	108	50	-	2 417	9 775
2010-talet	-	234	4 655	398	31	134	4 090	-	9 542	19 317
2020-talet	-	382	4 274	667	54	101	1 483	-	6 961	26 278
2030-talet	-	145	11	497	-	64	1 905	-	2 622	28 900
2040-talet	-	353	-	497	-	-	1 741	-	2 591	31 491
2050-talet	-	63	-	439	-	-	1 581	-	2 083	33 574
2060-talet	-	-	-	-	-	-	160	-	160	33 734
Totalt fr o m 1984	2 410	2 740	8 940	4 972	559	628	11 010	2 475	33 734	

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

## 6. ANLÄGGNINGARNAS KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD

I Tabell 6.1 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. 5).

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 6.1 Kostnad per avfallsmängd för olika delar av systemet  
(Prisnivå januari 1983)

OBJEKT	KOSTNAD MSEK	MANGD	ENHET	kSEK/ ENHET	ANMARKNING
14. TRANSPORTER	3 184	19 600	Trpt enhet	162	Fartygstransporterat bränsle och avfall. Trpt. enhet är B-behållare eller betongcontainer
14.1 Upparbetat bränsle (La Hague)	617	729	ton bränsle	846	Inkl driftavfall från La Hague
14.2 Direktdeponerat bränsle	1 892	6 401	ton bränsle	296	Inkl hårdkomponenter samt LM-avfall från CLAB
14.3 Driftavfall från KKV	294	65 000	m <sup>3</sup> LM-avfall	4.5	Med fartygstransport från KKV till SFR 1, av totalt 81 000 m <sup>3</sup>
14.4 Rivningsavfall från KKV	327	68 000	m <sup>3</sup> rivningsavfall	4.8	Med fartygstransport från KKV till SFR 3, av totalt 100 000 m <sup>3</sup>
14.5 Studsviksavfall	54	19 000	m <sup>3</sup>	2.8	Varierande avfall
<u>MELLANLAGER</u>					
62 CLAB totalt	6 216	6 401	ton bränsle	971	Inkl hårdkomponenter och reaktorernas interna delar (ca 20 %)
62.1 CLAB-bränsledel	5 141	6 401	ton bränsle	803	Enbart bränsle 2 379 st positioner i CLAB
62.2 CLAB-hårdkomp.del	1 075	6 038	m <sup>3</sup> lagervolym	178	Hårdkomponenter och reaktorernas interna delar
72 CLG	389	729	ton bränsle	534	Förglasat avfall från uppabetning
73 CLU	170	4 980	m <sup>3</sup> uppabetningsavfall	34	Uppabetningsavfall exkl glas
CLU + CLG	559	729	ton bränsle	767	
<u>SLUTLAGER</u>					
82 BSG/BSAB	4 235	7 130	ton bränsle	594	Exkl GA-SFL
		alt 5 405	kapsel	784	Som ovan
82.1 BSG	325	729	ton bränsle	446	Förglasat bränsle exkl GA-SFL.
82.2 BSAB	3 910	6 401	ton bränsle	611	Direktdep bränsle exkl GA-SFL
		alt 4 675	kopparkapsel	836	Som ovan, enbart direktdep. bränsle
83 SFL 1 och 2	4 289	7 130	ton bränsle	602	Inkl del av GA-SFL
		alt 5 405	kapsel	793	Som ovan
83.1 SFL 1	418	729	ton bränsle	573	Som ovan, enbart förglasat bränsle 730 kapslar
83.2 SFL 2	3 871	6 401	ton bränsle	605	Som ovan, enbart direktdep. bränsle, 4 450 kapslar
84 SFL 3 totalt	1 299	16 730	m <sup>3</sup> avfall	78	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
84.1 SFL 3-uppabetn. del (30 %)	385	4 980	m <sup>3</sup> uppabetningsavfall	77	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
		alt 729	ton bränsle	528	Som ovan. Bränsle slutförv. inte i SFL 3
84.2 SFL 3 övrigt	914	11 750	m <sup>3</sup> div LM-avfall	78	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
85 SFL 4	413	10 380	m <sup>3</sup> rivn.avfall och LM-avfall	40	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
86 SFL 5	1 381	1 750	kokill	789	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5
92 SFR 1	1 280	106 500	m <sup>3</sup> LM-avfall	12	Inkl omfördelning SFR 1 och 3
		alt 5 420	container	236	Som ovan
93 SFR 3	576	104 000	m <sup>3</sup> rivningsavfall	5.5	Inkl omfördelning SFR 1 och 3
		alt 8 300	container	69	Som ovan
Samtliga anläggningar exkl LM-avfall, Studsvik-avfall, rivningsavfall och uppabetning	2 966*)	729	ton bränsle till uppabetning	4 069	Inkl hårdkomponenter och FOU. Exkl 140 ton bränsle till uppabet. i Windscale
	20 130*)	6 401	ton direktdep bränsle	3 145	Inkl hårdkomponenter och FoU

\*) Fördelade delkostnader



## 7. KÄNSLIGHETSANALYS

### 7.1 INLEDNING

Detta kapitel behandlar hur kostnaderna påverkas om vissa förutsättningar ändras i förhållande till de som är angivna i tidigare kapitel.

Kostnadsförändringar som redovisas här visar endast storleksordningar och tendenser. Kostnaderna i de olika delavsnitten kan ej överlagras utan närmare analys.

### 7.2 SFL 1-2 PÅ 750/850 M DJUP

I detta avsnitt anges de förändringar av SFL 1-2 som måste göras om förvaret placeras 250 m djupare i berggrunden.

Förutom ökade schaktdjup tillkommer en omlastningsstation på 400 m djup för berguppfordring i investeringskedet. Dessutom uppkommer en kostnadsfördyrning på grund av de ökade transportsträckorna i schakten och mer omfattande förundersökningar.

Ökat djup medför ökad bergtemperatur. För att inte ge en förhöjd temperatur på kapselytan kräver detta en större utbredning av förvarsarean.

Kostnadsökningen enligt ovan har kalkylerats till ca MSEK 230.

### 7.3 ENPLANSFÖRVAR

Om tvåplansförvaret enligt förutsättningarna ersätts med ett förvar i ett plan på 500 m nivån uppskattas kostnaden bli ca MSEK 200 lägre.

I detta ingår bl a att avståndet mellan deponeringstunnlarna kan minskas med ca 15 % på grund av att temperaturinterferensen mellan de två planen bortfaller.

## 7.4 FORCERAD SLUTDEPONERINGSTAKT

Detta avsnitt anger de kostnadsförändringar som uppkommer om deponeringstakten forceras till att försiggå mellan år 2026 och 2045 d v s samma avfallsmängder deponeras 10 år snabbare. Tabell 7.1 ger en sammanställning av förändringarna.

Totalt avgår ca MSEK 1 000. Dock nedläggs stora kostnader tidigare i tiden, vilket kan medföra nuvärdesförluster.

Tabell 7.1 Kostnadskonsekvenser om deponeringstakten forceras 10 år.  
(Prisnivå januari 1983)

Anläggning	Kostnadsförändring (MSEK)	Anmärkning
FoU	0	
Trpt	-270	Fler transportbehållare och terminalfordon, 10 år kortare driftperiod men större årlig belastning.
Rivn kkv	0	
CLAB	-380	Kortare drifttid men ökad personal under utlastningsperioden.
CLG/CLU	0	
GA SFL	-258	Mindre reinvesteringsbehov. Kortare drifttid men ökad personalstyrka.
BSAB	-284	Extra utrustning (ugnar) och motsvarande större byggnad. Kortare driftperiod. Mer personal. Fler betongkokiller, se SFL 5.
SFL 2	+203	Fler deponeringstunnlar p g a ökat avstånd mellan deponeringshälén. Längre centraltunnlar p g a fler deponeringstunnlar. Kortare drifttid. Ökad underhållsstyrka. Ökad förslutning av tunnlar.
SFL 3	-23	Mindre berggrum p g a ca 20 % mindre avfall från CLAB och BSAB. Kortare drifttid. Mer personal. Mindre försegling.
SFL 4	0	
SFL 5	-17	Större berggrum p g a fler kokiller (ökad strålnivå från interna delar). Kortare drifttid. Mer personal. Större berggrum.
SFR 1 och 3	0	
Upparbetning	0	
Summa	ca -1 000	

## 7.5 KAPSELTEMPERATURENS BEROENDE AV FÖRVARSGEOMETRI, BERGEGENSKAPER OCH BERGETS TEMPERATUR

### 7.5.1 Allmänt

Temperaturen på kapselytan bör enligt nuvarande bedömning inte överstiga 80°C. Referens 9 utgör en detaljerad studie över temperaturförloppet. De parametrar som ur kostnadssynpunkt främst påverkar kapseltemperaturen är:

- Mängden bränsle i kapseln.
- Kapseldata.
- Temperaturer i berget före deponeringen.
- Avståndet mellan kapslarna i deponeringstunneln.
- Avståndet mellan deponeringstunnlarna.
- En- eller flerplansförvar.
- Bergets värmekapacitet och värmeledningsförmåga.

Nedan skall behandlas förvarsgeometri, berggenskaper och förläggningens latitud.

### 7.5.2 Förvarsgeometri

Den ekonomiskt mest styrande parametern vad gäller förvarsgeometrin är vid förutsatta data avståndet mellan kapslarna. Genom att öka avståndet mellan tunnlar kan kapselavstånden minska, och detta kan teoretiskt göras till ett kapselavstånd ner mot 3.5 m. Inom detta område måste dock tunnelavståndet kraftigt ökas och kostnadsminimum erhålls därför vid ett kapselavstånd av ca 4 m. Härvid blir tunnelavståndet ca dubbelt så stort som vid kapselavståndet 6 m och förvarsarean ökar med 35-40 %. Om den större förvarsarean kan accepteras kan kostnaderna reduceras med ca MSEK 400 vid enplansförvar och ca MSEK 300 vid tvåplansförvar.

### 7.5.3 Berggenskaper

Om förvaret förläggs i gabbro i stället för granit måste avståndet mellan kapslarna öka med ca 25 % för att ge samma kapseltemperatur. Detta beror på gabbrons ogynnsammare värmeledningsförmåga. Kostnadsökningen för detta kalkyleras till ca MSEK 400.

#### 7.5.4 Bergets temperatur

Bergets initialtemperatur påverkar starkt de avståndsparametrar som beskrevs i 7.5.2. En temperaturvariation på  $+10^{\circ}\text{C}$  kan ge en förändring av kapselavståndet med  $+25\%$ , vilket innebär en kostnadsvariation på ca  $+ \text{MSEK } 400$ .

Som exempel på en praktisk konsekvens av detta kan nämnas att bergets temperatur på en viss nivå är olika beroende på förvarets latitud. Skillnaden i granitiskt berg mellan syd- och nordsverige är  $7-8^{\circ}\text{C}$ . En förläggning till nordsverige jämfört med sydsverige innebär att avståndet mellan kapslarna kan minskas med  $20\%$ . Detta medför en kostnadsminskning med ca  $\text{MSEK } 300$ . Kalkylen har förutsatt bergtemperatur motsvarande den normala i sydsverige.

#### 7.6 DRIFTTIDEN 25 ÅR FÖR SAMTLIGA KÄRNKRAFTVERK

Om kärnkraftblocken ställs av efter 25 års drift istället för år 2010 påverkas vissa parametrar enligt Tabell 7.2.

Tabell 7.2 Konsekvenser för vissa parametrar om kärnkraftblocken ställs av efter 25 års drift.

	Enhet	25 års drift	Förändring i förhållande till drift t o m 2010 %
Energiproduktion	TWh	1 472	-19.1
Uranförbrukning	ton	6 100	-16.1
Medelutbränning	MWd/kgU	30.0	-3.5
Avfallsvolym i slutlager	$\text{m}^3$	244 000	-6.2
Transportvolym	trpt.enh.	18 200	-7.1
Antal kopparkapslar	st	3 820	-18.3
Driftavfall	$\text{m}^3$	103 000	-13.4

Övriga väsentliga skillnader mot basalternativet blir för de olika anläggningarna:

- 5 år kortare drifttid för transporter, CLAB och SFL.
- I CLAB minskar antalet förvaringsbassänger från 10 till 8.
- Antalet transportenheter till SFL minskar från 5730 till 5 250.
- Rivning av kärnkraftverken sker tidigare och avställningstiden per block minskar med i genomsnitt ca 3 år.
- 7 km kortare deponeringstunnlar i SFL 2.

Totalkostnaden minskar med 4.9 % till MSEK 39 800. De framtida kostnaderna enligt finansieringslagen fr o m 1984 minskar med 5.1 % till MSEK 35 200 med fördelning på de olika anläggningarna enligt Tabell 7.3

Tabell 7.3 Framtida kostnader per objekt enligt finansieringslagen<sup>1)</sup> fördelade i tiden (MSEK). 25 års drift av kärnkraftverken. Exkl riskpåslag. (Prisnivå januari 1983)

År	FoU	Transp.	Rivn. kkv	CLAB	CLG CLU	SFR 1 o 3	SFL	Upparb.	Summa kostnader	Ackumulerade kostnader
1984	70	111	-	344	3	30	-	250	808	808
1985-89	350	421	-	372	346	102	-	1 650	3 241	4 049
1990-94	350	257	-	461	57	10	-	605	1 740	5 789
1995-99	350	328	107	608	25	159	-	-30	1 547	7 336
2000-talet	1 290	410	2 029	498	43	139	50	-	4 459	11 795
2010-talet	-	225	6 002	398	31	69	4 065	-	10 790	22 585
2020-talet	-	373	722	664	54	101	1 480	-	3 394	25 979
2030-talet	-	136	-	497	-	-	1 902	-	2 535	28 514
2040-talet	-	344	-	497	-	-	1 645	-	2 486	31 000
2050-talet	-	-	-	170	-	-	781	-	951	31 951
2060-talet	-	-	-	-	-	-	55	-	55	32 006
<b>Totalt fr o m 1984</b>	<b>2 410</b>	<b>2 605</b>	<b>8 860</b>	<b>4 509</b>	<b>559</b>	<b>610</b>	<b>9 978</b>	<b>2 475</b>	<b>32 006</b>	

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

## REFERENSER

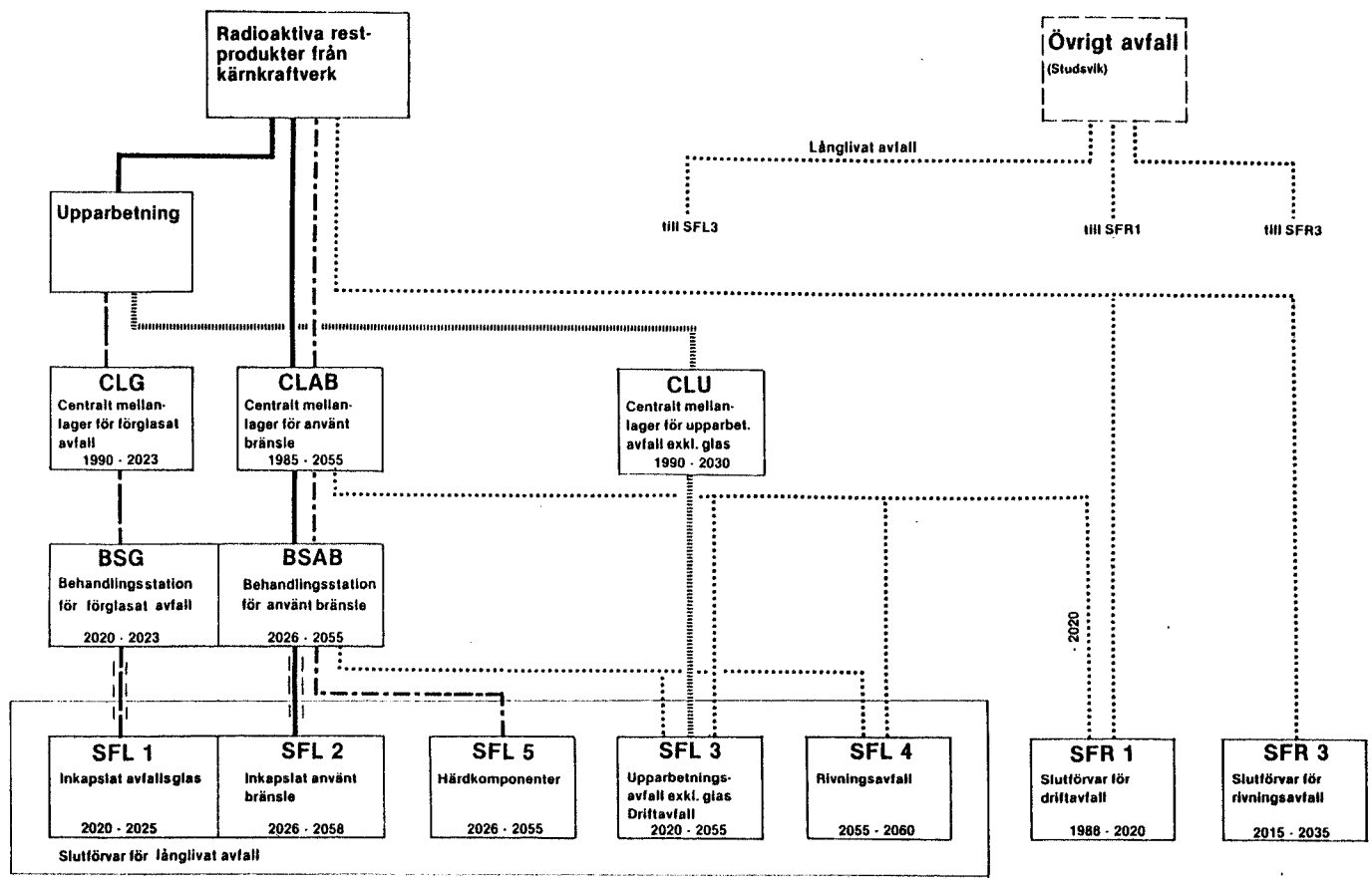
1. KBS 3  
Kärnbränslecykelns slutsteg  
Använt kärnbränsle. Del I-IV (1983).
2. KBS 2  
Kärnbränslecykelns slutsteg  
Slutförvaring av använt kärnbränsle. Del I-II (1978).
3. KBS 1  
Kärnbränslecykelns slutsteg  
Förglasat avfall från upparbetning. Del I-V (1978).
4. Encapsulation and handling of spent 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.
5. CLAB  
Centralt lager för använt bränsle  
Preliminär säkerhetsredovisning (Oktober 1978).
6. SFR  
Slutligt förvar för reaktoravfall  
Preliminär säkerhetsrapport (Mars 1982).
7. SFL  
Slutförvar för kärnkraftens långlivade radioaktiva restprodukter  
VBB, ASEA-ATOM, ABV  
KBS Arbetsrapport 82-21.
8. Project for the handling and storage of vitrified high-level waste  
Saint Gobain Techniques Nouvelles  
KBS Teknisk rapport 35 (Oktober 1977).

9. Calculated temperature field in and around a repository for spent nuclear fuel  
Taivo Tarandi, VBB  
KBS Teknisk Rapport 83-22.
10. Teknik och kostnad för rivning av svenska kärnkraftverk  
KBS Teknisk rapport 79-21.

BILAGOR

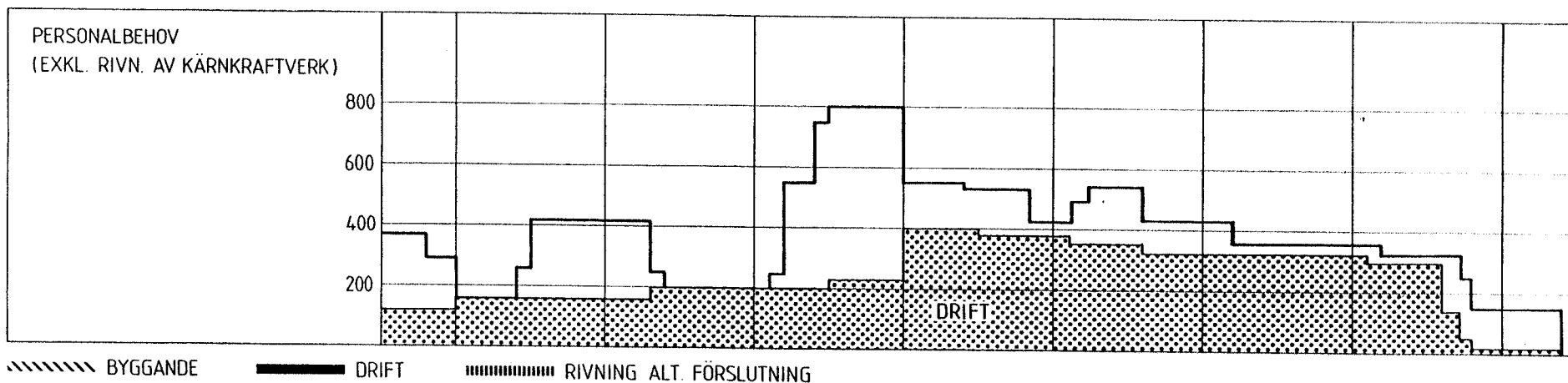
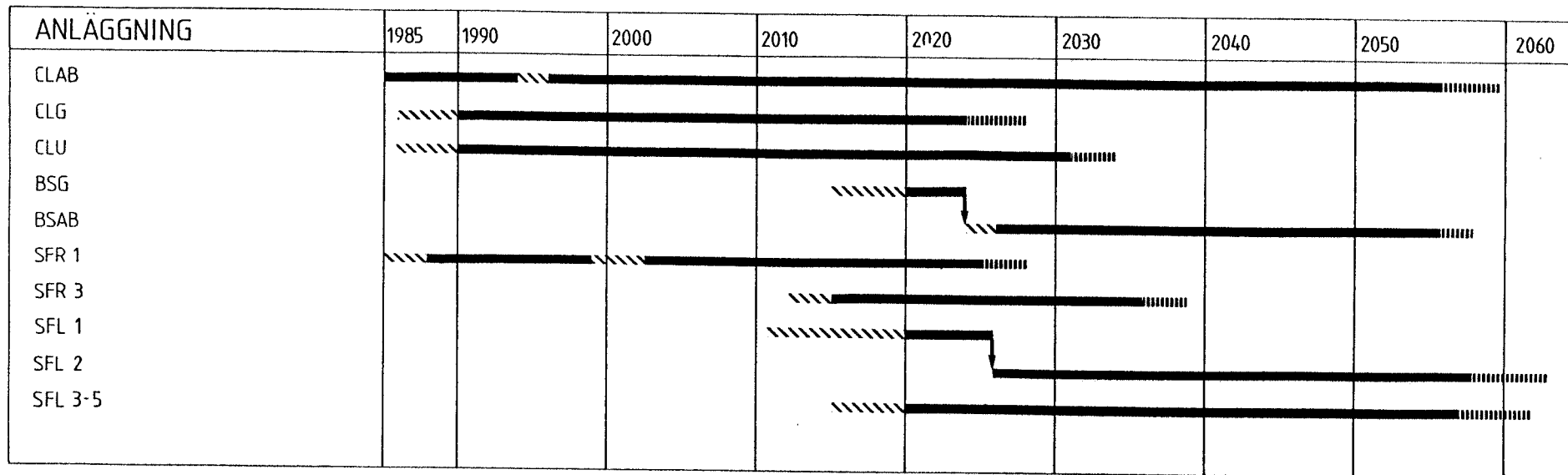
- 2.1 Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
- 2.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter  
Tid- och resursplan.
- 2.3 Energiproduktion och uranförlbrukning vid svenska kärnkraftverk
- 2.4 Använt bränsle och radioaktivt avfall i Sverige
  
- 3.1 Hantering av B-behållare för bränsletransport
- 3.2 Centralt mellanlager för använt bränsle, CLAB, under byggande
- 3.3 SFR Situationsplan
- 3.4 SFR 1 Layout
  
- 4.1 SFL Situationsplan
- 4.2-4.5 BSG/BSAB Layouter
- 4.6 BSG/BSAB Flödesschema
- 4.7-4.9 SFL 1-2 Layouter
- 4.10-4.12 SFL 3-5 Layouter
- 4.13-4.14 SFR 3 Layouter





**Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter**

- Beteckningar:**
- Använt bränsle
  - Förglasat avfall från uppabetning
  - - - - - Härdkomponenter
  - ||||| Låg- och medelaktivt uppabetningsavfall
  - ..... Låg- och medelaktivt dritt- och rivningsavfall
  - ==== Intern transporter



# ANLÄGGNINGAR FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV KÄRNKRAFTENS RESTPRODUKTER TID- OCH RESURSPLAN

Reaktor och datum för kommersiell drift	Termisk effekt MW	Energiproduktion TWh			Uranförbrukning ton U				Till upparbetning ton U	Direkt-deponeras ton U
		t o m 1982	f r o m 1983	Totalt	t o m 1982	f r o m 1983	Slut-härd	Totalt		
R1 76-01-01	2270	28.102	134.388	162.490	82.1	484.4	98.8	665.3	-	665.3
R2 75-05-01	2432	32.292	143.979	176.271	75.6	454.9	52.3	582.8	22.0	560.8
R3 81-09-09	2775	4.468	164.285	168.753	-	546.9	54.0	600.9	119.5	481.4
R4 84-04-01	2775	0.191	156.977	157.168	-	498.1	54.0	552.1	81.8	470.3
B1 75-07-01	1700	25.585	100.643	126.228	101.1	368.4	66.6	536.1	20.0	516.1
B2 77-07-01	1700	22.170	100.643	122.813	81.9	369.0	66.6	517.5	175.0	342.5
O1 72-02-06	1375	27.146	81.403	108.549	115.1	292.4	66.6	474.1	90.8	383.3
O2 74-12-15	1700	29.335	100.643	129.978	106.4	363.4	66.6	536.4	49.2	487.2
O3 86-01-01	3000	-	158.573	158.573	-	572.2	102.7	674.9	-	674.9
F1 80-12-10	2700	13.799	159.846	173.645	18.2	597.0	100.6	715.8	186.5	529.3
F2 81-07-07	2700	10.116	159.846	169.962	-	613.4	100.6	714.0	124.2	589,8
F3 85-01-01	3000	-	164.912	164.912	-	596.8	102.7	699.5	-	699.5
BWR	20145	156.253	1160.897	1317.150	504.8	4257.0	771.8	5533.6	645.7	4887.9
PWR	7982	36.951	465.241	502.192	75.6	1499.9	160.3	1735.8	223.3	1512.5
Samtliga	28127	193.204	1626.138	1819.342	580.4	5756.9	932.1	7269.4	869.0	6400.4

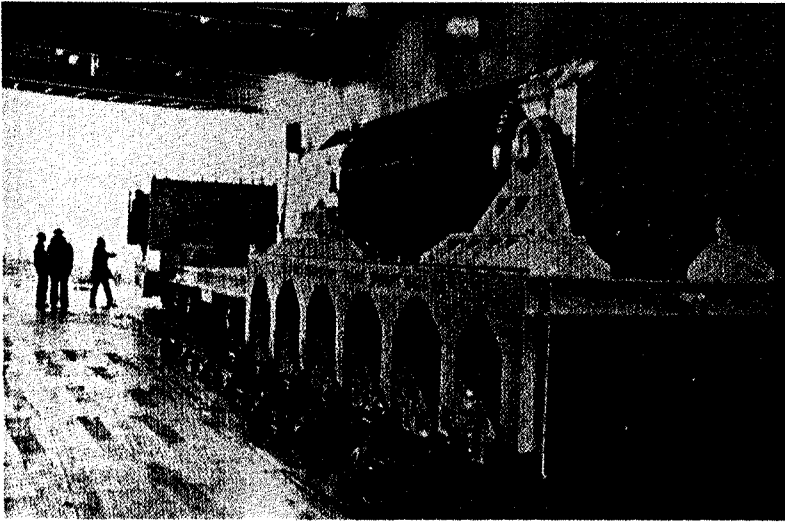
Utbränningsgrad för BWR: 1983-85 30 MWd/kgU, 1986-90 32 MWd/kgU Efter 1990 36 MWd/kgU  
 Utbränningsgrad för PWR: 1983-85 34 MWd/kgU, 1986-90 38 MWd/kgU Efter 1990 40 MWd/kgU  
 Utnyttjningsfaktor 72 %. Verkningsgrad 33.5 %

ENERGIPRODUKTION OCH URANFÖRBRUKNING VID SVENSKA KÄRNKRAFTVERK  
 VID FÖRUTSÄTTNING AV DRIFT FÖR SAMTLIGA VERK T O M 2010

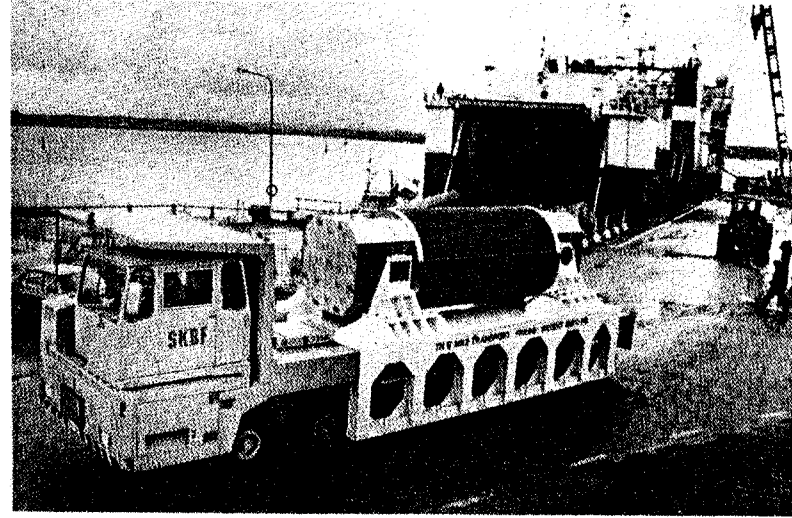
## ANVÄNT BRÄNSLE OCH RADIOAKTIVT AVFALL I SVERIGE VID FÖRUTSÄTTNING AV DRIFT AV SAMTLIGA VERK T O M 2010

Avfallskategori	Avfallsenheternas dimensioner i m φ = diameter (Dimensioner före inkapsling för slutdeponering)	Antal kotti	Antal transporterenheter B-behållare/ container	Volym i slutlager m <sup>3</sup>	Sluttransporteras till
Förglasat högaktivt avfall från upparbetning	φ0.43, L = 1.335	730	40	390	BSG/SFL 1
Använt BWR-bränsle	0.14x0.14x4.383	27 500	1 620	10 400	BSAB/SFL 2
Använt PWR-bränsle	0.214x0.214x4.103	3 300	550		
Härdkomponenter samlade i kassetter	0.8x0.8x4.6	540	540	14 400*	BSAB/SFL 5
Reaktorernas interna delar samlade i kassetter	0.4x0.4x4.0	950	950		
Kapslingsrester från upparbetning ingjutna i betong	φ1.1, L = 1.65	300	100	600	SFL 3
Bitumeningjutet avfall från upparbetning	φ0.6, L = 0.9	1 800	200	580	SFL 3
Betongingjutet avfall från upparbetning	φ0.77, L = 1.1	5 800	460	3 800	SFL 3
Crudavfall från CLAB till silo (Därav till SFR 1)	φ1.1, L = 1.44	490 (370)	90 (70)	830 (620)	SFR 1 & SFL 3 (SFR 1)
Medelaktivt driftavfall från CLAB till silo (Därav till SFR 1)	1.2x1.2x1.2 φ0.6, L = 0.9	9 950 (6 850)	740 (520)	15 100 (10 600)	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	φ0.6, L = 0.9	18 000	380	6 000	SFL 3
Medelaktivt avfall från Studsvik till silo	φ0.6, L = 0.9	17 000	250	5 000	SFR 1
Låg- och medelaktivt avfall från Studsvik till bergsal	Diverse	28 000	400	8 000	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från inkapslingsstationer till silo	1.2x1.2x1.2	600	50	1 040	SFL 3
Låg- och medelaktivt driftavfall från inkapslingsstationer till bergsal	Diverse	190	10	150	SFL 4
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken till silo	1.2x1.2x1.2 φ0.6, L = 0.9	16 200 62 000	1 350 1 290	48 000	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken i betongtankar till bergtrum	3.3x1.3x2.15	1 560	560	14 400	SFR 1
Medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken till bergsal	1.2x1.2x1.2 φ0.6, L = 0.9	2 350 9 380	200 150	7 100	SFR 1
Lågaktivt driftavfall från kärnkraftverken till bergsal	φ0.6, L = 0.9 Diverse	22 000 1 100	310 280	11 500	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 bergtrum	2.4x2.4x2.4	640	640	8 900	SFL 4
Transportflaskor		50	50	630	SFL 4
Summa		241 980	19 560	262 620	

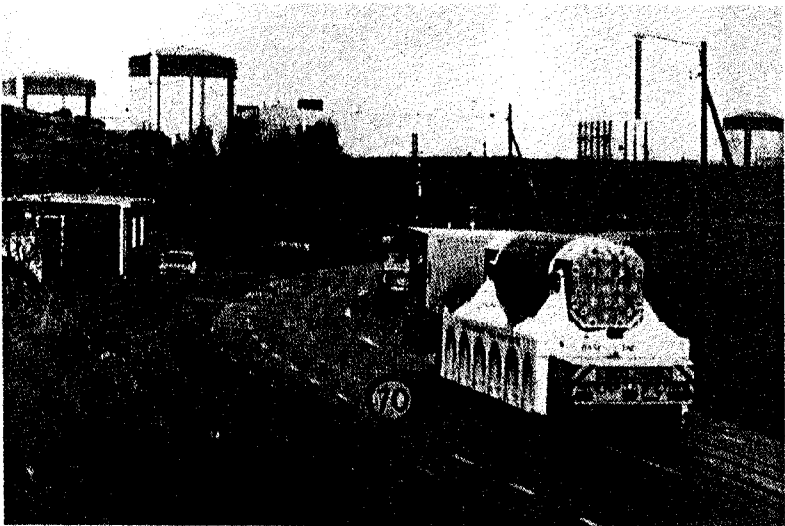
\*) Inkl. de ingjutna BWR-boxar som transporterats med bränslet



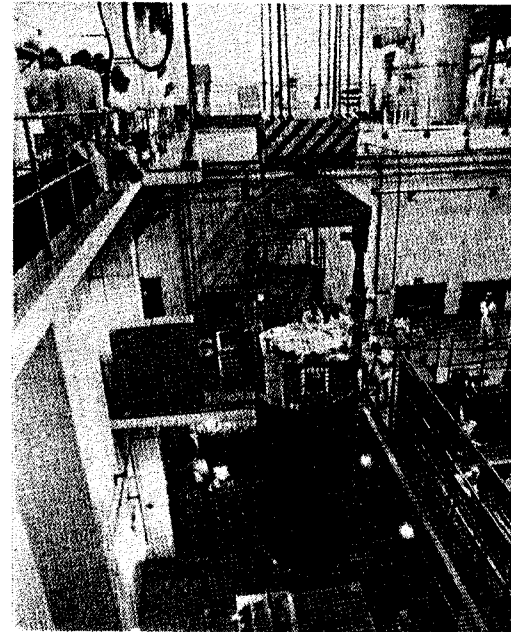
FÖRBEREDELSE FÖR LOSSNING AV BEHÅLLAREN  
FRÅN FARTYGET.



TRANSPORTFORDONET LÄMNAR HAMNEN.

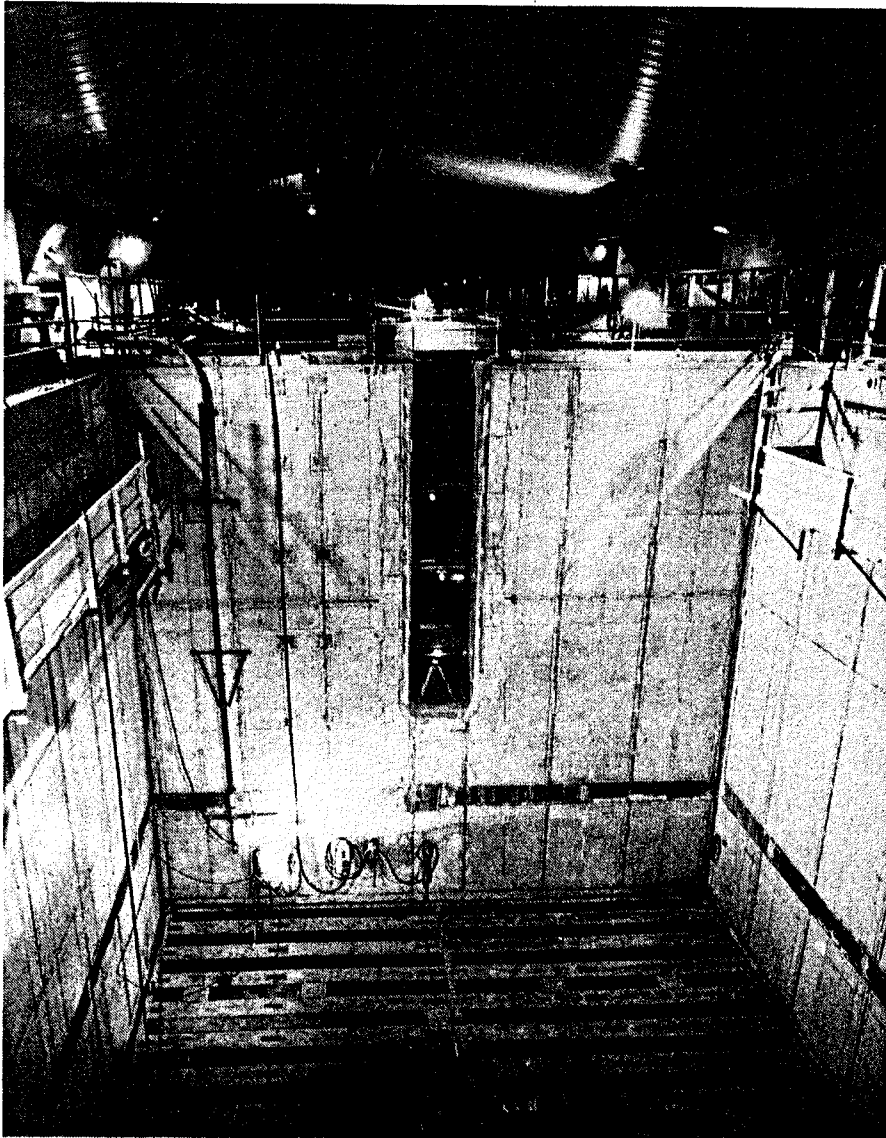


LANDSVÄGSTRANSPORT TILL KRAFTVERKET.

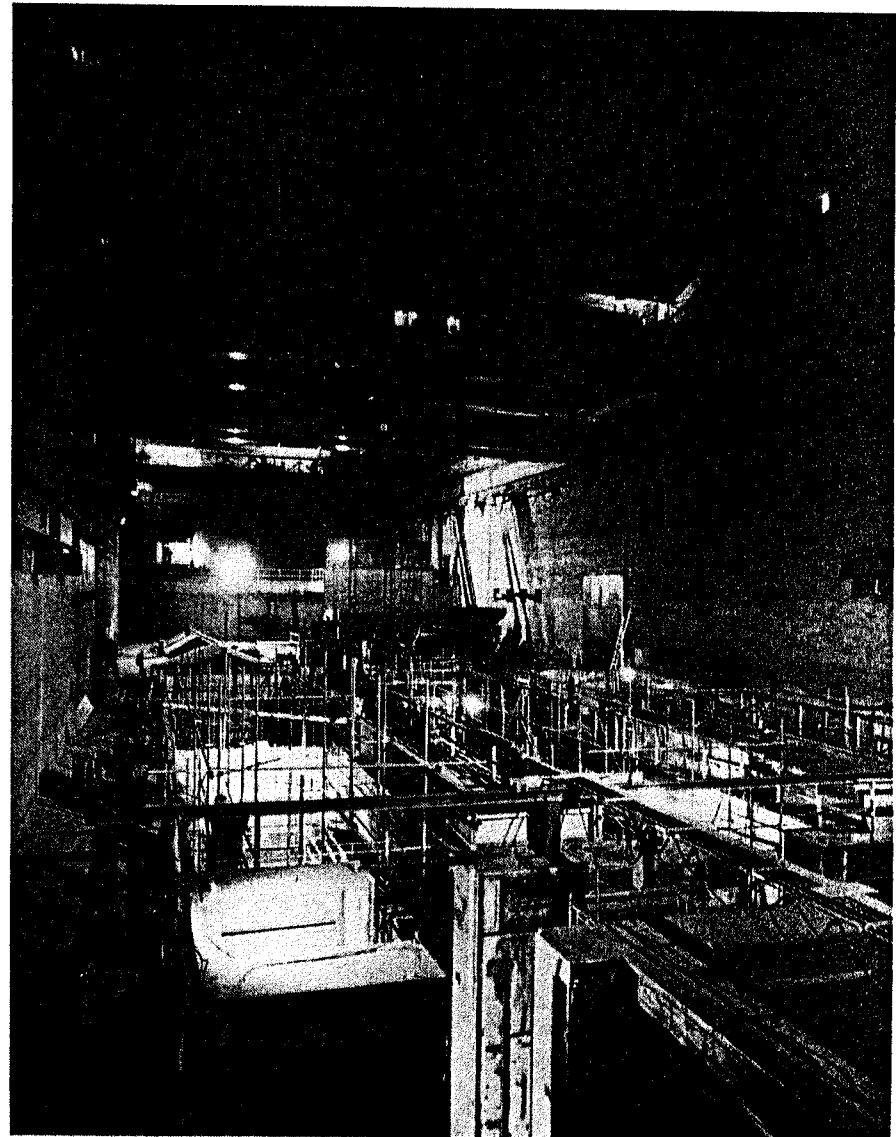


HANTERING AV BEHÅLLAREN I KRAFTVERKET.

## TRANSPORTSYSTEMET

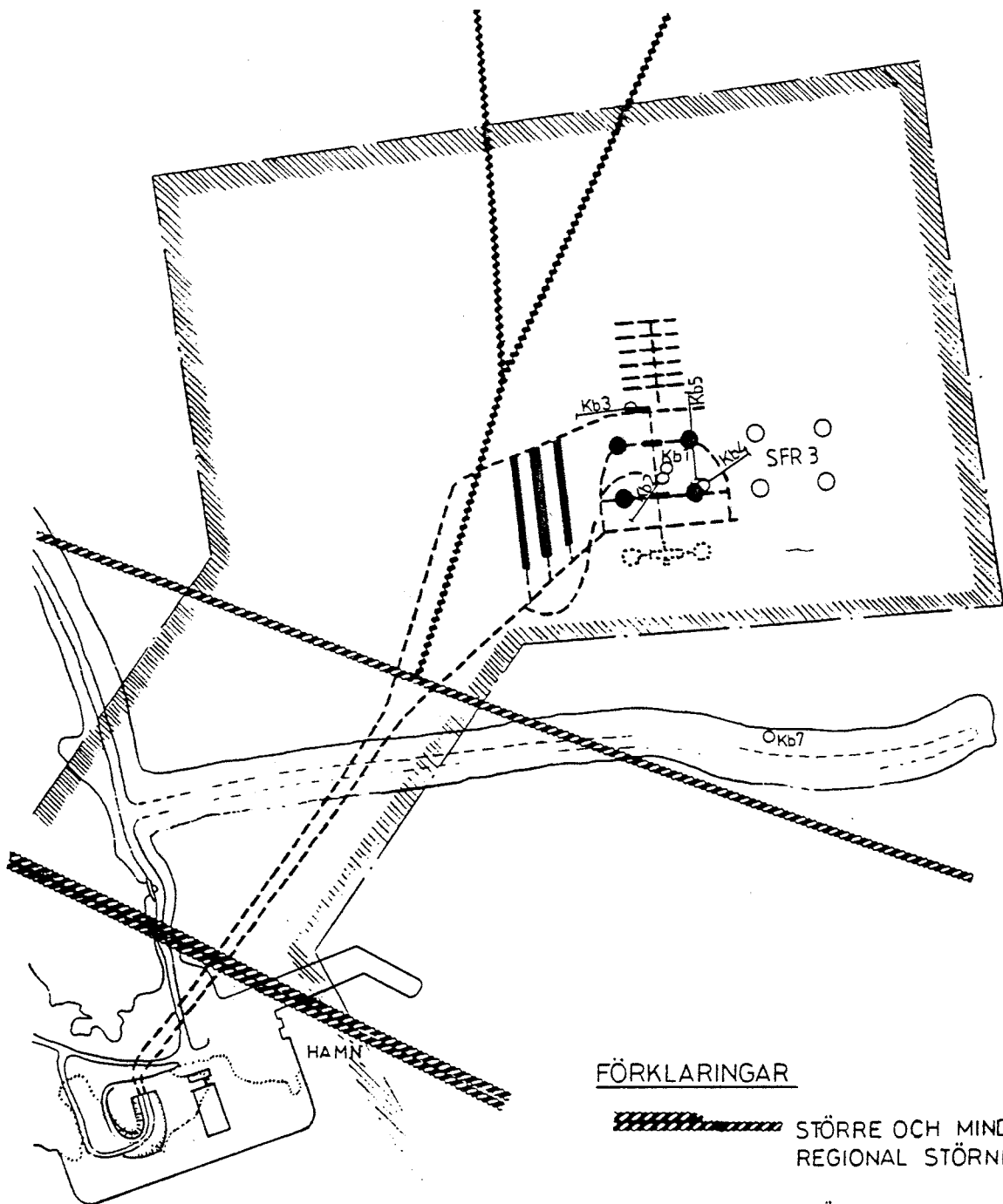


FÖRVARINGSBASSÄNG



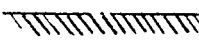





MOTTAGNINGSHALL

CLAB UNDER UPPFÖRANDE



FÖRKLARINGAR

-  STÖRRE OCH MINDRE REGIONAL STÖRNINGSZON
-  STÖRRE SPRICK- OCH KROSSZON
-  MED SEISMIK UNDERSÖKT OMRÅDE
-  KÄRNBORRHÅL
-  TUNNEL
-  BERGRUM, SILO

0 100 200 300 400 500m

SFR 1 FORSMARK

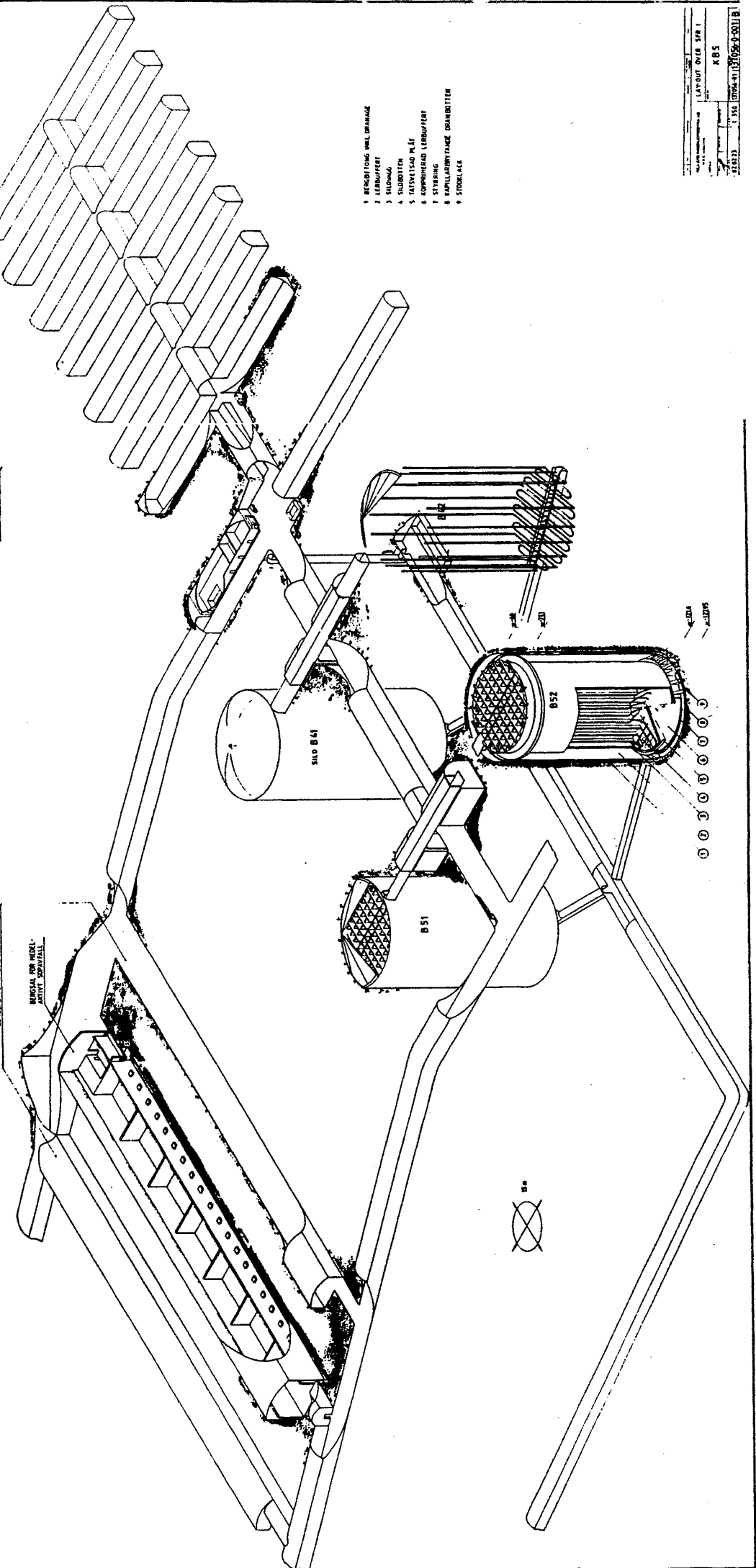
ÖVERSIKTSPLAN

SV-BVB 1983-04-05

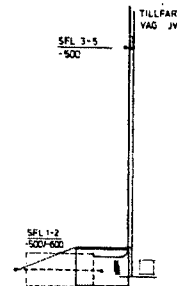
(BASERAD PÅ RITN F5 I RAPPORT SFR 81-13)

- 1 BERKAITING MEL DRAINAGE
- 2 LERBUKUT
- 3 SIDOMAG
- 4 SUBOTIN
- 5 INTYKISAD ALR
- 6 KOPRINHEAD LERBUKUT
- 7 SYRING
- 8 KAPILARITAKE DANRITIN
- 9 STORILAK

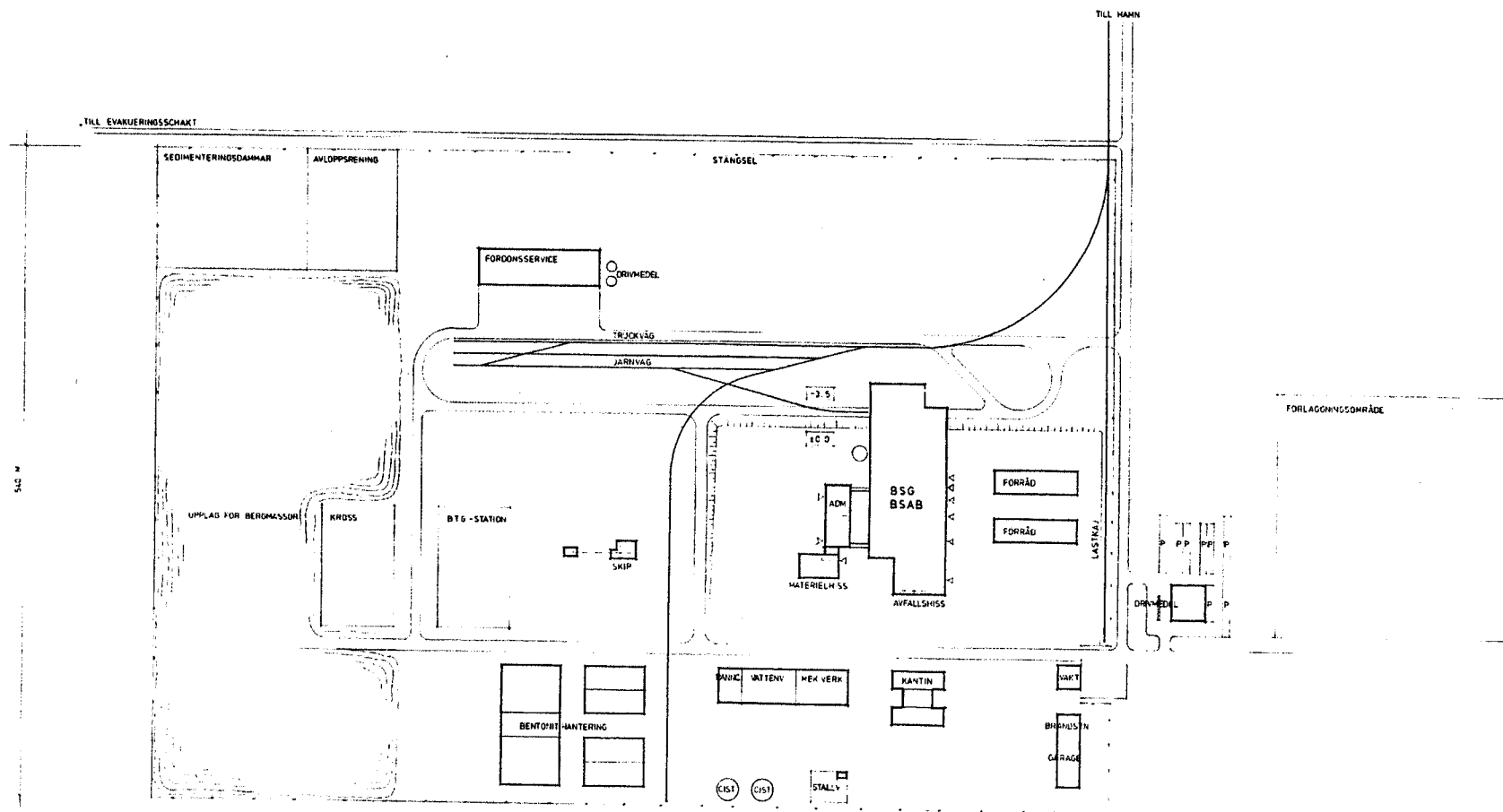
NO	REVISION	DATE	BY
1			
LAYOUT OVER SPR 1			KBS
13823	1 355	1979-01-17	0-00118







ORIENTERINGSFIGUR  
SKALA 1:40 000



A	ALM	ZLC	LEA 830625
REV	AM	REVISORER AVSÄ	AVSÄ

**KBS**  
**SFL**  
**SITUATIONSPLAN**  
**MARKANLÄGGNINGAR**

FÖRBERED	UTAR	TITEL	REV. NR
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	BYGGNADSNR	REV	
1:2 000			SFL-01 A

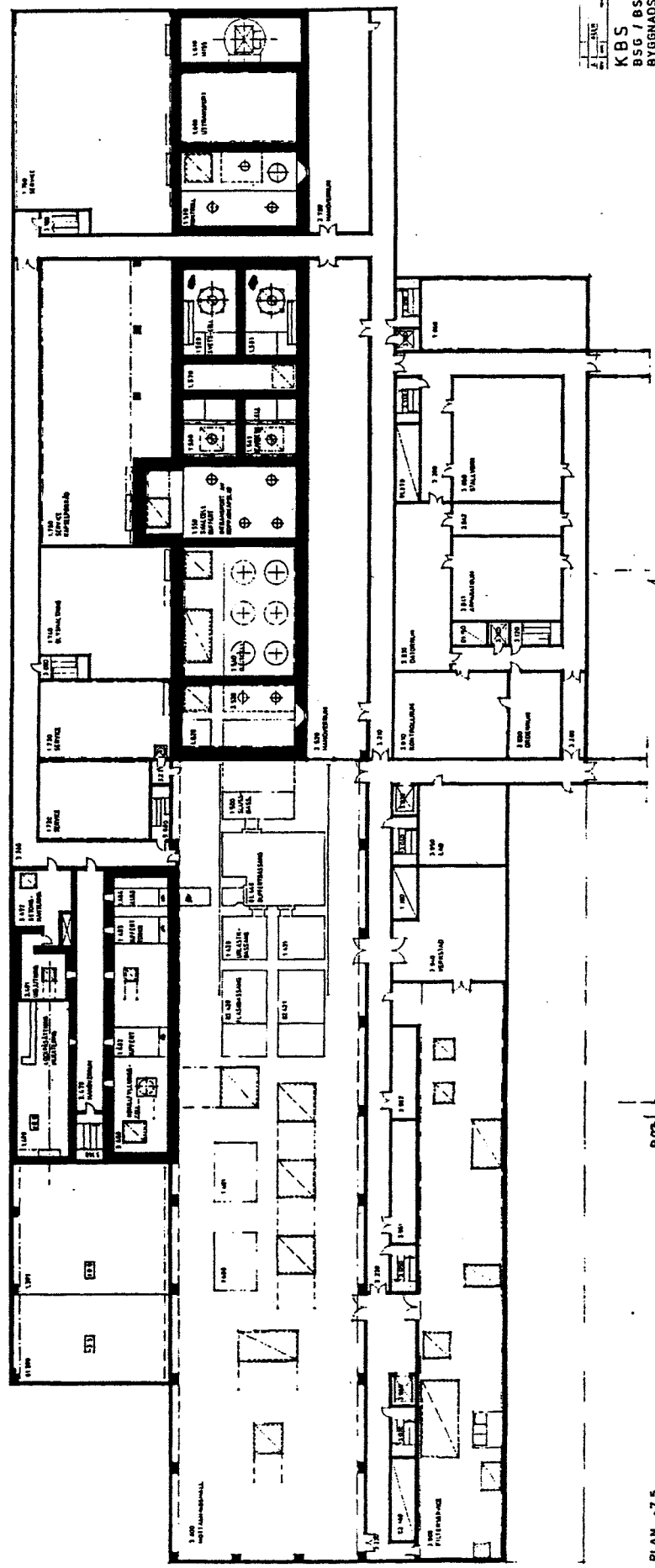
STOCKHOLM DEN 81 10 01

**VBB**

BOX 8038

C 07

B 07

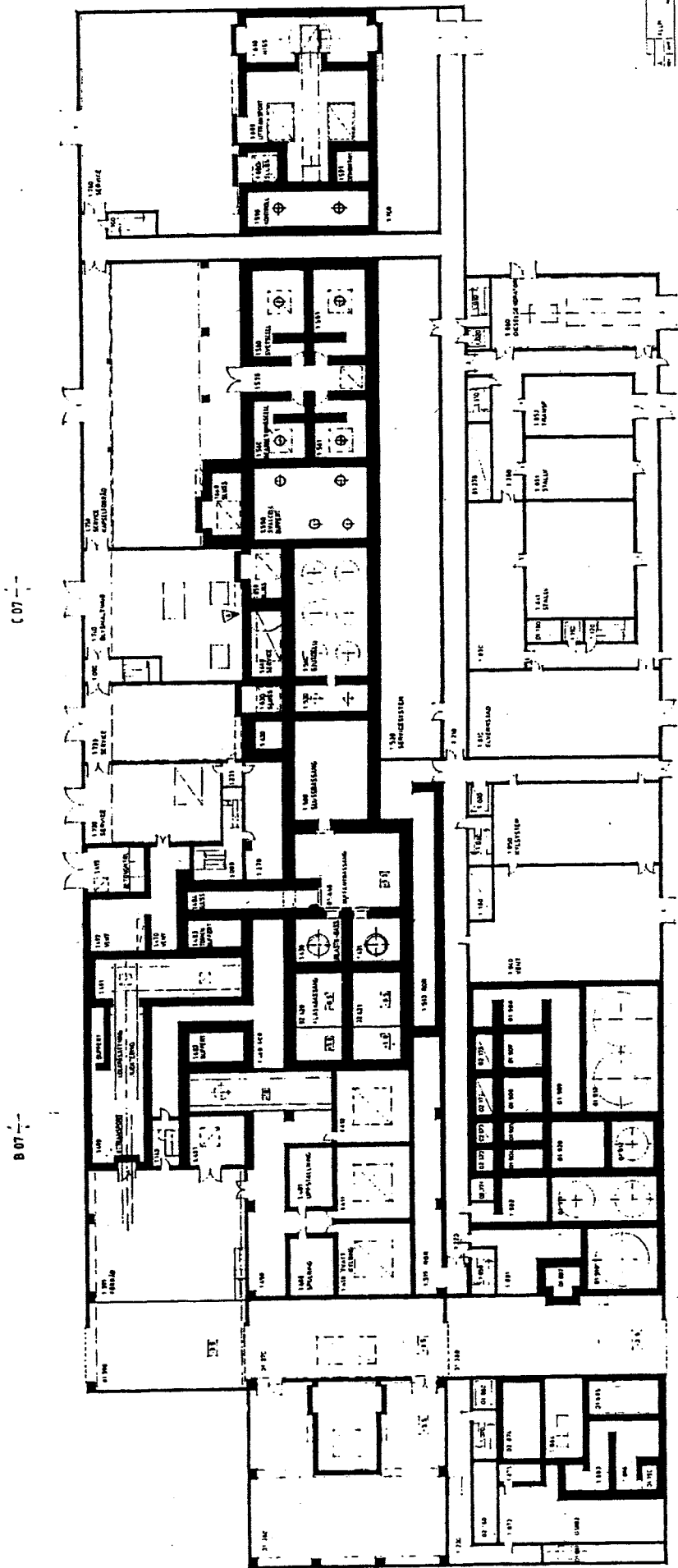


A 07

PLAN - 7.3

PROJEKTANT	BYGGFÖRHANDLARE	BYGGNINGSFÖRHANDLARE	BYGGNINGSFÖRHANDLARE
LEA	HDS	BSAB 03	A
1:200			
PROJEKT NR 871712			
<b>VBB</b>			
VBB AB			
SVEA GATAN 10, SE-171 22			
TEL. 08 23 23 23			

**KBS**  
**BSG / BSAB**  
**BYGGNADSLAYOUT**  
**PLAN - 7.3**



C 07

B 07

A 07

C 07

B 07

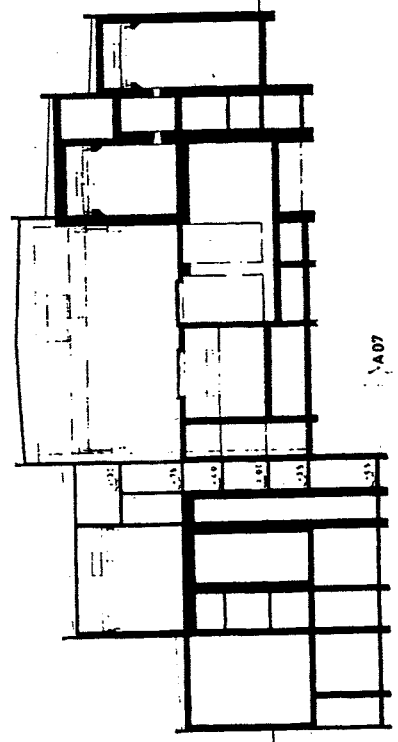
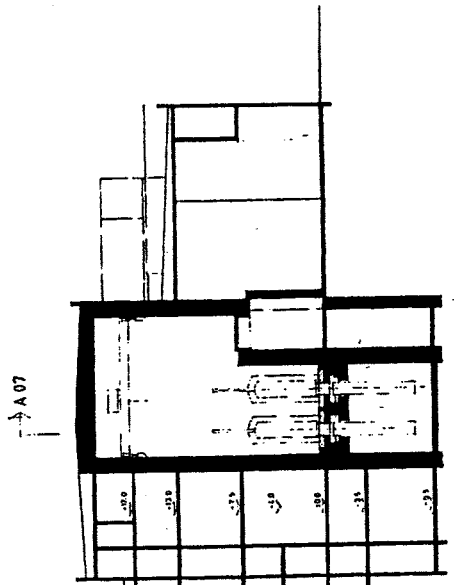
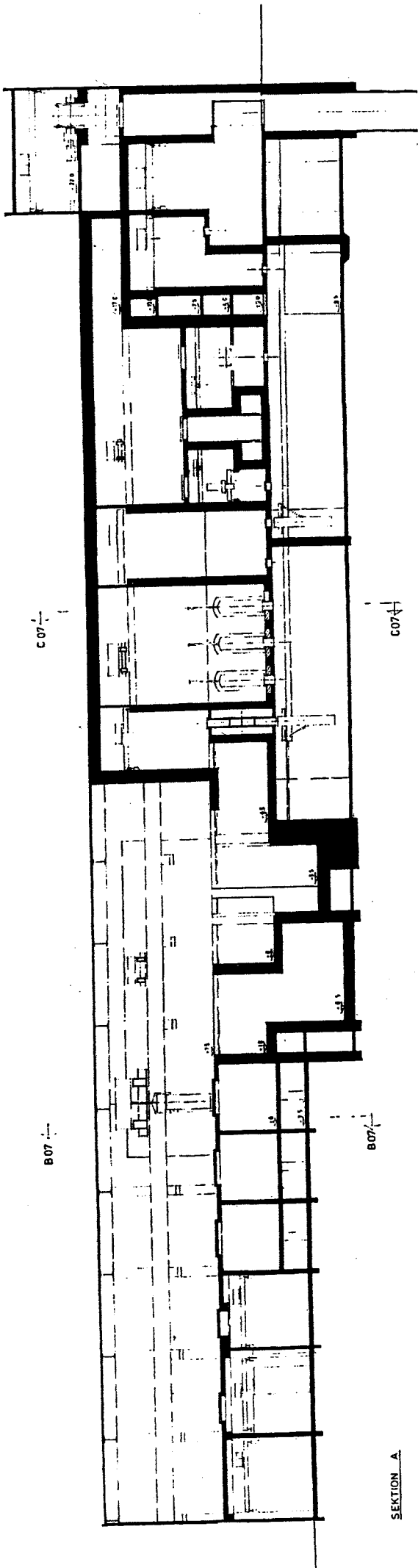
PLAN 3.0.0

KBS  
 BSG / BSAB  
 BYGGNADSLAYOUT  
 PLAN 3.0.0

LEA	HDS	8 87 95
1	200	BSAB 04
Björnsjöstr. 81, 12, 12		A

**VBB**  
 18 41 BUCHHOLM 1

TEL 08 781 11 11

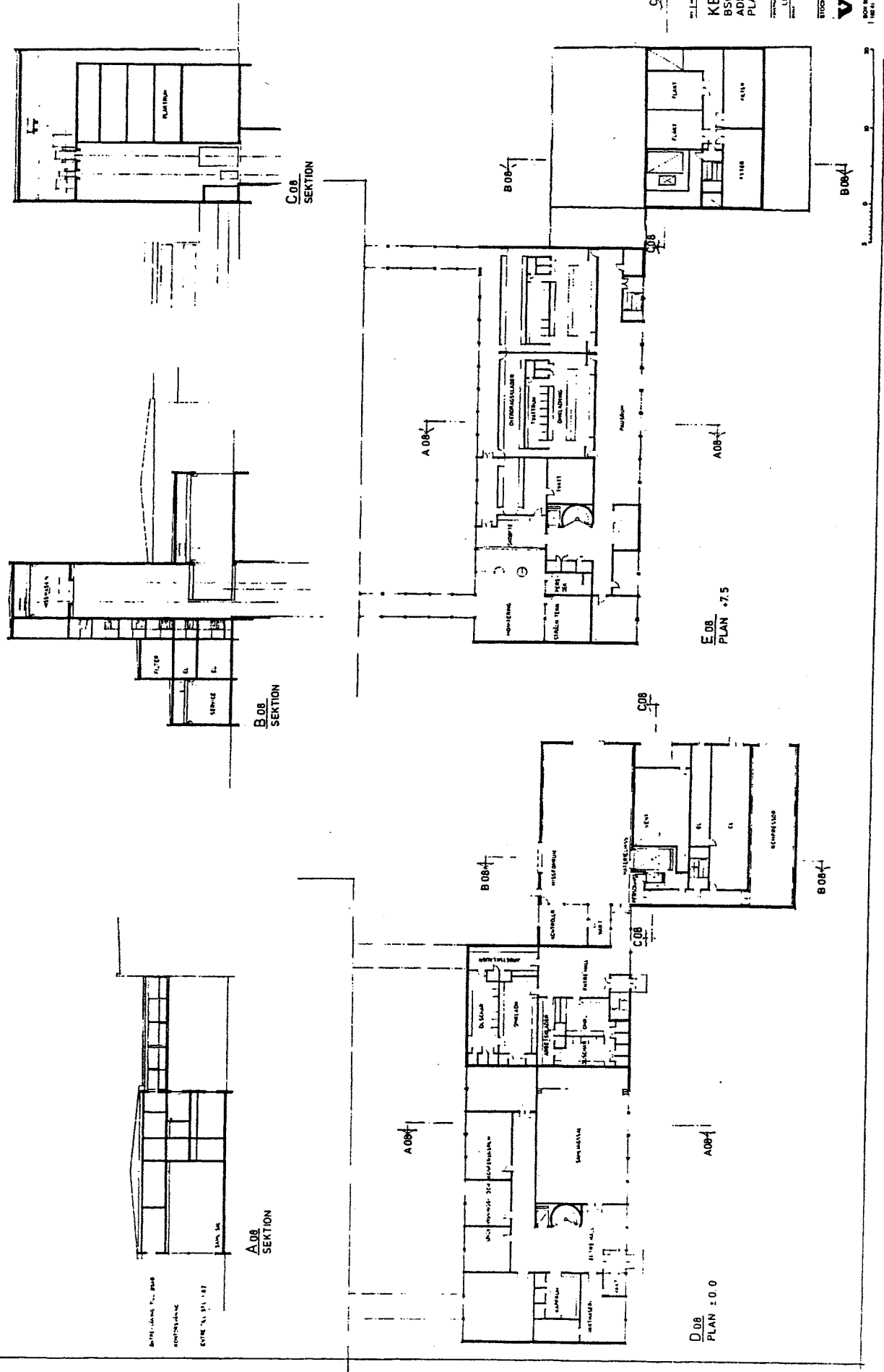


KBS  
 BSG / BSAB  
 BYGGNADESLAYOUT  
 SEKTIONER

**VBB**  
 NOTISER  
 1941 STOCKHOLM

1:200  
 BSAB 07





BATH JUNG, P... 2008  
 KONSTRUKTION  
 OKT 11, 11-12

A 08 SEKTION

B 08 SEKTION

C 08 SEKTION

D 08 PLAN ± 0 0

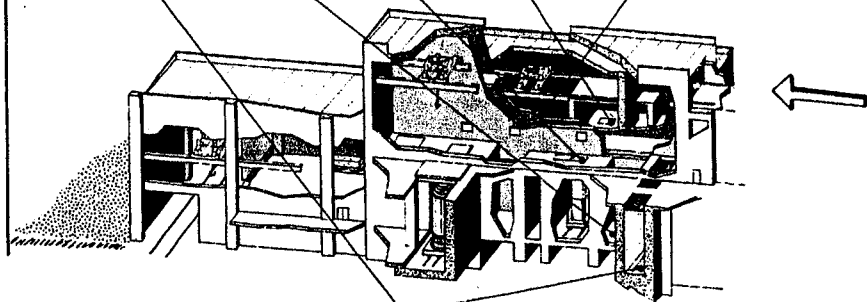
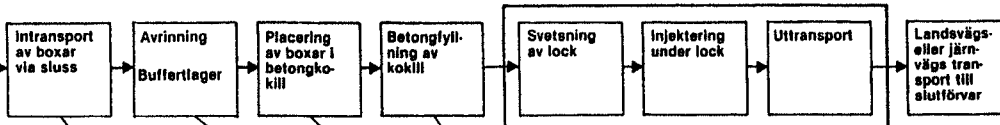
E 08 PLAN +7.5

**KBS**  
 BSG / BSAB  
 ADMINISTRATIONSBYGNAD  
 PLANER OCH SEKTIONER  
 LEA: 105  
 B 8795  
 BSAB 08  
 1:200  
 STADPLANEN 8/12 12

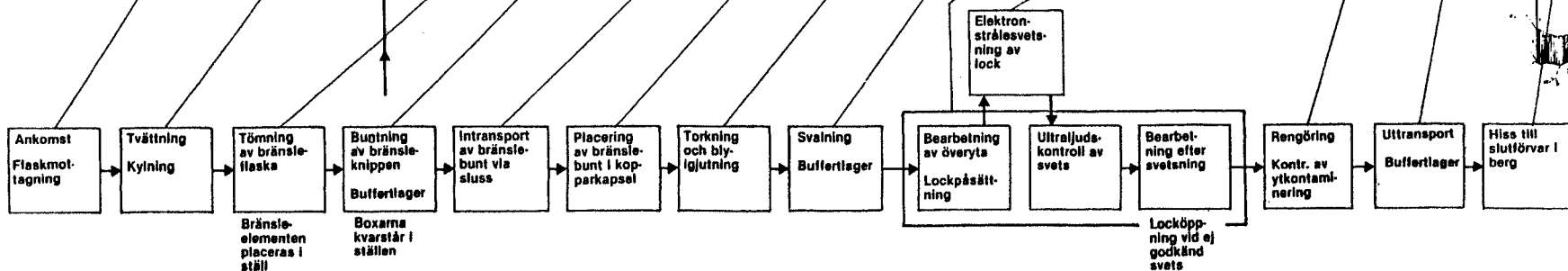
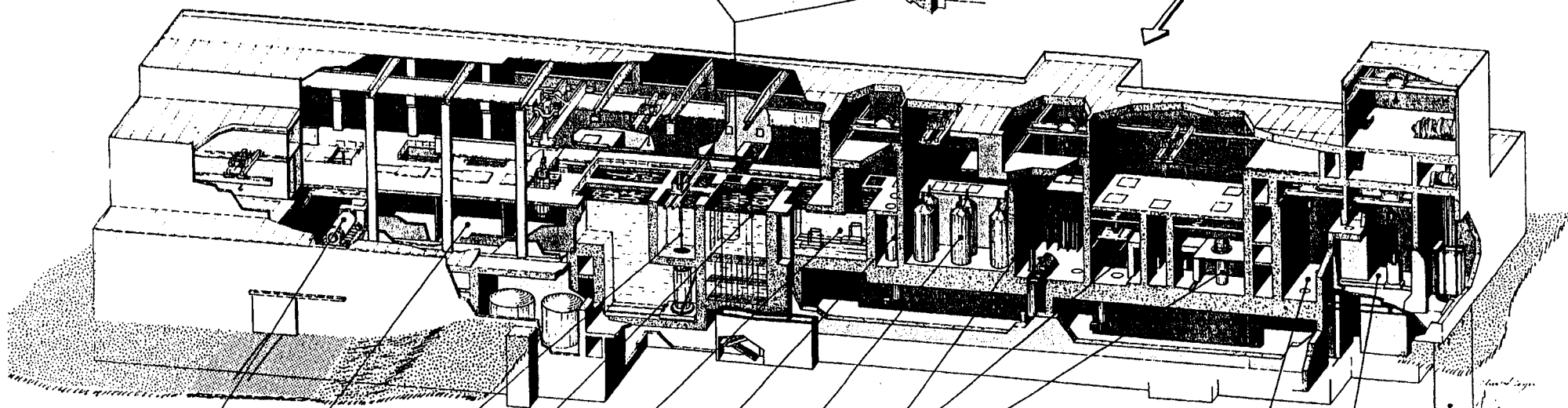


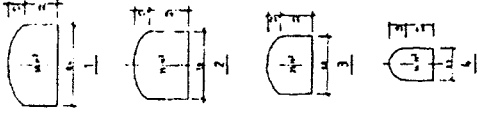
**Nyckelplan**

Kokillglutning	Service	Förråd
Mottagning	Inkapsling	
Service	El. Kontroll	



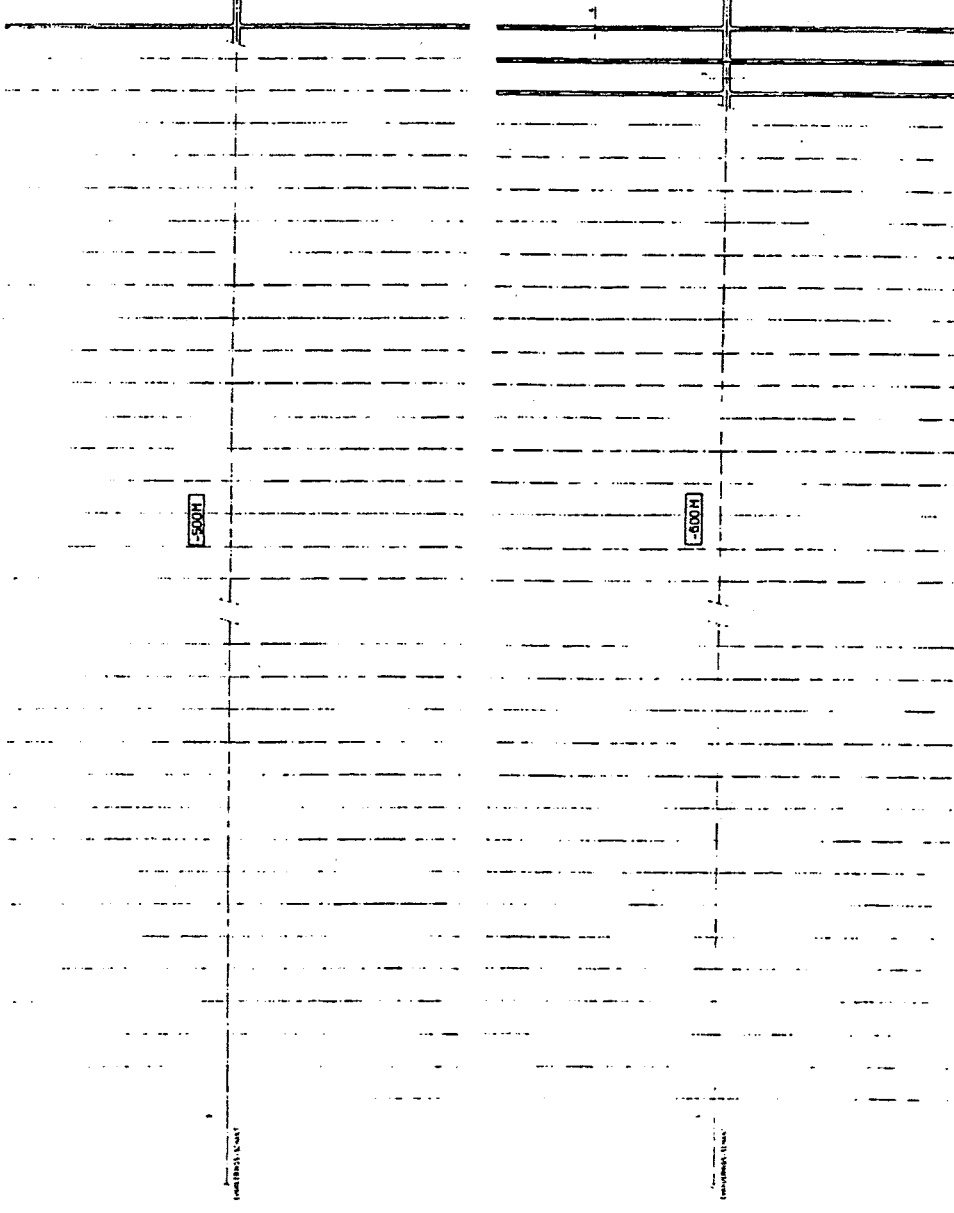
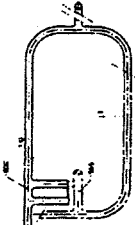
Byggnad för betongglutning av metallidlar sammanbyggd med Byggnad för bränsleinkapsling



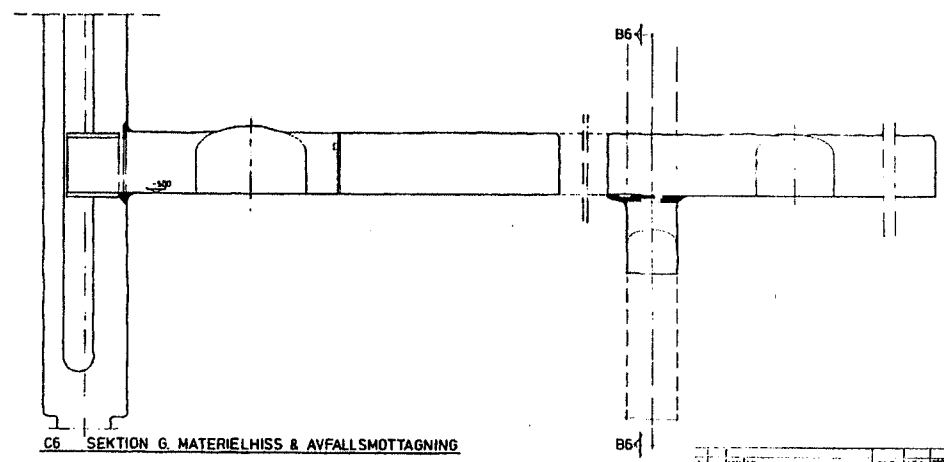
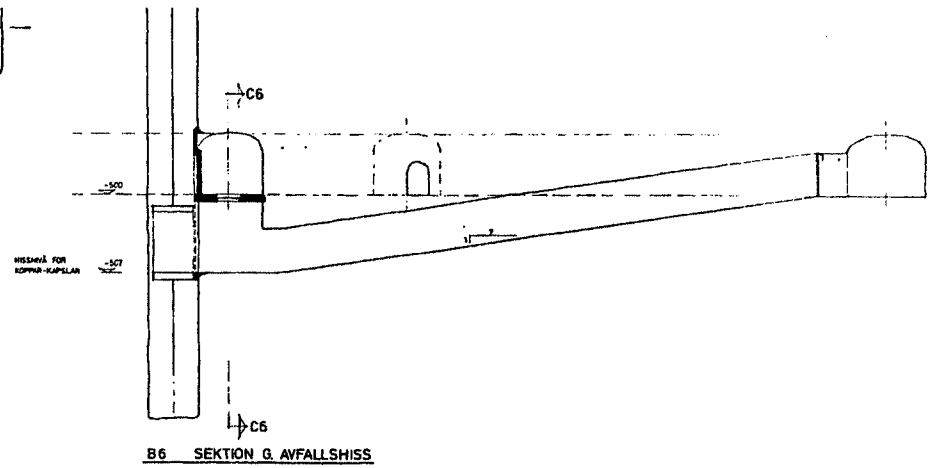
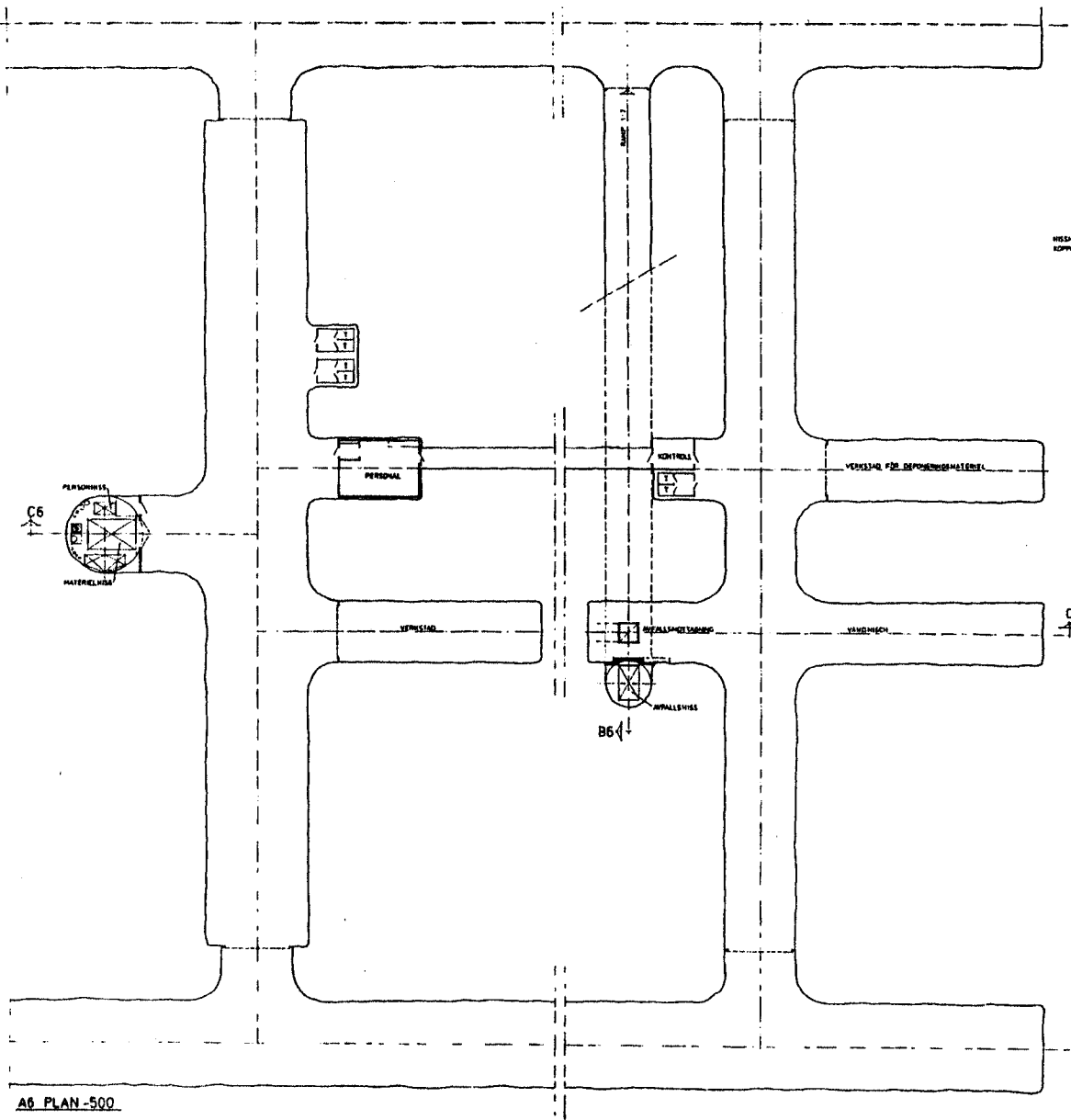


ORIENTERINGSKISMA

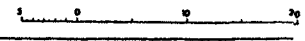
PROJEKTANT	BYGGMÄSTARE	BYGGNINGSFÖRHANDLING	BYGGNINGSFÖRHANDLING
KBS	SFL 1-2	ALT. 2	HUVUDLAYOUT -500/-600H
LEA	MAR	LEA	0 97 95
1:2000	1:200	SFL 1-05	A
<b>VBB</b> VBB AB Box 115 SE-101 21 Stockholm Tel. 08 742 2000			



SKALA 1:2000  
 SKALA 1:200



A	INVALD	RLF	LEA	800
REV	ANT	RI	ANT	PROG
<b>KBS</b> <b>SFL 1-2 ALT.2</b> <b>CENTRALOMRÅDE -500 M</b>				
LEA	HOS	LEA	B	8795
1:200		SFL 1-06		
STOCKHOLM DEN 83 02 15				
<b>VBB</b>				
BOX 808				

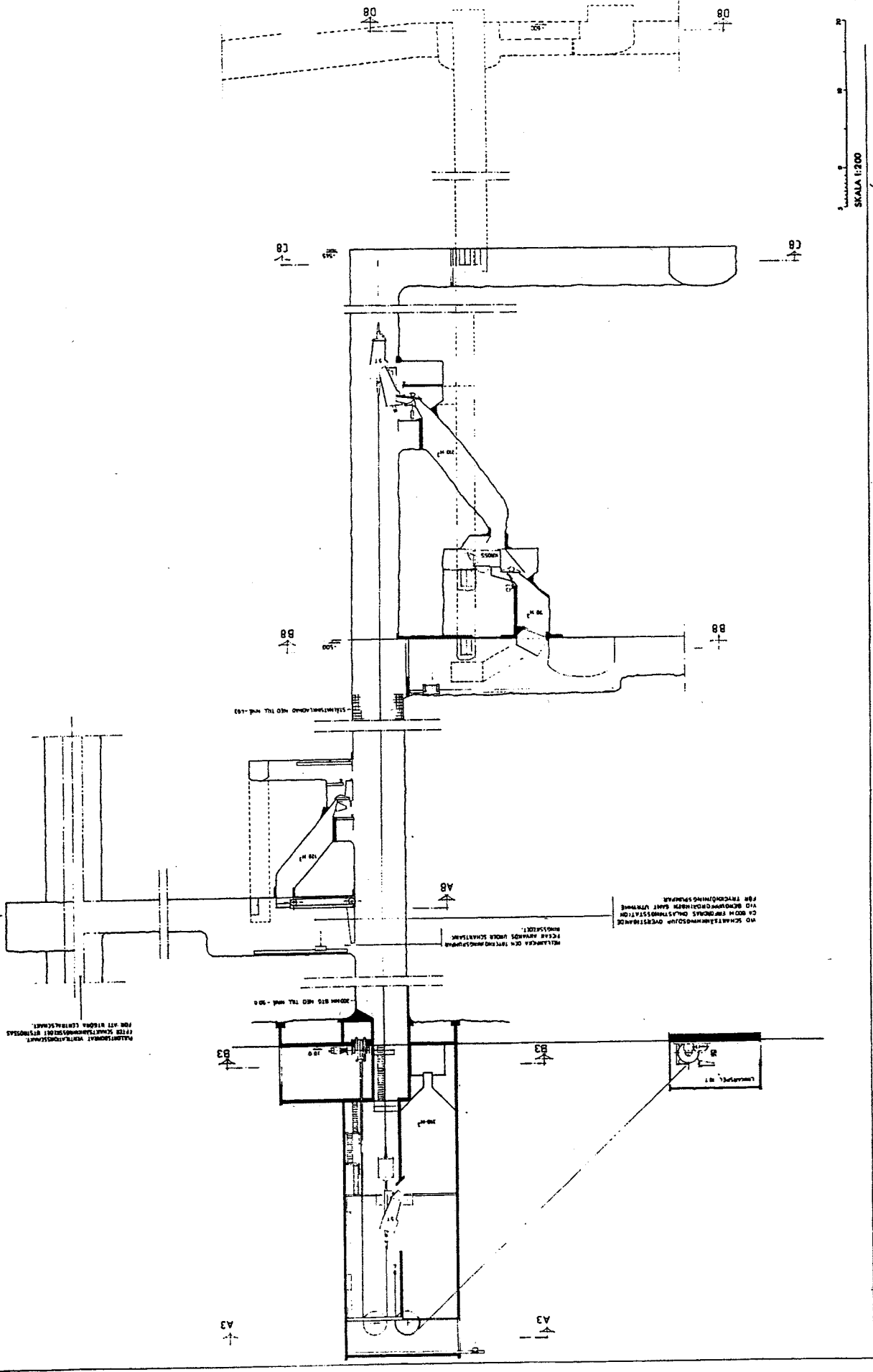




OBJEKT		PROJEKT	
KBS		SFL 12 ALT.2	
BERGUPPFÖRDRING		SFL 1-07	
SIEGHEIM 010		1:200	
.B1 07 15		A	
L.1.1		L.1.1	
L.1.2		L.1.2	
L.1.3		L.1.3	
L.1.4		L.1.4	
L.1.5		L.1.5	
L.1.6		L.1.6	
L.1.7		L.1.7	
L.1.8		L.1.8	
L.1.9		L.1.9	
L.1.10		L.1.10	
L.1.11		L.1.11	
L.1.12		L.1.12	
L.1.13		L.1.13	
L.1.14		L.1.14	
L.1.15		L.1.15	
L.1.16		L.1.16	
L.1.17		L.1.17	
L.1.18		L.1.18	
L.1.19		L.1.19	
L.1.20		L.1.20	

**VBB**  
 VBB - VERBAND DER BERGWERKE  
 VERBAND DER BERGWERKE  
 VERBAND DER BERGWERKE

A7 SEKTION



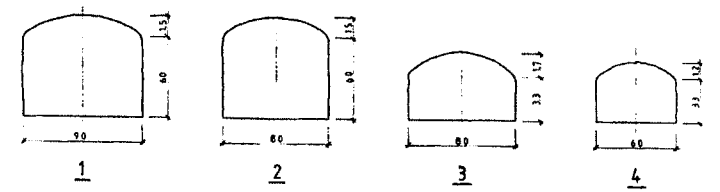
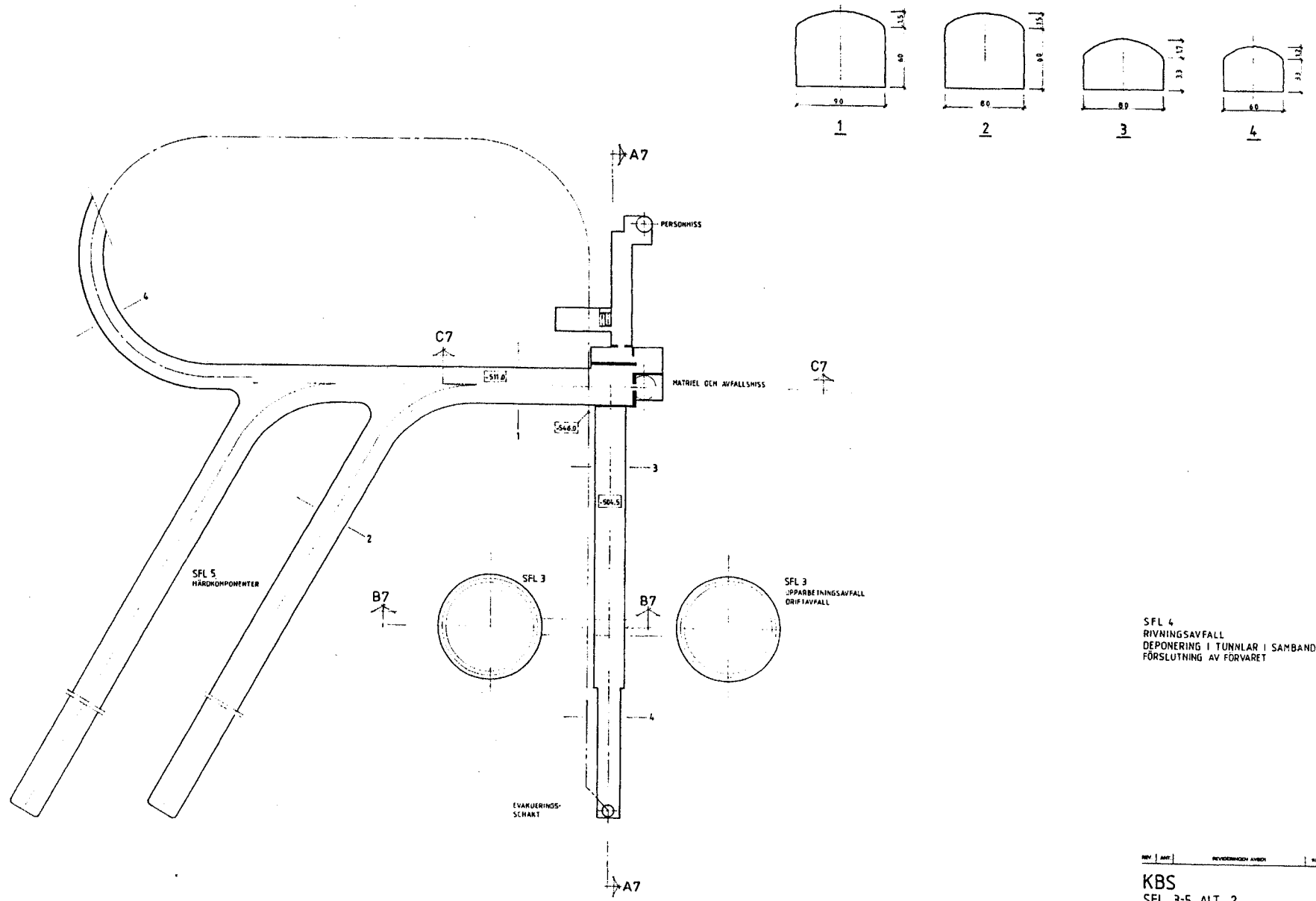
ALLE ANBAUWERKE SIND ZU ENTWICKELN  
 UND ZU BERECHNEN. DIE ANBAUWERKE  
 SIND ZU ENTWICKELN UND ZU BERECHNEN.

ALLE ANBAUWERKE SIND ZU ENTWICKELN  
 UND ZU BERECHNEN. DIE ANBAUWERKE  
 SIND ZU ENTWICKELN UND ZU BERECHNEN.

ALLE ANBAUWERKE SIND ZU ENTWICKELN  
 UND ZU BERECHNEN. DIE ANBAUWERKE  
 SIND ZU ENTWICKELN UND ZU BERECHNEN.

ALLE ANBAUWERKE SIND ZU ENTWICKELN  
 UND ZU BERECHNEN. DIE ANBAUWERKE  
 SIND ZU ENTWICKELN UND ZU BERECHNEN.

SKALA 1:200



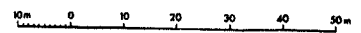
SFL 4  
RIVNINGSAVFALL  
DEPONERING I TUNNLAR I SAMBAND MED  
FÖRSLUTNING AV FÖRVARET

REV | ART | REVIDERINGS-ÅRSID | RITAD | ÖVANSK | DATUM

KBS  
SFL 3-5 ALT. 2  
HUVUDLAYOUT

KONTRULLERAD LEA	RITAD NIR	ÖVANSKAD B 87 95	SELD REVISERAD B 87 95
SKALA 1:200		RITNINGSPÅSÄTT SFL 3/5-05	
STOCKHOLM 83-03-18			

**VBB**  
BOX 6008



C7+

B7+

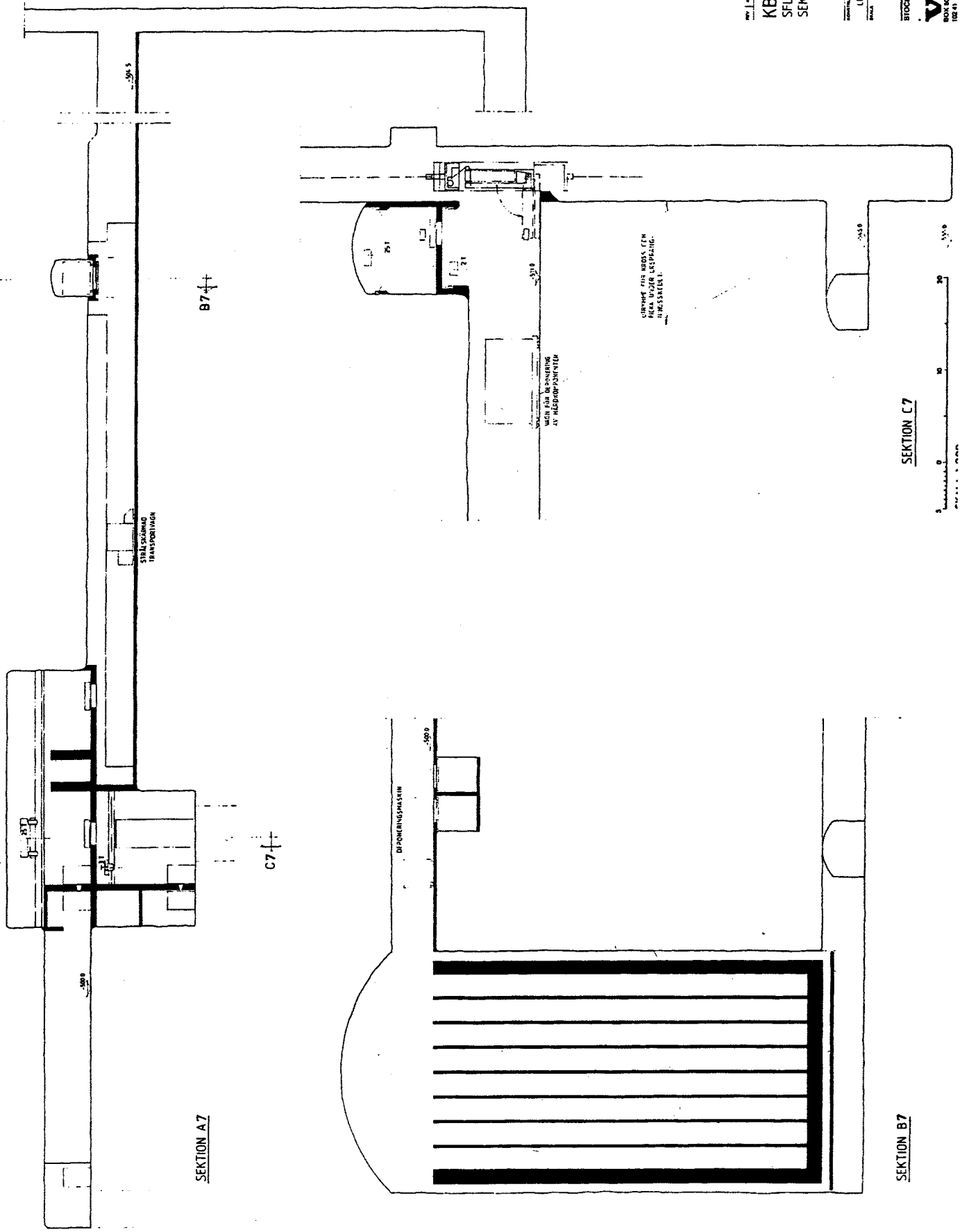
SEKTION A7

C7+

B7+

SEKTION B7

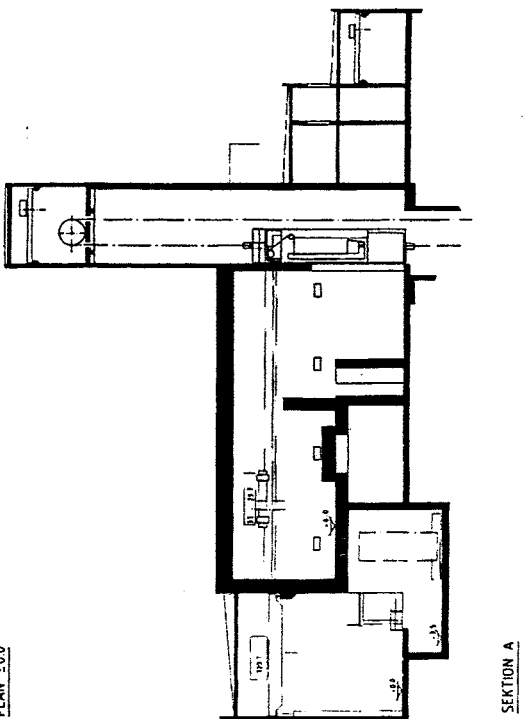
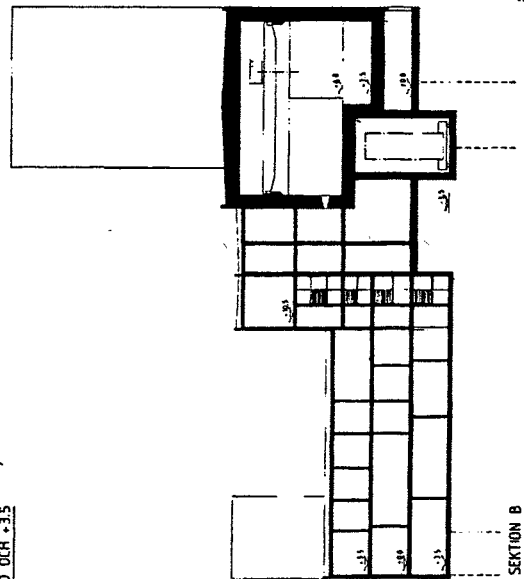
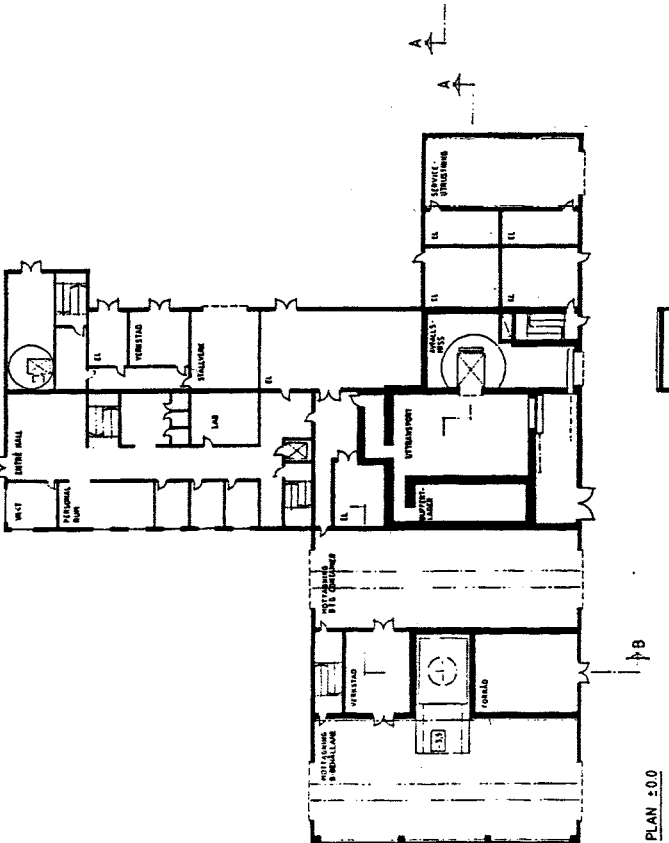
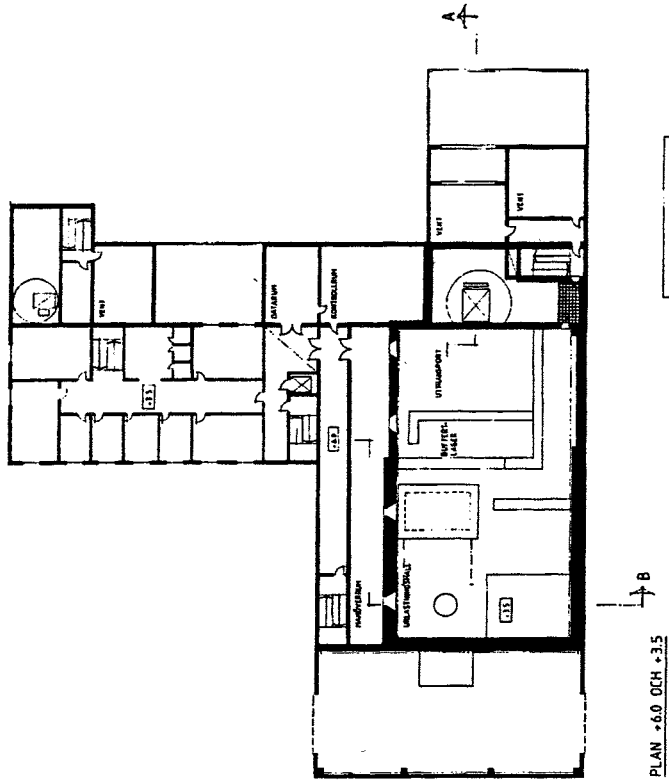
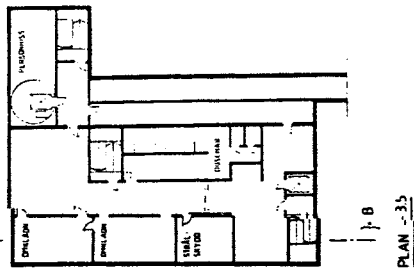
SEKTION C7



KBS  
 SFL 3-5 ALT 2  
 SEKTIONER

PROJEKTANT	BYGGNAD	BYGGNADENS NAMN	BYGGNADENS ADRESS
LEA	HR	B 8715	
BYGGNADENS BYGGNAD			BYGGNADENS BYGGNAD
SFL 3/5-07			1:200
BYGGNADENS BYGGNAD			BYGGNADENS BYGGNAD

**VBB**  
 BOX 608  
 102 61 STOCKHOLM S



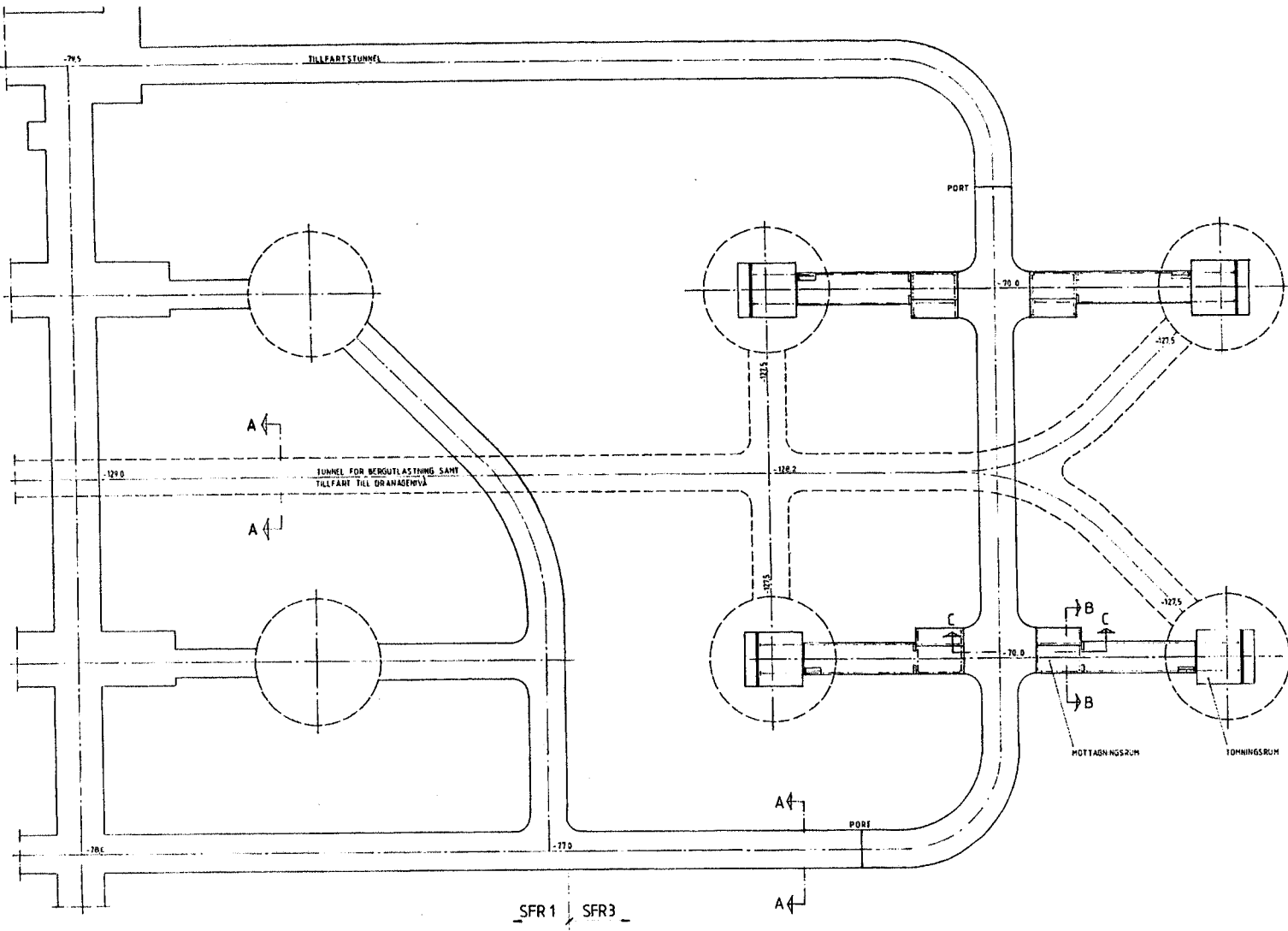
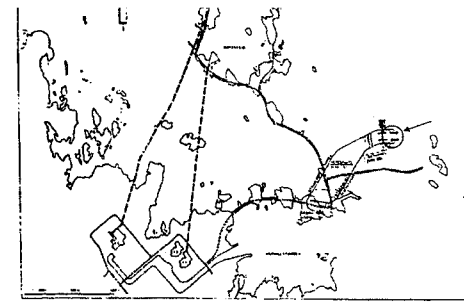
SKALA 1:200

**VBB**

KBS  
SFL 3-5 ALT 2  
BYGGNAD ÖVAN MARK  
LAYOUT

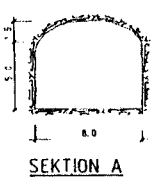
STOCKHOLM DEN 31/3/08

TIL: 08 101144

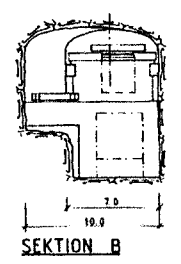


**ANM.**  
HANTERINGSGÅNGEN FRAMGÅR AV RITN. SFR3-2

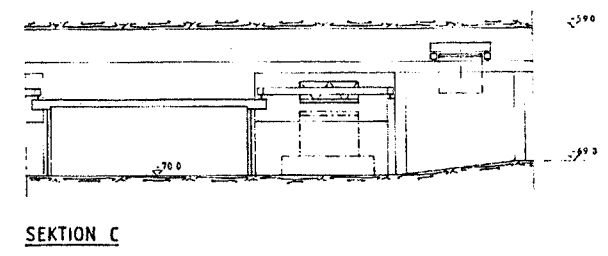
SFR 1 | SFR 3



SEKTION A



SEKTION B



SEKTION C

REV | AMT 1 | NY FÖRÄNDRING | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0

**KBS**  
**SFR 3**  
HUVUDLAYOUT -70.0

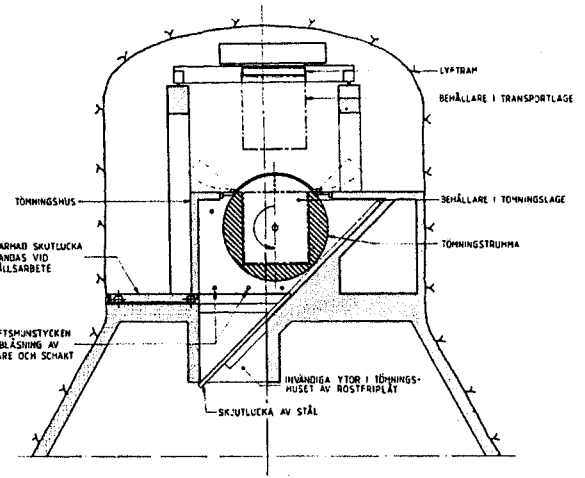
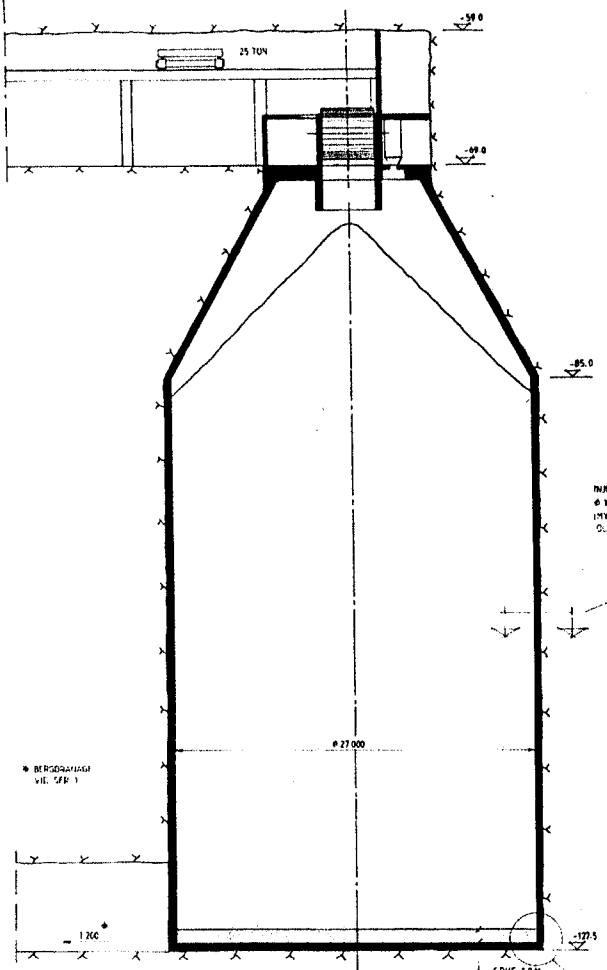
PROJEKTANT	BYGGNAD	BYGGNAD	BYGGNAD
JMP	WHF	B 87 95	
SKALA	BYGGNAD		
1:500	1:200	<b>SFR 3-1</b>	
STOCKHOLM DEN 81-03-16			

**VBB**  
BOX 5038  
107 41 STOCKHOLM S  
TEL. 08 702 2100

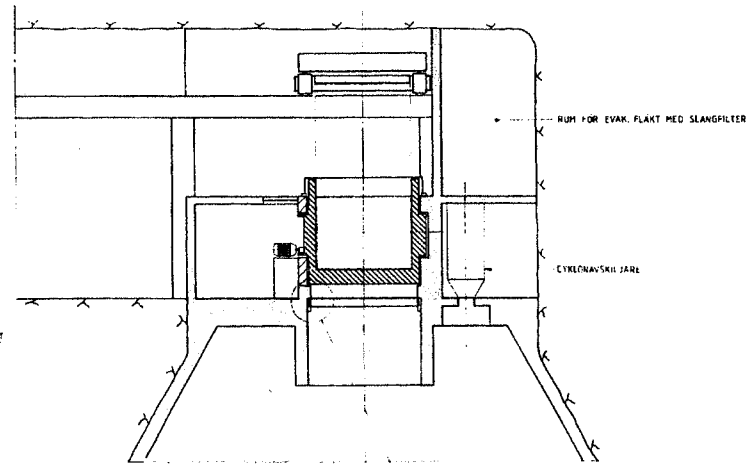
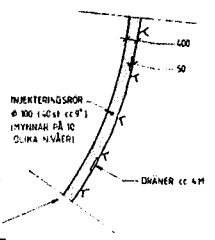
HANTERINGSGÅNG VID TIPPNING  
AV AVFALL

DETALJERAD BESKRIVNING ENLIGT PM 83-03-11

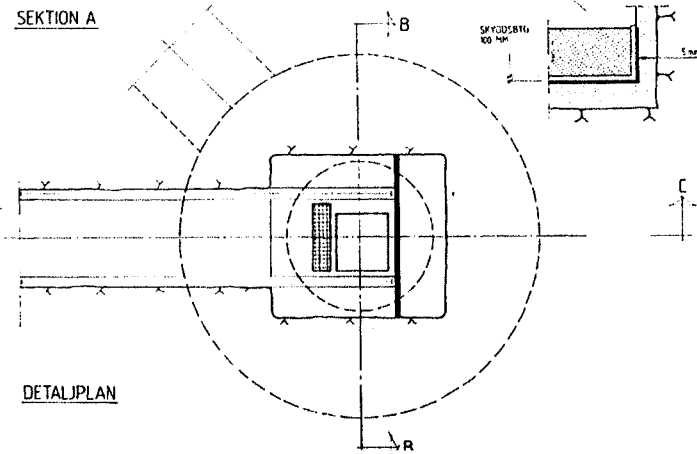
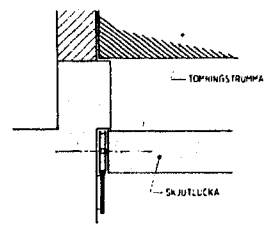
1. TRANSPORTCONTAINERN AV BETONG STALLS AV I MOTTAGNINGSRUMMET (SE RITN SFR3-11). PORTEN STANGS OCH LOCKET PÅ CONTAINERN LYFTS BORT.
2. AVFALLSCONTAINERN AV STÅL LYFTS UPP MED TRAVERSEN OCH TRANSPORTERAS TILL TUMNINGSRUMMET.
3. LUCKORNA ÖVER TUMNINGSTRUMMAN ÖPPNAS OCH CONTAINERN SÄTTS HER. LOCKET PÅ CONTAINERN LOSSAS OCH LYFTS UPP AV TRAVERSEN. CONTAINERN FIXERAS I TRUMMAN OCH LUCKORNA STANGS.
4. FLAKTKAPACITETEN ÖKAS TILL MAX.-LAGE. SKJUTLUCKAN ÖPPNAS OCH TRUMMAN ROTERAS 180° VARVID AVFALLET FALLER NER I SILON. SKJUTLUCKAN STANGS SÅ ATT EN SMAL ÖPPEN SPRINGA ÅTERSTÅR. TUMNINGSHUSET OCH CONTAINERN RENBLÄSES VAREFTER DAMMET FÅR SÄTTA SIG.
5. SKJUTLUCKAN STANGS HELT. FLAKTEN SÄTTS NER TILL NORMALDRIFT (SVAGT UNDERTRYCK I SILON). TRUMMAN ROTERAS TILLBAKA.
6. CONTAINERN TRANSPORTERAS UT I ÖVART ÖRNING.



DETALJSEKTION B-B



DETALJSEKTION C-C



DETALJPLAN

REV. 001 002 003 004 005 006 007 008 009 010 011 012 013 014 015 016 017 018 019 020 021 022 023 024 025 026 027 028 029 030 031 032 033 034 035 036 037 038 039 040 041 042 043 044 045 046 047 048 049 050 051 052 053 054 055 056 057 058 059 060 061 062 063 064 065 066 067 068 069 070 071 072 073 074 075 076 077 078 079 080 081 082 083 084 085 086 087 088 089 090 091 092 093 094 095 096 097 098 099 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

KBS  
SFR 3  
DETALJER

JHP WIF / NIR B 87 95

1 100 1 200 SFR 3-2  
STOCKHOLM DEN 83 03 16

**VBB**

BOX 4038  
102 41 STOCKHOLM 5 TEL. 08 782 7000