

# Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Del 2. Anläggningar och kostnader  
Juni 1982

# **Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter**

**Del 2. Anläggningar och kostnader  
Juni 1982**

**SKBF**

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

Rapporten har utarbetats inom SKBFs avdelning KBS under medverkan av

VBB	layoutritningar materialflödessimulering
ASEA-ATOM	processutrustning driftkostnader
ABV	byggkostnader kostnadssammanställningar

## FÖRORD

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

Rapporten består av två delar. I del 1 ges de allmänna förutsättningarna för verksamheten samt planerna för FoU-arbetet och erforderliga anläggningar (inklusive rivning). Kap 8 och 9 sammanfattar tidplaner respektive kostnadsbedömningar för verksamheten. I del 2 redovisas anläggningarna och kostnaderna mera i detalj.

Svensk Kärnbränsleförsörjning AB

Juni 1982



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. <b>BAKGRUND</b>	1
2. <b>FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	3
3. <b>ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV SYSTEMEN</b>	7
3.1     EXTERNA TRANSPORTER	7
3.2     RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK	8
3.3     CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB	8
3.4     CENTRALT MELLANLAGER FÖR FÖRGLASAT AVFALL, CLG	10
3.5     CENTRALT MELLANLAGER FÖR LÅG- OCH MEDELAKTIVT UPPARBETNINGSAVFALL, CLU	11
3.6     SLUTFÖRVAR FÖR LÅNGLIVAT AVFALL, SFL	12
3.6.1   Allmänt	12
3.6.2   Behandlingsstation för förglasat avfall resp använt bränsle, BSG/BSAB	13
3.6.3   Slutförvar för förglasat resp använt bränsle, SFL 1-2	15
3.6.4   Slutförvar för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall, SFL 3	16
3.6.5   Slutförvar för drift- och rivningsavfall, SFL 4	17
3.6.6   Slutförvar för hårdkomponenter, SFL 5	17
3.7     SLUTFÖRVAR FÖR DRIFT- OCH RIVNINGSAVFALL FRÅN REAKTORDRIFT, SFR	18

	<u>Sid</u>
<b>4. KOSTNADER</b>	21
4.1 ALLMÄNT OM KOSTNADSSAMMANSTÄLLNINGSSYSTEMET	21
4.2 KALKYLER OCH KALKYLPÅLÄGG	23
4.2.1 Beskrivning av pålägg	23
4.2.2 Pålägg per objekt	24
4.2.3 Schablonkalkyler	25
4.3 UPPARBETNINGSKOSTNADER	25
4.4 BESKRIVNING AV VISSA KOSTNADSPOSTER	26
4.4.1 Byggnadsarbeten	26
4.4.2 Rivning av kärnkraftverk	27
4.4.3 Process- och driftkostnader	28
4.5 REDOVISNING AV TOTALA KOSTNADER	29
<b>5. ANLÄGGNINGARNAS KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD</b>	35
<b>6. KÄNSLIGHETSANALYS</b>	37
6.1 INLEDNING	37
6.2 FÖRÄNDRAD DRIFTPERIOD FÖR KÄRNKRAFTVERKEN	37
6.2.1 Allmänt	37
6.2.2 Förutsättningar	37
6.2.3 Kostnadsförändringar	39
6.3 FÖRLÄGGNING AV SFL VID KUSTEN	39
6.4 SENARELÄGGNING AV RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK	39
6.4.1 Allmänt	39
6.4.2 Förutsättningar	39
6.4.3 Kostnadsförändringar	40
6.5 SENARELÄGGNING AV SFL	40
6.5.1 Allmänt	40
6.5.2 Förutsättningar	40
6.5.3 Kostnadsförändringar	42
6.6 KOSTNADSKÄNSLIGHET	42
6.6.1 Allmänt	42
6.6.2 Material	42
6.6.3 Aktiviteter	43
<b>REFERENSER</b>	45

## BILAGOR

- 1.1 Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
- 1.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter.  
Tid- och resursplan.
  
- 2.1 Energiproduktion och uranföbrukning vid svenska kärnkraftverk vid förutsättning av 25 års drift
- 2.2 Använt bränsle och radioaktivt avfall i Sverige
  
- 3.1 Transportsystem. Skisser
- 3.2 Antal fartygsresor per år
- 3.3 CLAB etapp 1
- 3.4 CLG Layout
- 3.5 CLU Layout
- 3.6 SFL Översikt
- 3.7 SFL Situationsplan
- 3.8-10 BSG/BSAB Layouter
- 3.11-13 SFL 1-2 Layouter
- 3.14 Deponering av kopparkapslat använt bränsle  
Principfigur
- 3.15-17 SFL 3-5 Layouter
- 3.18 SFR Situationsplan
- 3.19 SFR Layout

## 1. BAKGRUND

Radioaktiva restprodukter från de svenska kärnkraftverken produceras i olika former med varierande egenskaper. Aktivitetsinnehåll och avklingningstider bestämmer i första hand avfallets vidare behandling och lagring. Vid kärnkraftverken behandlas det låg- och medelaktiva driftavfallet, som har en "farlig" livslängd av några hundra år, på olika sätt (ingjutning i bitumen och betong) för att en säker transport och lagring skall underlättas. Det använda bränslet, som är högaktivt och innehåller ämnen med en "farlig" livslängd av många tusen år, lagras tillfälligt i vattenbassänger vid kraftverken för att sedan förflyttas till ett centralt mellanlager (CLAB) eller sändas utomlands för upparbetning. Upparbetningsavfallet, som innehåller rester av långlivad karaktär, återsänds till Sverige för slutlagring.

Ett flertal anläggningar krävs för att ta hand om det använda bränslet och det radioaktiva avfallet, se Bilaga 1.1. Av dessa är CLAB under byggnad. För de övriga pågår planeringsarbetet.

Slutförvarsanläggningarna för långlivat avfall kommer att byggas först en bit in på nästa sekel, och driften kommer att pågå flera årtionden efter den kärnkraftproducerande perioden, se Bilaga 1.2. Ansvar för avfallets omhändertagande skall bäras av kärnkraftproducenterna, som även har det primära ansvaret för att medel för denna verksamhet finns tillgängliga. Detta anges i lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m "Finansieringslagen" (1981:669), som trädde i kraft 1981-07-01. I lagen och på denna grundade föreskrifter stadgas bl a att

- \* medel för täckande av kostnader för ett säkert omhändertagande av kärnkraftens restprodukter avsätts under kraftverkens driftperiod och dessa medel förvaltas av staten genom en särskild nämnd. Medlen skall täcka även rivning av kärnkraftverken, men däremot ej omhändertagande av det låg- och medelaktiva avfall (driftavfall) som bildas kontinuerligt under kraftverkens drift.
- \* avgiftens storlek fastställs årligen med ledning av gällande planer av regeringen och utgår i förhållande till den producerade energin vid varje reaktor.

- \* reaktorinnehavaren skall senast under juni månad varje år till nämnden för hantering av använt kärnbränsle, NAK, insända planer för framtida forsknings- och utvecklingsarbete samt uppförande och drift av de anläggningar som behövs för omhändertagande av använt kärnbränsle eller radioaktivt avfall som härrör från detta liksom för avveckling och rivning av reaktoranläggningen. (De svenska kärnkraftföretagen har uppdragit åt det gemensamt ägda Svensk Kärnbränsleförsörjning AB att för deras räkning svara för dessa uppgifter.)

Det är idag inte möjligt att i detalj ange hur olika avfallstyper i framtiden kommer att behandlas eller hur de olika anläggningarna kommer att utformas. Pågående forsknings- och utvecklingsarbete kan leda till andra lösningar än de som hittills förutsetts. Även framtida politiska beslut kan leda till ändrade lösningar. För att man ändå skall få en uppfattning om kostnaderna för omhändertagande av de radioaktiva restprodukterna blir det då nödvändigt att basera beräkningarna på ett scenario, som i dagens läge bedöms som rimligt. Ett sådant schematiskt scenario redovisas i denna rapport. Det skall understrykas att de uppgifter som redovisas sålunda inte innebär ställningstaganden eller avspeglar policybeslut i någon enskild fråga.

Redovisningen i denna rapport baserar sig bl a på säkerhetsmässiga överväganden som gjorts i andra sammanhang. Någon säkerhetsmässig bedömning ges emellertid inte här, utan rapporten avser enbart att ge en bild av en möjlig teknisk utformning av de olika anläggningarna och kostnaderna för dessa.

Förutom kostnaderna redovisas i rapporten även det tekniska underlaget för kostnadsberäkningarna. Avsikten är att förlöpande justera beräkningarna och anpassa dem till resultaten av ett fortsatt utvecklings- och konstruktionsarbete liksom till den allmänna prisutvecklingen.

Beräknade delkostnader har lagrats i ett flexibelt datorbaserat beräkningssystem, som ger möjlighet att variera, förändra eller komplettera ingångsvärdena. Samtliga kostnadsposter är tidsanknutna, vilket medger nuvärdesberäkningar med olika värde på realräntan.

De beräknade och redovisade kostnaderna omfattar även kostnader som ej faller under finansieringslagen såsom kärnkraftverkens driftavfall och radioaktivt avfall från ej elkraftproducerande verksamhet (Studsvik m m). Sådana kostnader kan särskiljas.

## 2. FÖRUTSÄTTNINGAR

Vid bedömning av kostnaderna för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter måste ett flertal antaganden göras om den framtida utvecklingen och det svenska kärnkraftsprogrammet. I det följande redovisas de förutsättningar som gällt för den första kostnadsanalysen som här presenteras.

Det forsknings- och utvecklingsarbete som pågår och som förutsätts fortsätta under ett par decennier framåt kan komma att leda till ändringar av de metoder och anläggningar som här presenteras. Avsikten är att kontinuerligt uppdatera kostnadsberäkningarna med hänsyn härtill.

Det svenska kärnkraftsprogrammet förutsätts omfatta de 12 reaktorer som beslutades av riksdagen efter folkomröstningen i mars 1980. Dessa reaktorer skall enligt nu gällande riktlinjer för energipolitiken tas ur drift senast år 2010, vilket innebär att den sist idrifttagna reaktorn får en driftperiod av ca 25 år. Denna bakgrund jämte ett konservativt synsätt på kostnadselementen inkluderande den totala drifttiden (25 år) och tillgängligheten har utgjort riktlinjer för beräkningarna. Därmed har de totala energileveranserna från kärnkraftblocken bedömts uppgå till ca 1 460 TWh, vilket bl a innebär en uranförlukning av ca 6 800 ton U,<sup>1)</sup> se Bilaga 2.1. Härav är i dag 867 ton kontrakterade för upparbetning, varav 727 ton med Cogema och 140 ton med BNFL. Slutlagring av bränsle och återsänt upparbetningsavfall beräknas ej ske förrän efter år 2020, varför tillfälliga förvaringsanläggningar måste uppföras för dessa produkter. Detta förutsätts ske i Sverige.

Av den totala mängden radioaktiva restprodukter utgörs ca 5 % av avfall från icke elproducerande anläggningar. Hantering och slutlagring av dessa produkter gemensamt med kärnkraftens är lämpligt ur flera synpunkter och har därför förutsatts i utredningen dock utan ställningstagande till finansieringsformer.

---

1) "ton U" eller "ton bränsle" avser fortsättningsvis det antal ton uran som ingår i bränslet.

Allt radioaktivt material kan generellt indelas i fem huvudgrupper beroende på ursprung och hanteringskrav. De totala mängderna och antalet hanteringsenheter, som erhålls med gjorda antaganden, anges för varje grupp i Tabell 2.1. Betr detaljerade data se Bilaga 2.2.

Allt avfall och det använda bränsle som ej upparbetas förutsätts bli slutlagrat i den svenska berggrunden i olika anläggningar anpassade efter avfallets karaktär. Det använda bränslet och det högaktiva avfallet förses före slutlagring med ytterhölje som har god korrosionsresistens och är tätt mot vatteninträngning. Det övriga avfallet förutsätts bli placerat i respektive slutlager i det skick det erhåller vid produktionsstället.

Transporter av samtliga produkter mellan produktionsställen, mellanlager och slutlager antas ske med båt i kombination med kortast möjliga järnvägstransport vid en eventuell inlandsförläggning av något lager. 150 km järnväg har förutsatts behöva byggas till slutlagret för det långlivade avfallet. Under transport placeras det använda bränslet och det radioaktiva avfallet i transportflaskor eller stora betongcontainers (20-25 m<sup>3</sup> innervolym) utformade efter de krav som ställs på strålskärning och tålighet mot yttre åverkan. Lastning och lossning på båt sker enligt roll on - roll off principen med hjälp av hydraullyftvagnar.

Hanteringsgången för de radioaktiva restprodukterna framgår av Bilaga 1.1. Bilaga 1.2 visar den förutsatta tidplanen för uppförande, drift och rivning (alt förslutning) av tillhörande anläggningar.

De anläggningar utanför produktionsställena som förutses bli uppförda i Sverige för de radioaktiva restprodukternas omhändertagande är:

#### Mellanlager

- \* Centralt lager för använt bränsle, CLAB
- \* Centralt lager (mellanlagring) för förglasat upparbetningsavfall, CLG
- \* Centralt lager (mellanlagring) för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall (alfa-kontaminerat), CLU

#### Behandlingsanläggningar (inkapsling)

- \* Behandlingsstation för förglasat avfall, BSG
- \* Behandlingsstation för använt bränsle, BSAB

#### Slutförvar

- \* Slutförvar för drift- och rivningsavfall från reaktordrift, SFR
- \* Slutförvar för förglasat upparbetningsavfall, SFL 1

Tabell 2.1 Huvudtyper av radioaktiva restprodukter att deponera

Produkt	Ursprung	Antal enheter	Volym m <sup>3</sup>
Högaktivt avfall	Använt bränsle Förglasat avfall från upparbetning	5 200 (kapslar)	10 000
alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från upparbetning	7 900 (fat)	4 000
Härdkomponenter	Från reaktorernas inre delar	1 300 (kassetter)	5 000
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	192 000 (fat och kokiller)	122 000
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	8 500 <sub>3</sub> (7-20 m <sup>3</sup> -behållare)	151 000
Totala mängden		215 000	292 000

\* Slutförvar för använt bränsle, SFL 2

\* Slutförvar för låg- och medelaktivt upparbetningsavfall, SFL 3

\* Slutförvar för drift- och rivningsavfall, SFL 4

\* Slutförvar för härdkomponenter, SFL 5

Slutförvaret för härdkomponenter kan helt eller delvis placeras antingen i anslutning till SFL, (SFL 5), eller SFR, (SFR 2). För att kostnaderna ej skall underskattas har i denna studie valts att förutsätta en förläggning i anslutning till SFL.

För flertalet anläggningar saknas idag beslut om förläggningsort. En bedömning av totalkostnaden fordrar därför att vissa antaganden görs. Nedanstående lokaliseringsförutsättningar har gällt vid layout och beräkningsarbete.



- \* CLAB placeras vid Oskarshamns kraftstation (CLAB är under byggnad)
- \* SFR skall vara i drift år 1988 och föreslås bli placerat vid Forsmarks kraftstation. SFR befinner sig i projektstadiet, varför relativt detaljerat underlag för en korrekt kostnadsberäkning föreligger för den första utbyggnadsetappen. CLG och CLU skall enligt planerna vara i drift tidigast år 1990 och förutsätts i denna utredning bli lokaliserat vid SFR.
- \* Övriga anläggningar (BSG/BSAB, SFL 1-5) förläggs till en plats i Norrlands inland, ca 600 km norr om Stockholm. Valet har gjorts främst för att erhålla en viss konservatism i kostnadsberäkningarna och för att belysa betydelsen av att hamn, i direkt anslutning till anläggningen, saknas.

Inkapsling av det använda bränslet kan ske i samma anläggning som för det förglasade avfallet från upparbetning, dock efter en viss ombyggnad. Slutlagring av dessa båda avfallsprodukter sker i intilliggande bergutrymmen. Det förglasade avfallet inkapslas och slutlagras under åren 2020-23, varefter de nödvändiga ombyggnaderna görs för att senare ta hand om det använda bränslet.

Nedan anges vissa förutsättningar som har uppställts för slutlagren.

- \* SFR placeras 50 m under havsbotten, där vattendjupet är ca 5 m. Detta motsvarar ungefär landhöjningen under 1 000 år.
- \* SFL 1-2 förläggs 500 m under markytan i direkt förbindelse med inkapslingsstationen via ett vertikalt schakt.
- \* SFL 4-5 placeras 3 km från SFL 1-2 och 300 m under markytan. Avfallet transporteras ner till dessa lager via en transporttunnel.
- \* SFL 3 har gemensam mottagningsdel med SFL 4, men är placerad 200 m djupare. Avfallstransporter till SFL 3 från mottagningsdelen på nivån -300 sker via ett vertikalt schakt.

Kostnadsberäkningen av uppförande, drift och rivning för samtliga anläggningar har baserats på prisnivå januari 1981.

Som underlag för kostnadsberäkningarna har ritningar upprättas. Ritningarna bygger på studier av hanteringsmetoder, driftförhållanden och systemutformningar och för varje arbetsmoment har nu tillgängliga arbetsmetoder förutsatts. Av naturliga skäl är detaljeringsgraden därvid störst för de i tiden närliggande projekten, CLAB och SFR.

För anläggningsdelar där detaljerat underlag saknas har det gjorts ett motsvarande större kostnadspålägg för oförutsedda utgifter.

### 3. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV SYSTEMEN

#### 3.1 EXTERNA TRANSPORTER

Längre transporter av radioaktivt material kan enligt gjorda bedömningar utföras såväl säkrast som billigast med fartyg. Då samtliga orter i Sverige med kärnteknisk verksamhet idag är placerade i närheten av kusten, har projektering gjorts av ett sjötransportsystem, som skall användas vid samtliga längre transporter av radioaktivt material. Ett specialfartyg med en lastkapacitet av 1 300 ton har beställts och de första transportererna skall kunna utföras under senare delen av 1982, se Bilaga 3.1. Vid transportererna används transportbehållare som utformas efter de krav som ställs betr. strålskärmning, kylning och skydd mot yttre påkänningar. Vikt per fylld behållare 60-120 ton.

För lastning och lossning av dessa transportbehållare skall självgående hydraullyftvagnar användas. Åkhastigheten för dessa fordon är relativt låg, varför transportsträckor längre än några kilometer skall undvikas. Om landtransporter blir nödvändiga över långa sträckor, såsom förutsätts för SFL, planeras dessa därför ske med järnväg.

Transportbehållarna kan indelas i två huvudgrupper. För radioaktivt material som ställer stora krav på strålskärmning eller säkerhet mot mekanisk åverkan används cylindriska ståltuber, benämnda transportflaskor. Dessa är 5-6 m långa och 1-2 m i diameter och kan vara försedda med kylflänsar om så erfordras. 5-6 olika typer kan tänkas bli aktuella för de tänkta transportererna. Övrigt avfall transporteras i rektangulära transportbehållare av betong. Behållarna rymmer i allmänhet ca 20 m<sup>3</sup> avfall. Maximala antalet flaskor resp. behållare, som ingår i transportapparaten, blir ca 25 resp. 50. Antalet är starkt beroende på om fartyget vid hamn väntar på fyllning/tömning av flaska/behållare eller kan byta fyllda mot tömda samt om fartygets lastkapacitet utnyttjas vid varje resa.

Totalt beräknas under åren 1982-2055 1 800 fartygstransporter utföras med en högsta årlig transportintensitet av 60 resor/år, se Bilaga 3.2. Fartyget kan vid varje resa medföra 12 transportenheter (flaskor/behållare) motsvarande ca 1 300 ton. Servicefarten är 11,5 knop och djupgåendet 4 m. Tiden för en resa varierar

från ca 2 dygn till 4 veckor, det senare för turen Forsmark - La Hague. Samtliga resor har simulerats i ett datorsystem. Transporterna beräknas sysselsätta max 20 personer.

### 3.2 RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK

Det är förutsatt, att kraftverken skall rivras efter avställning och att platsen sedan skall kunna användas för valfritt ändamål utan restriktioner.

Rivningen av ett verk kan börja när kärnbränsle, styrcavavar, driftsavfall o d avlägsnats, vilket antas ta ett år efter driftens slut. Igångsättningstider för rivningen av de olika anläggningarna har inte detaljplanerats. I föreliggande utredning har schematiskt antagits ett genomsnittligt tidsgap om 5 år mellan avställning och start av rivning. Rivningen har beräknats ta en tid av ca 5 år per enhet och kommer att sysselsätta i medeltal 200 personer.

Verket rivs inifrån och utåt så att de täta barriärerna behålls så länge som möjligt. Först rivs reaktortankens innehåll, sedan själva tanken, därefter aktiva rörsystem etc. Tankens inre delar sönderdelas med plasmaskärning under vatten, tanken skärs i torrhet bakom speciell strålskärning och övriga delar i huvudsak med kallsåg, rörsvarv eller klippverktyg. Under allt detta arbete kontrolleras och filtreras ventilationsluften så att ingen radioaktivitet sprids till omgivningen.

Nedmontering av ej aktiva system, såsom kylsystem, delar av turbinsystem, elsystem, sker på konventionellt sätt.

Den rostfria inklädnaden av bassängerna klipps upp i skarvarna. Innanförliggande betongs ytskikt bortbilas i den utsträckning det är aktivt förorenat.

Det största och mest förorenade betongpartiet är den biologiska skärmen närmast reaktortanken. Denna del kan sönderdelas i lämpliga block från utsidan genom tätborrning och spräckning utan särskilda skyddsåtgärder.

Allt aktivt rivningsmaterial omhändertas i speciell transportbehållare för transport till slutförvaring i SFR.

Återstående inaktiva byggnadsdelar rivs på konventionellt sätt, huvudsakligen genom försiktig sprängning ned till under marknivå. Utrymmena i botten fylls med rivningsmaterial, varefter överskottet transporteras till tipp.

### 3.3 CENTRALT MELLANLAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE, CLAB

Det använda bränslet förvaras i ett antal år i befintliga vattenbassänger vid kärnkraftverken. Lagringskapaciteten motsvarar uttag från 4-5 års drift. Slutlagring av använt bränsle beräknas

börja år 2025, d v s ca 15 år efter kärnkraftverkens produktionsperiod. Av detta skäl byggs f n på Simpevarpshalvön norr om Oskarshamn ett centralt lager för använt bränsle, som vid full utbyggnad skall kunna förvara allt bränsle och alla hårdkomponenter som härrör från driften av 12 kärnkraftblock exkl det bränsle som sänds för upparbetning.

CLAB beräknas kunna ta emot bränsle år 1985 och de sista bränslestavarna beräknas lämna anläggningen år 2050. Den långa driftperioden innebär att en stor del av utrustningen måste förnyas under driftskedet.

Anläggningen består ovan jord av flera sammanhängande byggnader, se Bilaga 3.3. Där finns mottagningsdel, i vilken den huvudsakliga hanteringen av inkommande eller utgående bränsle och hårdkomponenter sker. I direkt anslutning till mottagningsdelen finns byggnader för hjälpsystem (kylning och vattenrening, avfallshantering, ventilation m m), för servicesystem (pumpar, värmeväxlare m m) och för elektriska kraftsystem. Till dessa byggnader finns separata passager från fristående kontors- och personalbyggnader.

Förvaringsdelarna utgörs av bergtrum, vars tak ligger ca 30 m under markytan. De är förstärkta med bergbultar och inklädda med betong. Innanför betonginklädnaden finns innertak av plåt. Bergtrummet för den första utbyggnaden är 120 m långt, 21 m brett och 27 m högt. Det innehåller fyra förvaringsbassänger med 300 positioner vardera där bränsle och från reaktorerna utbytta hårdkomponenter förvaras, samt en mindre central bassäng som ansluter till en transportkanal. Bassängerna är utförda i armerad betong och klädda med rostfri plåt. Varje bassäng innehåller 3 000 m<sup>3</sup> vatten och kan rymma ca 1 000 ton U. Den slutliga förvaringskapaciteten beräknas bli 2 800 positioner för ca 6 600 ton U samt 400 kassetter med hårdkomponenter.

Till förvaringsdelen transporteras bränslet från mottagningsdelen med hjälp av en bränslehiss. Hisschaktet står i förbindelse med bassängerna genom en kanal. Förvaringsdelen står också i förbindelse med markbyggnaderna genom ett schakt som innehåller personhiss, ventilationstrummor m m. Förutom genom schakten kan transporter också ske genom tunnlar till markytan, vilka leder till förvaringsdelens båda ändar. Dessa tunnlar kan även användas som utrymningsvägar.

Anläggningen fyller högt ställda krav på skydd mot såväl den yttre som inre miljön. All hantering och förvaring av bränslet sker i vatten och till stor del fjärrstyrt. Särskilda säkerhetssystem finns bl a för kylning och elförsörjning.

Under byggnadstiden kommer arbetsstyrkan att uppgå till maximalt 400 man, och under driftperioden sysselsätts 100-110 personer. När inga transporter ut eller in i anläggningen pågår beräknas personalstyrkan kunna reduceras något.

### 3.4 CENTRALT MELLANLAGER FÖR FÖRGLASAT AVFALL, CLG

I CLG kommer det förglasade avfall som återsänds från upparbetningen utomlands att lagras i väntan på att slutförvaret SFL 1 står klart att ta emot det, d v s under en period om ca 30 år. Avfallet avger under tiden en icke obetydlig mängd värme som avleds med ventilation.

Avfallet anländer i form av kapslar med ett ytterhölje av rostfritt stål och med höjden 1,34 m och diametern 0,43 m. I händelse av skadat eller kontaminerat ytterhölje skall ett extra hölje kunna anbringas vid mottagandet, s k recanning. I lagret staplas kapslarna 7 i höjd i vertikala rör av rostfritt stål totalt rymmande 784 kapslar. Kylluften blåses genom dessa rör. Själva lagret är omgivet av 1,5 m tjocka betongväggar. Anläggningen innefattar för övrigt servicesystem för flaskhantering och för in och uttransport av glaskapslar, ventilation för kylning m m.

CLG är en ovanjordsanläggning och utgörs av en process-och lagringsbyggnad med volymen 53 000 m<sup>3</sup>, en administrationsbyggnad samt yttre verkstad och förråd. Anläggningen antas vara samlokaliserad med CLU och de senare byggnaderna är gemensamma för CLG och CLU. Layouten för huvudbyggnaden framgår av Bilaga 3.4. Byggnaden är uppförd i betong, bl a med hänsyn till strålskärning och täthetskrav och kan indelas funktionellt i följande delar:

- \* Intransportdel med uppställningsplats för transportflaskor samt verkstad för flaskhantering.
- \* Mottagningsdel där locköppning och flaskdekontaminering sker.
- \* Urlastningscell och "recanning cell" där oskärmade glaskapslar hanteras.
- \* Lager med ventilationsutrymmen.
- \* Hanteringshall täckande såväl urlastningscellen som lagerdelen och utrustad med travers.

Hanteringsgången vid intransport av glaskapslar är i korthet följande. Glaskapslarna anländer med truck till CLG i en transportflaska. Flaskan lyfts av inne i anläggningen och placeras på en vagn i mottagningsdelen. Locket lossas och vagnen körs in under urlastningsdelen där flaskan ansluts mot en öppning. Locket lyfts av och glaskapslarna lyfts ur flaskan och ställs upp i urlastningscellen. Flaskan transporteras därefter ut. Är innehållet i transportflaskan kontaminerat sänks glaskapslarna genom en öppning ner i recanning-cellen där de förses med ett extra ytterhölje och återförs till urlastningscellen. En traversburen strålskyddsklocka hämtar upp glaskapslarna från urlastningscellen, transporterar dem till lagret och sänker ner dem i de rostfria stålrören. Öppningarna ovanför rören sätts igen med betongpluggar tillräckligt tjocka för att medge obegränsat tillträde till hallen under lagringstiden.

Uttransport av glaskapslarna för vidare transport till SFL sker i omvänd ordning.

Luftkylningen ombesörjs av två stycken frånluftsfläktar (2x100 %) eventuellt i kombination med textila spärrfilter. Fläktarna är placerade så att undertryck i lagerdelen gentemot övriga byggnadsdelar erhålls. Vid ett kortvarigt bortfall av fläktarna klaras kylningen genom egenkonvektion.

All hantering av glaskapslarna sker fjärrstyrt eller med manipulatorer och under övervakning via TV och strålskyddsfönster.

Driftspersonalen för CLG och CLU tillsammans beräknas uppgå till 5-10 personer under in- och utlastningsskedena och 2 personer under lagringsskedet. Under det senare skedet svarar personalen för allmän bevakning samt service på fläktar m m och kontrollerar dessutom att inga radioaktiva ämnen frigörs i anläggningen. Under byggskedet är maximalt ca 130 personer sysselsatta vid anläggningen.

### 3.5 CENTRALT MELLANLAGER FÖR LÄG- OCH MEDELAKTIVT UPPARBETNINGSAVFALL, CLU

Det låg- och medelaktiva avfall som återsänds från upparbetningen utomlands skall lagras i CLU till dess att slutförvaret SFL 3 står färdigt att ta emot det, d v s under en period om ca 30 år. Avfallet kommer till CLU ingjutet i betong eller bitumen i plåtfat av varierande storlek.

CLU är uppbyggt kring ett system innebärande att faten förvaras staplade i betongceller. En klimatanläggning ombesörjer att temperaturen och luftfuktigheten i cellerna hålls inom lämpliga gränser under lagringsperioden.

CLU är en ovanjordsanläggning och utgörs av en enda byggnad med volymen 43 000 m<sup>3</sup>. Layouten framgår av Bilaga 3.5. Lagerdelen, d v s delen som utgörs av betongcellerna, ligger under markytans nivå. Byggnaden är i huvudsak uppförd i betong och kan funktionellt indelas i tre delar:

- \* In- och uttransportdel med serviceutrustning och kontrollrum.
- \* Lagerdel bestående av 153 celler vardera med måtten 2,6x2,6x8,5 m (bxdxh).
- \* Hanteringshall täckande såväl servicedel som lagerdel och utrustad med travers.

Hanteringsgången vid intransport är i korthet följande. Faten anländer med truck till CLU i en betongcontainer eller en B-behållare (flaska) monterad på ett standardiserat chassi. Transportenheten ställs av inne i anläggningen och töms på sitt innehåll. Vid tömningen ställs faten upp i ett strålskärmad tråg i omedelbar närhet av intransportöppningen och där kan de sorte-

ras och buntas. Därefter transporteras faten i en strålskyddsklocka med hjälp av traversen till cellerna och sänks ner på plats. Cellerna täcks slutligen med betonglock tillräckligt tjocka för att medge obegränsat tillträde till hallen under lagringstiden. Förloppet styrs hela tiden från ett kontrollrum som medger direkt överblick över utrymmena.

Uttransport av faten för vidare transport till SFL 3 sker i omvänd ordning.

Under lagringstiden hålls anläggningen under bevakning och en mindre personalstyrka tillser att dränagesystem, fläktar m m underhålls samt kontrollerar att inga radioaktiva ämnen frigörs i anläggningen.

CLU har antagits vara samlokaliserat med CLG. Administrativa byggnader, verkstad m m samt driftpersonal är således gemensamma och redovisas under 3.4, CLG.

### 3.6 SLUTFÖRVAR FÖR LÅNGLIVAT AVFALL, SFL

#### 3.6.1 Allmänt

Det långlivade drift- och rivningsavfallet kommer att slutförvaras i bergrumslager 300 alt 500 m under markytan. Fyra typer av lager kommer att finnas, avsedda för olika slags produkter.

- \* SFL 1-2, nivå -500 m, avsett för förglasat avfall resp använt bränsle. Lagret består av en stor mängd tunnlar, där avfallet och bränslet deponeras i hål i tunnelbotten.
- \* SFL 3, nivå -500 m, avsett för låg- och medelaktivt uppberedningsavfall. Lagret består av en betongsilo med vertikala celler i vilka avfallet sänks ner och gjuts in.
- \* SFL 4, nivå -300 m, avsett för drift- och rivningsavfall. Samma typ av lager som SFL 3.
- \* SFL 5, nivå -300 m, avsett för hårdkomponenter. Lagret består av betongtråg med vertikala celler där kassetter med hårdkomponenter ställs ner och gjuts in. Trågen ligger i rad i en långsträckt bergsal.

En sammanställning av lagrens utseende och inbördes placering framgår av Bilaga 3.6.

Samtliga lager 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.

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

Lagrens lokalisering till samma geografiska ort medför att de ovanjordsanläggningar som erfordras under intranportskedet till stor del kan göras gemensamma.

Av situationsplanen enligt Bilaga 3.7 framgår dispositionen av markområdet ovanför lagren. 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 transportererna från hamnen.

Förutom förläggingsområdet och ett par avlägsna evakuerings- och ventilationsbyggnader för bergrummen befinner sig samtliga anläggningar inom ett inhägnat och bevakat område. SFL 1-2 nås i första hand genom ett hisschakt i anslutning till BSG/BSAB. SFL 3-5 nås via en transportort till nivån -300 och därefter med hiss till -500 (det senare för SFL 3). Transportorten mynnar inom det bevakade området.

Samtliga förvar och ovanjordsanläggningar bildar en organisationsenhet och driftpersonalen kommer att bestå av ca 200 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.

### 3.6.2 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 4 500 (3 200 för BWR och 1 300 för PWR).

Byggnadslayouten framgår av Bilagorna 3.8-9. Anläggningen har volymen 185 000 m<sup>3</sup> och en total längd av 175 m. Med hänsyn



till strålskärmning och ventilationstäthet är byggnaden huvudsakligen utförd i betong. Anläggningen kan funktionellt indelas enligt följande:

- \* Intransport- och mottagningsdel, där bl a urlastning och bränsledemontering sker. Hit hör också en aktiv verkstad för reparationsarbeten på transportflaskor.
- \* Inkapslings- och uttransportdel, med hiss ner till slutförvaret.
- \* Servicedel, liggande vid sidan om inkapslingsdelen och innehållande förråd, blysmältningsutrustning m m.
- \* Hjälpsystemdel, huvudsakligen för kyl- och reningssystem och för den interna aktiva driftavfallshanteringen.
- \* El- och kontrolldel.

En sidobyggnad omfattar personal- och kontorsutrymmen samt överbyggnad och servicesystem för det centrala hisschaktet ner till slutförvaret. Se Bilaga 3.10.

Hanteringsgången vid inkapsling av använt bränsle är i korthet följande. Transportflaskan körs på järnvägsvagn in i anläggningen, lyfts upp och ställs efter några mellanoperationer ner i en av de vattenfyllda bassängerna i mottagningsdelen. Där plockas bränslepatronerna ur, transporteras till en intilliggande bassäng och demonteras. Lösgjorda hårdkomponenter, framförallt bränsleboxar, samlas ihop i kassetter för vidare uttransport till SFL 5. Bränslestavarna samlas ihop i knippen och förflyttas via en slussbassäng in i inkapslingsdelen. Bränsleknippena som nu hanteras i torrhet, sätts ner i förtillverkade kapslar av koppar med höjden 4,7 m, diametern 0,8 m och vägg tjockleken 20 cm. Med hjälp av speciella transportvagnar förflyttas därefter kopparkapslarna mellan olika bearbetningsstationer. Först går de till gjutugnar där hålrummen i kapslarna fylls med bly. Kapslarna får därefter stå och svalna i en svalcell, varefter de förs in i svetscellen där överkanten bearbetas och lock påsvetsas. Innan kapslarna därefter transporteras ut till hissen för nedtransport till SFL 1-2 passerar de en kontrollstation 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 transportflaskan 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 vägg tjockleken 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 dubblering medför.

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

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

Slutförvaret för det inkapslade förglasade avfallet och bränslet är beläget 500 m under markytan och kan nås via hisschakt från BSG/BSAB. Anläggningen består i huvudsak av ett system av parallella deponeringstunnlar, sammanlagd längd ca 35 km, med tillhörande transporttunnlar, serviceutrymmen och schakt till markytan, totalt upptagande en yta av ca 1 km<sup>2</sup>. Utbredningen bestäms framförallt av värmeutvecklingen i det deponerade bränslet. Layouten framgår av Bilagor 3.11-3.13. Avfallskapslarna deponeras i vertikala hål borrarade i deponeringstunnlarnas botten, totalt ca 5 200 hål.

Förvaret är symmetriskt uppdelat i två delar 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 3.11 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 utsprängningsskedet.

Förvaret består av en centraldel, innehållande serviceutrymmen, placerad rakt under inkapslingsstationen samt en deponeringsdel. Centraldelen står i förbindelse med markytan via tre schakt:

- \* Centralschaktet, utgörande huvudentren 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 berguppfördringsutrustning. 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 7,7 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 Bilaga 3.14. Kapseln hämtas vid hissen med hjälp av ett fordon som medger skärmd transport. Samma fordon används för att

föra ner kapseln i hålet. Slutligen 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 bort och tunneln fylls med sand/bentonit under komprimering. Tunnelmynningen pluggas igen med kompakterade bentonitblock, provisoriskt stämpade till dess 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.

#### 3.6.4 Slutförvar för låg- och medelaktivt uppberetningsavfall, SFL 3

Avfallet som skall deponeras i SFL 3 kommer från CLU där det mellanlagrats i ca 30 år. Det består av plåtfat i varierande storlekar innehållande betong- eller bitumeningjutet uppberetningsavfall. På nivån -500 m staplas faten i en betongsilo med cellindelning och kringgjuts med betong. Silon omges av sand/bentonit.

Silon med ytterdiameter 22,5 m och höjd 30 m är förlagd i ett bergrum med dimensioner som medger att ett minst 1 m tjockt lager av sand/bentonit kan packas runt den, se Bilaga 3.17. Silons ytterväggar utgörs av minst 1 m tjock betong. 20 cm tjocka mellanväggar indelar innerutrymmet i vertikala celler med sidmått 2,5x2,5 m. Cellindelningen har till uppgift att dels göra konstruktionen motståndskraftig mot yttre tryck (bentonit och vatten), dels möjliggöra att kringgjutningen av faten kan göras på ett kontrollerat sätt. Efter avslutad deponering gjuts ett betonglock på silon och utrymmet ovanför packas med sand/bentonit.

Tillträde till lagringsutrymmet sker från nivån -300 m via två schakt. Ett för persontransport, vilket även fungerar som ventilationsschakt, och ett för avfallstransport.

På nivån -300 m finns ett omfattande mottagningssystem som delvis är gemensamt för SFL 3, 4 och 5. Utrymmet nås av fordon, även avfallstransporter, via en 3 km lång tillfartstunnel. Utrymmet har även kontakt med markytan via ett schakt avsett för persontransport och ventilation. Samma schakt fortsätter ner till -500 m.

Avfallet anländer till platsen med järnväg, lastas om till truck och transporteras ner till mottagningsutrymmet på nivån -300 m. Omedelbart före lagerutrymmena grenar sig tillfartstunneln. Se Bilaga 3.15-3.16. Transporter med avfall i B-behållare (flaskor) dirigeras åt ett håll till en station där flaskan kan resas och placeras i urlastningsposition. Transporter med avfall i betongcontainer går åt ett annat håll till positioner (3 st, varav en avsedd för SFL 3) där container med tillhörande chassi kan tas av

från trucken och ställas in i ett sidoutrymme för urlastning. Betr SFL 3 förekommer båda transporttyperna i ungefär samma omfattning.

Efter det att flaskan resp containern ställts i urlastningsposition sker all hantering fjärrstyrt. Efter locköppning plockas avfallskollina upp av en speciell travers och placeras i hissen för vidaretransport ner till nivån -500. Där hämtas kollina av samma typ av travers, som kör ut på siloväggarnas överkanter och deponerar avfallet i cellerna.

När två lager fat har placerats på sin plats i silon kringgjuts de med betong. Betongen tas in i en bask samma väg som avfallet.

### 3.6.5 Slutförvar för drift- och rivningsavfall, SFL 4

Det låg- och medelaktiva drift- och rivningsavfall som produceras i Sverige från och med 2025 samt en begränsad mängd långlivat avfall från tidigare perioder kommer att slutdeponeras i SFL 4. Lagret är byggt enligt samma principer som SFL 3. Silons yttermått har ökat till diameter 23 m och höjd 52 m och siloantalet är tre. Se Bilagor 3.15-3.17. Lagret ligger på nivån -300 m och erfordrar således ingen hiss för avfallstransporten men i övrigt motsvarar transporter, deponering, gjutning m m helt vad som gäller för SFL 3. Dock är transporter med B-behållare sällan förekommande.

Ingjutet avfall kommer till övervägande del till lagret i form av betongkokiller dvs betongkuber med sidan 1,2 m. Övrigt ingjutet avfall utgörs av fat. Ca 1/3 av avfallsvolymen utgörs av rivningsavfall från framförallt CLAB och BSAB. Metoden för hantering av detta senare avfall är inte utrett ännu men som arbetshypotes har gällt att rivningsprodukterna, mest processutrustning, innesluts i plåtcontainer utan strålskärmning. Dessa container deponeras i cellerna i SFL 4.

### 3.6.6 Slutförvar för härdkomponenter, SFL 5

Härdkomponenterna utgörs av bränsleboxar (övervägande delen), styrstavar, detektorsonder och en del annat material som befunnit sig i reaktorhärden. De anländer till SFL antingen tillsammans med bränslet eller i egna transportflaskor. I det förra fallet sorteras de ut i BSAB innan de transporteras ner till SFL 5.

Härdkomponenterna deponeras utan någon kapning eller kompaktering, s k direktdeponering. För detta ändamål placeras de vid uttransporten från CLAB eller BSAB i kassetter. Kassetterna sätts i SFL 5 ner i förtillverkade betongtråg som sedan cementinjekteras.

SFL 5 ligger på nivån -300 m och transportererna ned till lagret sker på samma sätt som för SFL 3 och 4. Se Bilagor 3.15-3.17. Till skillnad från SFL 3 och 4 hanteras i SFL 5 radioaktivt

material som inte är ingjutet eller på annat sätt ytskyddat. Högre krav måste därför ställas på avtätningar, ventilation och dekontamineringsmöjligheter.

Lagret består av 14 st betongtråg 12x13 m och med höjden 6,6 m. Varje tråg är indelat i vertikala celler med dimensioner avpassade för en kassett per cell. Totalt finns 1 400 positioner. I botten på varje cell finns rör för cementinjektering. Trågen är uppställda i rad i en långsträckt bergsal. Ovanpå trågen löper en travers med en skärmad deponeringsmaskin. Under och vid sidorna av trågen är det utfyllt med minst 1 m packad sand/bentonit. I lagrets ena ände finns en mottagningsdel med flaskuppställning, verkstad och aktiva spolsystem. Mottagningsdelen kan nås via en separat tunnelsträckning.

Hanteringsgången vid deponering av hårdkomponenter är i kort-het följande. Hårdkomponenterna i kassett anländer med truck i en transportflaska. Flaskan lyfts upp, transporteras till mottagningsdelen och ställs ner i urlastningsposition och locket lossas. Flaskan placeras under deponeringsmaskinen. Denna öppnar locket på flaskan, lyfter upp kassetten och stänger åter locket. Kassetten befinner sig nu i den skärmade deponeringsmaskinen som kör ut till rätt cell, lyfter upp locket på denna, sätter ner kassetten och lägger på locket igen. Deponeringsmaskinen har ett eget filterförsedd ventilationssystem. Den får därför stå kvar över cellen och ta hand om den utströmmande luften vid cementinjekteringen som sker från en intilliggande tunnel.

Deponeringen exkl injekteringen sker huvudsakligen fjärrstyrt med kontroll via TV och strålskyddsfönster.

Efter det att samtliga hårdkomponenter deponerats försluts lagret med packad sand/bentonit.

### 3.7 SLUTFÖRVAR FÖR DRIFT- OCH RIVNINGSAVFALL FRÅN REAKTORDRIFT, SFR

SFR består av två delar SFR 1 för driftavfall och SFR 3 för rivningsavfall. SFR 2, som inte ingår i denna kostnadsakalkyl, betecknar ett alternativt slutförvar för hårdkomponenter, som eventuellt kan komma att helt eller delvis ersätta SFR 5. SFR avses bli uppförd i etapper med möjlighet att ta emot avfall fr o m år 1988. När SFR 4 står klar att ta emot avfall år 2025 förutsätts SFR bli stängt. Orsaken är främst att detta ger rationellare transporter och att koncentrationen av hanteringen till två orter, CLAB och SFR, ger lägre driftkostnader.

SFR 1 blir den slutliga förvaringsplatsen för allt driftavfall, d v s ej hårdkomponenter och högaktivt avfall, som bildas under driften av de 12 svenska kärnkraftblocken. I SFR 1 skall även driftavfall från CLAB före år 2025 förvaras. Det föreslås dessutom att det industri- och sjukhusavfall som inte är att betrakta som långlivat slutförvaras i SFR 1. Det långlivade

avfallet avses bli slutlagrat i SFL 4 efter år 2024. Till SFR 3 kommer rivningsavfall från kärnkraftblocken och Studsvik att föras.

Det avfall som skall deponeras i SFR kommer att ha stora variationer såväl beträffande form som aktivitietsinnehåll.

Huvuddelen av driftavfallet (SFR 1) kommer att deponeras i silor i berg, se Bilagor 3.18-3.19. Silorna består av betongcylindrar ca 50 m höga och 25 m i diameter omslutna av en sand/bentonitblandning. För denna förvarstyp är diffusion den process med vilket det huvudsakliga aktivitetsläckaget sker. Varje cylinder, som rymmer ca 15 000 m<sup>3</sup> solidifierat avfall, är indelad i fack som är 2,55 m i fyrkant. I dessa fack deponeras avfallet och kringgjuts med cementbruk. All deponering i silon sker helt fjärrstyrt. En aktivitetsmässigt liten del (<10 %) av driftavfallet deponeras på ett enklare sätt i tunnlar och bergsalar.

Rivningsavfallet (SFR 3) har i denna utredning förutsatts deponerat i silo, vilket ger de högsta kostnaderna. Detta avfall innehåller emellertid mycket mindre aktivitet än driftavfallet, varför ytterligare studier kan leda till kostnadsreduktioner.

I SFR skall totalt deponeras ca 180 000 avfallsenheter motsvarande volymen ca 245 000 m<sup>3</sup> varav i SFR 1 104 000 m<sup>3</sup> och SFR 3 141 000 m<sup>3</sup>. 10 st silor behöver byggas och totalt skall ca 800 000 m<sup>3</sup> berg sprängas ut.

Intransport av avfallet sker via en transporttunnel, och tömning av transportbehållarna görs i en avskärmd lossningsstation.

Sedan allt avfall deponerats kompletteras de konstgjorda barriärerna och tunnlar och schakt blockeras så att tillträde till förvaringsutrymmena förhindras.

Under fyllnadsskedet skall anläggningen ventileras och inläckande vatten pumpas ut. I övrigt inrymmer anläggningen utrustning för hantering och övervakning av avfallsgodset samt arangemang för betonggjutning. Anläggningen betjänas av 25 personer under dagtid. Under byggnadsskedet kommer högst ca 200 personer att vara sysselsatta vid anläggningen.

## 4. KOSTNADER

### 4.1 ALLMÄNT OM KOSTNADSSAMMANSTÄLLNINGSSYSTEMET

I detta kapitel redovisas de kalkylerade kostnaderna för uppförande, drift samt rivning och förslutning av de anläggningar som beskrivits i kapitel 3. Dessutom har kostnader uppskattats för forskning och utveckling, transporter, avställningsdrift samt för rivning av kärnkraftverken.

För att kunna överblicka dessa kostnader används ett speciellt framtaget datoriserat kostnadssammanställningssystem, KOKA (kostnader enligt OKA-utredningen).

Tidigare nedlagda kostnader, TNK, för pågående projekt sammanlagras med de kalkylerade framtida kostnaderna, FK, så att en totalsumma erhålls för alla ingående objekt.

Varje kalkylerad framtida kostnadspost har kodifierats med en sexsiffrig kod. Koden, t ex 543210, byggs upp enligt:

Nivå	0	Resursslag
	1	Aktivitet
	2	Produkt
	3	Kostnadsslag
	4	Objekt
	5	Ort

Uppdelningen av de olika nivåerna framgår av Tabell 4.1. Datorn sorterar och summerar på närmast högre nivå.

Alla framtida kostnader har kalkylerats på resursnivå, i huvudsak på resurserna material- och arbetskostnad. Anledningen till detta är att, även om resurserna förändras enligt olika index, en enkel automatisk uppdatering med index kan göras varje år.

Kostnaderna är även fördelade i tiden.

Då vissa kostnader uppstår långt in i framtiden och delvis är ganska osäkra har KOKA-modellen konstruerats för att behandla kostnadsposter som är variabla inom vissa sannolikhetsintervall. Resultatet av en sådan simulering ger underlag för bedömning av ett rimligt riskpålägg. Detta riskpålägg ingår ej i kostnaderna som redovisas i detta kapitel.

Tabell 4.1 Kodsysteem för kostnadssammanställning

NIVÅ 5 ORT		NIVÅ 4 OBJEKT		NIVÅ 3 KOSTN SLAG	
1	Allmänt ej platsbundet	11	Ospec	1	Ospec
		12	FoU	2	SKBF
		14	Transporter	3	Investering
		16	Drift KKV <sup>4)</sup>	4	Drift
				5	Reinvestering
				6	Förslutning
				7	Rivning
				8	Drift KKV <sup>4)</sup>
2	Barsebäck	21	GA <sup>3)</sup>		
		22	B1		
		23	B2		
3	Ringhals	31	GA	NIVÅ 2 PRODUKT	
		32	R1	1	Ospec
		33	R2	2	SKBF
		34	R3	3	Process
		35	R4	4	Byggnad
4	Forsmark	41	GA	NIVÅ 1 AKTIVITET	
		42	F1	1	Ospec
		43	F2	2	SKBF
		44	F3	3	Projektering
5	Oskarshamn	51	GA	4	Utförande
		52	O1		
		53	O2		
		54	O3		
6	Simpevarp	61	GA	NIVÅ 0 RESURS	
		62	CLAB	1	Ospec <sup>1)</sup>
7	Ort x	71	GA	2	Löner <sup>1)</sup>
		72	CLG	3	Material <sup>2)</sup>
		73	CLU	4	Koppar <sup>2)</sup>
8	Ort y	81	GA SFL		
		82	BSG/BSAB		
		83	SFL 1-2		
		84	SFL 3		
		85	SFL 4		
		86	SFL 5		
9	Ort z	91	GA		
		92	SFR 1		
		93	SFR 3		

- 1) Löner för arbete utfört på resp ort
- 2) Färdig kapsel fritt SFL
- 3) GA = Gemensamma anläggningar
- 4) Drift av kärnkraftverken efter avställning



För tidigare nedlagda kostnader används endast de tre första siffrorna i koden. Kostnaderna summeras efter hand och uppräknas till aktuell prisnivå genom kända viktade index.

Kostnaderna i KOKA är objektsknutna. Objekten omfattar hantering av såväl använt bränsle som låg- och medelaktivt (LM) avfall. Objektskostnaderna måste därför fördelas för att särskilja de kostnader för vilka fonder skall byggas upp från övriga kostnader för vilka fonder ej är nödvändiga. Dessutom skall alla kostnader fördelas på de olika kärnkraftsblocken samt Studsvik, i förhållande till nyttan av varje objekt.

## 4.2 KALKYLER OCH KALKYLPÅLÄGG

### 4.2.1 Beskrivning av pålägg

För att få en uppfattning om säkerheten i kalkylkostnaden samt storleken av ramkostnaden, sammanställs objektkostnaden av en baskostnad (steg 1-3), ett osäkerhetspålägg (steg 4) och ett oförutsett pålägg (steg 5).

Dessa steg beskrivs nedan. Dessutom fås underlag för ett riskpålägg genom en simuleringsanalys av den totala kostnaden.

Vid simuleringen ersätts den kalkylerade kostnaden av ett, delvis subjektivt, valt triangelfördelat kostnadsintervall. Ur den beräknade fördelningsfunktionen för totalkostnaden väljs sedan ett visst riskpålägg. Om exempelvis detta riskpålägg motsvarar en standardavvikelse följer att sannolikheten för att totalkostnaden ej skall överskridas blir 84 %. Som påtalats tidigare ingår inget riskpålägg i kostnaderna som redovisas i detta kapitel.

#### Byggkostnaden byggs upp på följande sätt:

1. Mängdkostnader enligt underlag och beskrivna förutsättningar. Enhetstider och materialpriser är till största del tagna från CLAB och O3. Där detta inte varit möjligt, har erfarenhetsvärden från jämförbara anläggningar använts.
2. På mängdkostnaderna läggs gemensamma kostnader (GK) med 48-61 %. GK är också värden från CLAB och O3 och består av följande delar.

	%
a. kontor och bodar	5-6
b. provisoriska anläggningar	7-9
c. tjänster åt sidoentreprenörer	6-10
d. maskiner	7-9
e. platsadministration	9-10
f. bostäder, fritidsanläggningar	4-6
g. centralkontor	7-9
h. övriga omkostnader	7-9

För anläggningarna CLG och CLU ingår a-e och h. Totalt 48 %.

För anläggningar ovan jord tillhörande SFL (gemensamma anläggningar och BSG/BSAB) ingår a-h. Totalt 61 %.

För underjordsanläggningar (SFL 1-5) ingår a, b, d, e, f, g, h och del av c. Totalt 58 %.

För bergarbeten har en särskild utredning gjorts.

3. På summan av 1 och 2 läggs 10 % entreprenörarvode. Summa 1, 2 och 3 benämns baskostnad.
4. På summan av 1, 2 och 3 läggs en osäkerhetsfaktor (10-40 %) som beror på kalkylunderlagets detaljeringsgrad.
5. På summan av 1, 2, 3 och 4 läggs en post för oförutsett på 10 % eller 25 %. Detta ger den totala byggkostnaden för objektet och redovisas i kostnadssammanställningen (KOKA).

#### Processkostnaden byggs upp enligt:

1. Material och montage har kostnadsberäknats enligt utrustningslistor. Kostnaderna baseras på priser för jämförbara komponenter i F3, O3 och CLAB, på direkta kontakter med vissa leverantörer och i övrigt på en bedömning grundad på offererade priser på liknande anläggningars komponenter.
2. Ett pålägg, 15 %, görs för upphandling, kontroll och uppföljning.
3. På summan 1 och 2 görs ytterligare ett pålägg, 15 %, för arbeten vid anläggningsplatsen, administration, montage, kontroll, dokumentation, risk och vinst.  
  
Summan 1, 2 och 3 benämns baskostnad.
4. På summan 1, 2 och 3 läggs en osäkerhetsfaktor på 20 %, bl a för ospecificerad utrustning.
5. På summan 1, 2, 3 och 4 läggs en post för oförutsett på 10 %. Detta ger den totala processkostnaden för objekt.

För beräkning av projekteringskostnaden för processen har den erforderliga ingenjörsinsatsen bedömts för varje anläggning. Insatsen omfattar konstruktionsarbete och projektbyråns arbete.

#### 4.2.2 Pålägg per objekt

Pålägg för osäkerhet i underlag och oförutsett visas i Tabell 4.2 som procent av baskostnaderna (bygge och process).

Tabell 4.2 Pålägg för osäkerhet i underlag och oförutsett

Objekt	Pålägg %	
14	Transport	10
16	KKV driftkostn efter avställning	25
22-53	KKV rivning	25
62	CLAB	9
72	CLG	32
73	CLU	32
81	SFL, gemensamma anläggningar	36
82	BSG/BSAB	29
83	SFL 1-2	40
84	SFL 3	37
85	SFL 4	38
86	SFL 5	40
92	SFR 1	30
93	SFR 3	27
Vägt medelvärde		25,2 %

#### 4.2.3 Schablonkalkyler

En del kostnader har kalkylerats såsom ett procentpåslag på investeringskostnader.

Detta gäller	byggherrekostnader (SKBF)	5-7 %
	byggprojektering	4-9 %
	reinvestering	3-25 %
sa	mt delar av rivningskostnader	5-12 %

#### 4.3 UPPARBETNINGSKOSTNADER

För beräkning av upparbetningskostnaderna har ansatts pris i intervallet SEK 2 750-3 500 per kg.

Sammanlagt 867 ton förutsätts upparbetas, varav 727 ton av Cogema och 140 ton av BNFL.

Kreditering för återvunnet uran har ansatts till SEK 400 per kg medan något plutoniumvärde t v ej krediteras alls.

Tabell 4.3 Volymkostnader för bergarbeten  
(Prisnivå januari 1981)

Aktivitet	Baskostnad KSEK/m <sup>3</sup>	Totalkostnad KSEK/m <sup>3</sup>
Sänkschakt, SFL 1-2, diam 5,5 m	3,9	5,4
Stigort och utstrossning, SFL 1-2, diam 4,5 m	1,3	1,7
Stigort och utstrossning, SFL 1-2, diam 7,5 m	0,9	1,2
Tunnlar, SFL 1-2, area 35 m <sup>2</sup>	0,6	0,8
Tunnlar, SFL 1-2, area 13 m <sup>2</sup>	0,7	1,0
Deponeringshål, SFL 1-2, diam 1,5 m	2,1	2,9
Förvaringsrum, SFL 5, inkl biutrymmen	0,4	0,6
Nedfartstunnel, SFL 3-5	0,3	0,5
Silor, SFR 1, diam 31 m	0,4	0,5

#### 4.4 BESKRIVNING AV VISSA KOSTNADSPOSTER

##### 4.4.1 Byggnadsarbeten

###### Bergentreprenader

Den totala bergvolymen som skall tas loss i SFL 1-5 är drygt 1 000 000 m<sup>3</sup> (teoretisk fasta m<sup>3</sup>). I SFR 1 och 3 är bergvolymen ca 770 000 m<sup>3</sup>.

Den totala kostnaden för losstagning och förstärkning av dessa volymer är MSEK 1 200 på baskostnadsnivå. Detta ger en kubikmeterkostnad av KSEK 0,63. Osäkerhet och oförutsett är i genomsnitt 33 % för dessa arbeten, vilket betyder att kubikmeterkostnaden är KSEK 0,85, på totalkostnadsnivå. Volympri- ser för bergarbeten visas i Tabell 4.3. Det bör noteras att kostnads kalkyler för bergarbetena inte är framtagna med ut- gångspunkt från dessa priser, utan en mer detaljerad analys har gjorts. Osäkerhet och oförutsett varierar från 21 % till 38 %.

I CLAB skall totalt ca 300 000 m<sup>3</sup> sprängas ut för båda etapper- na tillsammans.

###### Byggnadsentreprenader

Den totala kostnader för byggnadsentreprenader exkl bergarbe- ten i samband med omhändertagande av kärnkraftens restpro- dukter är MSEK 2 700 på baskostnadsnivå. Osäkerhet och oför- utsett är 38 % i genomsnitt och varierar från 10 % till 48 %. I Tabell 4.4 redovisas kubikmeterkostnaden för de större byggnad-erna ovan jord.

Tabell 4.4 Volymkostnader för byggnadsarbeten  
(Prisnivå januari 1981)

Byggnad	Baskostnad KSEK/m <sup>3</sup>	Totalkostnad KSEK/m <sup>3</sup>
CLAB (etapp I)	1,6	1,7
CLAB (etapp I inkl förvaringsutrymme)	1,7	1,8
CLG	1,2	1,8
CLU	1,3	1,8
BSG/BSAB	1,6	2,2

Förutom angivna byggnader finns stora byggnadsentreprenader för gemensamma anläggningar vid SFL och för SFL 1-5 och SFR.

#### Förslutningsarbeten

Med förslutningsarbeten menas de material, maskiner och personalinsatser som fordras i samband med hantering av bentonit-sandblandningar i slutförvaren (SFL 1-5 och SFR). Det till kostnaden största delmaterialet är bentonit som har en koncentration i förslutningsmaterialet på 10-30 % beroende på var någonstans förslutningen sker. Övriga delmaterial är sand, grus, vatten mm, jfr KBS 1 och 2 samt Teknisk Rapport 37. Kostnaden för förslutningsmaterialet (bentonit/sandblandning) på baskostnadsnivå varierar från KSEK 0,7 till KSEK 1,2 per m<sup>3</sup> försluten volym, beroende på var förslutningen sker.

Förslutningsarbetena varierar i kostnad från KSEK 1,0 till KSEK 1,8 per m<sup>3</sup> på baskostnadsnivå, osäkerhet och oförutsett är från 38 % till 45 %.

På totalkostnadsnivå kostar förslutningen KSEK 1,4 till KSEK 2,6 per m<sup>3</sup> försluten volym.

#### 4.4.2 Rivning av kärnkraftverk

Beräkning av kostnader för rivning av kärnkraftverken baseras på en utredning gjord 1978, som redovisas i KBS Teknisk Rapport 79-21 och 79-22. I den första rapporten har kärnkraftblocken Oskarshamn 2 och Barsebäck 1 studerats. I den senare rapporten är även inkluderat kostnader för rivning av övriga svenska block.

Dessa kostnader har då i huvudsak proportionerats från de resultat, som erhållits i den första studien.

I nämna studier har förutsatts, att rivning utförs direkt efter driftstopp och så totalt att platsen efter utförd rivning kan friklassas. Man har helt förutsatt känd teknik och ingen hänsyn har tagits till kostnadsreduktion på grund av flera anläggningar på samma plats eller från vunen erfarenhet.

I föreliggande utredning har kostnaderna ur ovan nämnda rapporter reducerats med hänsyn till att drift under avställning här är redovisad särskilt. Efter indexuppräkning till prisnivån januari 1981 har följande rivningskostnader per block erhållits.

		<u>MSEK</u>
Barsebäck	1	457
	2	457
Ringhals	1	563
	2	423
	3	432
	4	432
Forsmark	1	683
	2	683
	3	803
Oskarshamn	1	364
	2	461
	3	803

#### 4.4.3 Process- och driftkostnader

Kostnaderna för processarbeten består av två huvuddelar, investering och drift. Dessutom redovisas en rivningskostnad som beräknats till 5 % av investeringskostnaden.

Den beräknade investeringskostnaden för processutrustningen i några anläggningar redovisas nedan.

Anläggning	Investering MSEK
CLG/CLU	125
GA SFL	225
BSG/BSAB	460
SFL 3	11
SFL 4	27
SFL 5	24

I siffrorna ingår projektering, initialinvestering och reinvesteringar. Projekteringskostnaden har framtagits efter en bedömning av erforderlig ingenjörsinsats för varje anläggning. Den har förutsatts bli utförd som separat beställning, varför en kostnad på KSEK 38/manmånad antagits. Investeringar och reinvesteringar har beräknats enligt särskilda utrustningslistor. Pålägg på investeringar anges i avsnitt 4.2.1. På reinvesteringar har ett

30 % pålägg använts för att täcka kvalitetskontroll, transporter m m. Kostnader för upphandling o d anses täckas av driftkostnaderna.

I driftkostnaderna ingår personalkostnader, reservdelar och förbrukningsmateriel samt elförbrukning.

Personalkostnaderna har beräknats utgående från en personalstyrka, som för varje anläggningsdel bedömts efter en analys av de detaljarbeten som skall utföras. Kostnaden för en årsarbetare har satts till KSEK 200, vilket har antagits inkludera icke specificerad förbrukningsmateriel.

Reservdelarna har antagits kosta 1,5 % av initialinvesteringens hårdvarudel varje år. Siffran har framkommit efter några kontakter med likartade produktionsenheter, t ex ASEA-ATOMS bränslefabrik.

Väsentlig förbrukningsmateriel har specificerats. Här ingår t ex bränsle för förslitningsdelar för motorfordon, och materiel som förbrukas i processen. En särskild utredning har gjorts för kopparkapselns kostnad. Tre poster av speciellt intresse skall nämnas

	KSEK
Bentonitblock för deponeringshålen (KSEK 1/ton), per hål	24
Titankapsel med bly	42
Kopparkapsel med bly (råkoppar SEK 10/kg)	321

Anläggningarnas elförbrukning har beräknats enligt en lista över installerad effekt. De största posterna utgörs av ugnarna i ingjutningsprocessen och uppvärmning av samtliga byggnader. Energipriset har satts till 15 öre/kWh, vilket ger årskostnaden MSEK 4 under perioden 2020-2050.

#### 4.5 REDOVISNING AV TOTALA KOSTNADER

Kostnaderna för de anläggningar och system som fordras för omhändertagandet av kärnkraftens restprodukter har beräknats i enlighet med vad som anges i avsnitt 4.2. Där förutsättningarna varit osäkra har bedömningar gjorts, som rimligen bör ligga i överkant. Kostnaderna har beräknats i prisnivån januari 1981.

Det skall observeras att i de redovisade kostnaderna ingår delar som skall belasta intressenter utanför kärnkraftindustrin. Vidare skall det noteras att kostnader för kärnkraftverkens driftavfall ingår i totalsumman. Sammantaget utgör dessa poster, som ej omfattas av finansieringslagen, ca 5 % av totalsumman.

I de följande avsnitten redovisas, om inte annat anges, totalkostnaderna enligt system KOKA, d v s kostnader i prisnivå januari 1981, framtida och tidigare nedlagda kostnader, realränta 0 % samt kostnader för avfall, som inte kommer från kärnkraftproduktionen.

Tabell 4.5 Sammanställning av kostnader (MSEK)  
(Prisnivå januari 1981)

Objekt	Kostnadsslag							Totalt
	Invest Re- invest	Drift	Rivn Försegl	Rivn KKV	Avst drift KKV	Upparb	Övrigt	
Trpt	850	1050	-	-	-	-	110	2010
CLAB	1620	2240	150	-	-	-	200	4210
CLG	230	80	10	-	-	-	10	330
CLU	90	50	5	-	-	-	5	150
SFR 1	580	200	210	-	-	-	30	1020
SFR 3	620	290	180	-	-	-	30	1120
GA/SFL	1750	940	70	-	-	-	110	2870
BSG/ BSAB	1070	1970	60	-	-	-	70	3170
SFL 1-2	370	790	930	-	-	-	30	2120
SFL 3	160	30	20	-	-	-	10	220
SFL 4	340	100	60	-	-	-	20	520
SFL 5	250	50	220	-	-	-	20	540
Rivn KKV	-	-	-	6560	-	-	-	6560
Avst KKV	-	-	-	-	960	-	-	960
FoU	-	-	-	-	-	-	2240	2240
Upparb	-	-	-	-	-	2515	-	2515
<b>Totalt</b>	<b>7930</b>	<b>7790</b>	<b>1915</b>	<b>6560</b>	<b>960</b>	<b>2515</b>	<b>2885</b>	<b>30555</b>

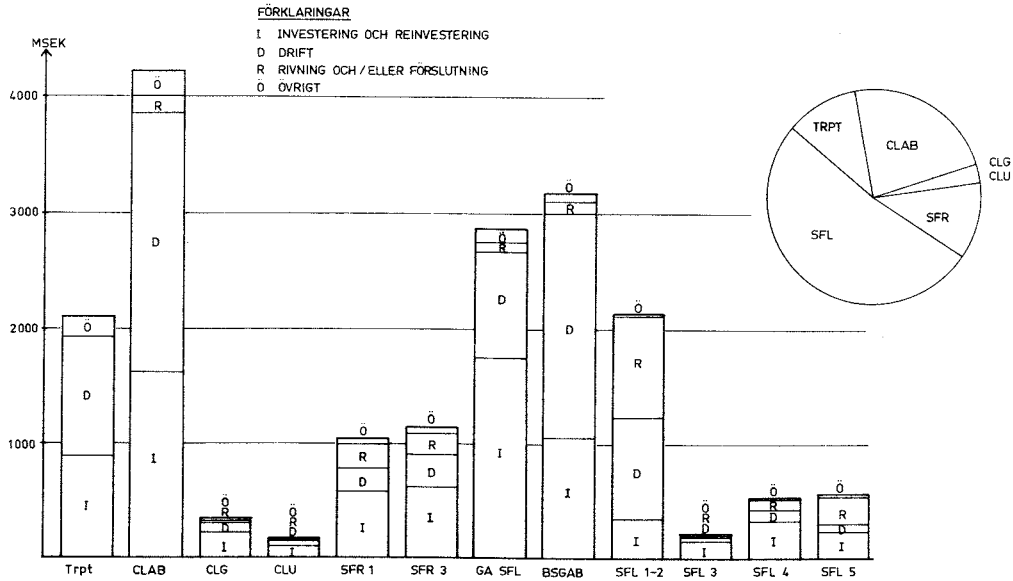
#### Totala kostnader

Som framgår av Tabell 4.5 beräknas den totala kostnaden för det beskrivna systemet inkl rivning av kärnkraftverken till MSEK 30 555. Efter avdrag av de poster som ej omfattas av finansieringslagen erhålls MSEK 29 000.

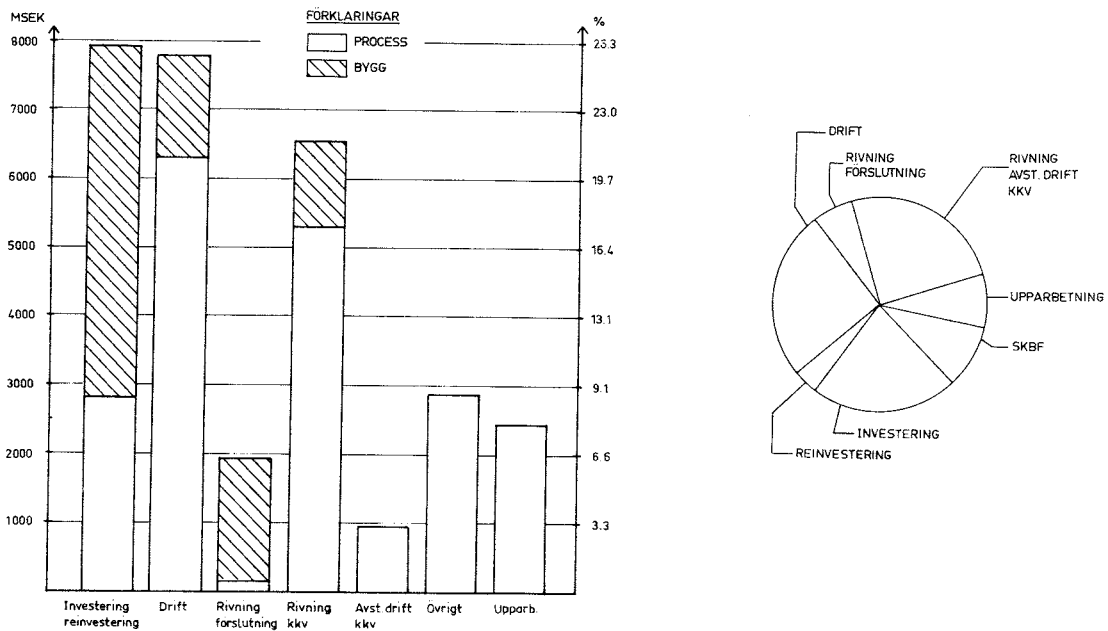
Med hänsyn till att en betydande del av verksamheten ligger långt fram i tiden kan det inte uteslutas att kostnaderna kommer att påverkas av omständigheter som idag är helt okända (jfr 4.1 och 4.2.1). Detta motiverar ett särskilt riskpålägg av storleksordningen MSEK 3 000 (prisnivå januari 1981). Riskpålägget bör reduceras allt eftersom säkrare bedömningsgrunder erhålls.

Den totala kostnad, som skall täckas av fondmedel, har sålunda beräknats till MSEK 32 000 i prisnivå januari 1981. Beloppets nuvärde kan beräknas genom indexuppräknings och diskontering. För perioden januari 1981 till januari 1982 har ett vägt indextal för de beskrivna anläggningar beräknats till 1,11.





Figur 4.1 Kostnader per anläggning (Prisnivå januar 1981)



Figur 4.2 Kostnader per kostnadsslag (Prisnivå januar 1981)

Tabell 4.6 Kostnader fördelade i tiden (MSEK)  
(Prisnivå januari 1981)

Decen- nium	Kostnadsslag							Totalt
	Invest Re- invest	Drift	Rivn Försegl	Rivn KKV	Avst drift KKV	Upparb	Övrigt	
1970	50	-	-	-	-	145	-	195
1980	2020	330	-	-	-	2220	735	5305
1990	780	630	-	-	90	150	680	2330
2000	600	720	30	1060	660	-	1130	4200
2010	3060	800	75	4880	210	-	220	9245
2020	1020	1400	470	620	-	-	70	3580
2030	320	1820	210	-	-	-	15	2365
2040	80	1730	210	-	-	-	15	2035
2050	-	340	730	-	-	-	20	1090
2060	-	20	190	-	-	-	-	210
<b>Totalt</b>	<b>7930</b>	<b>7790</b>	<b>1915</b>	<b>6560</b>	<b>960</b>	<b>2515</b>	<b>2885</b>	<b>30555</b>

#### Kostnader per anläggning

Kostnader för de olika anläggningarna redovisas i Tabell 4.5 och Figur 4.1. Hur dessa kostnader fördelas i tiden framgår vid en jämförelse med tidplanen, Bilaga 1.2. Det skall observeras att i kostnaden för SFL 5 ingår hela nedfartstunneln från marknivå till -300 m. Tunneln utnyttjas dock gemensamt av SFL 3-5. I kostnaden för SFR 1 ingår nedfartstunneln från marknivå till -120 m, vilken utnyttjas gemensamt av SFR 1 och SFR 3.

#### Kostnader per kostnadsslag

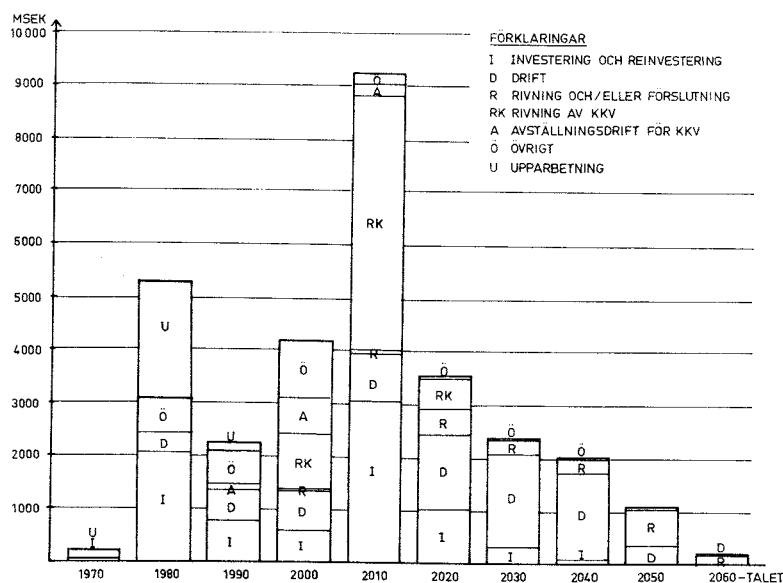
Kostnader för de olika kostnadsslagen framgår av Tabell 4.5 (totalt) och Figur 4.2. Kostnadsslaget "Övrigt" är till största delen FoU, antingen centralt genom SKBF eller objektsanknutet. För investering/reinvestering, drift, förslutning/rivning och rivning av KKV redovisas även uppdelningen av kostnaderna på process- och byggdelar. Aktiva system räknas till process och övrigt är byggnad.

#### Kostnader fördelade i tiden

Kostnadernas fördelning per decenium redovisas i Tabell 4.6 och Figur 4.3. Enligt de nuvarande tidplanerna är verksamheten i samband med omhändertagande av kärnkraftens restprodukter, avslutad några år in på 2060-talet.

#### Akkumulerade totalkostnader

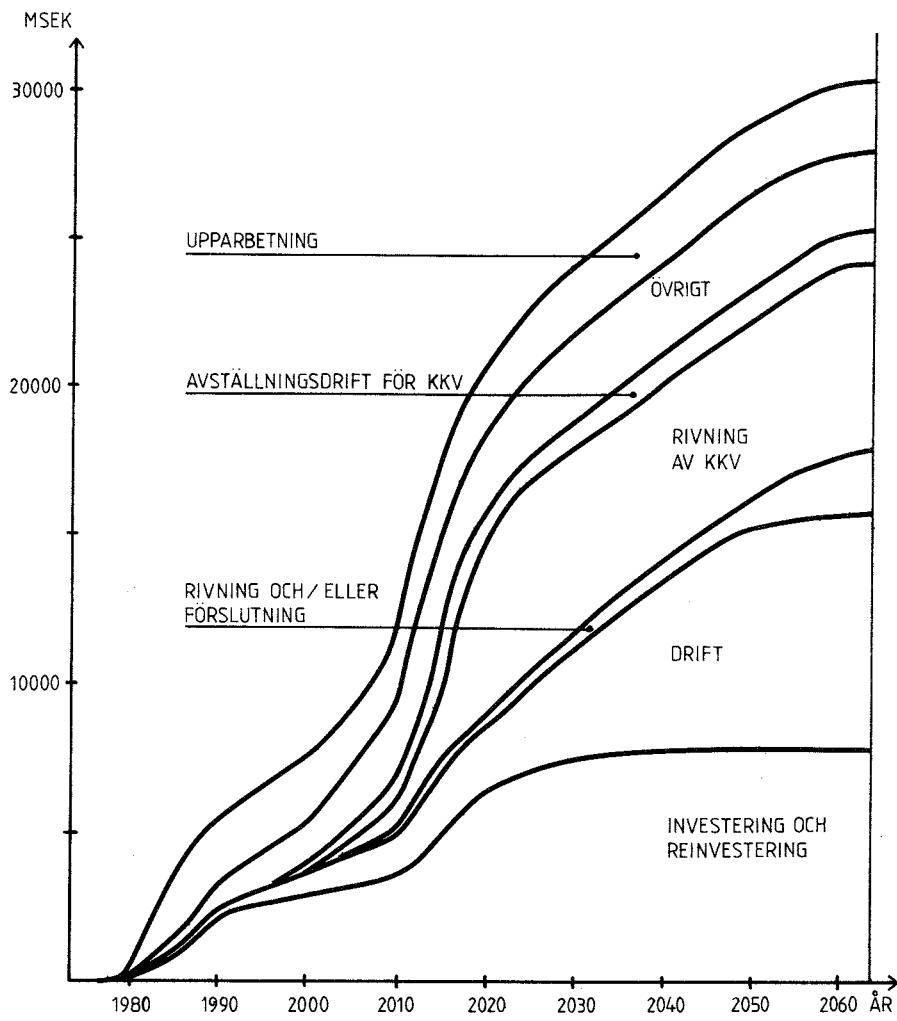
Akkumulerade kostnader visas i Tabell 4.7 och Figur 4.4



Figur 4.3 Kostnader fördelade i tiden  
(Prisnivå januari 1981)

Tabell 4.7 Ackumulerade kostnader (MSEK)  
(Prisnivå januari 1981)

Kostnader nedlagda före år									
1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
195	5500	7830	12030	21275	24855	27220	29255	30345	30555



Figur 4.4 Ackumulerade kostnader (Prisnivå januari 1981)

## 5. ANLÄGGNINGARNAS KOSTNAD PER AVFALLSMÄNGD

I Tabell 5.1 redovisas totalkostnaden (exkl upparbetningskostnaden) per hanterad enhet för de anläggningar och system som är beskrivna i kap. 3.

I totalkostnaden ingår kostnader för investering, drift, reinvestering, rivning och förslutning samt SKBF-kostnader för resp anläggning (jfr kap. 4).

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 BSG/BSAB och SFL 1-5.
2. Kostnader för nedfartstunnel och gemensamma delar på nivå -300 m för SFL 3-5 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 5.1 Anläggningskostnad per avfallsmängd  
(Prisnivå januari 1981)

OBJEKT	KOSTNAD MSEK	MÄNGD	ENHET	KSEK/ ENHET	ANMÄRKNING
14. TRANSPORTER	2 010	16 444	Trpt enhet	120	Fartygstransporterat bränsle och avfall. Trpt. enhet är flaska eller betongcontainer
14.1 Transport till och från upparb. i La Hague	420	727	ton bränsle	580	Inkl driftavfall från La Hague
14.2 Direktdeponerat bränsle	1 070	5 880	ton bränsle	180	Inkl härdkomponenter
14.3 Driftavfall från KKV	150	49 000	m <sup>3</sup> LM-avfall	3,0	Med fartygstransport från KKV till SFR 1, av totalt 75 900 m <sup>3</sup>
14.4 Rivningsavfall från KKV	220	92 000	m <sup>3</sup> rivningsavfall	2,4	Med fartygstransport från KKV till SFR 3, av totalt 135 000 m <sup>3</sup>
14.5 Driftavfall från övriga	110	38 000	m <sup>3</sup> LM-avfall	2,9	Från CLAB och CLG till SFR 1 och SFL 4, inkl rivningsavfall
14.6 Studsviksavfall	40	22 800	m <sup>3</sup>	1,9	Varierande avfall
<u>MELLANLAGER</u>					
62 CLAB totalt	4 210	5 880	ton bränsle	720	Inkl härdkomponenter
62.1 CLAB-bränsledel	3 620	5 880	ton bränsle	620	Enbart bränsle och boxar 2 202 st positioner i CLAB
62.2 CLAB-härdkomp.del	570	350	kassett (position)	1 630	Enbart härdkomponenter
62.3 CLAB-Studsviks bränsle	20	25	ton bränsle	660	10 st positioner i CLAB
72 CLG	330	727	ton bränsle	450	Förglasat avfall från upparbetning
73 CLU	150	3 880	m <sup>3</sup> uppberetningsavfall	39	Upparbetat avfall exkl glas
CLU + CLU	480	727	ton bränsle	660	
<u>SLUTLAGER</u>					
82 BSG/BSAB	3 930	6 607 alt 5 200	ton bränsle kapsel	590 760	Inkl del av GA-SFL Som ovan
82.1 BSG	310	727 alt 730	ton bränsle bly-titankapsel	430 430	Som ovan, enbart förglasat bränsle. Som ovan, enbart förglasat bränsle
82.2 BSAB	3 620	5 880 alt 4 470	ton bränsle kopparkapsel*)	620 810	Som ovan, enbart direktdep. bränsle Som ovan, enbart direktdep. bränsle
83 SFL 1 och 2	2 630	6 607 alt 5 200	ton bränsle kapsel	400 510	Inkl del av GA-SFL Som ovan
83.1 SFL 1	360	727	ton bränsle	500	Som ovan, enbart förglasat bränsle 730 kapslar
83.2 SFL 2	2 270	5 880	ton bränsle	390	Som ovan, enbart direktdep. bränsle, 4500 kapslar
84 SFL 3	770	3 880 alt 727	m <sup>3</sup> uppberetningsavfall ton bränsle	200 1 060	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5 Som ovan. Bränsle slutförv. inte i SFL 3
85 SFL 4	1 520	27 300 alt 1 500	m <sup>3</sup> div LM-avfall trpt. enhet	56 1 010	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5 Som ovan. Trpt. enhet är B-flaska eller betongcontainer.
86 SFL 5	590	4 600 alt 1 300	m <sup>3</sup> härdkomponenter i kassett kassett	130 540	Inkl del av GA-SFL och omförd. SFL 3-5 Som ovan
92 SFR 1	920	104 000 alt 5 510	m <sup>3</sup> LM-avfall betongcontainer	8,8 170	Inkl omfördelning SFR 1 och 3 Som ovan
93 SFR 3	1 200	141 000 alt 7 020	m <sup>3</sup> rivningsavfall betongcontainer	8,5 170	Inkl omfördelning SFR 1 och 3 Som ovan
Samtliga anläggningar exkl LM-avfall, Studsvik-avfall, rivningsavfall och upparbetning	2 800**)	727	ton bränsle till upparbetning	3 850	Inkl härdkomponenter och FOU. Exkl 140 ton bränsle till upparb. i Windscale
	15 000**)	5 880	ton direktdep bränsle	2 550	Inkl härdkomponenter och FoU

\*) Tom kopparkapsel, fritt SFL kostar KSEK 310

\*\*\*) Fördelade delkostnader

## 6. KÄNSLIGHETSANALYS

### 6.1 INLEDNING

I detta kapitel behandlas hur kostnaderna påverkas vid olika typer av förändringar i förhållande till de förutsättningar och kostnader som är redovisade i kap 2 respektive kapitel 4.

Totalkostnaden definieras i detta kapitel som den totala kostnaden enligt avsnitt 4.5, d v s MSEK 30 555.

Det måste påpekas att de kostnadsförändringar som redovisas här endast visar storleksordningar och tendenser. Kostnadsförändringarna i de olika delavsnitten (6.2-6.6) går inte utan närmare analys att överlagra.

### 6.2 FÖRÄNDRAD DRIFTPERIOD FÖR KÄRNKRAFTVERKEN

#### 6.2.1 Allmänt

I detta avsnitt studeras de marginalkostnader som uppstår om driftperioden ökar med 5 år för alla kärnkraftverk. Motsvarande minskning av kostnaderna erhålls vid 5 års avkortning av driftperioden.

#### 6.2.2 Förutsättningar

1. 5 års ökad driftperiod ger 17,6 % mer använt bränsle från kärnkraftverken.
2. Energiproduktionen ökar med 20 %. (Om verkningsgrad och utnyttjningsfaktor för kärnkraftverken är samma som tidigare förutsatts, jfr Bilaga 2.1.)
3. Mängden upparbetat bränsle är oförändrad.
4. Driftstarten för SFL-anläggningarna är oförändrad.
5. Övriga konsekvenser för mängden restprodukter redovisas för varje anläggning i Tabell 6.1.

Tabell 6.1 Marginalkostnader vid 5 års ökad driftperiod för kärnkraftverken (Prisnivå januari 1981)

Anläggning (Objekt)	Marginalkostnad MSEK	Ändring i % av objektskostnaden	Beror på:
FoU	-	-	Ingen förändring
Transporter	160	8	17,6 mer använt bränsle och 20 % mer driftavfall från KKV. Mer driftavfall från mellanlager CLAB
Avst drift Rivning KKV	-	-	Ingen förändring
CLAB	130	3	Fler positioner i lagerutrymmet och motsvarande större hanteringsmängd
CLG o CLU	-	-	Ingen förändring
GA SFL	20	1	Mer järnvägstransporter för avfall till SFL
BSG/BSAB	160	5	Mer använt bränsle skall kapslas in
SFL 1-2	280	13	Mer använt bränsle skall slutförvaras
SFL 3	-	-	Ingen förändring
SFL 4	20	4	Mer avfall skall slutförvaras i SFL 4. Detta kommer från CLAB o BSGAB
SFL 5	30	6	Ökad mängd härdkomponenter skall slutförvaras i SFL 5. Detta beror i sin tur på den ökade bränslemängden
SFR 1	100	10	20 % mer driftavfall från KKV skall slutförvaras i SFR 1
SFR 3	-	-	Ingen förändring
TOTALT ca	900	3,0 %	Förändring av totalkostnad



### 6.2.3 Kostnadsförändringar

Totalkostnaden för all avfallshantering ökar med 3.0 % eller ca MSEK 900 om driftperioden för kärnkraftverken ökar med 5 år. Samtidigt ökar den totala energiproduktionen med 20 %. En ändring av driftperioden med mindre än 5 år ger kostnader som är proportionella mot tiden, d v s 1 års ändring medför en femtedel av kostnaden för 5 års driftändring. Ändringar som är större än ca 5 år medför något större kostnadsändringar, eftersom man kan förvänta vissa språngvis uppkommande kostnader. Delkostnaderna redovisas i Tabell 6.1.

### 6.3 FÖRLÄGGNING AV SFL VID KUSTEN

En förutsättning i kostnadsberäkningarna är att BSG/BSAB och SFL 1-5 skall förläggas i inlandet ca 15 mil från närmaste befintliga järnväg. Placeras dessa anläggningar vid kusten i direkt anslutning till den planerade hamnen, avgår följande delar:

1. 15 mil järnväg med tillhörande transportutrustning.
2. 4 mil landsväg (1 mil kvarstår).

Transportkostnaderna för frakt av material under investeringskedet minskar sannolikt, men ingen hänsyn tas till detta i analysen.

I kostnaderna för både järnväg och landsväg ingår investering, drift, reinvestering och rivning samt SKBF-kostnader.

Kostnaden för 1. och 2. ovan är ca MSEK 1 500. Detta betyder att om SFL förläggs vid kusten minskas totalkostnaden för all avfallshantering med 4,9 %.

### 6.4 SENARELÄGGNING AV RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK

#### 6.4.1 Allmänt

Kostnaderna för rivning av de tolv kärnkraftblocken är beräknad till MSEK 6 560. Avställningsdriften, d v s driftperioden mellan att kärnkraftverken ställs av till rivningen börjar, är beräknat att kosta MSEK 960. Första året kostar avställningsdriften för ett block MSEK 50-70 beroende på blockets storlek. De närmaste åren därefter sjunker kostnaden för varje år.

#### 6.4.2 Förutsättningar

Senareläggs rivningen med 10 år för alla blocken, får det följande konsekvenser:

1. Kostnaden för avställningsdriften ökar med MSEK 200.
2. Kostnaden för rivning av kärnkraftverken senareläggs 10 år.
3. Kostnaden för transport av rivningsavfall senareläggs 10 år.
4. Kostnaden för slutlager för rivningsavfall (SFR 3) senareläggs 10 år.

Eventuellt kan kostnader för rivning av kärnkraftverken bli mindre, beroende på att rivningsavfallet då är mindre aktivt. Detta tas dock ingen hänsyn till i nedanstående beräkningar.

#### 6.4.3 Kostnadsförändringar

En senareläggning av rivning av kärnkraftverken med 10 år för alla blocken medför en ökad kostnad på MSEK 200. Denna kostnad inträffar under 2000- och 2010-talet. Senareläggningen betyder också att en kostnad av totalt MSEK 8000 skjuts 10 år framåt.

#### 6.5 SENARELÄGGNING AV SFL

##### 6.5.1 Allmänt

En förutsättning för kostnadsberäkningarna är att BSG/BSAB och SFL 1-5 skall ha en driftstart 2020 till 2026, vilket framgår av Bilaga 1.1 och 2.1. Senareläggs driftstarten, medför det att ca 40 % av totalkostnaderna skjuts framåt i tiden, vilket ger stora ändringar av de nuvärdesberäknade totalkostnaderna.

Här studeras en senareläggning av SFL (BSG/BSAB och SFL 1-5) med 10 år.

##### 6.5.2 Förutsättningar

1. Driftstarten för SFL senareläggs 10 år. Drifttiden för anläggningarna är oförändrad.
2. Driftstarten för övriga anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter är oförändrad.
3. Senareläggningen av SFL får till följd att drifttiden för CLAB, CLG och CLU förlängs med 10 år.
4. I övrigt oförändrade förutsättningar.

Tabell 6.2 Kostnadskonsekvenser om SFL senareläggs 10 år  
(Prisnivå januari 1981)

Anläggning (Objekt)	Senare- lagd kostnad MSEK	Ändrad kostnad MSEK	Beror på:
Trans- porter	880		Senareläggning av rest- transporter från CLAB, CLG och CLU till SFL
		+10	Ökat driftavfall från CLAB, CLG och CLU
CLAB	500		Senareläggning av ut- transport och rivning. Den senarelagda drift- kostnaden är skillnaden i kostnader för uttrans- portskedet och lagrings- skedet (jfr avsnitt 3.3 och 3.4)
		+260	10 års ökad drifttid
CLG och CLU		60	transport och rivning. Den senarelagda drift- kostnaden är skillnaden i kostnader för uttrans- portskedet och lagrings- skedet (jfr avsnitt 3.3 och 3.4)
		+30	10 års ökad drifttid
Alla SFL- anläggningar	9440		Senareläggning av alla kostnader med 10 år.
			Ev kan kostnader för slutförvar av använt bränsle <u>minskas</u> , be- roende på att aktivi- tetsgraden på bränslet minskar motsvarande 10 års längre lag- ringstid
SFL 4		+40	Ökad mängd driftavfall från CLAB, CLG och CLU
SUMMA	10880	+340	

Tabell 6.3 Kostnadskänslighet för några material

Material	Kostnad MSEK	10 % förändring av kostnaden påverkar totalkostnaden med:
Råkoppar	750	0,25 %
Bentonit	470	0,15 %
Förslutnings- material	1120	0,37 %

### 6.5.3 Kostnadsförändringar

Senareläggs SFL med 10 år, ökar totalkostnaderna med drygt en procent eller ca MSEK 340. Detta beror på ökad driftperiod för CLAB, CLG och CLU och därmed ökad mängd av driftavfall från dessa anläggningar, vilket skall slutförvaras i SFL 4. Senareläggningen betyder också att en kostnad av totalt MSEK 10 880 skjuts 10 år framåt.

I Tabell 6.2 redovisas anläggningar för vilka kostnaderna förändras.

## 6.6 KOSTNADSKÄNSLIGHET

### 6.6.1 Allmänt

Kostnadsberäkningarna är utförda enligt de förutsättningar som är beskrivna i avsnitt 4.1 och 4.2. Här kommer att visas hur en förändring av en enskild delkostnad påverkar totalkostnaden för all avfallshantering. För detta ändamål har några stora material- och aktivitetskostnader valts ut.

### 6.6.2 Material

De material som studeras här är de till kostnaden största, nämligen:

1. Råkoppar används som kapselmaterial för direktdeponerat bränsle.
2. Bentonit. Kostnaden för bentonit gäller när den ligger i lager vid SFL och SFR, innan användning som förslutningsmaterial.
3. Buffertmaterialet. Bentonit- och sandmaterial som används till förslutning av tunnlar, schakt och deponeringshål. Kostnaden gäller innan utläggning.

I Tabell 6.3 visas hur en 10-procentig förändring av kostnaderna för de olika materialen påverkar totalkostnaden.

Tabell 6.4 Kostnadskänslighet för några aktiviteter

Aktivitet	Kostnad MSEK	10 % förändring av kostnaden påverkar totalkostnaden med:
Drift	7790	2,6 %
Rivn av KKV	6560	2,2 %
Byggnadsarbeten	5310	1,7 %
Bergarbeten	1640	0,5 %
Process- entreprenader	1710	0,6 %
Förslutning	2100	0,7 %

### 6.6.3 Aktiviteter

I Tabell 6.4 visas hur en 10 % förändring av kostnaden för några aktiviteter påverkar totalkostnaden. Dessa aktiviteter är:

1. Drift. d v s driften av alla anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter.
2. Rivning av kärnkraftverk.
3. Byggnadsentreprenader, d v s byggdelen av uppförandet av alla anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Detta inkluderar även bergentreprenader.
4. Bergentreprenader, d v s ursprängningen av de schakt, tunnlar, rum m m som fordras för mellan-och slutlager.
5. Processentreprenader, d v s processdelen av uppförandet av alla anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter.
6. Förslutning. Med förslutning menas här allt material och arbete i samband med hanteringen av bentonit-sandblandningar i slutförvaren.

## REFERENSER

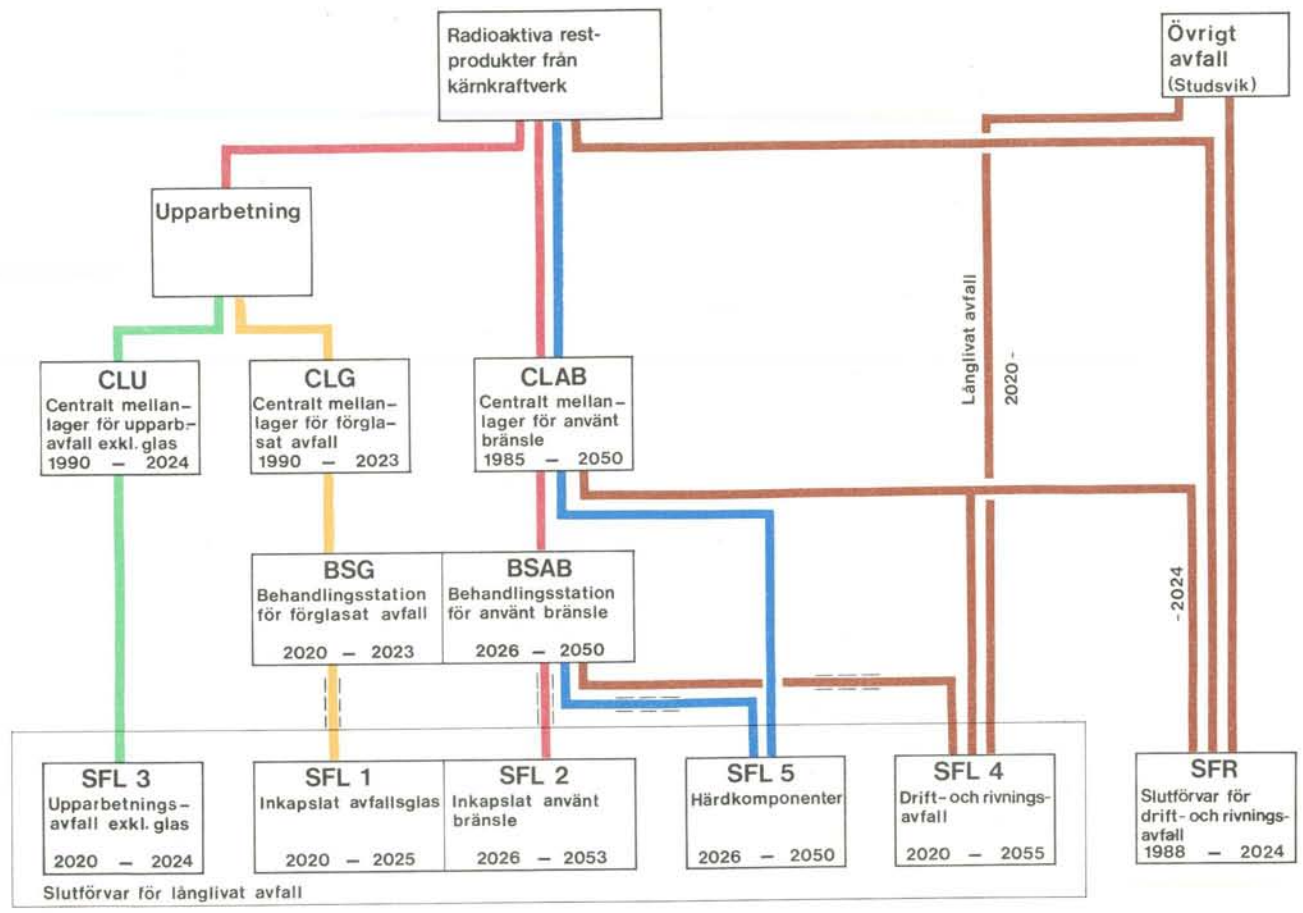
1. KBS 1.  
Kärnbränslecykelns slutsteg.  
Förglasat avfall från upparbetningen. Del 1-V. (1977)
2. KBS 2.  
Kärnbränslecykelns slutsteg.  
Slutförvaring av använt kärnbränsle. Del 1-II. (1978).
3. CLAB  
Centralt lager för använt bränsle.  
Preliminär säkerhetsredovisning. (Oktober 1978).
4. SFR  
Slutligt förvar för reaktoravfall.  
Preliminär säkerhetsrapport. (Mars 1982)
5. SFL  
Slutförvar för kärnkraftens långlivade radioaktiva restprodukter.  
VBB, ASEA-ATOM, ABV  
KBS Arbetsrapport 82-21
6. Direktdeponering av härdkomponenter.  
A Lundén. ASEA-ATOM  
KBS Arbetsrapport 80-01.
7. Transporter av radioaktivt material 1982-2055. Sammanställning  
av simuleringstider och kostnader.  
T. Milchert, SALTECH  
KBS Arbetsrapport 81-12.
8. Project for the handling and storage of vitrified high-level  
waste.  
Saint Gobain Techniques Nouvelles.  
KBS Teknisk Rapport 35  
(Oktober 1977)
9. Utformning av bergrumsanläggningar.  
A. Finné, KBS  
A. Engelbrektson, VBB  
KBS Teknisk Rapport 38  
(December 1978)

10. Konstruktionsstudier, direktdeponering.  
B. Lönnerberg, ASEA-ATOM.  
KBS Teknisk Rapport 39  
(September 1978)
11. Teknik och kostnad för rivning av svenska kärnkraftverk.  
KBS Teknisk Rapport 79-21

## BILAGOR

- 1.1 Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
- 1.2 Anläggningar för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter.  
Tid- och resursplan.
  
- 2.1 Energiproduktion och uranföbrukning vid svenska kärnkraftverk vid förutsättning av 25 års drift
- 2.2 Använt bränsle och radioaktivt avfall i Sverige
  
- 3.1 Transportsystem. Skisser
- 3.2 Antal fartygsresor per år
- 3.3 CLAB etapp 1
- 3.4 CLG Layout
- 3.5 CLU Layout
- 3.6 SFL Översikt
- 3.7 SFL Situationsplan
- 3.8-10 BSG/BSAB Layouter
- 3.11-13 SFL 1-2 Layouter
- 3.14 Deponering av kopparkapslat använt bränsle  
Principfigur
- 3.15-17 SFL 3-5 Layouter
- 3.18 SFR Situationsplan
- 3.19 SFR Layout

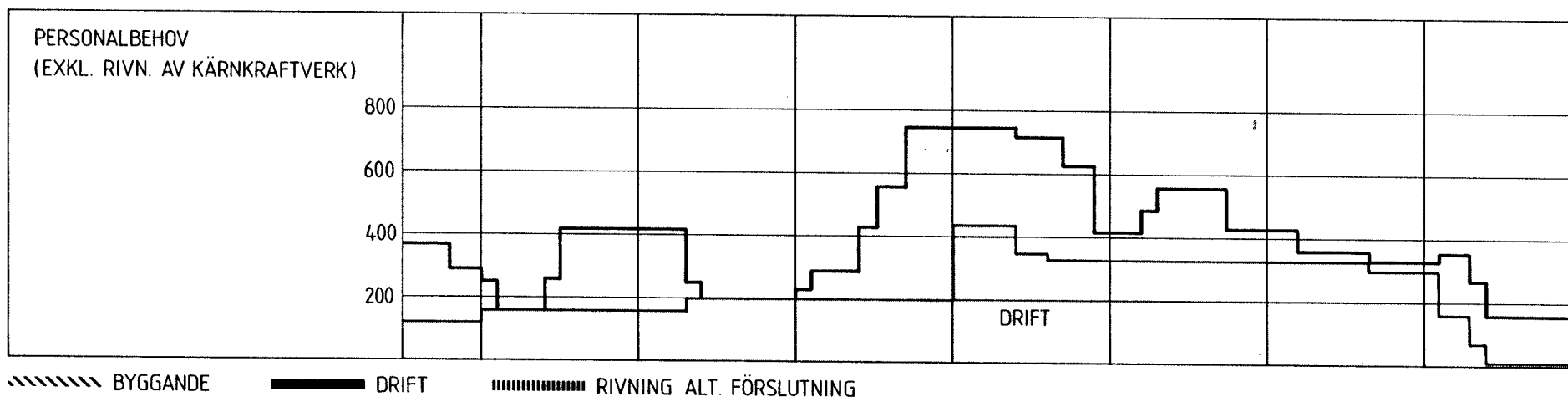
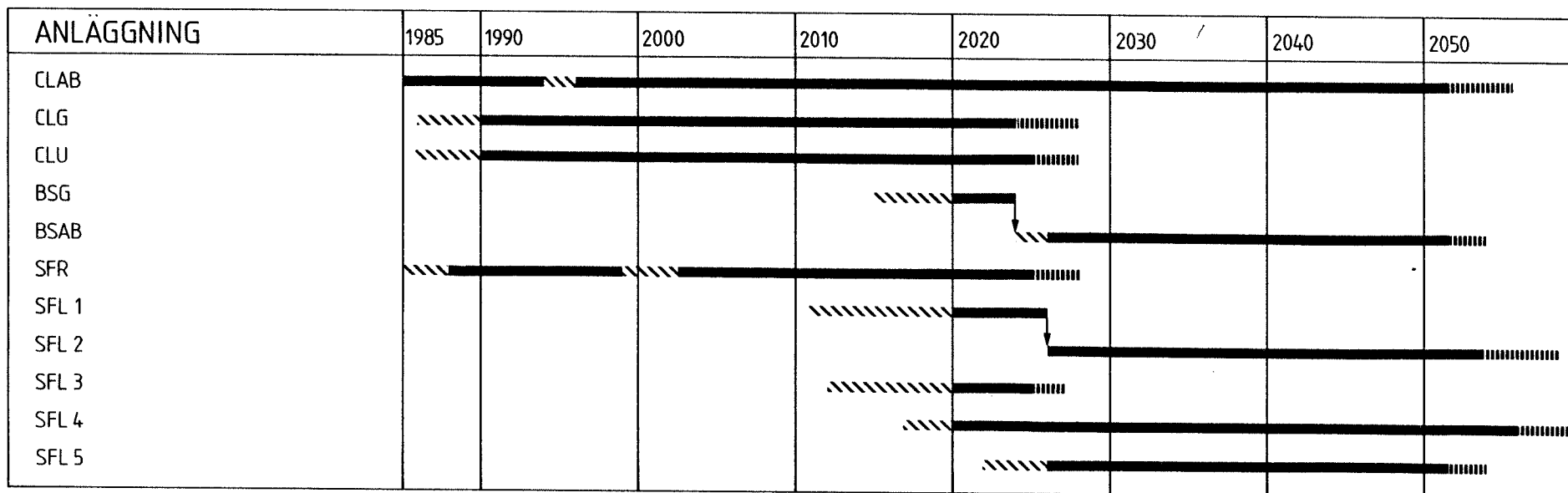




Översiktlig hanteringsgång för kärnkraftens radioaktiva restprodukter

Beteckningar:

- Använt bränsle
- Förglasat avfall
- Härdkomponenter
- Låg- och medelaktivt upparbetningsavfall
- Låg- och medelaktivt drift- och rivningsavfall
- - - - - Interna transporter



# ANLÄGGNINGAR FÖR OMHÄNDERTAGANDE AV KÄRNKRAFTENS RESTPRODUKTER TID- OCH RESURSPLAN

STATION OCH DATUM FÖR KOMMERSIELL DRIFT	TERMISK EFFEKT MW	ENERGIPRO- DUKTION T O M -81 TWH	ANTAGEN ÅRSPRODUK- TION FR O M 1982 TWH	RESTERANDE ANTAL DRIFTÅR 1)	TOTAL EL-PRO- DUKTION TWH	URANFÖR- BRUKNING EXKL HÄRD TON	RETHÄRD EFTER 25 ÅRS DRIFT TON	TOTAL URANFÖR- BRUKNING TON	TILL UPP- ARBETNING TON	DIREKT- DEPONE- RAS TON	
R1	76-01-01	2 270	23,41	4,72	19,0	113,1	476	87	563	-	563
R2	75-05-01	2 432	27,74	5,06	18,3	120,3	447	46	493	21	472
R3	81-09-09	2 775	3,25	5,78	24,7	146,0	542	48	590	181	409
R4	83-01-01	2 775	-	5,78	25,0	144,5	537	48	585	62	523
B1	75-07-01	1 700	21,48	3,54	18,5	87,0	366	59	425	20	405
B2	77-07-01	1 700	17,13	3,54	20,5	89,7	378	59	437	174	263
O1	72-02-06	1 375	24,21	2,86	15,1	67,4	284	59	343	88	255
O2	74-12-15	1 700	25,09	3,54	18,0	88,8	374	59	433	52	381
O3	86-01-01	3 000	-	6,24	25,0	156,0	657	93	750	-	750
F1	80-12-10	2 700	8,25	5,62	23,9	142,6	600	90	690	180	510
F2	81-07-07	2 700	4,28	5,62	24,5	142,0	598	90	688	89	599
F3	85-01-01	3 000	-	6,24	25,0	156,0	657	93	750	-	750
BWR		20 145	123,85	41,93		1 042,6	4 390	689	5 079	603	4 476
PWR		7 982	30,99	16,61		410,8	1 526	142	1 668	264	1 404
SAMTLIGA		28 127	154,84	58,54		1 453,4	5 916	831	6 747	867	5 880

YTNYTTJNINGSAKTOR 72 %

VERKNINGSGRAD 33 %

UTBRÄNNING BWR 30 MWD/KGU, PWR 34 MWD/KGU

1) KALKYLMÄSSIGT

ENERGIPRODUKTION OCH URANFÖRBRUKNING VID SVENSKA KÄRNKRAFTVERK VID FÖRUTSÄTTNING AV 25 ÅRS DRIFT

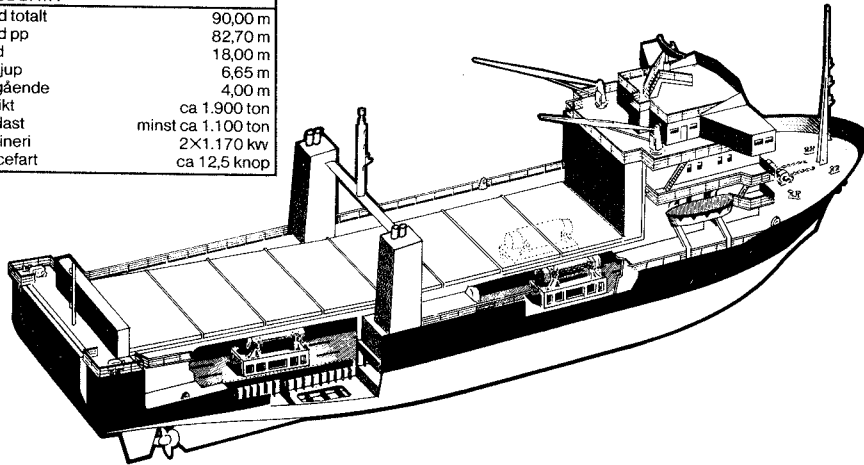
## ANVÄNT BRÄNSLE OCH RADIOAKTIVT AVFALL I SVERIGE

ANGIVNA DATA GÄLLER FÖRE INKAPSLING FÖR SLUTDEPONERING

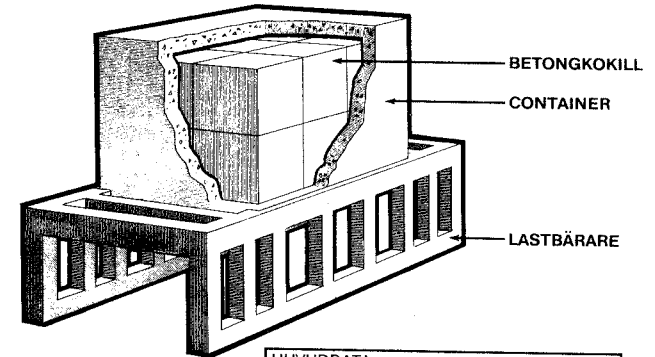
AVFALLSKATEGORI	AVFALLSENHETERNAS		TOTAL VOLYM I M <sup>3</sup>	ANTAL TRANS- PORTENHETER FLASKOR/ BEHÅLLARE	SLUT- TRANSPORTERAS TILL
	DIMENSIONER I M Ø = DIAMETER	ANTAL			
FÖRGLASAT HÖGAKTIVT AVFALL FRÅN UPPARBETNING	Ø 0,43, L = 1,335	730	150	50	BSG(SFL 1)
ANVÄNT BWR-BRÄNSLE	0,14 x 0,14 x 4,383	25 200	2 200	1 500	BSAB(SFL 2)
ANVÄNT PWR-BRÄNSLE	0,214 x 0,214 x 4,103	3 100	600	520	BSAB(SFL 2)
HÄRDKOMPONENTER SAMLADE I KASSETTER	0,8 x 0,8 x 5,6	1 300	4 600	1 300	SFL 5
KAPSLINGSRESTER FRÅN UPPARBETNING	Ø 1,1, L = 1,65	300	430	100	SFL 3
BITUMENINGJUTET AVFALL FRÅN UPPARBETNING	Ø 0,6, L = 0,9	1 800	450	200	SFL 3
BETONGINGJUTET AVFALL FRÅN UPPARBETNING	Ø 0,77, L = 1,1	5 800	3 000	480	SFL 3
CRUDAVFALL FRÅN CLAB (DÄRAV TILL SFR1)	Ø 0,6, L = 0,9 Ø 0,6, L = 0,9	700 (360)	180 (90)	58 (30)	SFR 1 & SFL 4 (SFR 1)
ÖVR AVFALL FRÅN CLAB (DÄRAV TILL SFR1)	1,2 x 1,2 x 1,2 1,2 x 1,2 x 1,2	15 900 (9 400)	27 500 (16 200)	1 330 (780)	SFR 1 & SFL 4 (SFR 1)
LÅNGLIVAT AVFALL FRÅN STUDSVIK	VARIERANDE	~13 000	5 000	350	SFL 4
ÖVRIGT AVFALL FRÅN STUDSVIK	VARIERANDE	30 800	11 800	600	SFR 1
LÅG- OCH MEDELAKTIVT AVFALL FRÅN INKAPSLINGS- STATIONER FÖR BRÄNSLE OCH FÖRGLASAT AVFALL	1,2 x 1,2 x 1,2	450	780	40	SFL 4
DRIFTAVFALL FRÅN TILL- FÄLLIG FÖRVARING AV UPPARBETNINGSAVFALL	1,2 x 1,2 x 1,2	60	100	5	SFL 4
LÅG- OCH MEDELAKTIVT AVFALL FRÅN KÄRNKRAFT- VERKEN, BETONGINGJUTET	1,2 x 1,2 x 1,2	18 300	31 600	1 530	SFR 1
DITO I BETONGTANKAR	3,3 x 1,3 x 2,145	1 350	12 400	450	SFR 1
DITO INGJUTET I BITUMEN	Ø 0,6, L = 0,9	51 900	13 000	1 080	SFR 1
DITO ÖVRIGT DRIFTAVFALL	VARIERANDE	59 300	18 900	1 000	SFR 1
RIVNINGSAVFALL FRÅN KÄRNKRAFTVERKEN	2,9 x 4,3 x 3,1	6 700	135 000	6 700	SFR 3
RIVNINGSAVFALL FRÅN STUDSVIK	2,9 x 4,3 x 3,1	300	6 000	300	SFR 3
RIVNINGSAVFALL FRÅN TILLFÄLLIGA LAGER OCH INKAPSLINGSSTATIONER	2,4 x 2,4 x 1,2	1 500	10 000	500	SFL 4
			~240 000	~285 000	~18 000 TRANSPORTENHETER

## TRANSPORTFARTYG

HUVUDDATA	
Längd totalt	90,00 m
Längd pp	82,70 m
Bredd	18,00 m
Malldjup	6,65 m
Djupgående	4,00 m
Dödvikt	ca 1.900 ton
Nyttolast	minst ca 1.100 ton
Maskineri	2x1.170 kw
Servicefart	ca 12,5 knop

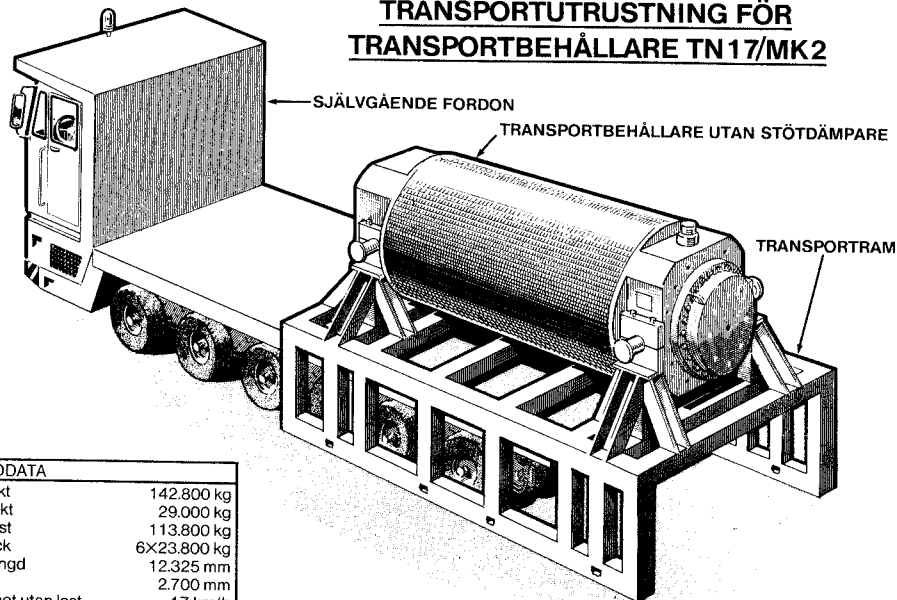


## LASTBÄRARE SAMT CONTAINER FÖR BETONGKOKILLER



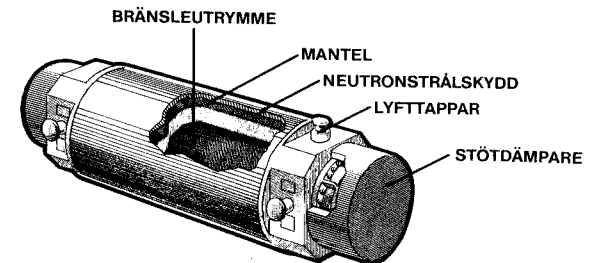
HUVUDDATA	
Ytdos rat på betongkokillen	3 Rem/h (max.)
Väggjocklek på container	30 cm betong
Ytdos rat på container	30 mRem/h
Antal betongkokiller	12 (max.)
Vikt lastbärare + container	58 ton (ca)
Total vikt	106 ton (ca)

## TRANSPORTUTRUSTNING FÖR TRANSPORTBEHÅLLARE TN 17/MK2

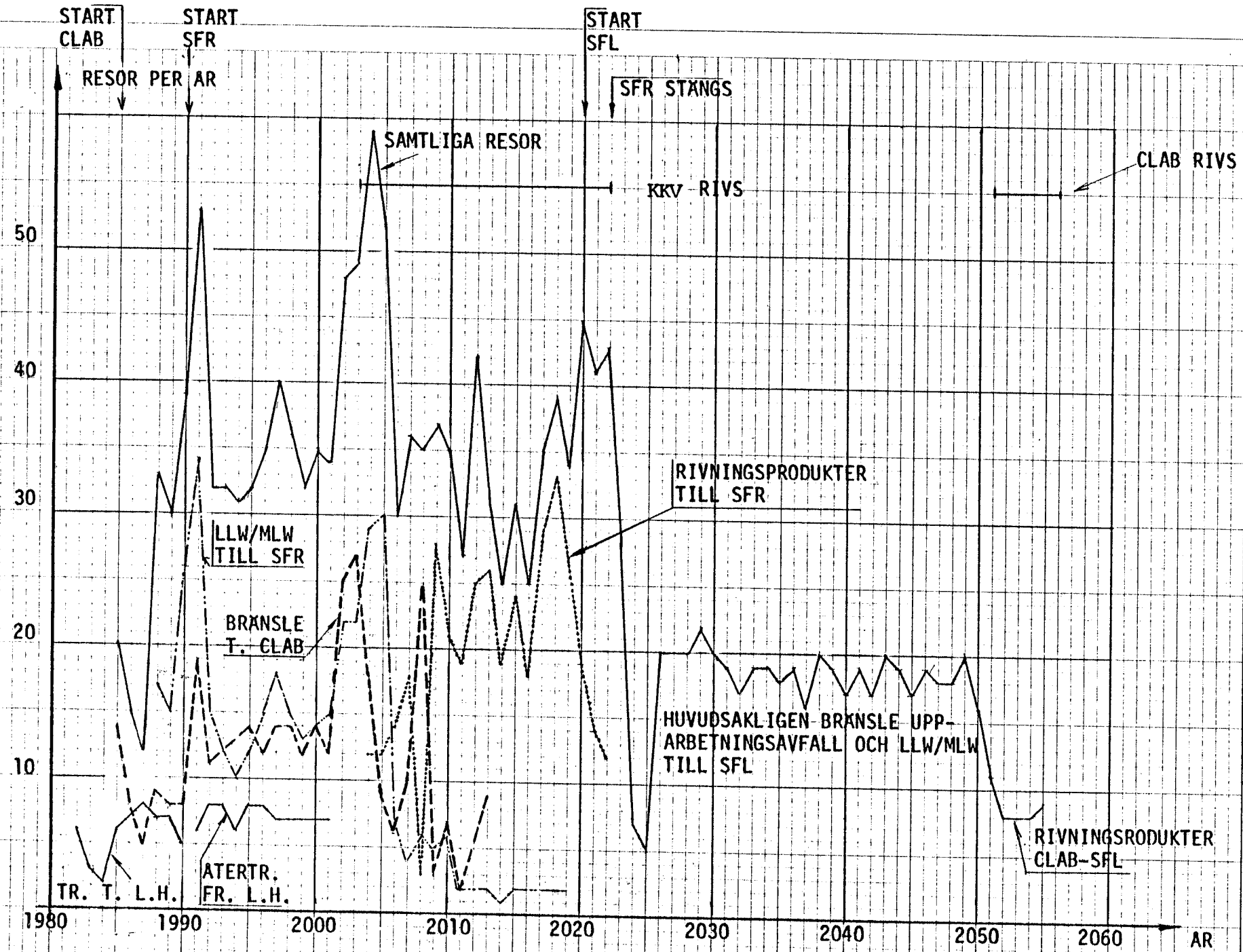


HUVUDDATA	
Total vikt	142.800 kg
Egen vikt	29.000 kg
Nyttolast	113.800 kg
Hjultryck	6x23.800 kg
Total längd	12.325 mm
Bredd	2.700 mm
Hastighet utan last	17 km/h
Hastighet lastad, 13% stigning	1,5 km/h

## TRANSPORTBEHÅLLARE TN 17 MK2

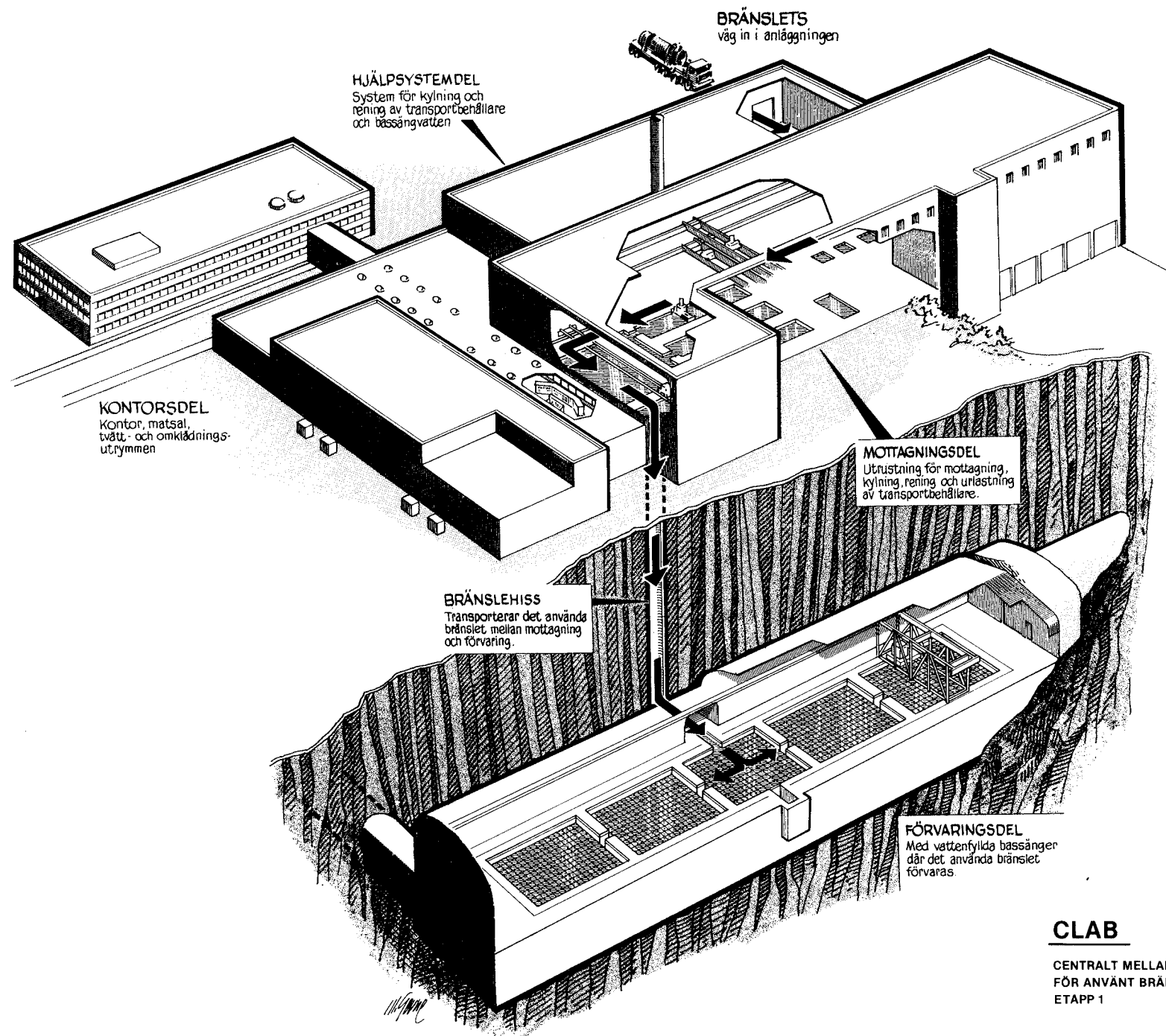


HUVUDDATA	BWR	PWR
Bränsleelement vikt (max.)	4.900 kg	3.900 kg
Insats + bränsle stödvikt (max.)	4.700 kg	5.000 kg
Total vikt (med bränsle) (max.)	79.000 kg	78.000 kg
Max. resteffekt	43,5 kW	43,5 kW
Antal bränsleelement	17	6



ANTALET FARTYGSRESOR PER  
 ÅR I REFERENSFALLET

Bilaga 3.2



**BRÄNSLETS**  
väg in i anläggningen

**HJÄLPSYSTEMDEL**  
System för kylning och rening av transportbehållare och bassängvattnet

**KONTORSEDEL**  
Kontor, matsal, tvätt- och omklädningsutrymmen

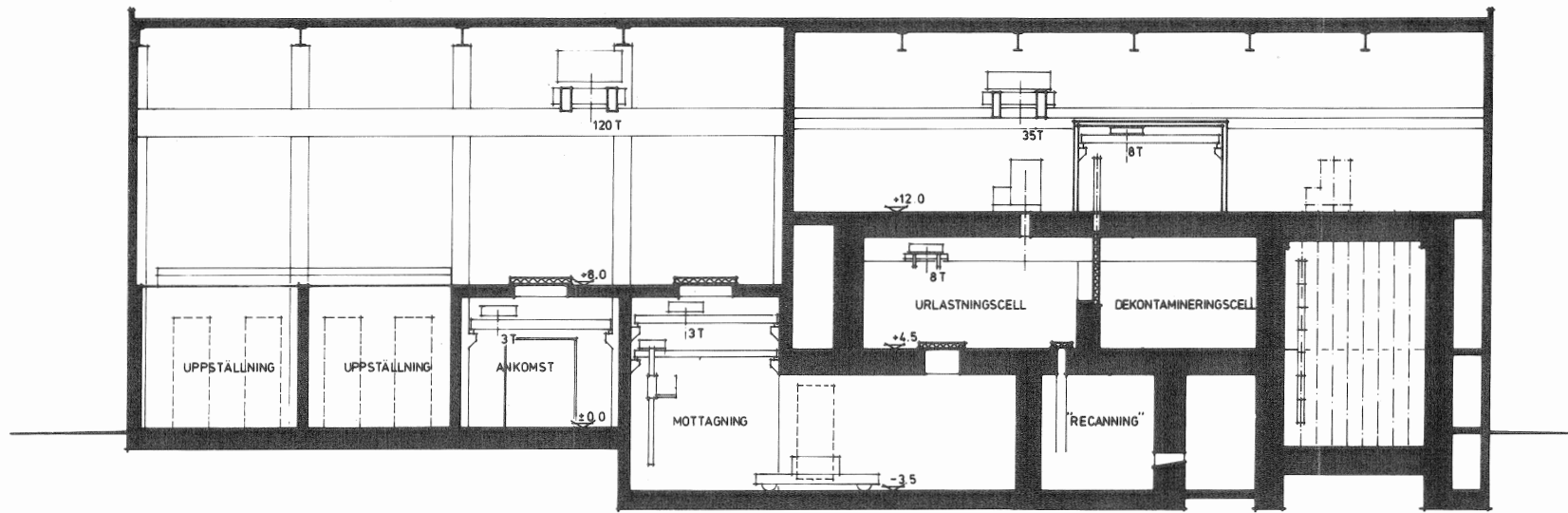
**MOTTAGNINGSEDEL**  
Utrustning för mottagning, kylning, rening och urlastning av transportbehållare.

**BRÄNSLEHISS**  
Transporterar det använda bränslet mellan mottagning och förvaring.

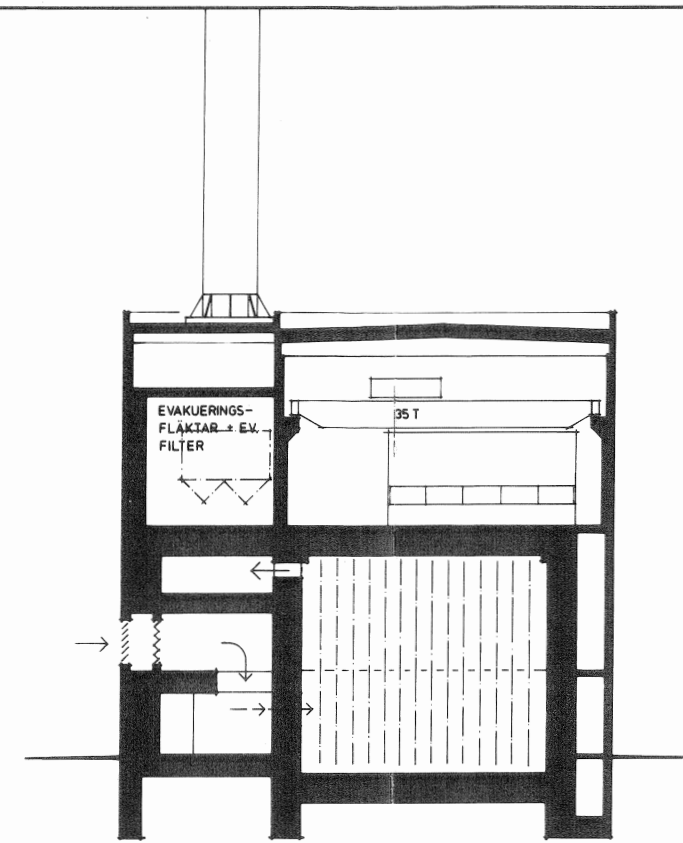
**FÖRVARINGSEDEL**  
Med vattenfyllda bassänger där det använda bränslet förvaras.

**CLAB**

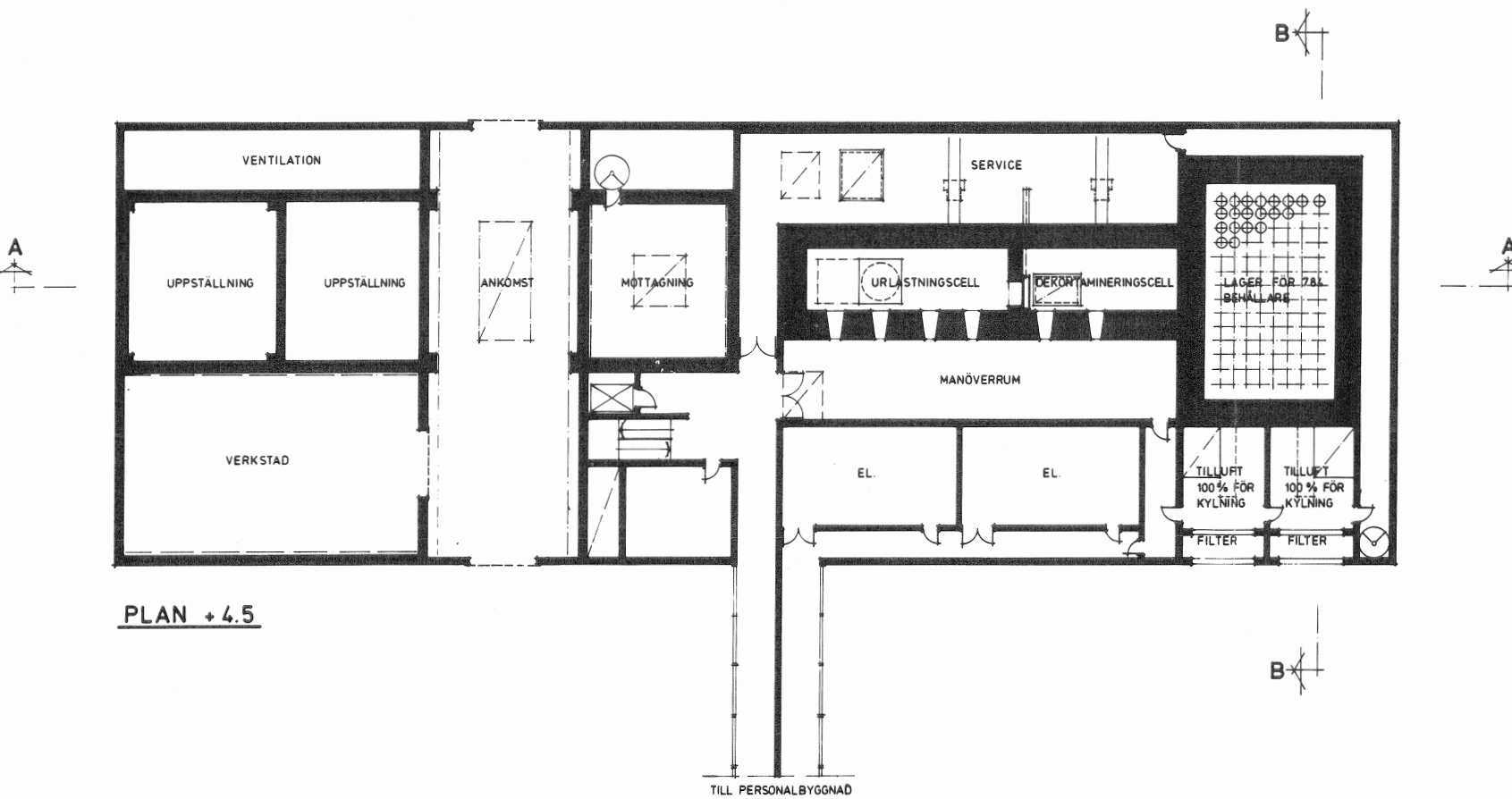
CENTRALT MELLANLAGER  
FÖR ANVÄNT BRÄNSLE  
ETAPP 1



SEKTION A



SEKTION B



PLAN +4.5

REV. ANT. REVIDERINGEN AVSER RITAD GRANSK DATUM

**KBS**  
**CLG**  
**PLAN & SEKTIONER**

KONSTRUERAD LEA	RITAD HOS	GRANSKAD	REG-NUMMER B 87 95
SKALA 1:200		RITINGSNUMMER CLG 01	REV.

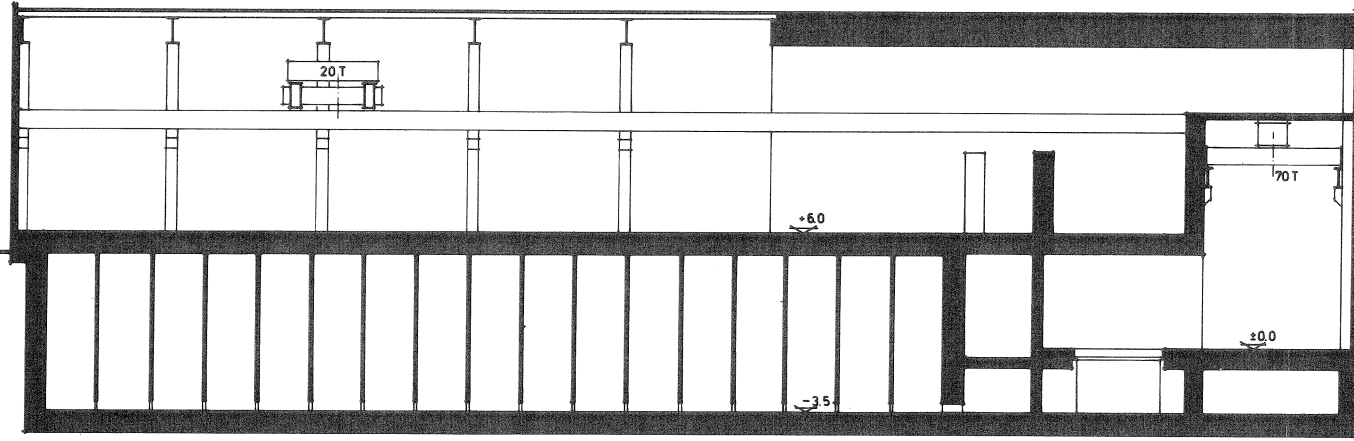
STOCKHOLM DEN 81 10 20

**VBB**

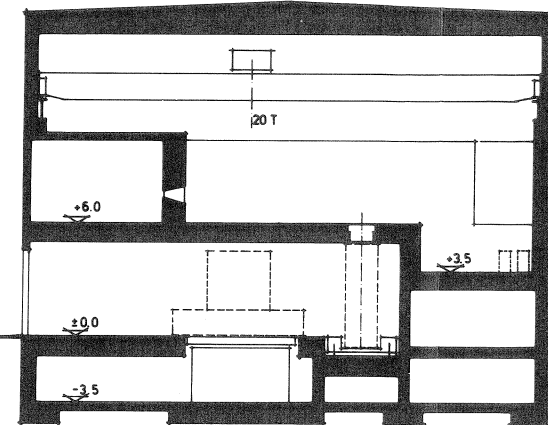
BOX 8038  
 102 41 STOCKHOLM S  
 TEL. 08-22 85 88



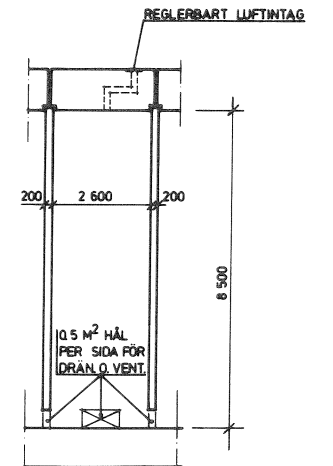




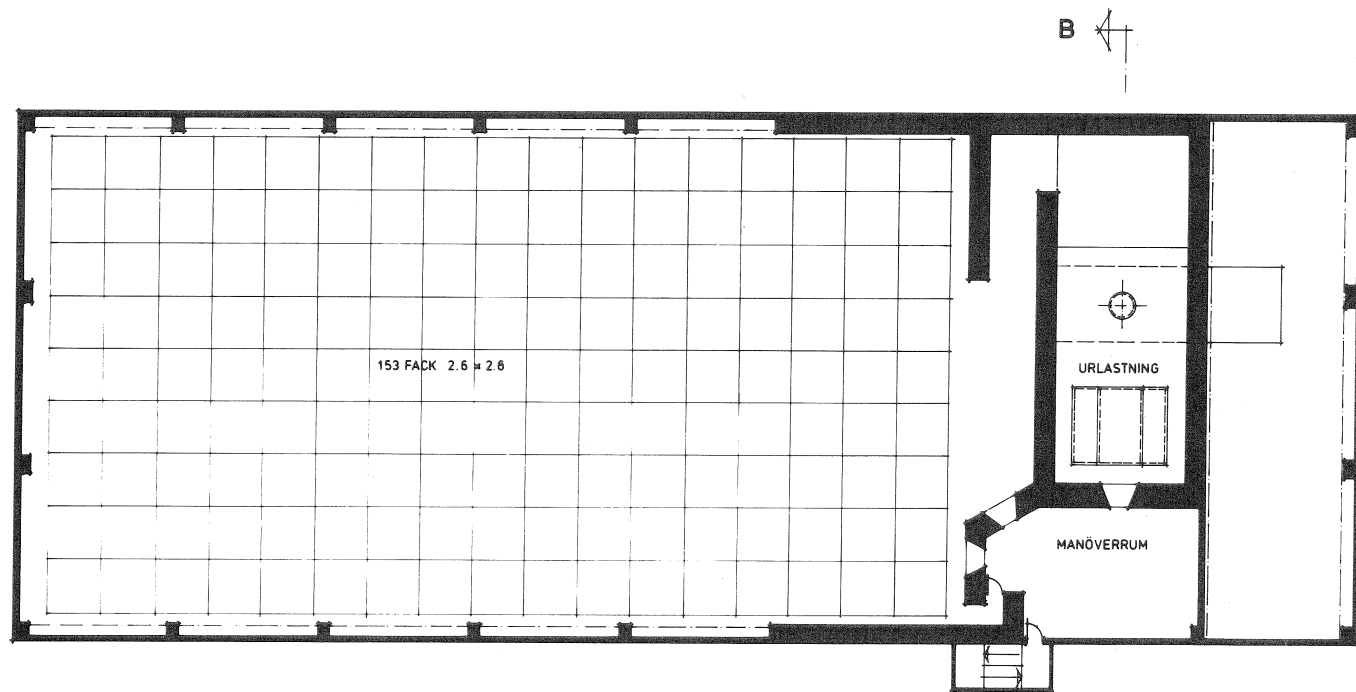
SEKTION A



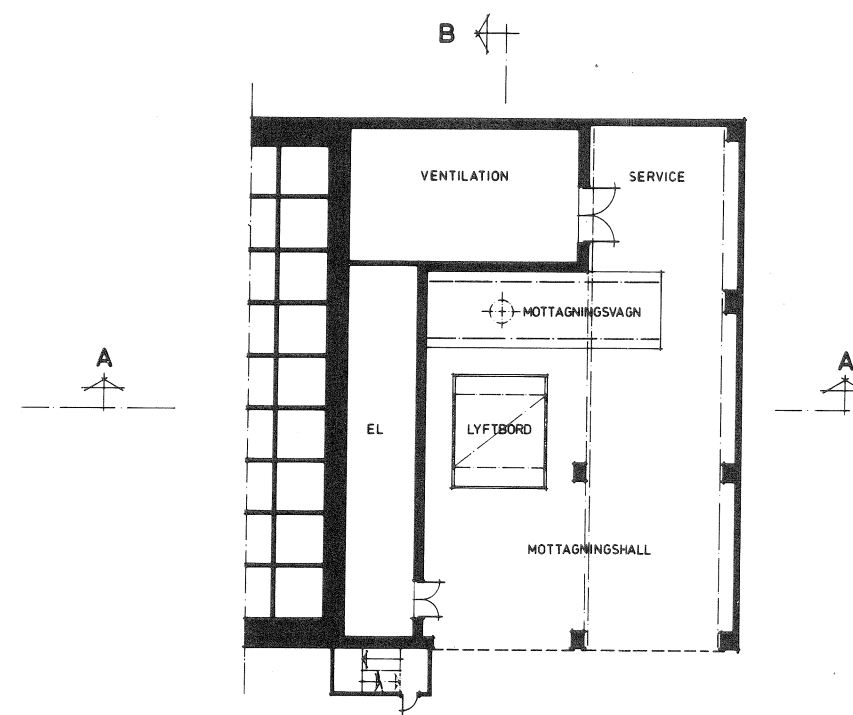
SEKTION B



FÖRVARINGSFACK  
DETALJSEKTION 1:100



PLAN +6.0



PLAN ±0.0

REV. | ANT. | REVIDERINGEN AVSER | RITAD | GRANSK | DATUM

**KBS**  
CLU  
PLANER & SEKTIONER

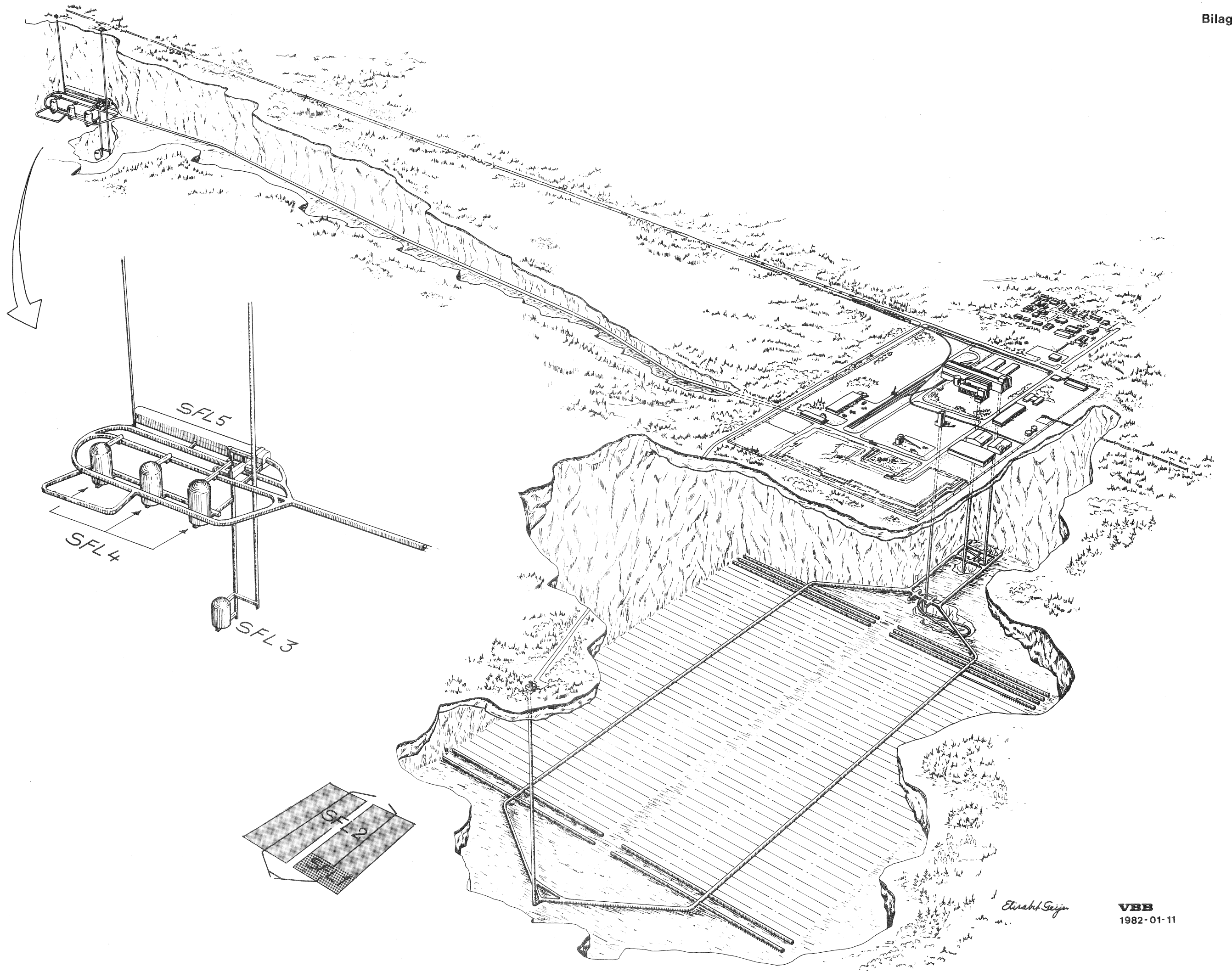
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REC-NUMMER
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	RITNINGSNUMMER	REV.	
1:200, 1:100	CLU 01		

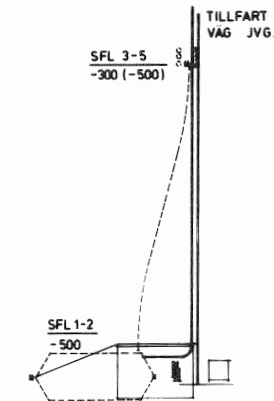
STOCKHOLM DEN 8/10 20

**VBB**

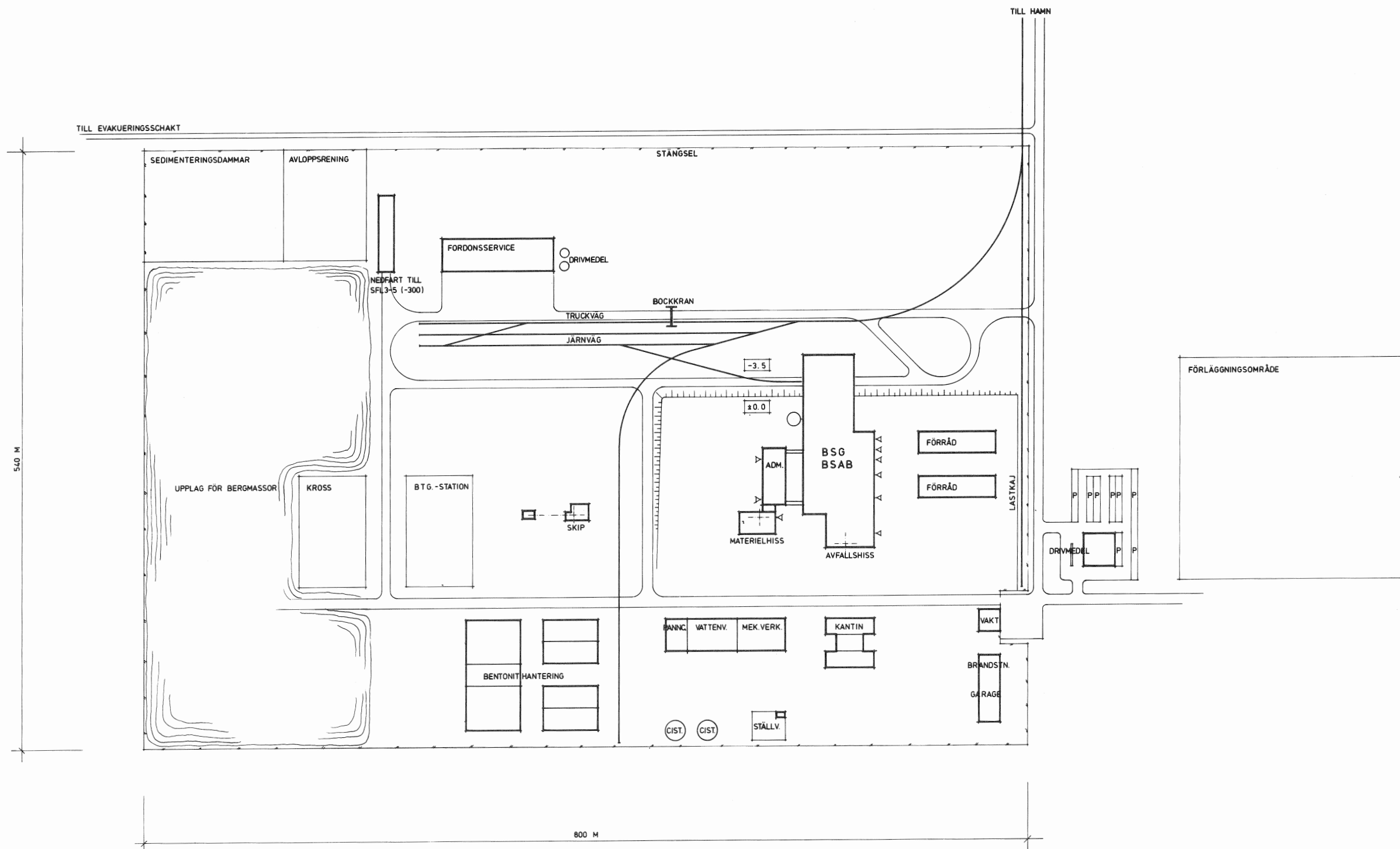
BOX 5038  
102 41 STOCKHOLM 5 TEL. 08-22 85 80







ORIENTERINGSFIGUR  
SKALA 1 : 40 000



REV. ANT. REVIDERINGEN AVSER RITAD GRANSK DATUM

**KBS**  
BSG / BSAB, SFL 1-5  
SITUATIONSPLAN  
MARKANLÄGGNINGAR

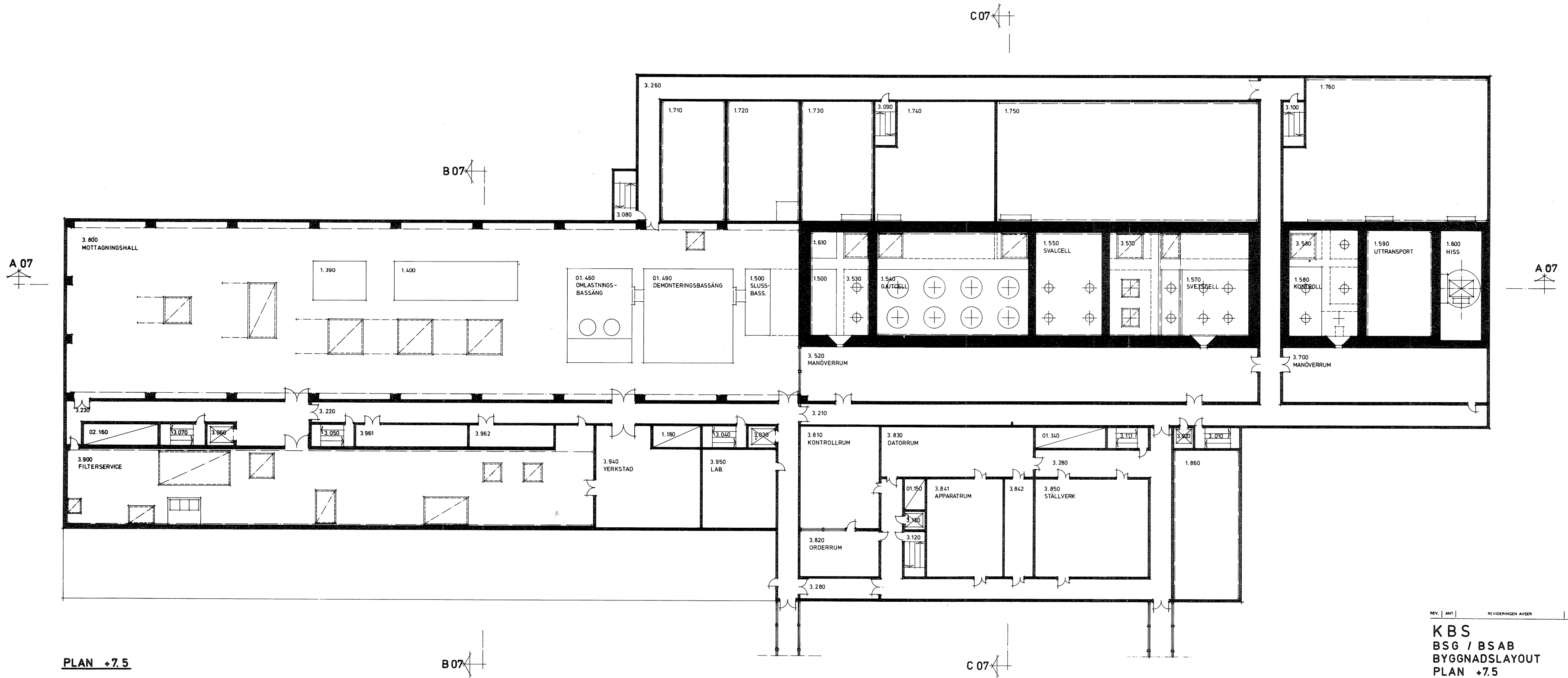
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG. NUMMER
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	RITNINGNUMMER	REV.	
1 : 2 000	SFL - 01		

STOCKHOLM DEN 8 | 10 01

**VBB**

BOX 5038  
102 41 STOCKHOLM 5 TEL 08-22 85 80





PLAN +7.5

REV	ANT	REVIDERINGEN AVSER	RITAD	GRANSK	DATUM
-----	-----	--------------------	-------	--------	-------

**KBS**  
**BSG / BSAB**  
**BYGGNADSLAYOUT**  
**PLAN +7.5**

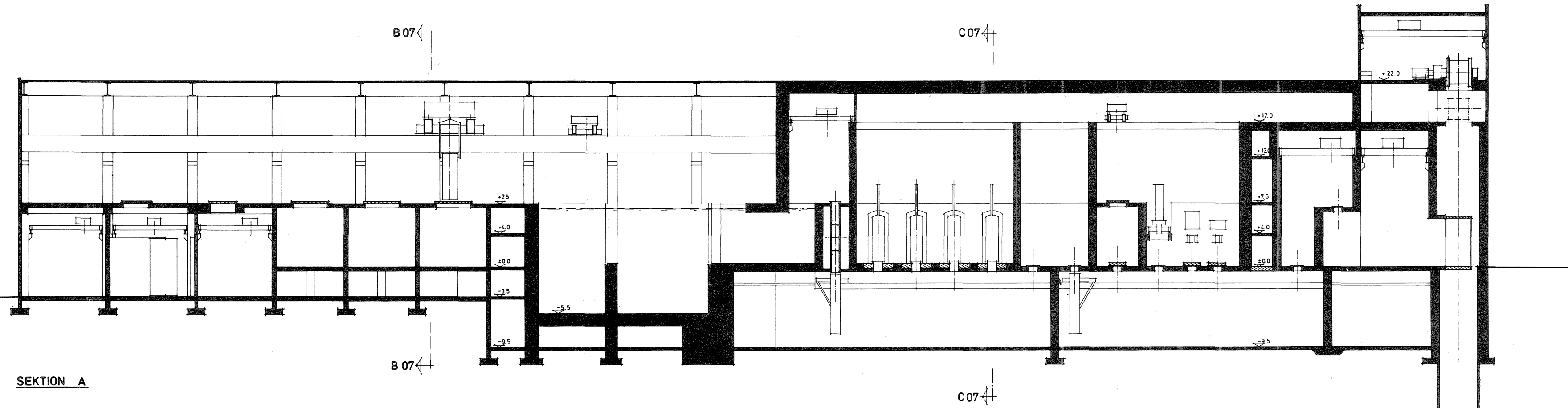
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG. NUMMER
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	RITNINGNUMMER	REV	
1 : 200	<b>BSAB 03</b>		

STOCKHOLM DEN 31 12 12

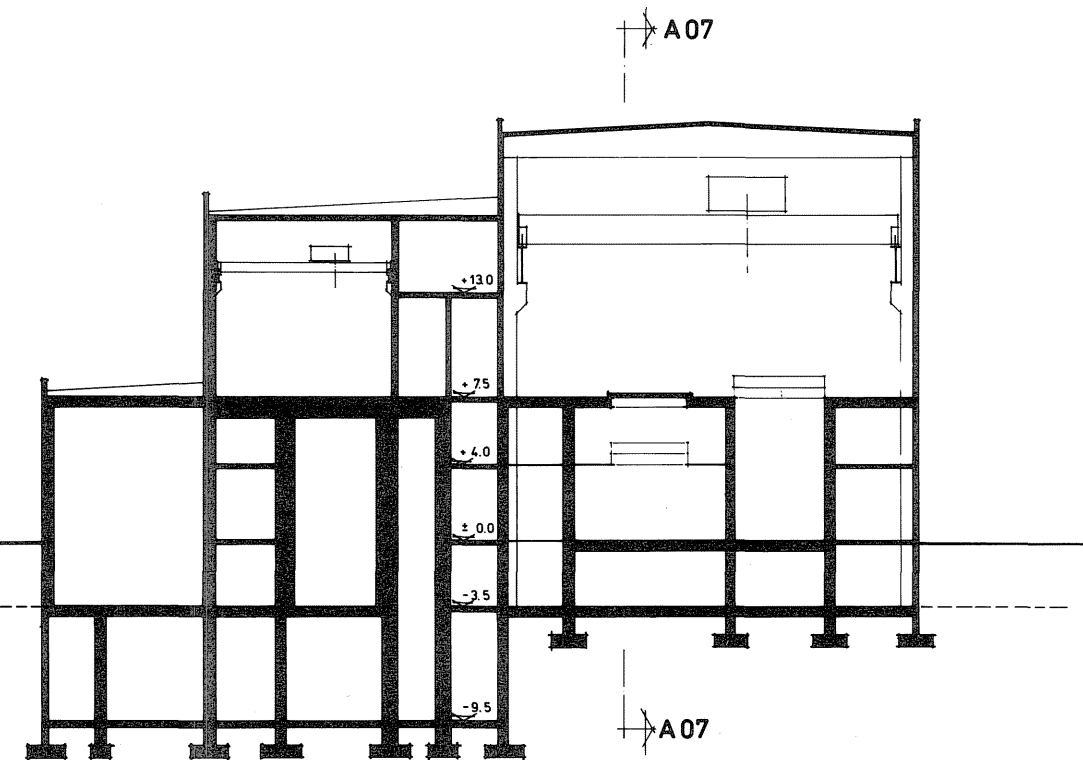
**VBB**

BOX 5038  
102 41 STOCKHOLM S TEL. 08-22 85 80

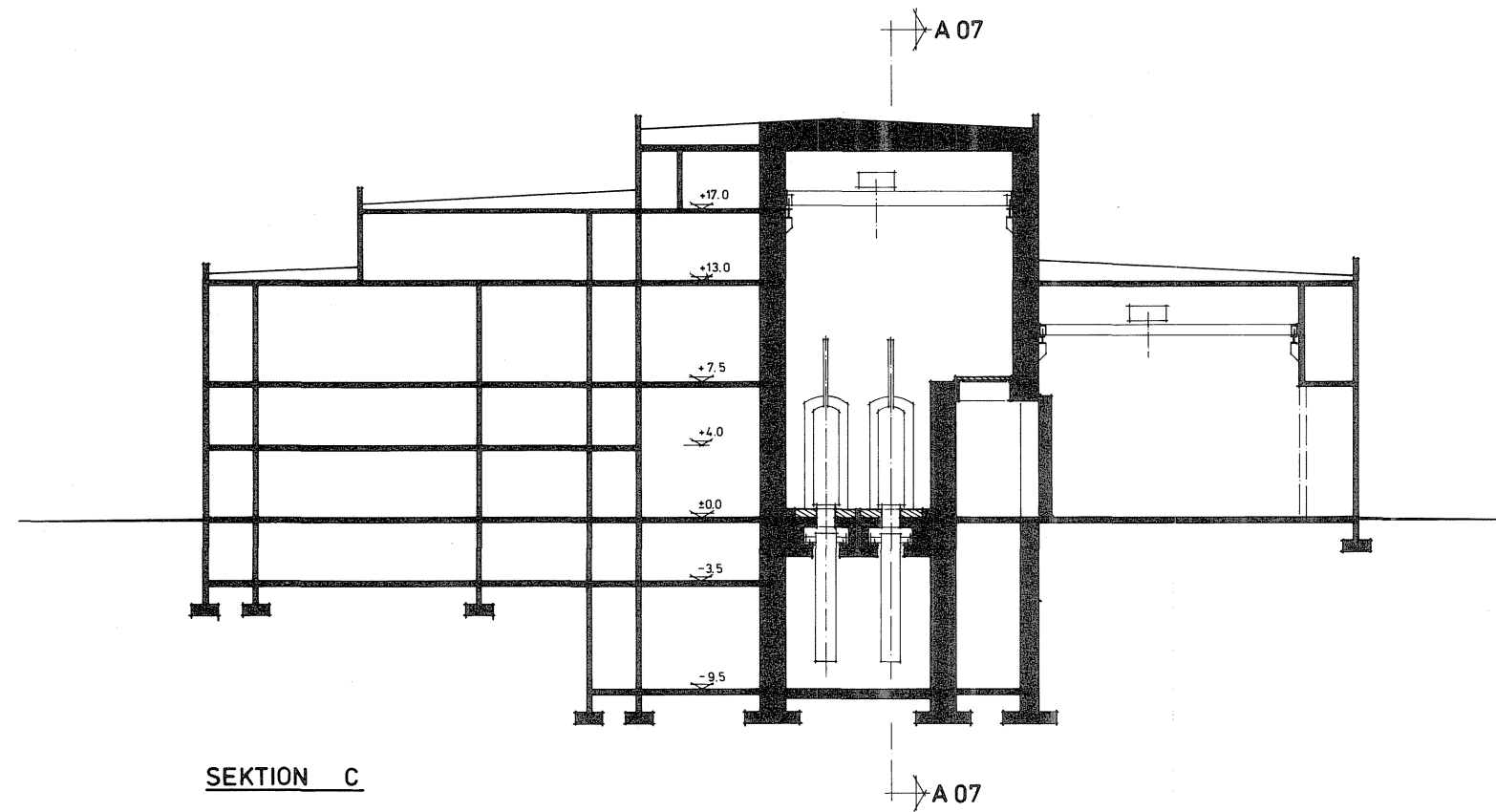




SEKTION A



SEKTION B

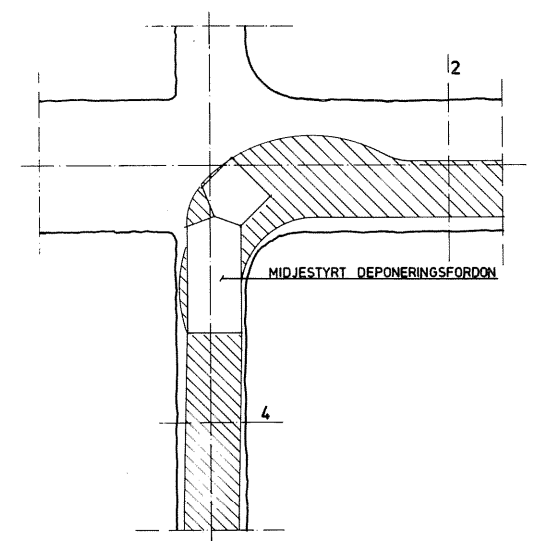
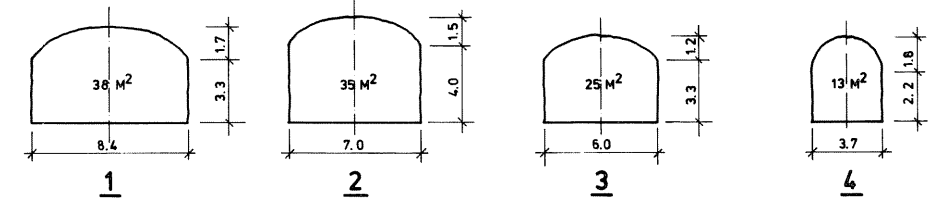
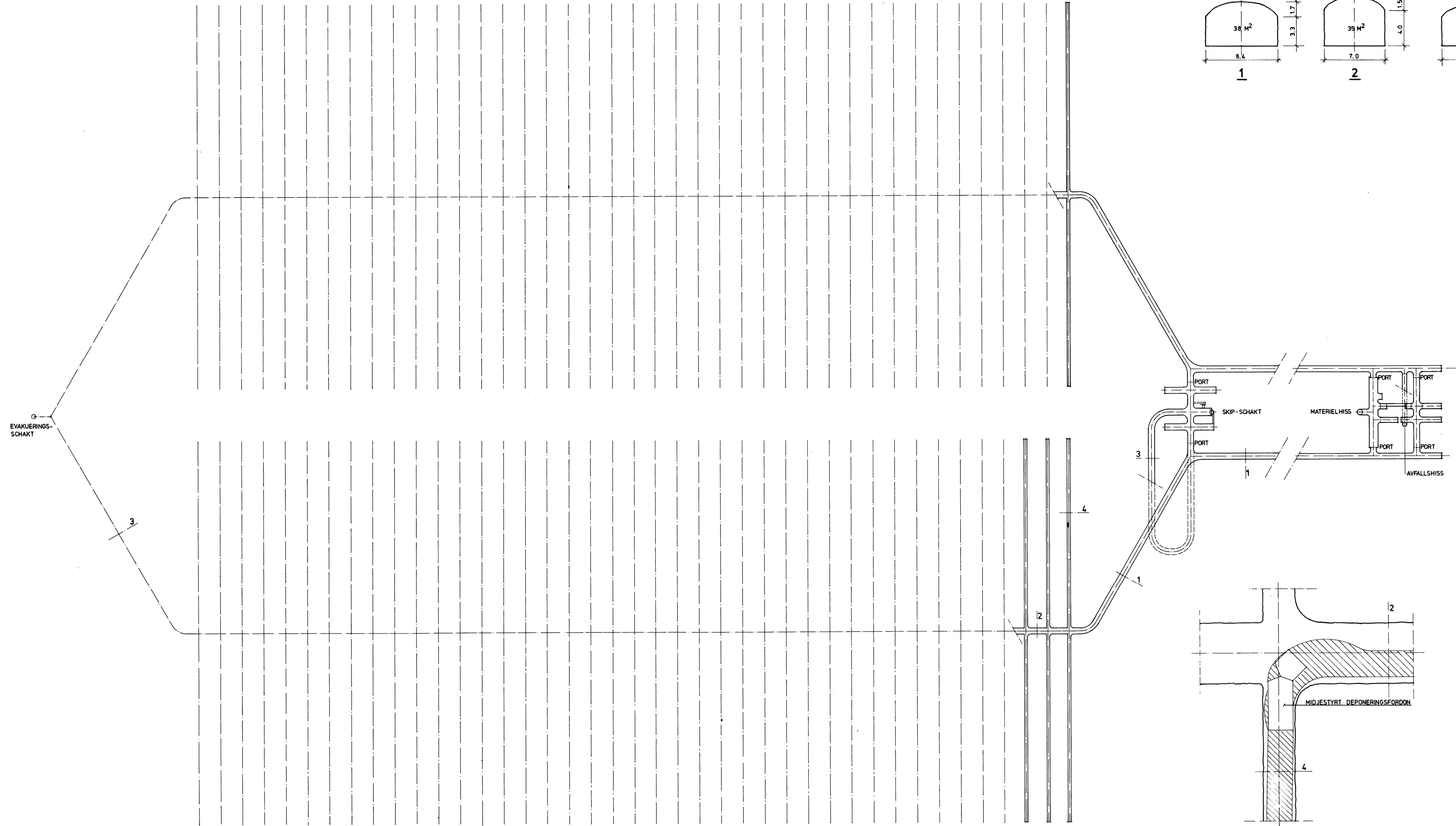


SEKTION C

REV.	ANT.	REVIDERINGEN AVSER	RITAD	GRANSK	DATUM
<b>KBS</b>					
BSG / BSAB					
BYGGNADSLAYOUT					
SEKTIONER					
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG. NUMMER		
LEA	HOS		B 87 95		
SKALA	RITNINGNUMMER		REV.		
1 : 200	<b>BSAB 07</b>				
STOCKHOLM DEN 81 12 12					







MYNNING AV DEPONERINGSTUNNEL  
PLAN



REV. ANT. REVIDERINGEN AVSER RITAD GRANSK DATUM

KBS  
SFL 1-2

HUVUDLAYOUT -500 M

KONSTRUERAD LEA	RITAD HOS	GRANSKAD	REG-NUMMER B 87 95
SKALA 1:2 000	RITNINGNUMMER 1:200	REV	SFL 1-01

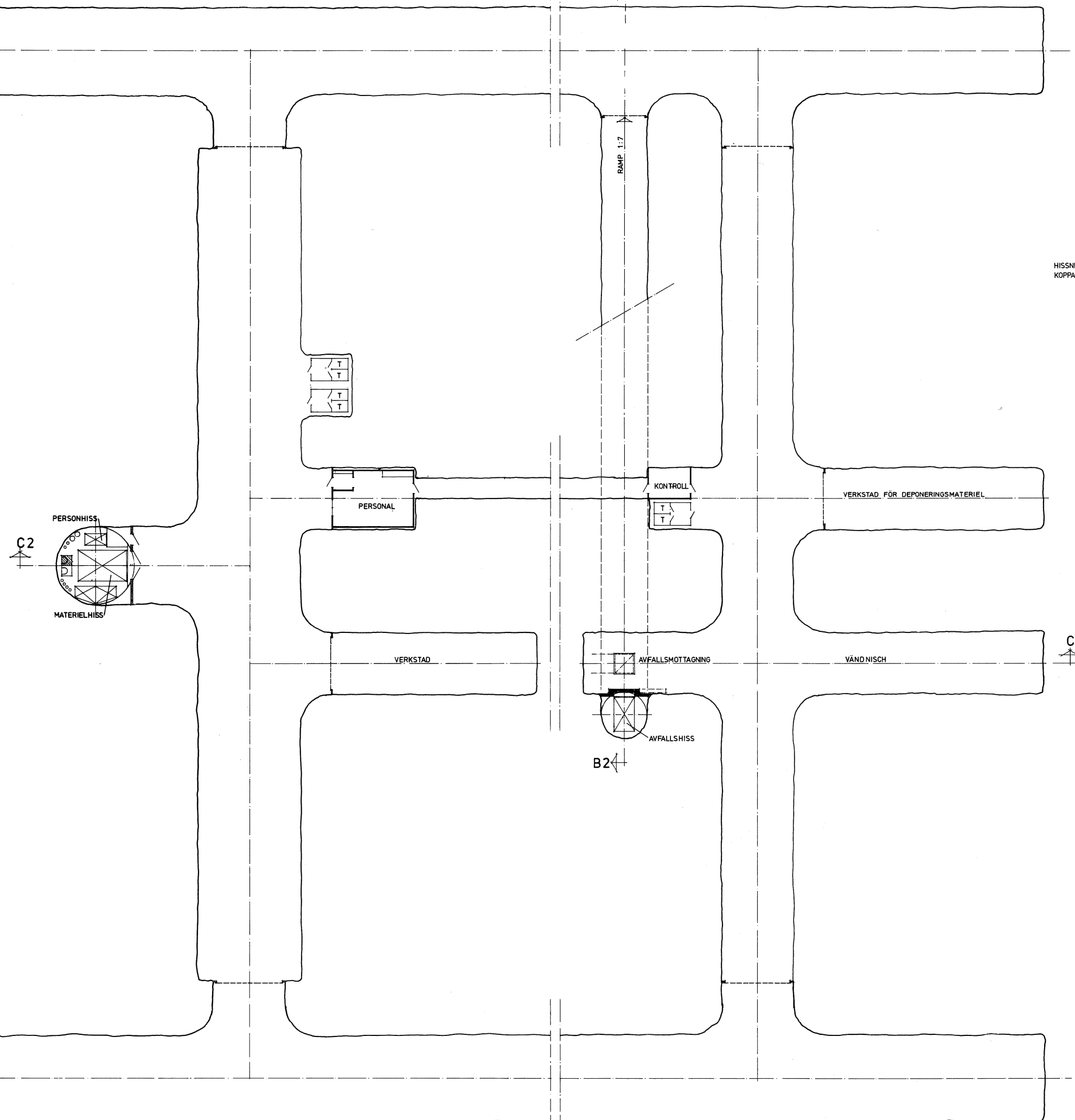
STOCKHOLM DEN 12.12.

**VBB**

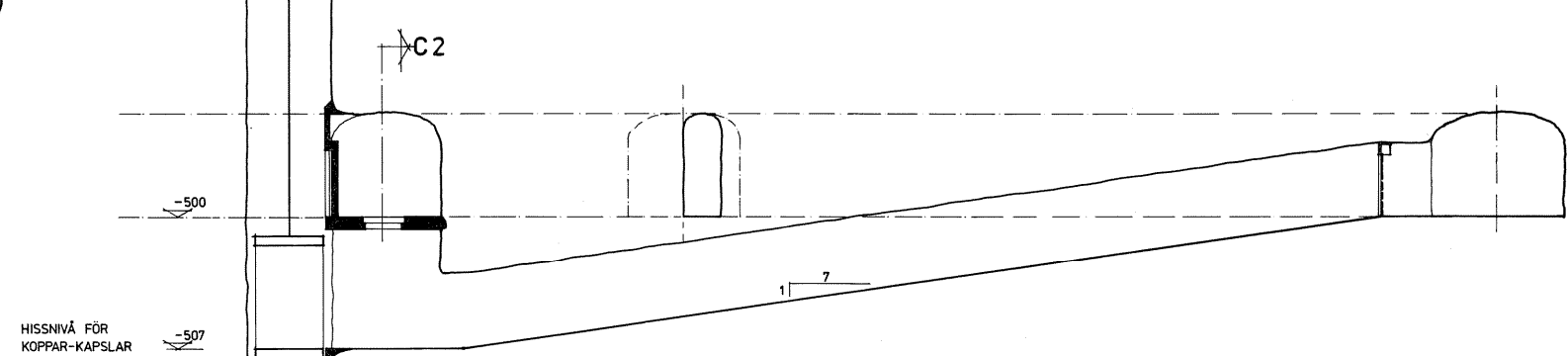
BOX 5038  
102 41 STOCKHOLM S  
TEL. 08-22 85 80



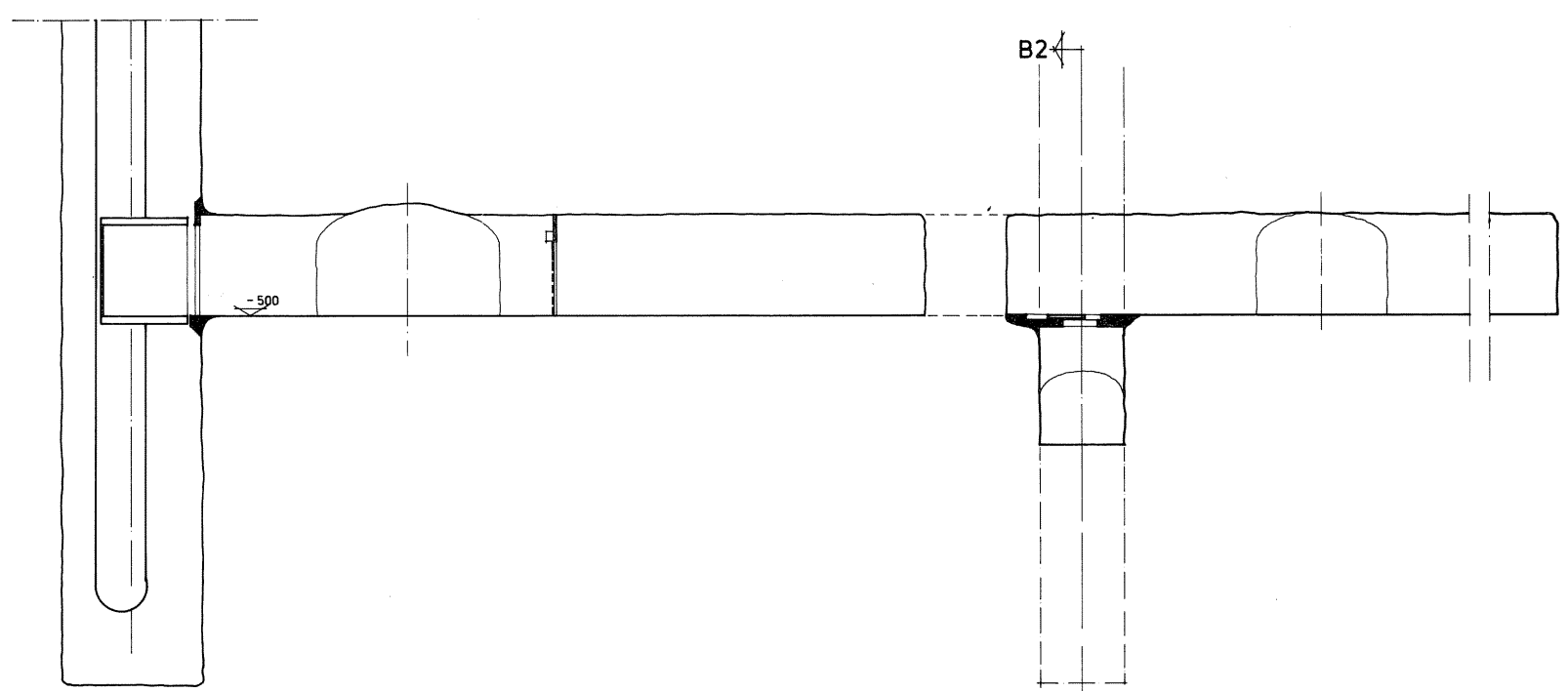
B2



A'2 PLAN -500



B 2 SEKTION G. AVFALLSHISS



C 2 SEKTION G. MATERIELHISS & AVFALLSMOTTAGNING

REV. | ANT. | REVIDERINGEN AVSER | RITAD | GRANSK | DATUM

KBS  
SFL 1-2

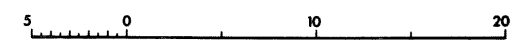
CENTRALOMRÅDE

KONSTRUERAD LEA	RITAD HOS	GRANSKAD	REG-NUMMER B 87 95
SKALA 1:200	RITNINGNUMMER SFL 1-02	REV	

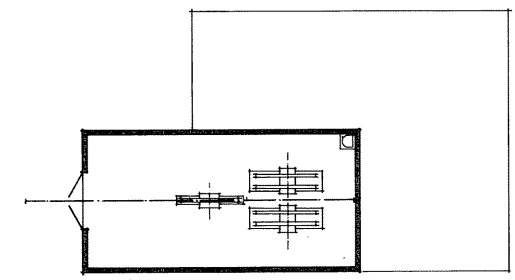
STOCKHOLM DEN 81 12 12

**VBB**

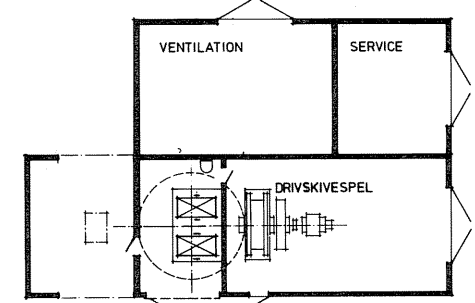
BOX 5038  
102 41 STOCKHOLM S  
TEL. 08-22 85 80



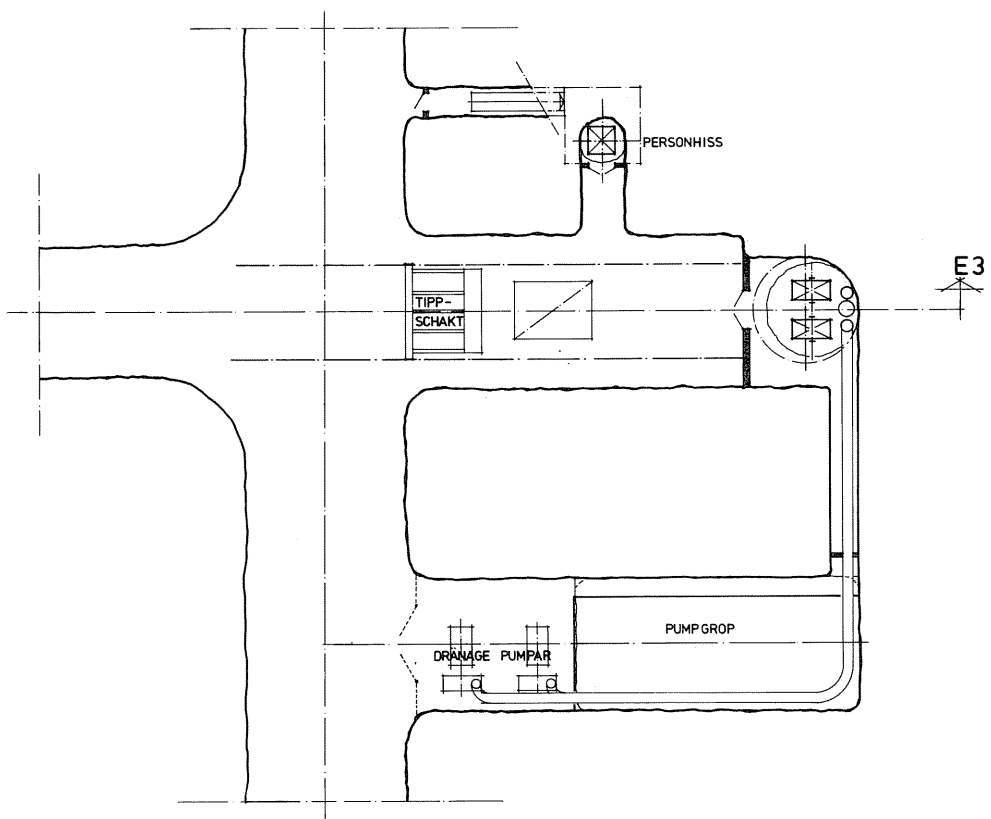




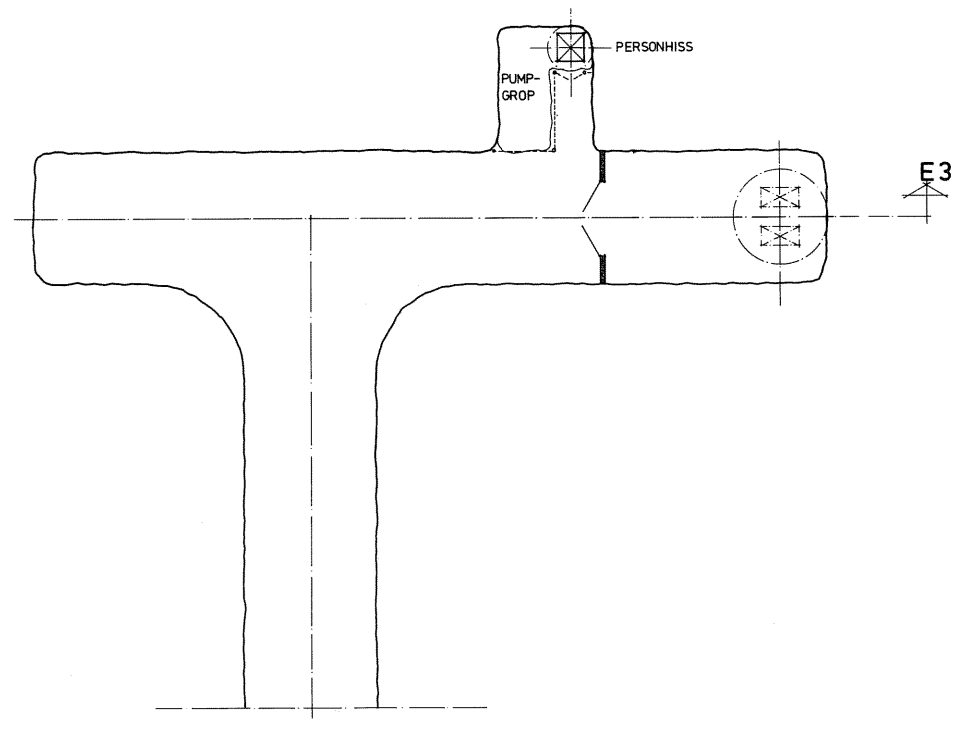
A3 BRYTSKIVEPLAN



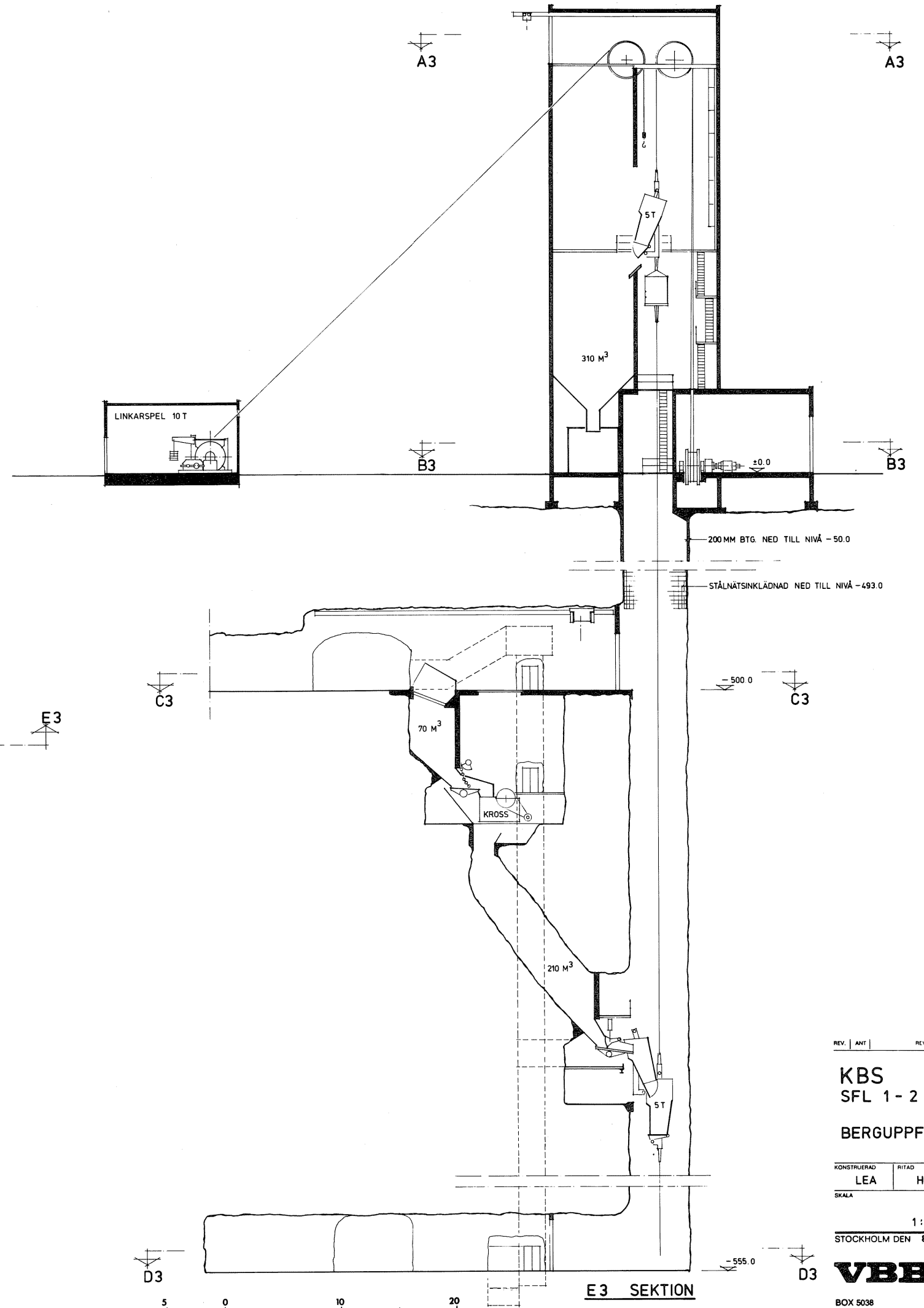
B3 MARKPLAN



C3 TIPP-PLAN -500.0

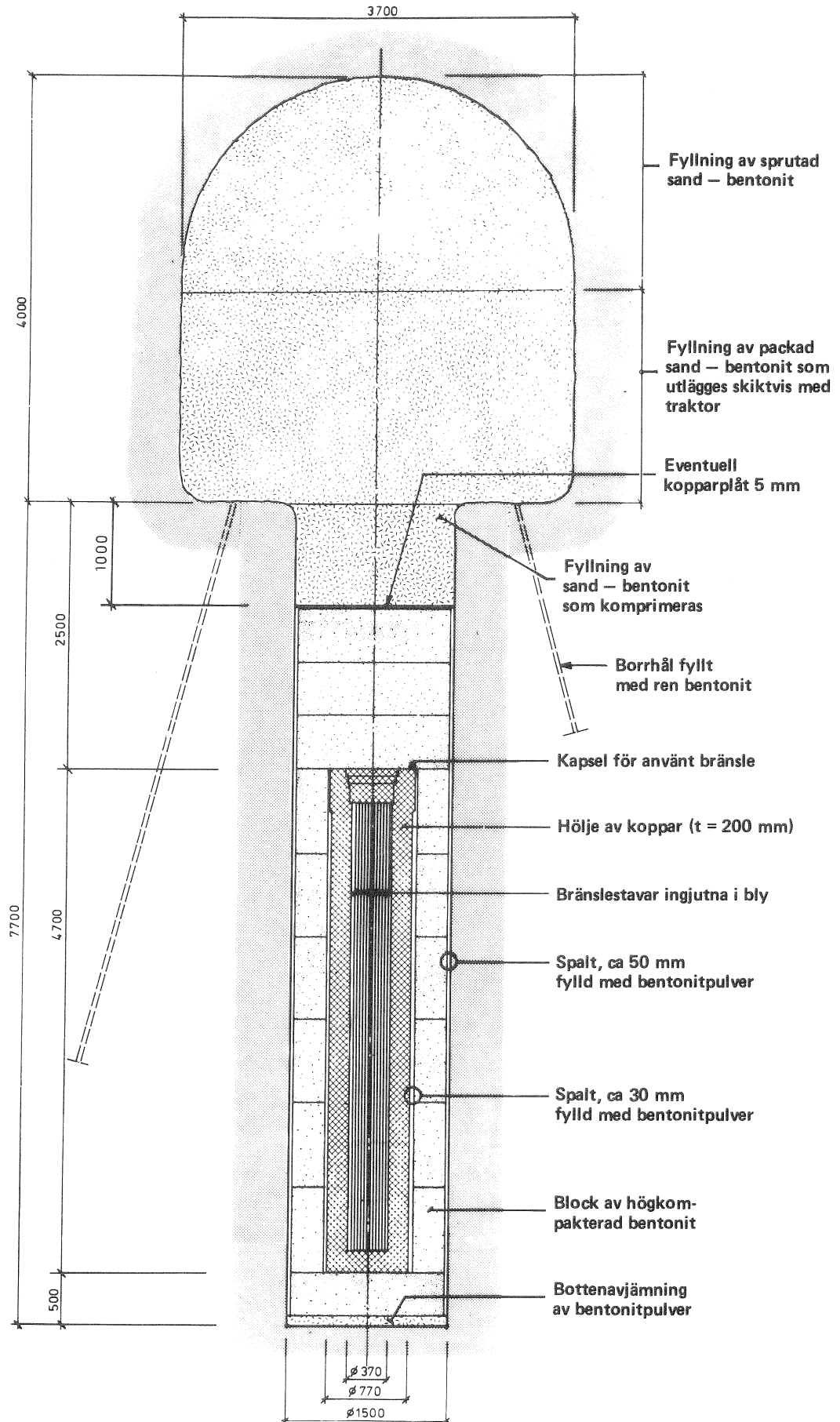


D3 SKIPSCHAKTS-BOTTENPLAN -55.0

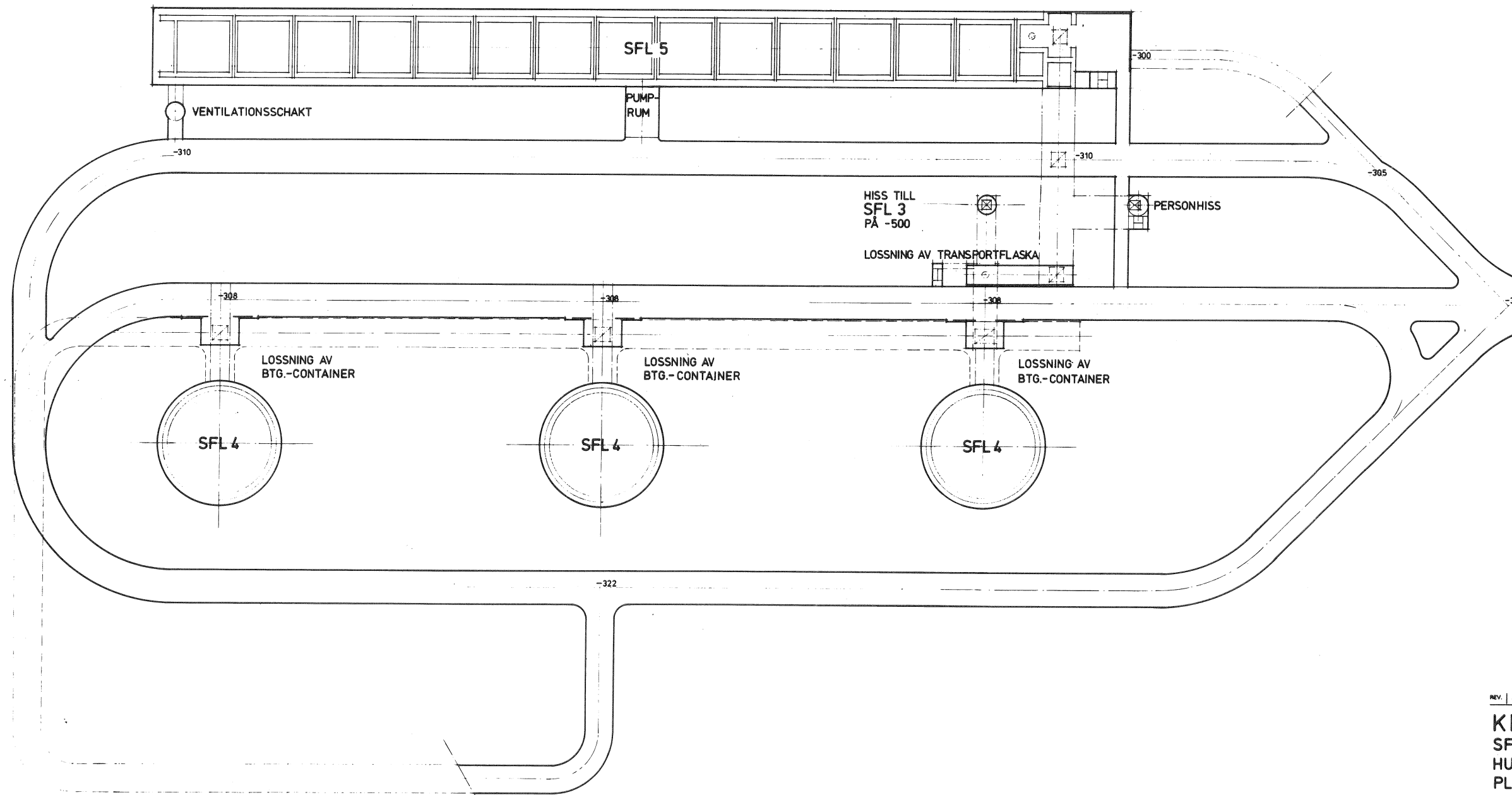


E3 SEKTION

REV	ANT	REVIDERINGEN AVSER	RITAD	GRANSK	DATUM
<p><b>KBS</b> SFL 1-2</p> <p>BERGUPPFÖRDRING</p>					
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG. NUMMER		
LEA	HOS		B 87 95		
SKALA	RITNINGNUMMER	REV			
1:200	SFL 1-03				
STOCKHOLM DEN 01 12.12					
<p><b>VBB</b></p> <p>BOX 5038 102 41 STOCKHOLM 5 TEL. 08-22 85 80</p>					



*Det förseglade slutförvaret. I deponeringshålet omges kapseln av block av högkompakterad bentonit. Spalterna fylls med bentonitpulver. Tunneln fylls med en blandning av kvartssand och bentonit. Ovanpå bentonitblocken placeras eventuellt en kopparplåt som diffusionsspärr.*



REV.	ANT.	REVIDERINGEN AVSER	RITAD	GRANSKAD	DATUM
------	------	--------------------	-------	----------	-------

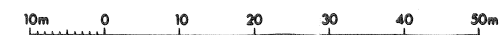
**KBS**  
**SFL 3-5**  
**HUVUDLAYOUT**  
**PLAN -300**

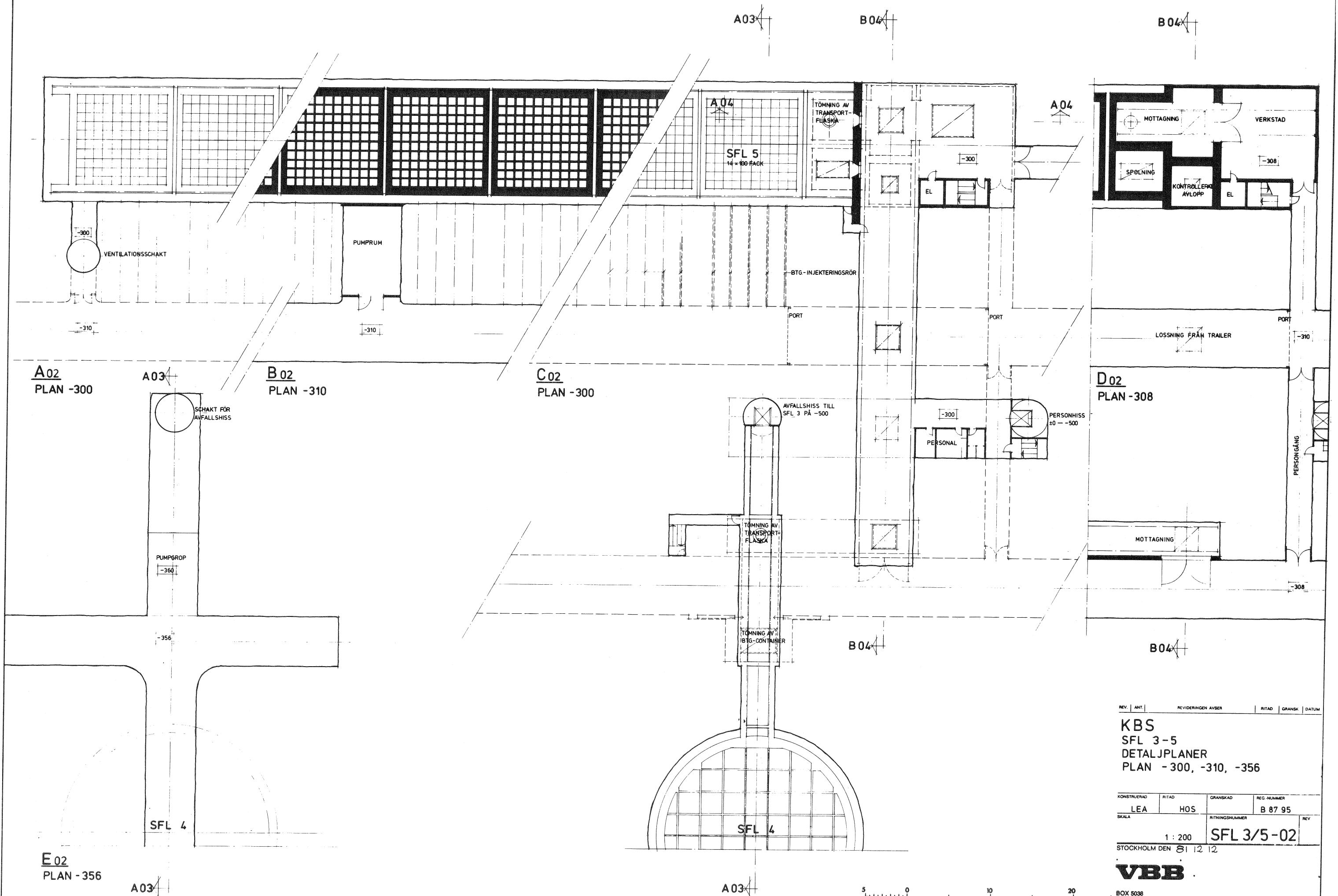
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG-NUMMER
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	RITNINGSNUMMER	REV	
1:500	SFL 3/5-01		

STOCKHOLM DEN 8/12 12

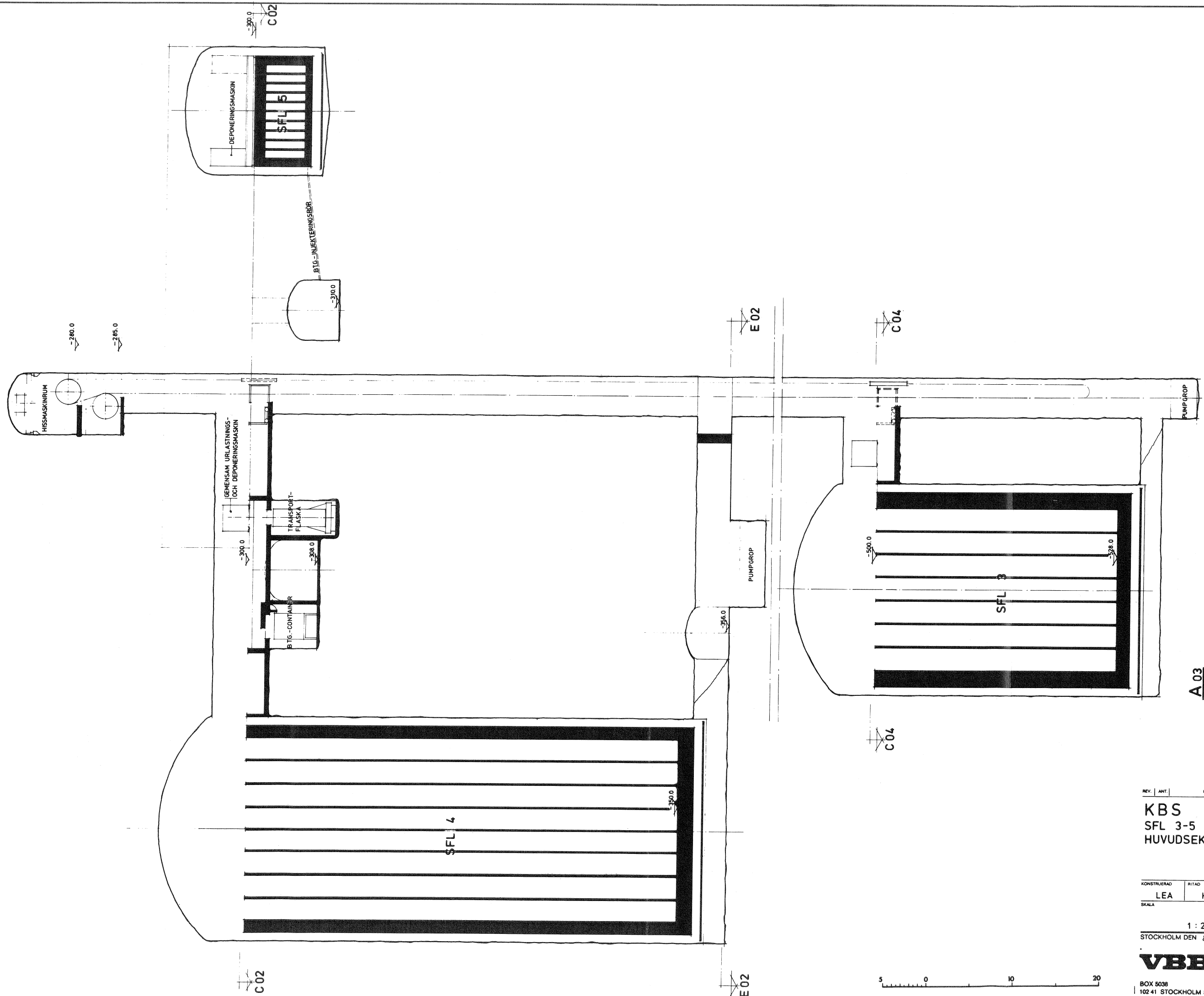
**VBB**

BOX 5036  
 102 41 STOCKHOLM S TEL. 08-22 85 80





REV.	ANT.	REVIDERINGEN AVSER	RITAD	GRANSK	DATUM
<p><b>KBS</b>                      SFL 3-5                      DETALJPLANER                      PLAN -300, -310, -356</p>					
KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG-NUMMER		
LEA	HOS		B 87 95		
SKALA		RITNINGNUMMER		REV	
1 : 200		SFL 3/5-02			
STOCKHOLM DEN 8 / 12 / 12					



REV. ANT. REVIDERINGEN AVBER. RITAD. GRANSKAD. DATUM

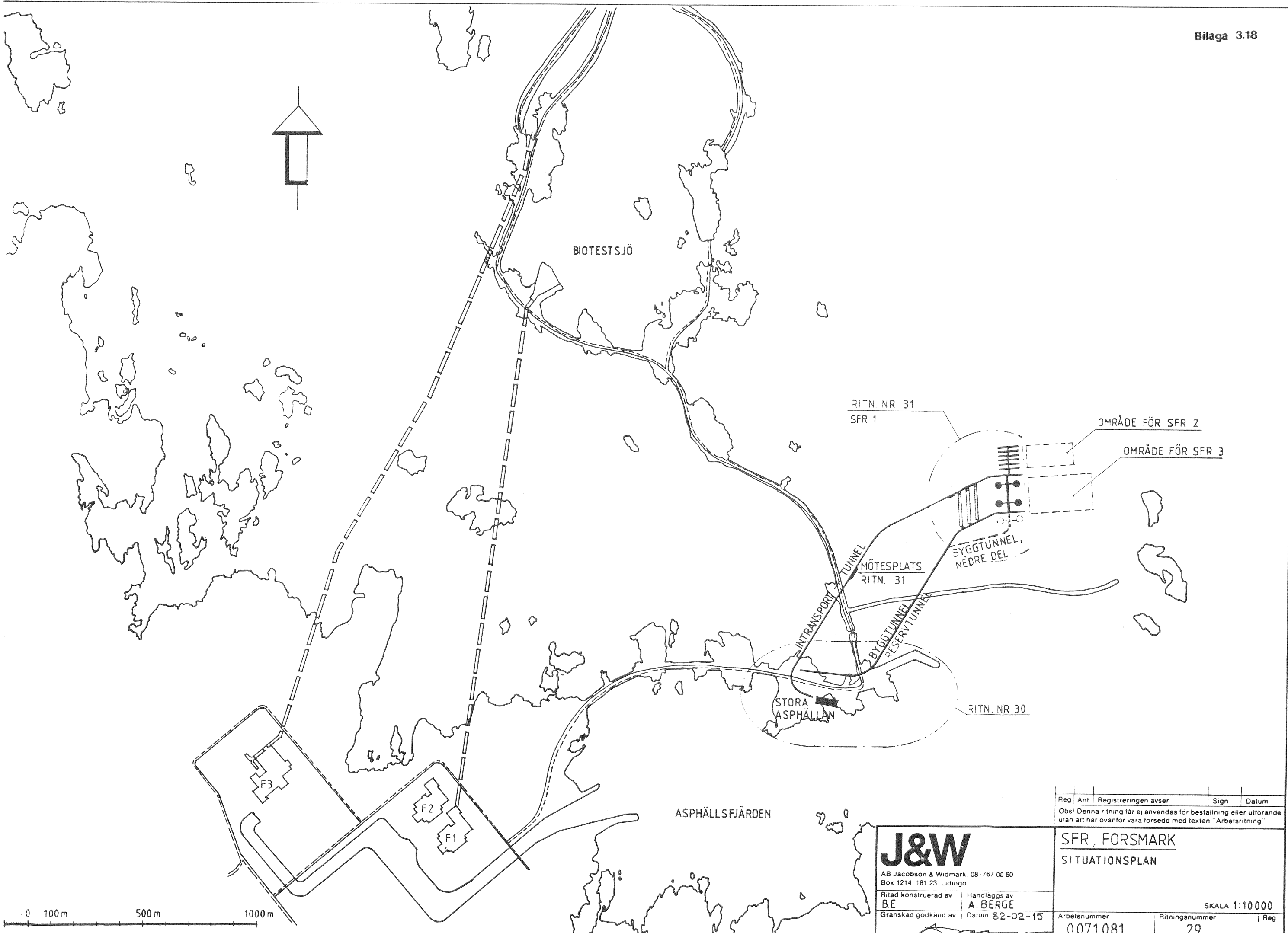
**KBS**  
**SFL 3-5**  
**HUVUDSEKTION**

KONSTRUERAD	RITAD	GRANSKAD	REG-NUMMER
LEA	HOS		B 87 95
SKALA	RITNINGNUMMER	REV.	
1 : 200	SFL 3/5-03		

STOCKHOLM DEN 81 12 12

**VBB**

BOX 5038  
 102 41 STOCKHOLM 5  
 TEL. 08-22 85 80



Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"

**J&W**  
 AB Jacobson & Widmark 08-767 00 60  
 Box 1214 181 23 Lidingö

Ritad konstruerad av | Handlaggs av  
 B.E. | A. BERGE

Granskad godkänd av | Datum 82-02-15

<b>SFR, FORSMARK</b>	
SITUATIONSPLAN	
Arbetsnummer	SKALA 1:10000
0071081	29
Ritningsnummer	Reg