

---

# **KBS** TEKNISK RAPPORT

---

**38**

## **Utformning av bergrumsanläggningar**

**Arne Finné, KBS**  
**Alf Engelbrektson, VBB**

**Stockholm december 1977**

UTFORMNING AV BERGRUMSANLÄGGNINGAR

(Byggnadsteknisk beskrivning av anläggningar för mellan- och slutförvaring av förglasat kärnbränsleavfall)

Description of the construction of Temporary Storage and Final Repository for vitrified radioactive waste

Arne Finné, KBS

Alf Engelbrektson, VBB

Stockholm, december 1977

I slutet av rapporten har bifogats en förteckning över av KBS hittills publicerade tekniska rapporter i denna serie.

## Summary

(Incl. Figures I - V with English text)

The present report contains a compilation of data concerning the layout and design of temporary and final rock storage facilities for vitrified high level waste from nuclear plants.

In the introduction the basic principles for the design of the storage facilities are briefly summarized. The vitrified waste, in the shape of glass cylinders encased within containers of chrome-nickel steel will be stored for at least 30 years in a Temporary Storage. After this period the glass containers will be encapsulated in a lead-titanium canister and transferred to the Final Storage, which is located in rock underneath the Temporary Storage at a level of about 500 m below the surface. The rock together with the material used for filling the tunnels and other excavations will constitute the ultimate barrier against the migration of radioactive substances to the biosphere and provide protection against external forces such as acts of war, etc.

The Final Storage has a capacity to receive 9 000 waste canisters, each containing a quantity of waste corresponding to approximately 1 ton of reactor uranium. The canisters are distributed over a horizontal area of 1 km<sup>2</sup>.

As shown in Fig. 1, the Temporary Storage and Encapsulation Plant is located in two adjacent rock cavities, housing the Reception and Encapsulation Facilities in one of the rooms and the Temporary Storage in the other. The max. span of both rooms is approx. 20 m and the covering rock at least 30 m in thickness. The rooms are connected to each other and to the ground by tunnels,

and there are also tunnel connections with the main shaft and the waste transport shaft down to the Final Storage.

The layout of the Temporary Storage and Encapsulation plant is shown in further detail in the drawings A1-A5, enclosed in Appendix 2 to this report. The building structures are made mainly of cast-in-situ concrete. The design and the technical standard of the structures as well as the installation are similar to those of auxiliary buildings and equipment in nuclear plants.

The handling of the vitrified waste within the plant is illustrated in Fig. II. The glass containers arrive at the reception hall inside a transport cask. After unloading and, when necessary, recanning, the glass containers are transferred to the Temporary Storage by a transfer cask with radiation shields. The containers are stored in vertical steel tubes, 10 cylinders in each tube. The tubes are located in four storage chambers, isolated from the surrounding spaces by thick concrete structures. The cooling of the waste is provided by means of a ventilation system consisting of two 100 per cent capacity units, the fans of which are housed in the ventilation rooms adjacent to the storage chambers.

The encapsulation of the glass cylinders in the lead-titanium canisters must be performed by remote operation. The glass containers are transferred to the Encapsulation Cell by the transfer cask. The cell is enclosed in radiation-shielding concrete structures.

After the final encapsulation the waste canister is placed within a transfer cask on rails and lowered by an elevator to the Final Storage. As shown in Fig. III, this facility consists basically of a system of

parallel storage tunnels with access tunnels and shafts to the ground level. Vertical holes are drilled in the floor of the tunnels, and in each hole a canister is placed and embedded into a compacted buffer material of sand and bentonite.

The construction of the shaft and tunnelling system will begin with the sinking of a shaft from the ground level down to the level of the storage tunnels. From this shaft horizontal adits will be driven to permit the drilling of the other shafts with raise boring methods. Adjacent to the storage area, tunnels for service facilities will be constructed. Rock blasted will be transported to the ground level by a skip hoist.

Construction of the storage area tunnelling system will begin with the peripheral and the centre transport tunnels and with the ventilation tunnel. A good survey of the rock conditions is thereby obtained and the layout of the storage tunnels may then be modified if necessary. Construction of the storage tunnels will then commence with the use of careful blasting or possibly full face boring in order to minimize disruption of the rock. In the floor of these tunnels the deposition holes will be drilled. Before the holes are drilled to full size, exploratory holes will be drilled and the permeability of the surrounding rock leakage tested.

The deposition of a waste canister in the final storage is illustrated in Fig. IV. From the elevator, when at the final storage level, the transfer cask is moved on rails, pulled by an electric tractor, through the tunnelling system of the storage area and positioned above the hole in the tunnel floor in which the waste canister is to be placed. The canister is lowered down into the hole with the hoist of the transfer cask and

placed on a pre-compacted bed of sand and bentonite. The transfer cask is then removed and the hole filled with a mixture of sand and bentonite, which is spread and compacted in layers of 10 - 20 cm (See Fig. V).

The Final Storage will have auxiliary systems for ventilation water supply, sewerage, electric power and lighting, compressed air, fire protection, telecommunications, transport of personnel and materials etc. Basically the systems are very similar to what is generally provided in conventional mining installations.

The ventilation system is designed on the basis of the free flow of air in tunnels and shafts. The basic design criteria for the system are the volume of fresh air needed for the construction works and for the dissipation of the heat release from the canisters. The temperature in tunnels where personnel are working shall not exceed 25°C.

The placing of canisters will begin when about one-fourth of the storage tunnels has been completed and will proceed for 30 years. The design of the facilities provides for a complete physical separation of construction works from the transport and the placing of canisters. The equipment for the transport and handling of the canisters as well as for the back-filling of the holes is operated on rails and pulled by electrically powered tractors.

Up to the time when the Final Storage will be sealed, the storage tunnels in which waste canisters have been placed may be inspected and monitoring of rock stresses, temperature gradients, leakage of ground water into the tunnels etc performed.

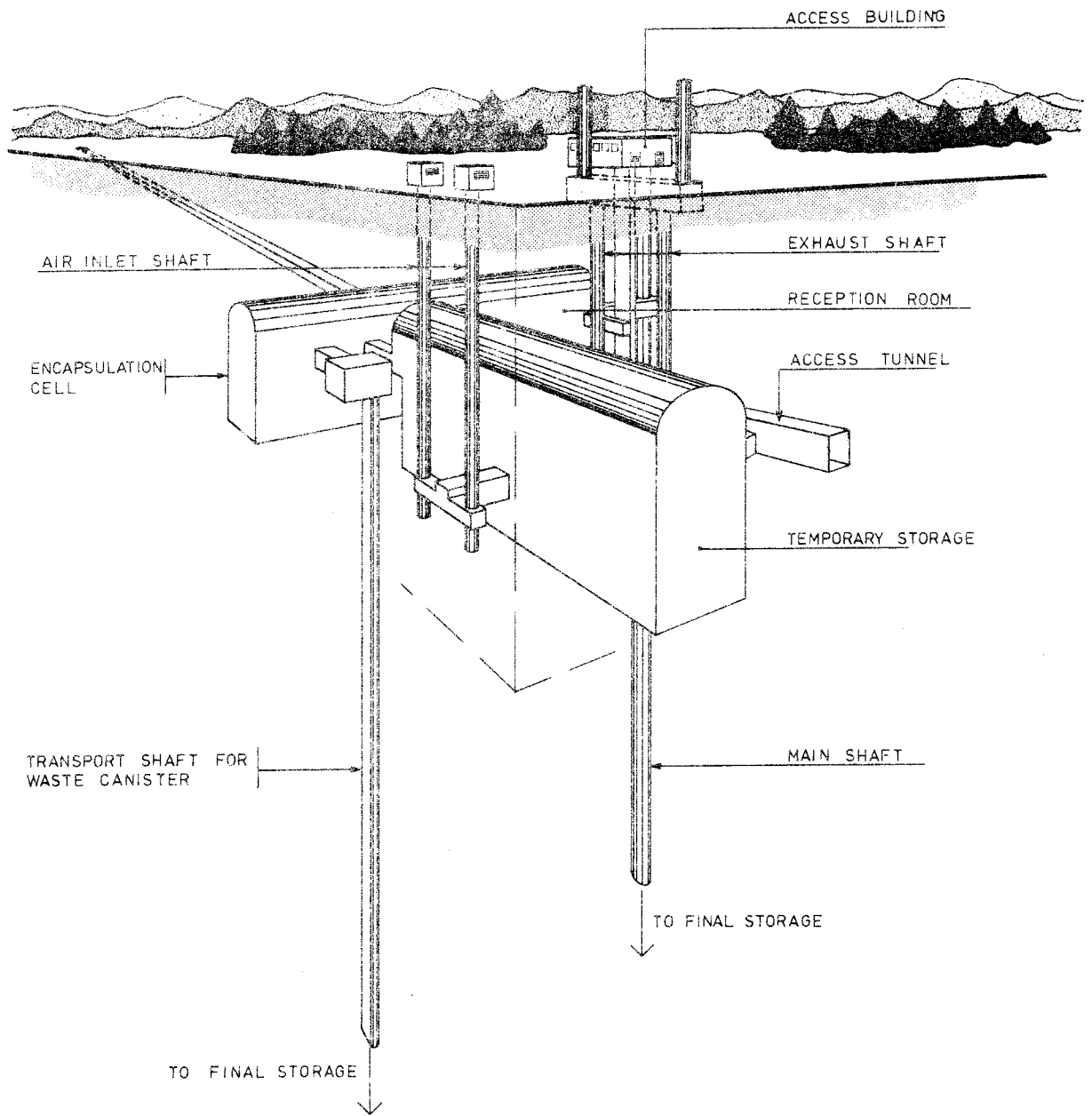
When the Final Storage is to be sealed the tunnelling system is filled with a sand/bentonite mixture similar to the material used for the backfilling of the holes for the waste canisters in the storage tunnels. The lower part of the fill will be applied in layers and compacted with vibratory equipment. In the upper part of the tunnels the sand/bentonite mixture is applied with shotcrete equipment adapted for this purpose. The shotcrete technique and the swelling properties of the bentonite will ensure that the tunnels will be completely filled with a high degree of compaction. A sand/bentonite mixture will also be used for the filling of vertical shafts and holes. In the upper part of the shafts a finely grained moraine may also be used. Compaction in shafts will be made with vibratory equipment.

In this manner all cavities made in the rock will be filled with a material having a permeability which is at least as low as that of the surrounding rock.

Drawings A11 - A18 showing the Final Storage in further details are attached in Appendix 2 to this report. (See List of Drawings, App. 2.)

The calculated cost for the construction of the Temporary and Final Storage facilities including process equipment as well as deposition and sealing operations amounts to 1 300 Millions Swedish Crowns referred to the current cost level. Costs for encapsulation work and materials, surveillance of the facilities and similar operations are not included in this sum.

FIGURE I



TEMPORARY STORAGE AND  
ENCAPSULATION PLANT

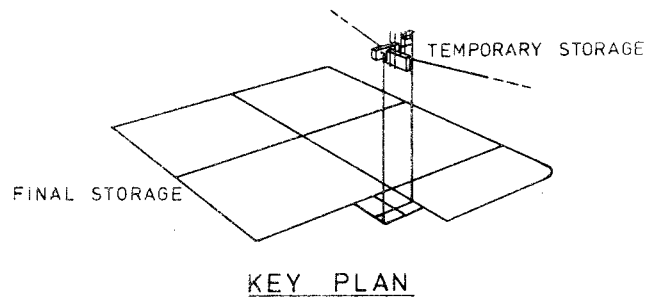
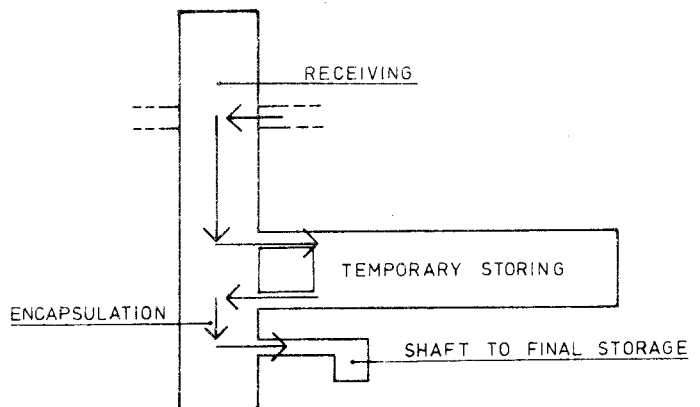
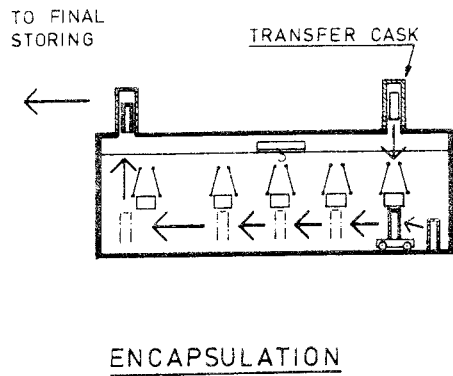
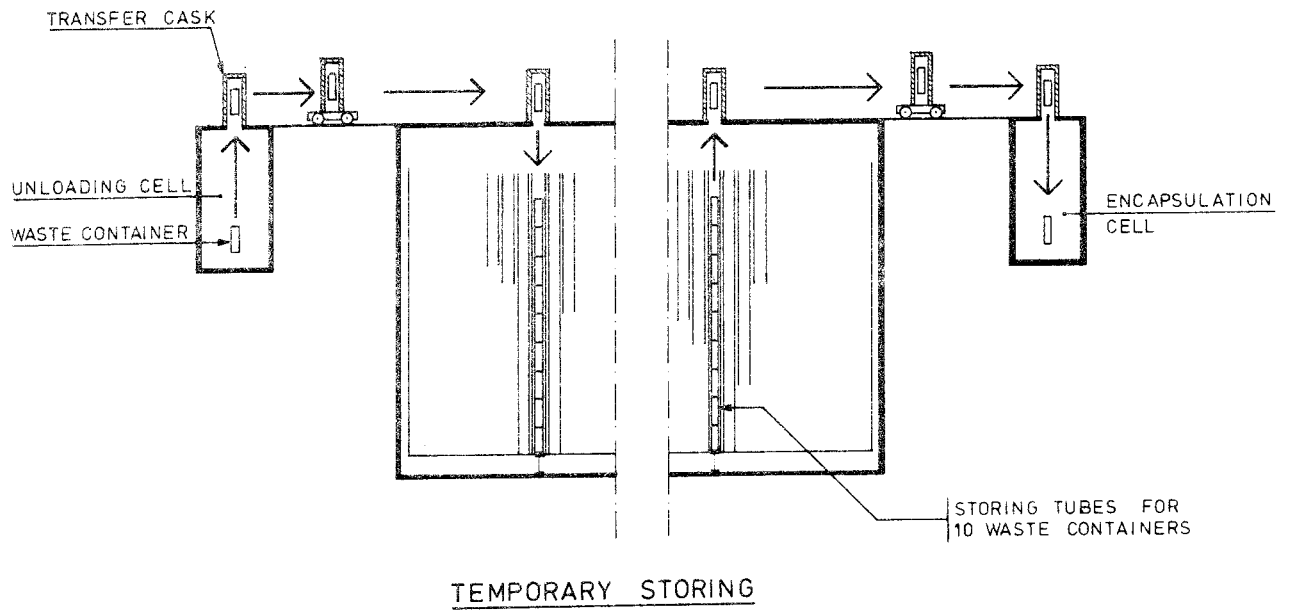
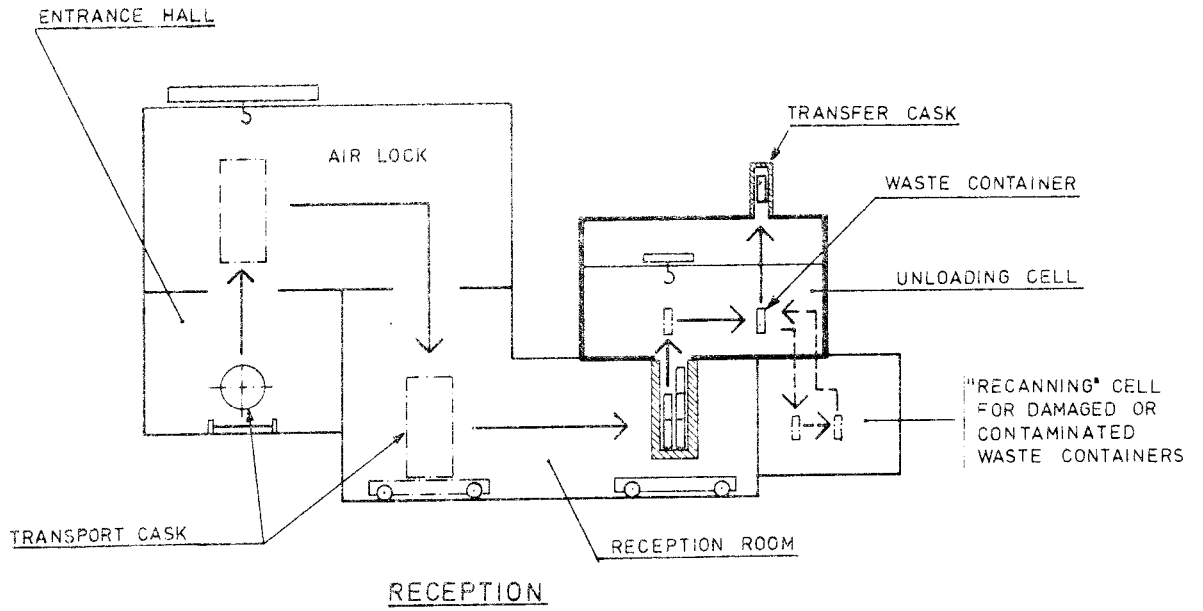


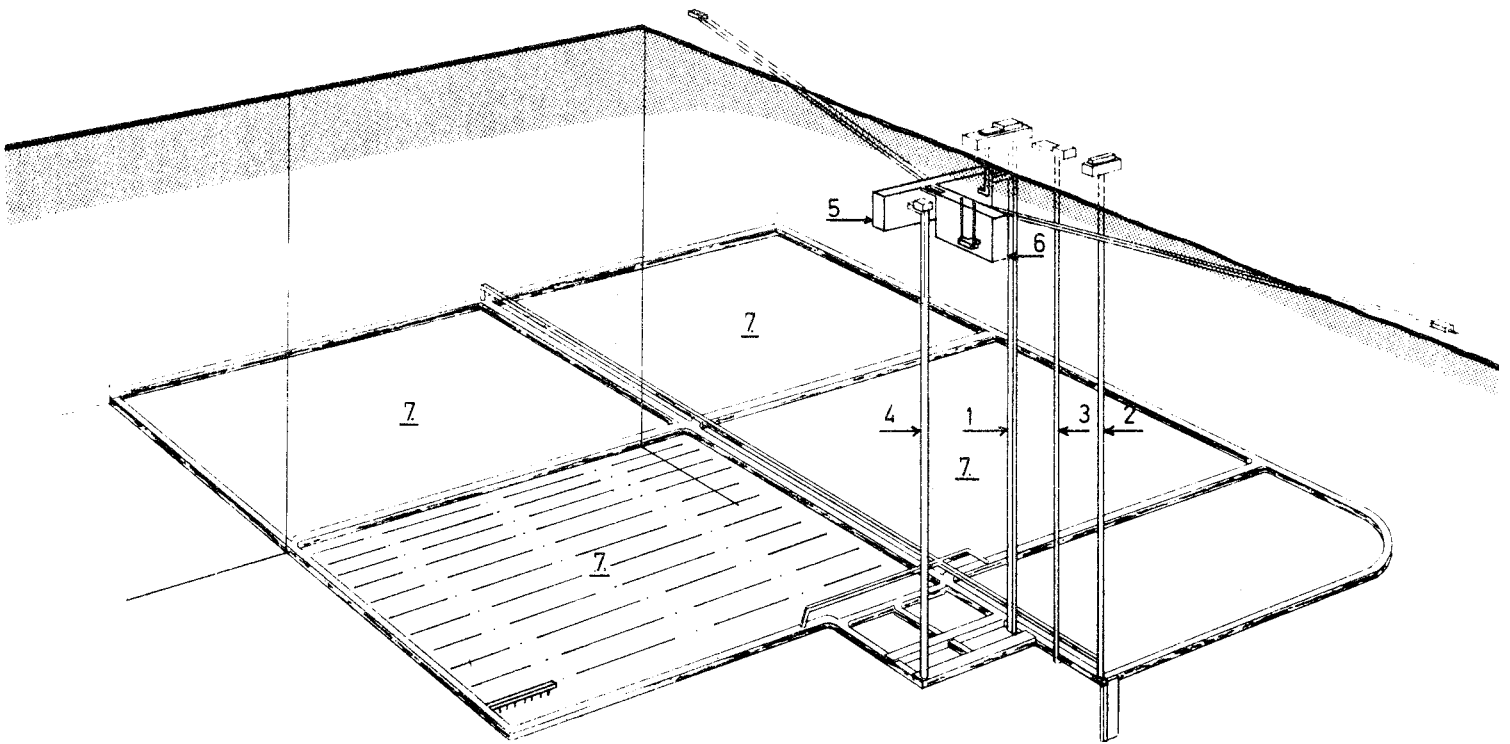
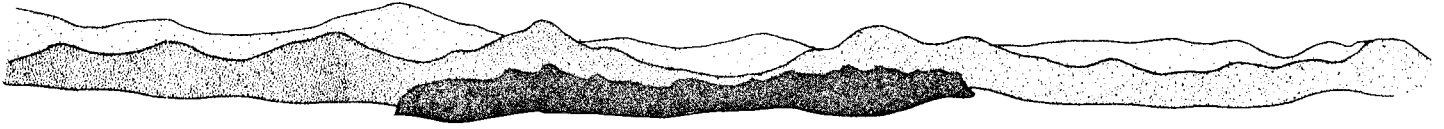


FIGURE II



HANDLING DIAGRAM

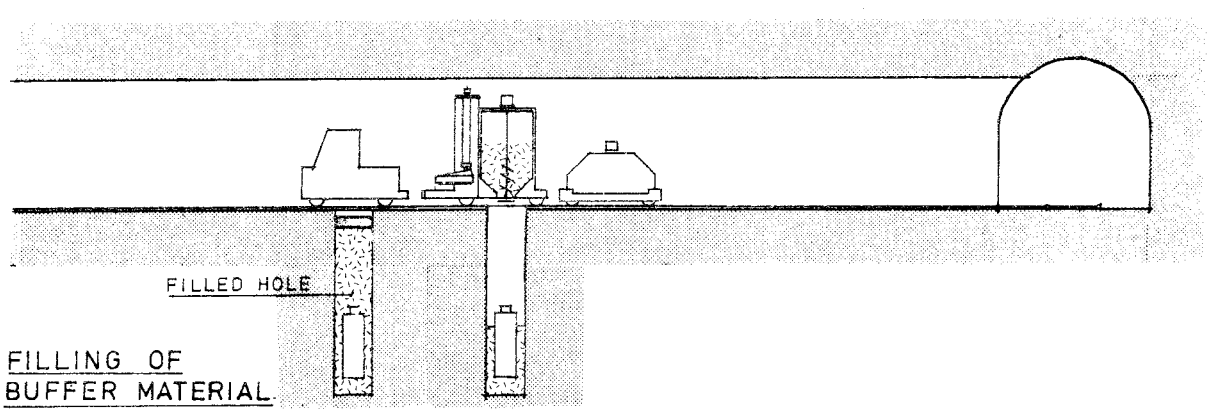
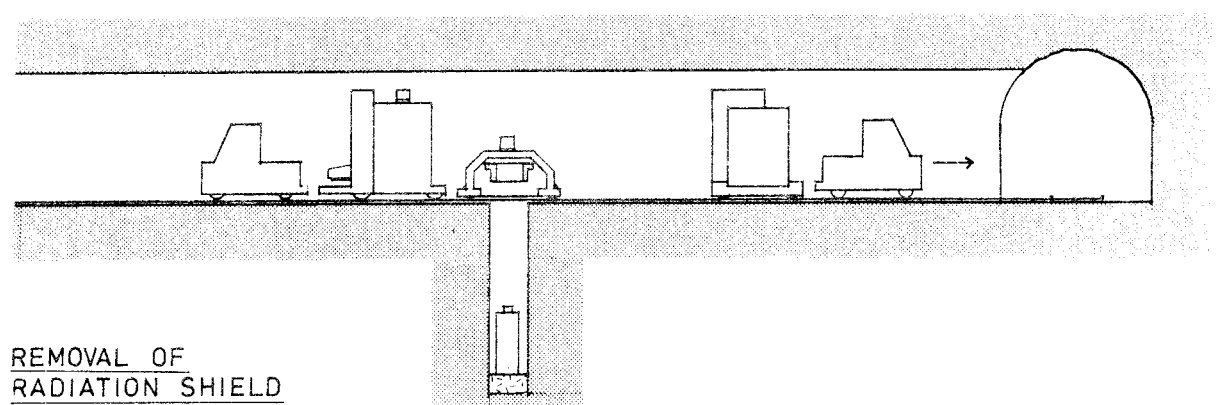
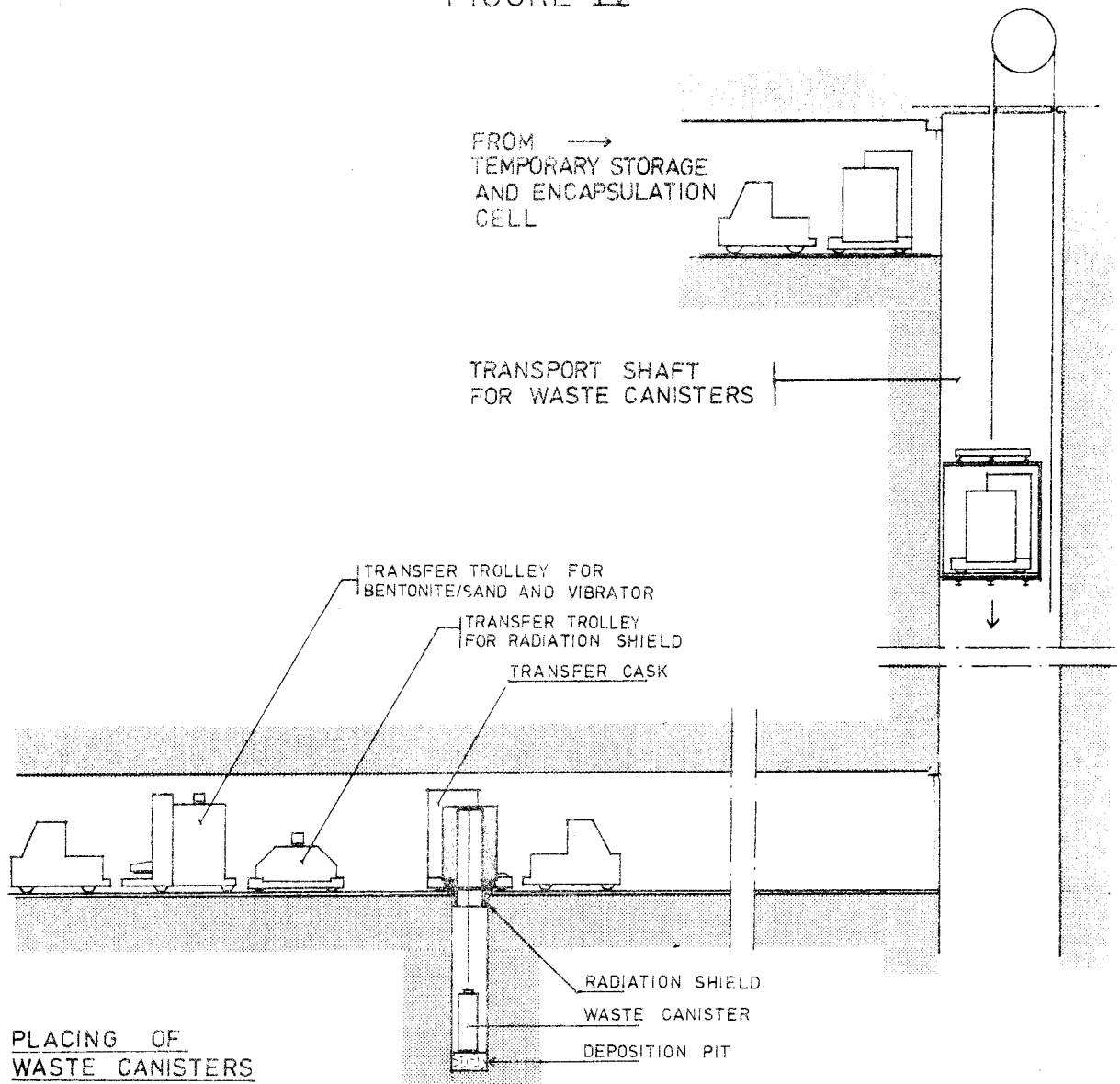
FIGURE III



- 1 MAIN SHAFT
- 2 SKIP SHAFT
- 3 VENTILATION SHAFT
- 4 TRANSPORT SHAFT FOR WASTE CANISTERS
- 5 RECEPTION- AND ENCAPSULATION ROOM
- 6 TEMPORARY STORAGE
- 7 FINAL STORAGE

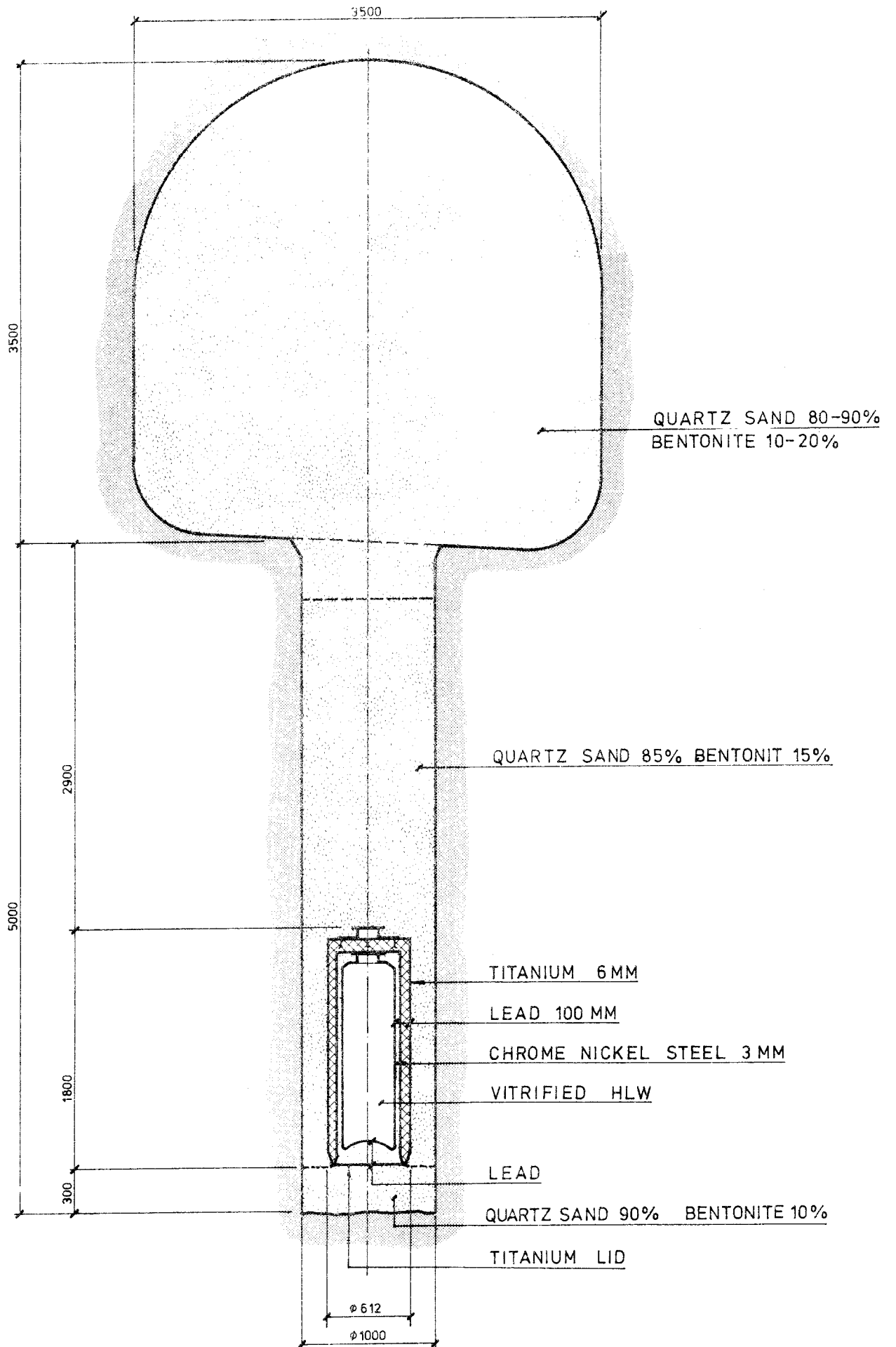
FINAL STORAGE

FIGURE IV



HANDLING DIAGRAM

FIGURE V



SEALED FINAL STORAGE

## INNEHÅLL

1. Beskrivningens syfte och omfattning
2. Förutsättningar och grundläggande krav
3. Deponeringsförfarande
4. Mellanlagringsanläggningens utformning
  - 4.1 Bergrum och byggnader
  - 4.2 Hjälpsystem
5. Slutförvarets utformning
  - 5.1 Förvarets utformning i stort
  - 5.2 Förvaringstunnlar och deponeringshål
  - 5.3 Anslutnings- och transporttunnlar
  - 5.4 Transportschakt
  - 5.5 Serviceutrymmen
  - 5.6 Hjälpsystem
6. Utbyggnadsförfarande och -tidplaner
  - 6.1 Mellanlagringsanläggningen
  - 6.2 Slutförvaret
7. Transport- och utrymningsvägar
  - 7.1 Mellanlagringsanläggningen
  - 7.2 Slutförvaret
8. Försegling av slutförvaret

### Bilaga 1

Beräknade anläggningskostnader

### Bilaga 2

Ritningar enligt särskild förteckning

## 1. Beskrivningens syfte och omfattning

Denna beskrivning innehåller en sammanfattning av huvudsakligen byggnadstekniska uppgifter beträffande utformning och utförande av slutförvar och mellanlagringsanläggning i berg i enlighet med de tankegångar, som ursprungligen redovisades i den s.k AKA-utredningen, och som vidarebearbetats av en konstruktionsgrupp inom KBS, delvis under objektbeteckningen P21:14. Gruppen har assisterats av personal från Vattenbyggnadsbyrån (VBB) samt av Tore Bjarnekull (Statens Vattenfallsverk), Orvar Larsson (Gruvornas Arbetsstudie- och Konsultverksamhet) och Björn Lundahl (Stabilator).

Inledningsvis lämnas en kort redogörelse för allmänna förutsättningar och krav på anläggningarna samt för den tilltänkta deponeringsprocessen. Dessa avsnitt är endast avsedda som orientering om bakgrunden till de byggnadstekniska arrangemangen. För utförligare beskrivning av deponeringsprocessen liksom av funktions- och säkerhetsmässiga aspekter hänvisas till den rapport, som presenteras av KBS i december 1977.

I föreliggande beskrivning behandlas i första hand berganläggningarnas utformning samt det tänkta förfarandet vid utbyggnad av såväl bergrum, tunnlar och schakt som de inrymda byggnadsstommarna. Vidare beskrivs anläggningarnas viktigaste process- och hjälpsystem med tonvikt på systemen för interna transporter och ventilation.

Beskrivningen har i stor utsträckning karaktären av kommentarer till de bifogade ritningarna.

Studierna av förvarets utförande har i allmänhet koncentrerats till ett enda alternativ och beträffande metodval har dagens teknik förutsatts, vilket inte hindrat att andra alternativ kan visa sig fördelaktiga, speciellt med hänsyn till framtida metodutveckling.

## 2. Förutsättningar och grundläggande krav på anläggningen

Det inkapslade kärnbränsleavfallet skall efter minst 30 års mellanlagring kunna deponeras slutgiltigt i berg, som, tillsammans med det fyllnadsmaterial som placeras omkring kapslarna och i övriga utsprängda hålrum, skall utgöra den yttersta barriären mot en spridning av radioaktiva ämnen till biosfären. Berget skall också utgöra ett säkert skydd mot s.k yttre påverkan, såsom inverkan av krigshandlingar, sabotage, meteoritnedslag och erosion.

Slutförvaret skall rymma 9 000 avfallskapslar, var och en med en avfallsmängd motsvarande cirka 1 ton uran. Från det att deponeringsarbetet påbörjas skall 300 kapslar per år kunna överföras till slutförvaret från mellanlagret och tillhörande inkapslingsstation.

På grundval av geologiska och hydrologiska förhållanden, spridningsmekanismer, temperatureffekter m m har det bestämts, att avfallet skall placeras cirka 500 m under bergytan. Avfallskapslarna fördelas jämnt på en horisontell yta av 1 km<sup>2</sup>. Med denna utbredning erhålles ett lämpligt avstånd mellan de olika förvaringsorterna och en tämligen måttlig temperaturökning i berget omkring det utfyllda förvaret.

Det förglasade avfallet levereras från upparbeitungsanläggningen i form av cylindrar med diametern 400 mm och höjden cirka 1,5 m. Cylindrarna är omslutna av behållare av krom-nickelstål.

Före slutdeponeringen placeras varje cylinder i en kapsel av bly med titanhölje (Se ritning A18). Vid den slutliga deponeringen nedsänks kapseln i ett hål borrar i ett tunnelgolv i berget på cirka 500 m djup. Kapseln bäddas in i en fyllning av s.k buffertmaterial bestående av kvartssand och bentonit. Alla schakt, tunnlar och andra hålrum i berget fylls senare med liknande material.

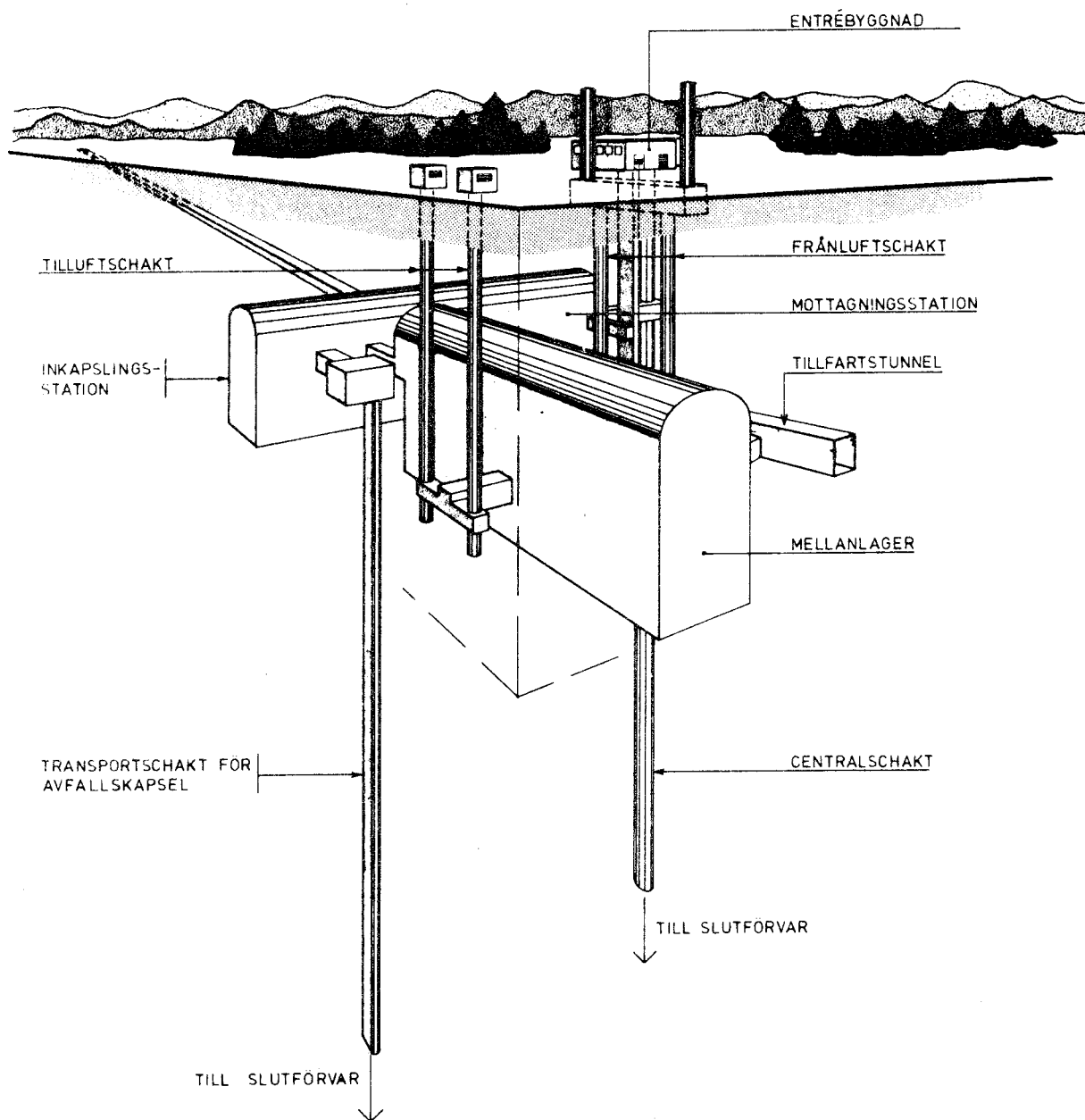
### 3. Deponeringsförfarande

I det följande lämnas en kort orientering om hanteringen av avfallet i mellanlagringsanläggningen och i slutförvaret. En utförligare beskrivning återfinns i huvudrapportens kapitel III:5 och :6.

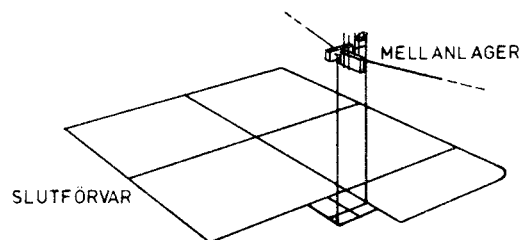
Innan det förglasade avfallet slutdeponeras, förvaras det under minst 30 års tid i en anläggning för mellanlagring (Se figur 1). Till denna anläggning hör en mottagningsstation för mottagning och urlastning av avfallet, samt en inkapslingsstation, i vilken varje avfallsbehållare före transport till slutförvaret förses med en tjockväggig metallisk kapsel.

Avfallets hantering i mellanlagringsanläggningen framgår av hanteringsschemat figur 2 och mer detaljerat av ritningarna A6, A7 och A8. Från upparbetningsanläggningen transporteras ett antal glascylindrar i en transportbehållare vilande på en trailer till mellanlagringsanläggningens mottagningsstation. Efter utvändigt tvättning i stationens ankomsthall lyfts transportbehållaren från trailern genom en luftsluss till mottagningsrummet, där den placeras vertikalt på en transportvagn. Efter kontroll av invändig radioaktivitet och lossning av lockets bultar, transporteras behållaren till ett läge under den s.k urlastningscellen och ansluts till en öppning i cellens golv. Locket avlyfts och glascylindrarna lyfts upp ur transportbehållaren, som efter invändig tvättning kan forslas tillbaka till upparbetningsanläggningen. Om en glascylinder eller den omslutande behållaren av krom-nickelstål visar sig vara skadad, förses cylindern i "recanning"-cellen med en extra ytterbehållare. Hanteringen i denna cell liksom i urlastningscellen sker med hjälp av fjärrstyrda manipulatorer.

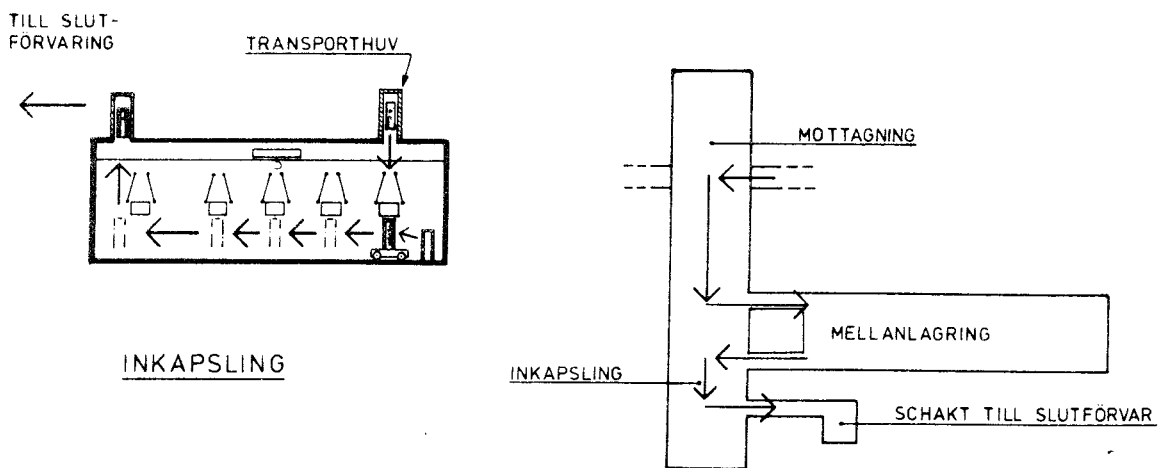
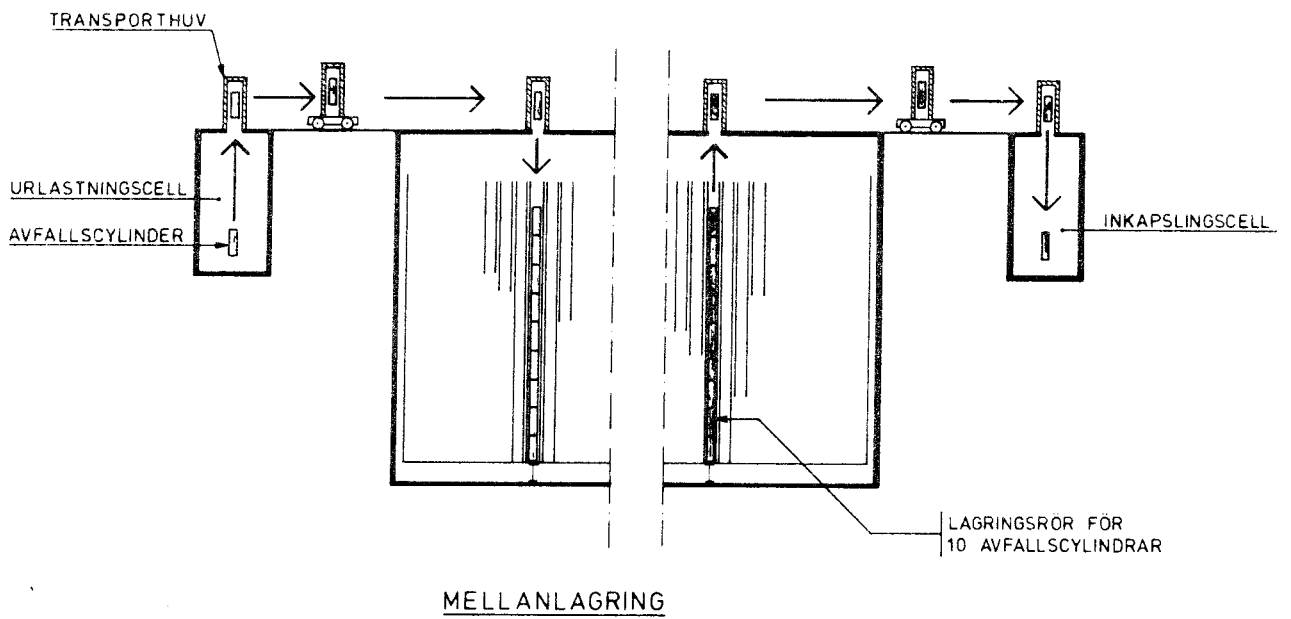
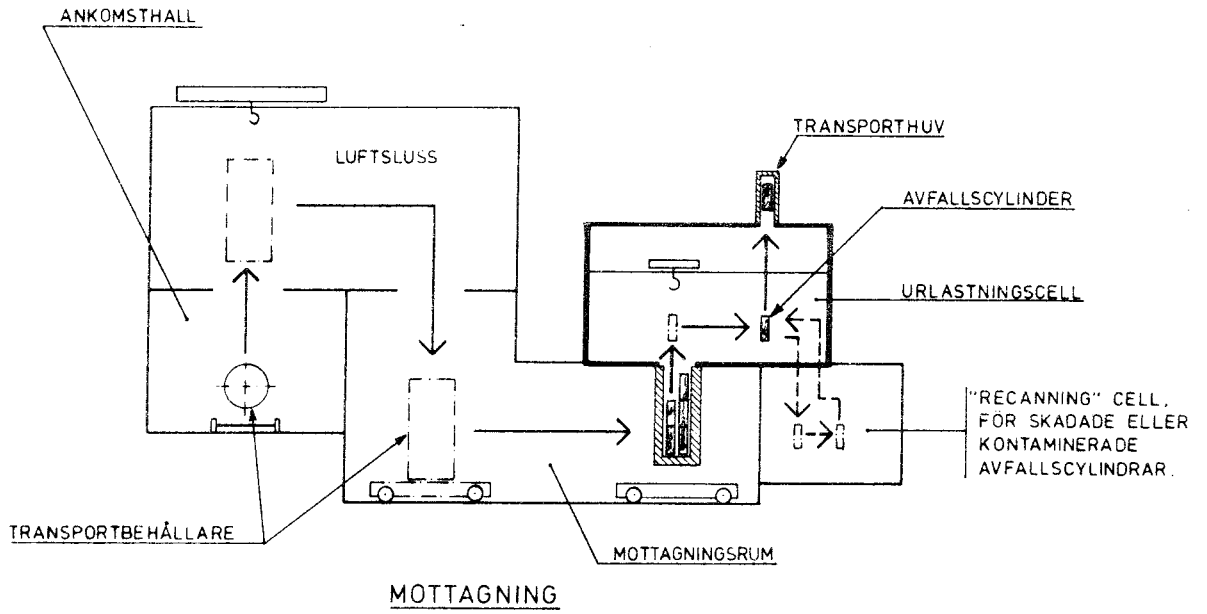




MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION



NYCKELPLAN



Varje avfallsbehållare tvättas i urlastningscellen, varefter den överförs till mellanlagret i en strålskärmad transporthuv. Mellanlagret är uppdelat i 4 lika stora kammare innehållande totalt 600 stålrör, vart och ett med plats för 10 avfallsbehållare. Från transporthuven sänks behållarna ned i förvaringsrören, där de sedan förvaras under luftkylning. Luften cirkuleras genom en spalt mellan rörväggen och behållarna. Även lagringskamrarnas och de angränsande ventilationsutrymmenas invändiga betongytor luftkyls. Betongväggarna inkläds med plåt, som monteras så att en spalt erhålles mellan plåt och betong. Kylningen åstadkoms genom att luft sugas genom denna spalt.

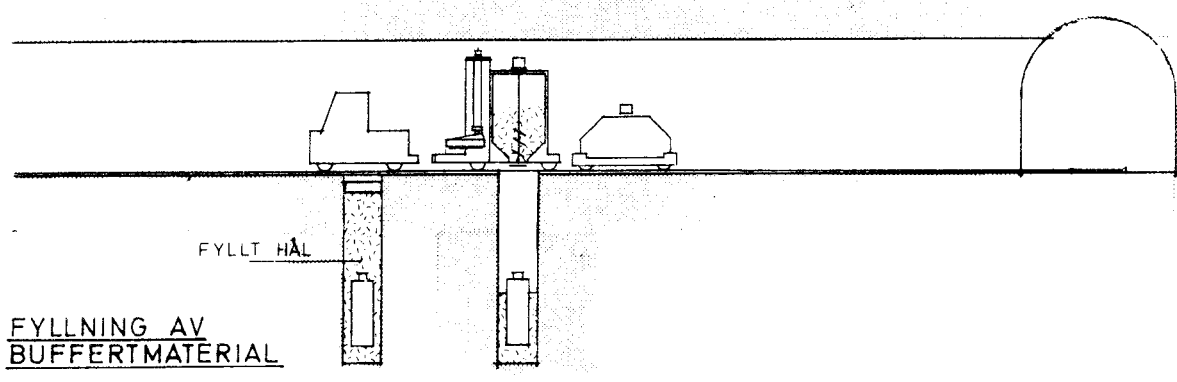
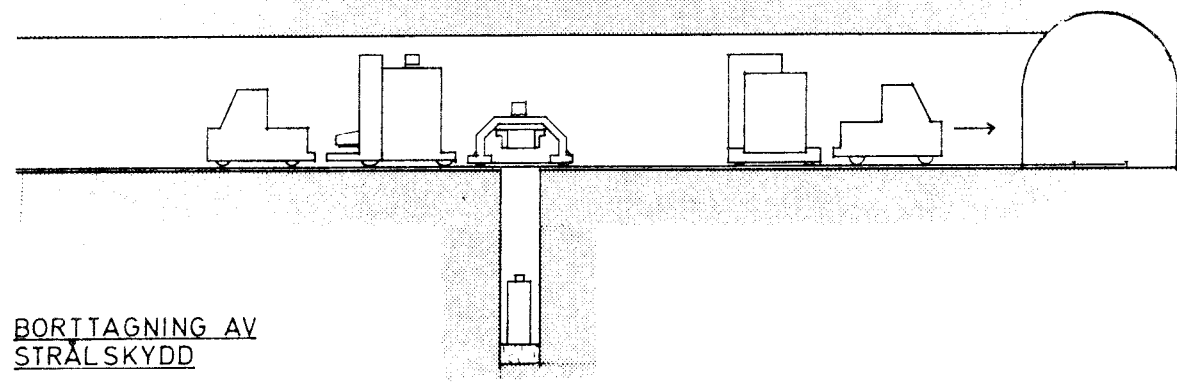
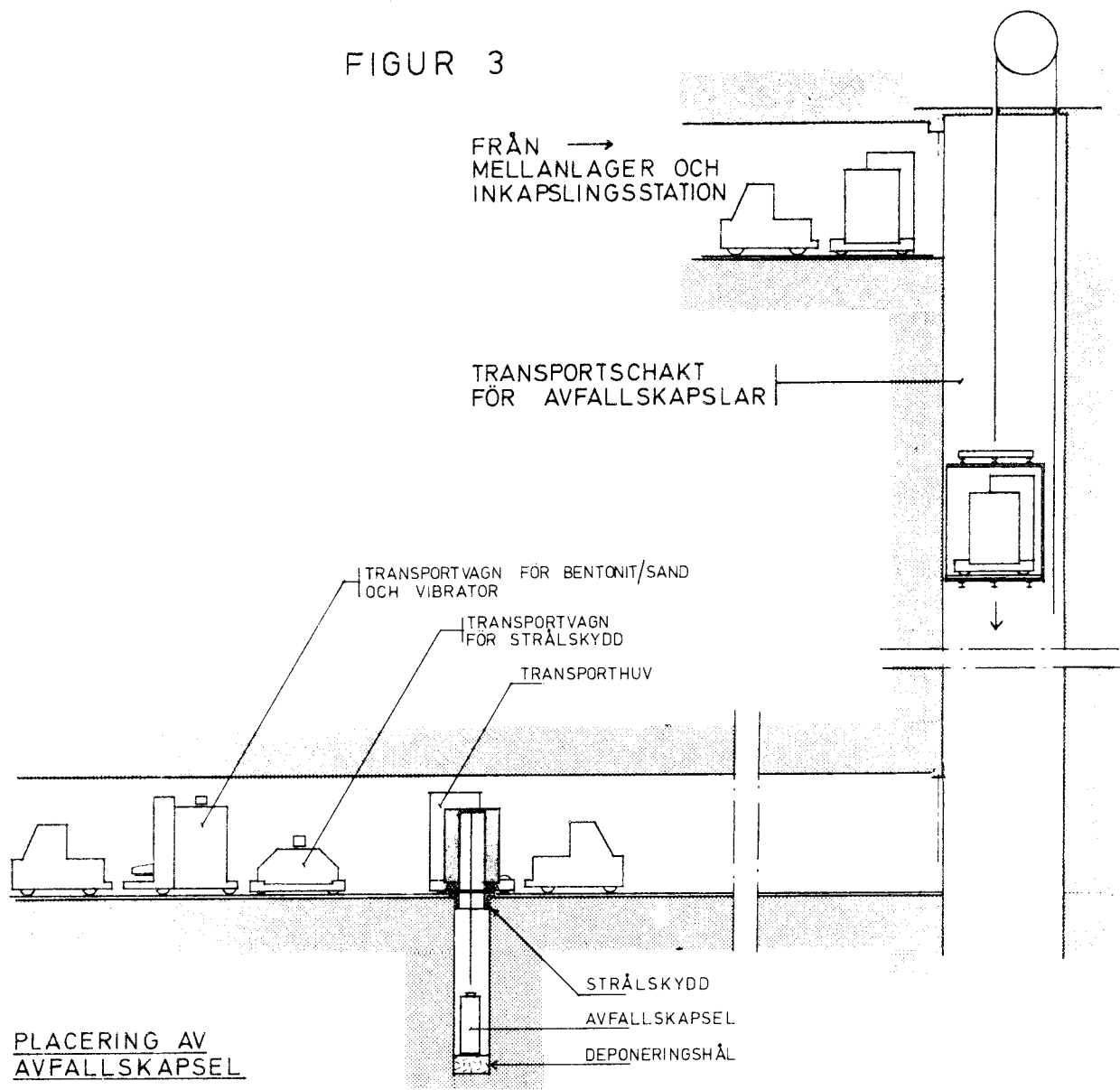
Efter avslutad förvaring i mellanlagret lyfts avfallscylindrarna upp i transporthuven och överförs till inkapslingscellen. Inkapslingen sker fjärrmanövrerat med hjälp av bl a manipulatorer, som styrs från positioner utanför strålskärmade fönster i cellväggarna. Avfallscylindern placeras i en förtillverkad del av den slutliga kapseln, som utgörs av bly med ett hölje av titan. Kapseln kompletteras sedan och tillsluts genom blyggjutning och fastsvetsning av ett titan-lock.

Transporten till slutförvaret inleds med att avfallskapseln lyfts ut ur inkapslingscellen upp i en strålskärmad transporthuv, monterad på en rälsbunden vagn, som med hjälp av en eldriven traktor överförs till en hiss. Med denna transporteras vagnen med den strålskärmade avfallskapseln i ett vertikalt schakt ned till slutförvaret. (Se figur 3.) Med hjälp av en annan eltraktor förflyttas därefter vagnen med kapseln på spår till det aktuella deponeringsstället. Här finns också spårbunden utrustning för applicering av buffertmaterial i deponeringshålet och för hantering av en cylindrisk strålskärm, som placeras vid deponeringshålets överkant före nedsänkning av kapseln.

Denna hissas ned i hålet med hjälp av ett linspel på transportvagnen och placeras på en sandbädd på botten av hålet. Transportvagnen flyttas sedan, strålskärmen lyfts upp och utrustningen för applicering av fyllnads-material placeras över hålet. Sedan hålet fyllts med buffertmaterial, täcks det med en betongpågjutning. För att eliminera risken för uttorkning av materialet via förvaringstunnlarna tillförs vatten till deponeringshålen under den tid tunnlarne står öppna.

Fyllningsmaterialets sammansättning och tillvägagångs-sättet vid fyllning och kompaktering behandlas utförligare i rapport nr 37 från KBS.

FIGUR 3



HANTERINGSSCHEMA

#### 4. Mellanlagringsanläggningens utformning

##### 4.1 Bergrum och byggnader

(Se fig 1 på sidan 4 och ritningarna A1 - A5)

Med hänsyn till kravet på skydd mot påverkan utifrån förläggs mellanlagringsstationen, som rymmer maximalt 6 000 avfallskapslar, i ett bergrum med en minsta bergtäckning på omkring 30 m. På detta sätt erhålles ett fullträffsäkert skydd mot minbomber i 10-tons klassen, som av militära experter bedöms representera den övre gränsen för vad man behöver räkna med i fråga om konventionella vapen, och som också utgör den dimensionerade formen av yttre påverkan. Tillräckligt skydd mot stötvågor från närexplosioner av konventionella bomber åstadkoms genom anordnande av stötvågssäkra portar och luckor i kommunikationslederna från markplanet till mellanlagret, samt genom att såväl tillfartstunneln till anläggningen som ventilationskanalerna utformas enligt principen fri genomblåsning för luftstötvågor.

Av huvudsakligen processtekniska skäl förläggs också mottagnings- och inkapslingsstationerna i ett gemensamt bergrum, som med två mindre tunnlar står i förbindelse med mellanlagringsdelen.

De anläggningsdelar, som är belägna ovan mark, består i huvudsak av en entrébyggnad med administrations- och serviceutrymmen, ventilationsintagsbyggnader och skorstenar, en byggnad innehållande transportfickor, spel o d ovanför skipschaktet samt förråds- och verkstadsbyggnader. Dessa byggnader är av helt konventionell karaktär.

Bergrummens spännvidder är cirka 20 m. Höjderna är max 25 m för mottagnings- och inkapslingsdelen och 35 m för mellanlagringsdelen.

Bergrummens storlek är således icke exceptionell jämfört med befintliga anläggningar i Sverige och utomlands, och såväl utsprängnings- som förstärknings- och tätningsarbeten kan ske på konventionellt sätt. Sålunda förutses förstärkningar av väggar och tak genom systembultning. Bergrumstaken och övre delen av väggarna förses med armerad sprutbetonginklädnad. Kanaler för grundvattendränage ingjuts mellan berg och betong.

Byggnadsstommarna utgörs huvudsakligen av platsgjutna betongkonstruktioner. Grundläggningen av väggar och andra tyngre byggnadsdelar sker direkt på berg, medan golvplattor normalt gjuts på ett packat makadamlager. I kontrollerade utrymmen, där vätskeutsläpp kan tänkas förekomma, förses golven med ett tätskikt av plast e d (membranisolering). Upp till de stora transporthallarnas golvnivå utgörs byggnadsstommarnas yttre begränsning av betongväggar, som är fristående från bergväggarna. Utrymmet mellan berget och betongväggarna behandlas som en yttre, icke kontrollerad del av anläggningen. Inom denna del uppsamlas inträngande grundvatten, som leds till pumpgröpar, varifrån vattnet pumpas till recipient ovan mark.

Av såväl byggnadsstommar som installationer i mottagnings- inkapslings- och mellanlagringsdelen krävs en utformning och teknisk standard, som överensstämmer väl med vad som är normalt för hjälpsystembyggnader i dagens kärnkraftanläggningar.

Reservoarer för kontrollerat vatten och ytor i s.k "hot-cells" förses med beklädnad av rostfri plåt. Lagringskamrarna och fläktutrymmena i mellanlagringsdelen begränsas av betongkonstruktioner, som är skyddade mot höga temperaturer av en invändig plåtpanel, se vidare avsnitt 4.2.

Behovet av lokaler och transportvägar framgår bäst av processflödesschemat ritn A6, samt av processbeskrivningen i avsnitt 3. Hanteringsgången inom anläggningen illustreras på ritningarna A7 och A8. Transportvägarna behandlas utförligare i avsnitt 7.

Anläggningens layout redovisas detaljerat på ritningar A1 - A5.

#### 4.2 Hjälpssystem

Förutom de system för mottagning, transport och annan hantering av det förglasade avfallet, vilka behandlats i föregående avsnitt, utrustas anläggningen med hjälpssystem för följande huvudfunktioner:

- Rening och dekontaminering
- Omhändertagande av avfall från anläggningens egen process
- Golvdränage för aktivitetskontrollerade områden
- Golvdränage för okontrollerade områden
- Grundvattendränage och översvämningsskydd
- Ventilation av aktivitetskontrollerade områden
- Ventilation av okontrollerade områden
- Vattenförsörjning, värme och sanitärt avlopp
- Elförsörjning
- Tryckluftförsörjning
- Brandförsvar
- Aktivitetsmätning
- Provtagning
- Telekommunikation
- Bevakning

Renings- och dekontamineringsystemen omfattar installationer för rengöring av transportbehållare, verktyg och lokaler genom tvättning såväl med vatten som med dekontamineringsvätskor.

Spillvatten från dessa processer uppsamlas normalt i golvbrunnar och leds med självfall till särskilda tankar,



för att sedan pumpas vidare till avfallshanteringsanläggningen. Denna innehåller utrustning för kontroll och behandling av spillvatten, så att det radioaktiva avfallet solidifieras och det frånskilda rena vattnet antingen återanvänds eller släpps ut via det ordinarie avloppssystemet.

På liknande sätt uppsamlas allt "golvdrenagevatten" inom anläggningen i golvbrunnar och leds till pumpgropar. Inom de kontrollerade anläggningsdelarna undersöks vattnet kontinuerligt med avseende på radioaktivt innehåll. Förorenat vatten vidarebefordras till behandlingsstationen för vätskeburet aktivt avfall.

Anläggningen är utrustad med tre huvudsystem för ventilation och luftkylning. Mottagnings- och inkapslingsstationerna har sålunda ett system för ventilation av utrymmen, som samtliga kontrolleras med avseende på radioaktivitet. Mellanlagret är utrustat med ett system, som är dimensionerat för i första hand kylning av lagerutrymmena. Slutligen finns ett konventionellt system för icke kontrollerade utrymmen ovan mark.

Ventilationssystemet för mottagnings- och inkapslingsdelarna har till uppgift att distribuera luft till och från de olika lokalerna på ett sådant sätt, att det icke förekommer något okontrollerat utbyte av luft inom anläggningen. Systemet skall vidare upprätthålla lämplig temperatur och fuktighet i utrymmena. Kraven är i princip desamma som för reaktor-anläggningar, och ventilationssystemet utformas därför som i dylika anläggningar.

Lokalerna klassificeras i en fyrgradig skala, allt efter risken för förekomst av luftburen radioaktivitet. Strömningssvågar och tryckdifferenser bestäms så att överströmning från en lokal med större aktivitetsrisk till en med lägre icke kan förekomma.

På inloppssidan filtreras, kyls och fuktregleras luften efter behov. På utloppssidan avlägsnas alla skadliga ämnen genom absolut filtrering av all luft, innan denna släpps ut genom en ventilationsskorsten.

Mellanlagrets ventilationssystem har till huvuduppgift att genom luftcirkulation kyla de maximalt 6 000 behållare med förglasat avfall, som förvaras i förrådets förvaringskamarar.

Liksom förvaringsutrymmena är ventilationssystemet uppdelat i två enheter, vardera med en luftflödeskapacitet som är lika med den erforderliga kapaciteten för hela förrådet. Fläktsystemen är belägna intill förrådkamrarna. Ett tredje lika stort reservfläktaggregat är placerat ovan jord.

Det maximala erforderliga luftflödet för helt uppfyllt förråd är 150 000 m<sup>3</sup>/h. Motsvarande differens mellan den ingående och utgående luftens temperatur är 60°C.

Från de nedre ventilationskamararna (se ritning A5) strömmar luften in genom de nedre öppningarna i de stålrör som omger avfallsbehållarna. Betongytorna i förvaringskamararna samt i de övre ventilationsrummen är klädda med en panel av stålplåt, som är monterad så att en spalt bildas mellan plåt och betong. Betongkonstruktionerna kyls genom att en del av kyl luften leds i dessa spalter med strömningsriktning från golv till tak. Från övre delen av förvarings- och ventilationskamararna leds den varma luften ut genom två frånluftschakt och därefter genom två ventilationsskorstenar.

Ventilationsvägarna är så dimensionerade att glasbehållarna får tillräcklig kylning genom självcirkulation även vid totalt bortfall av fläktsystemen. Ett annat krav på systemet är, att fläktaggregatet ovan mark skall

ha tillräcklig kapacitet för kylning av de underjordiska ventilationsutrymmena till godtagbar arbetstemperatur vid totalt bortfall av de två ordinarie aggregaten. Ventilationssystemets elförsörjning dieselsäkras, så att betongytorna kan kylas även vid bortfall av den ordinarie elförsörjningen.

Grundvattendränagesystemet är förlagt utanför anläggningens aktivitetskontrollerade delar. Inläckande grundvatten leds via dränagerör lagda i makadamfyllning utanför byggnadsstommen till en pumpgrop, placerad under byggnadens lägsta nivå. Från denna pumpas vattnet genom rörledningar upp till markytan, där det avbördas till närmaste recipient. Systemets kapacitet bestäms med ledning av erfarenheterna vid utsprängningen av bergrummen.

Utformningen av systemen för försörjning av anläggningen med elektrisk kraft och belysning, tryckluft, värme och vatten avviker icke väsentligen från normal standard och behandlas därför icke närmare i detta sammanhang.

Beträffande systemen för brandförsvar och bevakning av anläggningen hänvisas till särskilda beskrivningsavsnitt i huvudrapporten.

Systemen för aktivitetsmätning och provtagning omfattar utrustning för systematisk kontroll av radioaktivitet i anläggningen. Sålunda kontrolleras frånluften från alla delar av mottagnings-, inkapslings- och mellanlagringsstationerna med hjälp av detektorer placerade i frånluftvägarna. Vidare kontrolleras radioaktiviteten i filtermassor, golvdränagevatten, använda dekontamineringsvätskor o d för erhållande av indikering beträffande

behovet av vidarebefordring till stationen för behandling av "eget" avfall. Detektorer placeras också i lokaler där strålningsrisk föreligger, samt på transportutrustning som används i sådana utrymmen.

## 5. Slutförvarets utformning

### 5.1 Förvarets utformning i stort

(Se ritningarna A11 och A12)

Förvaringsdelen består av ett system av parallella förvaringstunnlar belägna cirka 500 m under bergytan, från vilka deponeringshålen borras vertikalt nedåt till ett djup av 5,0 m under tunnelgolvet. Som framgår av ritningarna upptar tunnelsystemet i sin enklaste form en horisontell yta av 1,0 x 1,0 km. Systemets utsträckning kan dock anpassas till speciella geologiska formationer, vilket exemplifieras på ritning A13.

En central och två perifera anslutningstunnlar utgör förbindelsevägar mellan förvaringstunnlarna och serviceområdet samt transportschakten. Anläggningen är utrustad med ett centralschakt för person- och materialtransporter, ett transportschakt för avfallskapslar och ett skipschakt för transport av bergmassor och fyllnadsmaterial. Tillförsel av frisk luft till anläggningen sker via ett särskilt ventilationsschakt och frånluften evakueras via en ventilationstunnel och skipschaktet.

### 5.2 Förvaringstunnlar och deponeringshål

(Se ritningarna A11 och A17)

Slutförvaret omfattar 41 förvaringstunnlar med längden 1 km och med 12 m<sup>2</sup> tvärsnittsarea. Centrumavståndet mellan tunnlar är 25 m. Deponeringshålen har diametern 1,0 m och djupet 5,0 m. Centrumavståndet mellan hålen är normalt omkring 4 m men kan varieras med hänsyn till det omgivande bergets permeabilitet, som bestäms i förväg genom vatteninpressning i provborrhål. Som framgår av ritningarna A17 och A20 är tunnlar under den tid deponeringsarbeten pågår utrustade med

rälsbanor för transport av avfallskapslar, buffertmaterial m m, samt med gångbanor av stål. I tunnlarna installeras också fasta ledningar för vattentillförsel och för bortledning av dränagevatten, fast belysning, upphängningsanordningar för kablar, provisoriska ledningar och ventilationstrummor samt instrumentering för kontroll av temperatur- och fuktighetstillstånd, bergspänningar etc. Installationerna avlägsnas successivt, senast före förseglingen av förvaringstunnlarna.

Efter avslutad deponering och fyllning av ett deponeringshål placeras ett betonglock ovanpå fyllningen. Locket tätas mot berget genom direkt motgjutning eller, om locket förtillverkas, genom igengjutning av spalten mellan berg och betong. Ovanpå locket placeras en betongbalk, vars ändar gjuts fast i tunnelsidorna. Konstruktionen dimensioneras att motstå det svälltryck, som uppstår när buffertmaterialet tar upp vatten. Genom detta arrangemang kan man förhindra fyllningens svällning vid vattenupptagning, vilket inverkar fördelaktigt på materialets vattentäthet och förmåga att på lång sikt anpassa sig till eventuella deformationer i det omgivande berget. Perforerade rör placeras intill schaktväggarna och tätas mot locket. Under tiden före förseglingen av tunnlarna tillförs vatten till fyllningen, varigenom risken för uttorkning elimineras. Omedelbart före fyllning ev en tunnel drages rören upp under samtidig inpressning av bentonit. Om man finner anledning att avlägsna betongkonstruktionerna bör detta också ske i omedelbar anslutning till fyllningsarbetena.

I varje förvaringstunnel å 500 m längd anordnas en avstängning, som normalt skall vara belägen intill den centrala anslutningstunneln. Där gjuts en kraftig betongram, vilken förankras i berget. Under deponerings- och övervakningsskedena utgörs avstängningarna av portar, vars ramar är förankrade i betongen och vars

blad är försedda med reglerbara ventilationsspjäll. När en tunnel skall fyllas med buffertmaterial avlägsnas portarna och i stället monteras en avstängning av förtillverkade betongplank, dimensionerade för att motstå ensidigt tryck från fyllnadsmaterialet inklusive visst svälltryck.

Vid behov anordnas även provisoriska tunnelavstängningar på liknande sätt som vid normal gruvdrift.

Bergtätningar genom injektering och förstärkningar genom i första hand bultning utförs i den utsträckning som behövs under byggnadstiden. Med hänsyn till de krav som ställs på tätt och homogent berg, kan man förutsätta att förstärknings- och tätningsbehovet blir jämförelsevis litet. Bultförstärkningarna behöver ej påräknas sedan förvaringstunnlarna fyllts, eftersom fyllnadsmaterialet av sand och bentonit är tillräckligt kompakt för att förhindra tunnelras.

### 5.3 Anslutnings- och transporttunnlar

(Se ritningarna A11 och A17)

Anslutningstunnlarna, som omger och genomkorsar systemet av förvaringstunnlar, har bredden 4,5 m och lika stor höjd, vilket ger utrymme för tvåfilig trafik samt för provisoriska ventilationstrummor, kablar och rörledningar, som upphängs under tunneltaket.

I vissa av tunnlarne utläggs en temporär gruskörbana. Anslutningstunnlarnas bottnar är belägna på något lägre nivå än förvaringstunnlarnas. Detta medger att dränerings- och spillvatten, som inte pumpas direkt från deponeringshålen, kan avrinna från en ränna i förvaringstunnlarnas golv via dräneringskanaler på botten av

anslutningstunnlarna till pumpgropar, varifrån det pumpas till recipient ovan mark.

Tunnelanslutningarna utformas med övergångskurvor för att medge direkt svängande spårbunden trafik utan hjälp av vändskivor.

Anslutningstunnlarna utformas på i princip samma sätt som förvaringstunnlarna och kan också användas för avfallsdeponering, sedan förvaringstunnlarnas deponeringsutrymmen fyllts.

Förbindelsevägarna mellan förvaringsdelen, transportschakten och serviceutrymmena utgörs av transporttunnlar, som utformas i princip som anslutningstunnlarna. Tunnlarna är planerade för tvåfilig spårbunden transport av bergmassor och fyllnadsmaterial mellan skipanläggningen och förvaringsdelen och för spårbunden transport av avfallskapslar från hisschaktet för kapseltransporter till förvaringstunnlarna.

#### 5.4 Transportschakt

Huvudtransportschaktet (centralschaktet) har elliptisk sektion med 30 m<sup>2</sup>s area och inrymmer en 12 m<sup>2</sup>s hiss för i första hand transport av material och utrustning, en personhiss, en nödutrymningstrappa samt kablar och rörledningar. Ovan mark mynnar schaktet i entrébyggnaden. 45 m under markytan finns ett stannplan och en kort tunnelförbindelse till mellanlagrings- och inkapslingsanläggningen.

Kapseltransportschaktet har en tvärsnittsarea på cirka 10 m<sup>2</sup> och inrymmer en hiss med plats för en avfallskapsel lastad på en transportvagn på räls.

Från inkapslingsstationen transporteras avfallskapslarna genom en kort tunnel till hisschaktet. Transportvägarna från schaktet till förvaringstunnlarna är separerade



från de orter, där samtidiga byggnadstransporter kan väntas förekomma. (Se även avsnitt 7). Schaktets lägsta del, som är belägen under förvaringstunnlarnas bottennivå, bildar en vattenbassäng, som är avsedd att fungera som stötdämpare och strålskärm samt att förhindra aktivitetsutsläpp i händelse av att hissen skulle störta vid en kapseltransport.

Skipschaktet inrymmer en 20 tons skip för upptransport av bergmassor och nedtransport av fyllnadsmaterial. Schaktets botten är belägen cirka 50 m under förvarings- och transporttunnlarnas bottnar. Under tunnelnivån har schaktet en större sektion och inrymmer bergfickor och en grovkross jämte en större pumpgrop. Schaktets nedre del utgör sålunda nödreipient, vilket förhindrar översvämning i tunnarna i händelse av extrema vatteninflöden. Ovan mark mynnar schaktet i en byggnad, som innehåller skipspel, materialfickor och förrådsutrymmen.

#### 5.5 Serviceutrymmen

(Se ritning A12)

De utrymmen för service m m, som erfordras på slutförvarets nivå, är förlagda till två berggrum inom det s k serviceområdet. Rummen innehåller personalutrymmen, förråd för arbetsutrustning, maskinuppställningsplatser, maskinverkstad och lager för byggnads- och fyllningsmaterial. Tre tunnlar utgör förbindelser mellan serviceberggrummen och övriga delar av förvaret. Rummen är så placerade, att trafik till lokaler, vilka utnyttjas i samband med deponeringsarbeten, kan separeras från övrig trafik.

#### 5.6 Hjälpssystem

Slutförvaret utrustas med hjälpssystem för ventilation

och temperaturreglering, dränering av grundvatten och spillvatten, vattenförsörjning, sanitärt avlopp, elkraft och belysning, tryckluft, brandskydd, telekommunikation o d.

Huvuddelen av dessa system utformas såsom vid konventionell gruvdrift och behöver därför ingen närmare presentation. Endast ventilations- och dränagesystemen får en utformning, som med hänsyn till den speciella hanteringen i slutförvaret avviker något från normal gruvstandard. System för transport av avfallsbehållare beskrivs i avsnitt 7. Övriga transportsystem såsom personal- och materialhissar samt utrustning för transport av bergmassor och fyllnadsmaterial har en i huvudsak konventionell utformning, såsom framgår av respektive arbetsbeskrivningar och tillhörande ritningar.

Ventilationssystemets uppgift är att under byggnads- och deponeringsskedena tillföra frisk luft till slutförvaret, att avlägsna spränggaser, fordonsavgaser och damm samt att hålla en lämplig temperatur i de utrymmen där arbeten pågår. I grunden utformas systemet enligt principen fri genomströmning av tunnlar och schakt. Strömningsvägarna framgår av ritning A16. Med hjälp av ett fläktsystem ovan mark blåses luften ned genom ett särskilt tilluftsschakt. Vid slutförvarets nivå fördelas luften med hjälp av reglerbara spjäll till serviceutrymmena, förvaringstunnlarna och transportschakten. (Se ritning A16.)

Varje förvaringstunnel ventileras, sedan den genombrutits, med fri genomströmning från den yttre till den centrala anslutningstunneln. Härifrån evakueras luften via vertikala schakt till en frånluftstunnel, som är belägen ovanför den centrala anslutningstunneln och som också tjänstgör som evakueringstunnel för rökgaser i händelse av brand i någon del av tunnelsystemet. Genom

frånluftstunneln leds luften till skipschaktet, vilket alltså tjänstgör även som luftevakueringsschakt. Här mynnar också evakueringskanaler från serviceutrymmena. Även på frånluftssidan drivs luften med fläktar placerade dels vid schaktmynningen på marken, dels i de tunnlar som leder till utloppsschaktet.

I varje förvaringstunnel samt mellan serviceutrymmena och transportvägarna finns spjällförsedda portavstängningar, med vars hjälp luftdistributionen till de olika utrymmena regleras efter det aktuella behovet, vilket är beroende av arbetets art och temperaturtillstånden i olika delar av anläggningen.

Avgörande för ventilationssystemets utformning och dimensionering är dels friskluftbehovet under utbyggnadstiden, dels behovet att hålla temperaturen under cirka  $25^{\circ}\text{C}$  i de tunnlar där arbeten pågår.

I första hand räknas med att elektrisk drift kommer att tillämpas för såväl fordon som maskiner, men ventilationssystemet har utformats så att kapaciteten kan göras tillräcklig även för dieseldrift. Behovet av temperatursänkning inom lokala delar av tunnelsystemet tillgodoses genom reglering av ventilationsspjällens öppningar.

Inom slutförvaret anordnas ett dränagesystem för samlings och bortledning av inläckande grundvatten och spillvatten från vattenspolning o d. Förorenat vatten från verkstäder, personalutrymmen etc omhändertas i ett särskilt avloppssystem.

Tunnlarnas bottnar utformas så att inläckande vatten samlas i en ränna och leds till pumpgropar belägna i anslutningstunnlarna. Groparna är försedda med särskilda kamrar för avskiljning av slam, varjämte särskilda slamavskiljningsbrunnar anordnas i förvarings-

tunnlarna. Också i serviceutrymmena samt vid schakten anordnas pumpgropar. Från samtliga gropar pumpas vattnet i fast installerade rörledningar till central-schaktet och vidare till närmaste lämpliga recipient på marken. Pumpningen genom schaktet sker i två etapper via en pumpanläggning på halva schakthöjden.

Pumpgroparnas antal och storlek bestäms slutgiltigt med ledning av observerat inläckage i samband med påbörjad utbyggnad av anläggningen. Pumparna manövreras automatiskt. Larm utlöses vid onormala vattenstånd.

## 6. Utbyggnadsförfarande och -tidplaner

### 6.1 Mellanlagringsanläggningen

Som framgår av den principiella tidplanen fig 4 inleds arbetena med utsprängning av de två motstående 700 m långa tillfartstunnlarna från markytan (nivå +0) ned till nivån -57. Från dessa tunnlar görs anslutningar för utsprängning av takorter i såväl mottagnings- som mellanlagringsdelen. Sedan erforderliga förstärkningar utförts, utsprängs bergrummen till fullt djup, vilket motsvarar tre pallar à 8 - 9 m. Samtidigt påbörjas drivningen av förbindelseorter och schakt.

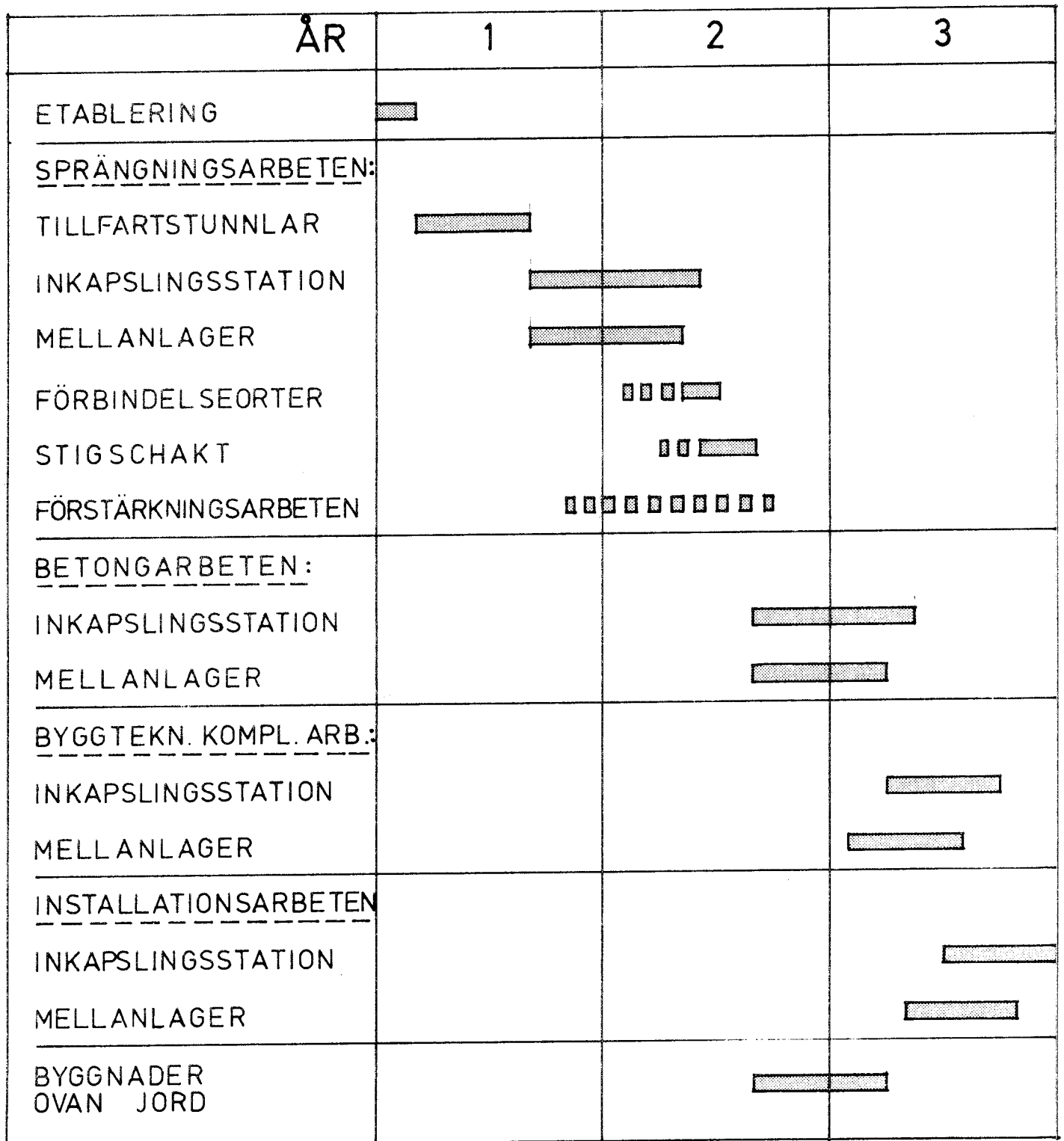
Betongarbetena igångsätts direkt efter avslutning av sprängningarna och drivs sedan parallellt i de båda bergrummen, till en början samtidigt med kompletterande bergförstärknings- och tättningsarbeten. När byggnadsstommarna är i huvudsak fullbordade vidtar byggnadstekniska kompletteringsarbeten, av vilka plåtinklädning av lagringskammare och montage av lagringsrör utgör en betydande del.

De processtekniska installationsarbetena igångsätts så snart de olika lokalerna blir tillgängliga. Arbetena

i inkapslingsstationen bedöms vara de mest tidskrävande, men med hänsyn till att inkapslingen skall utföras tidigast efter 30 års mellanlagring, behöver denna del ej vara komplett vid idrifttagande av mellanlagringsstationen.

Byggnader ovan mark såsom entré- och administrationsbyggnad, ventilationsbyggnader och skorstenar kan uppföras samtidigt med betong- och installationsarbetena under mark. Ovanjordsarbetena torde icke bli tidsstyrande.

# TIDPLAN FÖR UTFÖRANDE AV MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION



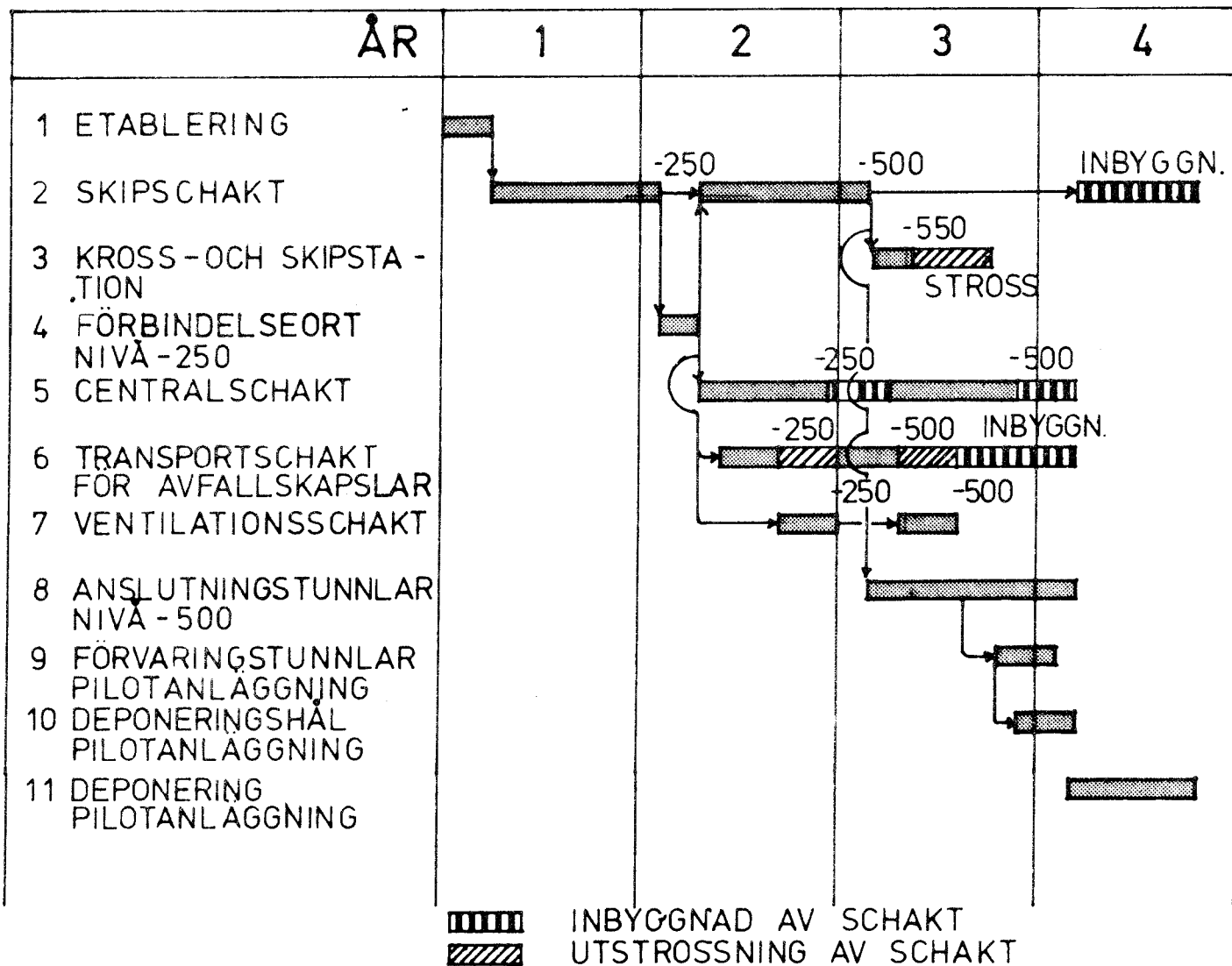
## 6.2 Slutförvaret

I syfte att ge en bild av de tidrymder, som man behöver anslå för olika utbyggnadsetapper, samt för att belysa kopplingen mellan arbetsmomenten har en principiell tidplan upprättats även för denna anläggningsdel. (Fig 5). Planen karakteriseras av följande primära målsättningar:

- a) De inledande arbetena med drivning av skipschakt i form av sänkschakt samt drivning av transport- och anslutningstunnlar såväl centralt som perifert bör bedrivas i relativt snabb takt, så att man snarast efter igångsättningen får en utförlig bild av bergets beskaffenhet till underlag för detaljplanering av förvaret. Den redovisade tidplanen är grundad på förutsättningen, att drivning av schakt och tunnlar sker i en följd. Entidigareläggning av utförandet av några schakt jämte sonderande tunneldrivning har dock bedömts lämplig i syfte att ge en utförlig bild av de geologiska förhållandena till förmån för den fortsatta planeringen.
- b) Eventuellt utförs en pilotanläggning på tidigt stadium. Arbetet bedrivs samtidigt med utsprängningen av transportorterna.
- c) Slutförvaret indelas i fyra delområden. Varje område utgör en utbyggnadsetapp, som bör vara avslutad innan deponering av avfall påbörjas inom det aktuella området. Deponeringen kan således påbörjas då en fjärdedel av förvaret utbyggs, varefter fortsatt utbyggnad och deponering kan ske samtidigt. (Se ritning A14)
- d) Deponeringsarbetena planeras fortgå under 30 år. Detta medger att förrådstunnlarna byggs ut i en relativt måttlig takt. Utrymme finns för ökning av utbyggnadstakten genom skiftgång och ortdrivning på större bredd.

# TIDPLAN FÖR UTFÖRANDE AV SLUTFÖRVAR

## 1. IGÅNGSÄTTNING



## 2. FORTSATT UTSPRÄNGNING OCH DEPONERING

UTSPRÄNGNING			DEPONERING	
ÅR 4-7	område A	2 skift	ÅR 7-14,5	område A
ÅR 7-13	område B	1 skift	ÅR 14,5-22	område B
ÅR 13-19	område C	1 skift	ÅR 22-29,5	område C
ÅR 19-25	område D	1 skift	ÅR 29,5-37	område D



I tidplaneexemplet fig 5 har räknats med en total tillgänglig utbyggnadstid på 25 år. Deponeringsarbetena kan påbörjas 7 år efter byggstarten. Deponering i pilotanläggningen kan utföras ca 3 år efter byggstart.

Arbetena inleds med att skipschaktet drivs som sänkschakt till 250 m djup, där förbindelseorter drivs till övriga schakt. Liknande förbindelseorter drivs också på 500 m djup så snart som sänkschaktet nått denna nivå. För de övriga schakten borras först pilothål, varefter hålen upprymms till 2,4 m diameter genom skraiseboring underifrån, vilket utförs dels från 250 m nivån, dels från 500 m nivån. Huvudtransportschaktet och schaktet för kapseltransporter strossas sedan ut till full sektion.

Förvarings- och anslutningstunnlarna drivs med försiktig sprängning eller genom borrning till full sektion (fullborrning). (För att den sistnämnda metoden skall bli tidsmässigt och ekonomiskt konkurrenskraftig under de aktuella betingelserna, fordras dock en viss utveckling av borrarutrustningen jämfört med dagens standard.) Bergmassor transporteras med spårbunden utrustning till en ficka i anslutning till skipschaktet.

Deponeringshålen utförs genom utborrning av kärnor medelst sömborrning, varvid kärnorna bryts med hydrauliska hjälpmedel och hissas upp i bitar. Alternativt utförs hålen genom fullborrning. Sprängning bör icke förekomma.

Som exempel på lämplig utrustning enligt dagens standard kan nämnas Lindén - Alimaks schaktdrivningsutrustning, Robbins fullborrningsutrustning, Atlas Copcos Promex TH med 2 hydraulbommar för horisontalortsdrivning samt Häggloaders och skyttelvagnar för lastning och transporter i orter.

## 7. Transport- och utrymningsvägar

### 7.1 Mellanlagrings- och inkapslingsanläggningar

Huvudförbindelsen för fordonstrafik från markplanet till mellanlagringsanläggningen utgörs av en tillfartstunnel, som går genom mottagningsstationen och fortsätter i form av en motsvarande utfartstunnel. Från tillfartstunneln finns en tunnelförbindelse till mellanlagringsstationen. Denna förbindelse är avsedd i första hand som utrymningsväg från stationen och som första anslutning för utsprängning av bergrummet.

Personaltransporter till och från anläggningen avses normalt ske med två hissar i ett schakt mellan entrébyggnaden och mottagningsstationen.

Från inkapslingsstationen finns en huvudförbindelse till hisschaktet för kapseltransporter, vilket drivs först i samband med utbyggnad av slutförvaret.

Från mottagningsdelen drivs en kort tunnel, som i samband med utbyggnad av slutförvaret skall anslutas till ett stannplan för hissar i slutförvarets huvudtransport-schakt ("centralschakt").

Förbindelsevägarna mellan bergrummet för mottagnings- och inkapslingsstationerna och mellanlagrets bergrum utgörs av två parallella tunnlar på transporthallplanens nivå.

Övriga interna transportvägar framgår av ritningarna.

### 7.2 Slutförvaret

Transportvägarna inom slutförvaret åskådliggörs på ritning A15. Speciellt visas hur de separerade transporterna av bergmassor och avfallskapslar avses tillgå under olika skeden av utbyggnads- och deponeringsverksamheten.

Systemet av tunnlar och schakt är utformat med hänsyn till följande slag av transporter:

- Personaltransporter
- Uttransport av bergmassor
- Transport av avfallskapslar
- Transport av utrustning för bergarbeten och övriga byggnadsarbeten
- Transport av material för byggnads- och installationsarbeten
- Transport av utrustning för deponerings- och förseglingsarbeten
- Transport av fyllnadsmaterial för deponerings- och förseglingsarbeten

Följande huvudprinciper gäller för transportsystemen:

Personaltransporter sker normalt med hissarna i centralschaktet. (Mindre grupper i "personhissen", större i "materialhissen".) Reservvägarna utgörs av kapseltransporthissen, skipen samt trappan i centralschaktet. I tunnelarna sker personaltransporterna normalt med mindre eldrivna bussar och spårbundna vagnar.

Bergmassor transporteras till skipen med spårbundna skyttelvagnar kopplade till eldrivna lok.

Kapseltransporterna utförs med hjälp av en spårbunden transportvagn, som uppbär en strålskärningshuv utrustad med spel för lyftning och sänkning av kapseln. Efter nedtransport till slutförvaret med hjälp av kapseltransporthissen förflyttas transportvagnen på räls till det aktuella deponeringsstället. Arrangemangen framgår av ritningarna A19 och A20.

Maskiner och annan utrustning transporteras i materialhissen eller i skipen. Byggnads- och fyllnadsmaterial transporteras i första hand med hjälp av skipen. För transport av fyllnadsmaterial i tunnelarna används spårbundna skyttelvagnar.

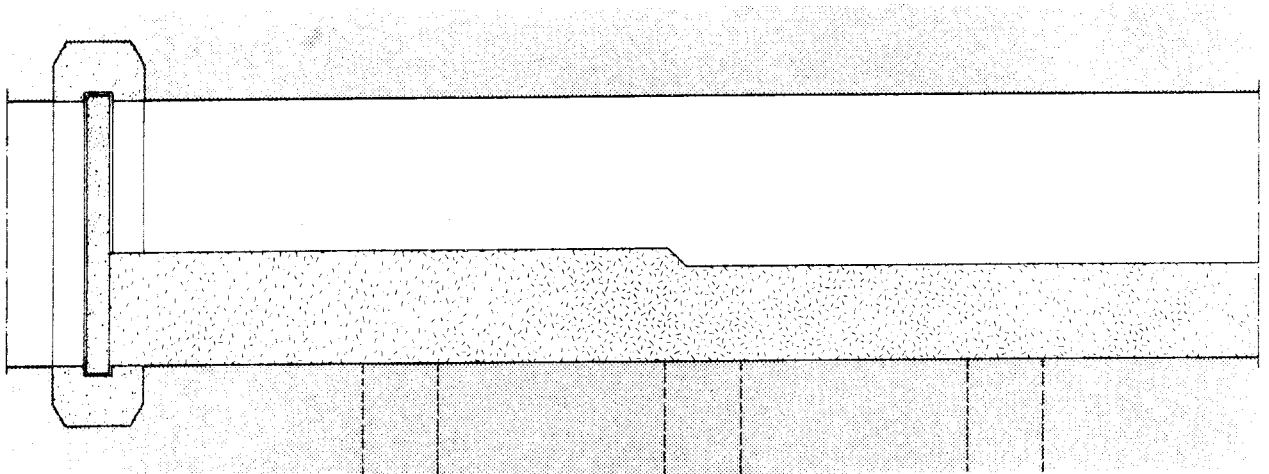
## 8. Försegling av slutförvaret

Permanent tillslutning av slutförvaret genom utfyllning av tunnlar och schakt sker lämpligen så snart som samtliga kapslar, för vilka förvaret dimensionerats, placerats i deponeringshålen. Anläggningen kan emellertid hållas öppen och tillgänglig för inspektion under längre tid, om detta önskas. Tillslutningen kan också ske i etapper, med början redan innan deponeringsarbetena avslutats helt.

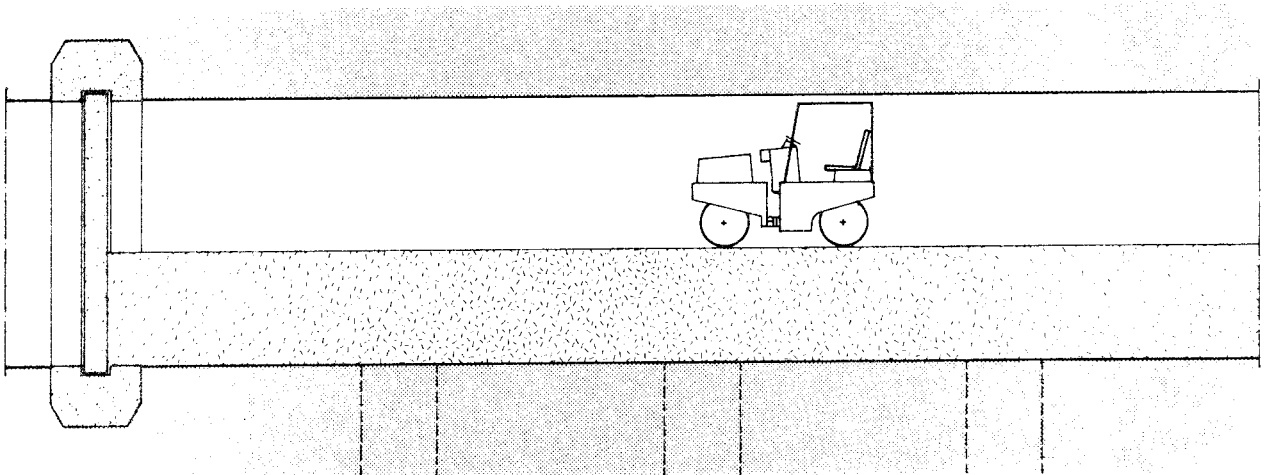
Förseglingen tillgår så att samtliga tunnlar, schakt och övriga hålrum i berget fylls med en blandning av sand och bentonit. Fyllningsarbetet påbörjas i de förvaringstunnlar, som är belägna längst bort från tillfartsvägarna och i den tunnelände som är belägen vid den centrala anslutningstunneln och avskärmad mot denna med betongplank. (Se ritning A17 och fig 6.) Tunnelsektionens nedre del fylls genom skiktvis utläggning och packning av fyllnadsmaterialet på samma sätt som vid utförande av tätkärnor i jorddammar.

I tunnelns övre del appliceras materialet genom sprutning med hjälp av en avståndsmanövrerad utrustning liknande den som ofta används vid sprutbetongapplicering i tunnlar. De yttre anslutningstunnlarna fylls på liknande sätt efter hand som förvaringstunnlarna fylls ut, varefter den centrala anslutningstunneln och övriga orter inom slutförvaret utfylls. Samtliga schakt fylls liksom den nedre delen av tunnlarerna genom konventionellt jordpackningsförfarande.

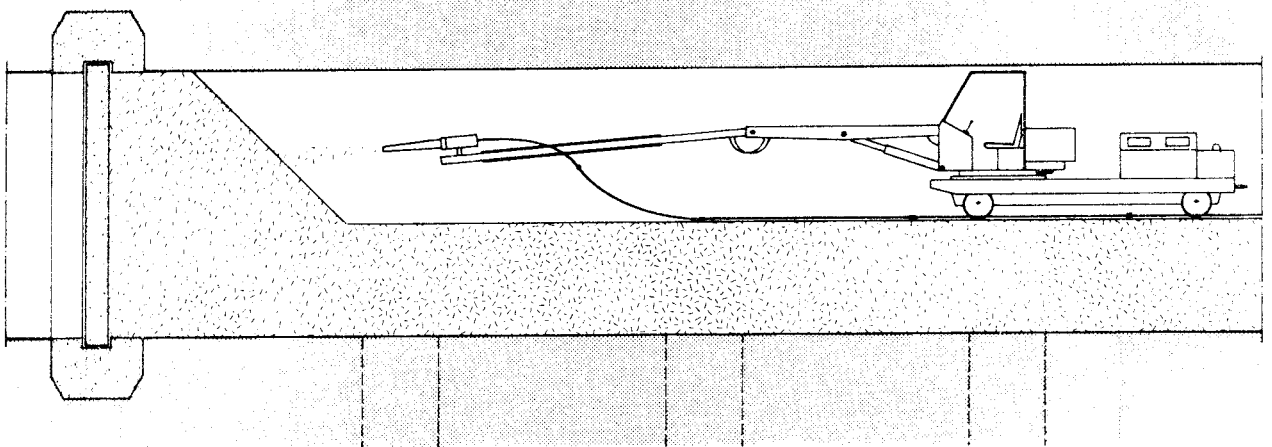
Med hänsyn till de speciella krav som ställs på fyllningarna (vattentäthet, bärförmåga, homogenitet, svällförmåga, värmeledningsförmåga, jonbyttarkapacitet, beständighet, applicerbarhet) har såväl sand-bentonit-materialet som arbetsmetoderna studerats grundligt, och på grundval av resultaten har en särskild material-



UTLÄGGNING AV BUFFERTMATERIAL I SKIKT



KOMPAKTERING



SPRUTNING AV BUFFERTMATERIAL

FÖRSEGLING AV TUNNEL

och arbetsbeskrivning upprättats (KBS Rapport nr 37).  
Beträffande detaljerade specifikationer av material-  
sammansättningar och arbetsoperationer hänvisas till  
nämnda rapport.

Förseglingsarbetena har illustrerats på ritningarna  
A21 och A22, och på ritning A18 visas en tvärsektion  
genom tunnel med deponeringshål efter förseglning.

Speciella åtgärder har planerats för att eliminera  
risken för ökad permeabilitet i en störd zon av berget  
omkring de schakt, som skall drivas genom sprängning.  
På grundval av erfarenheter från liknande arbeten upp-  
skattas den störda zonens bredd till 2 - 4 m.

Åtgärderna syftar till att förstärka berget omkring  
schakten i samband med schaktdrivningen och att senare  
försiktigt avlägsna den på detta sätt begränsade störda  
zonen av det omgivande berget. Den täta sand-bentonit-  
fyllningen packas sedan direkt mot det ostörda berget.  
Förfaringssättet redovisas mera detaljerat på ritning  
A23.

Metoden kan också tillämpas för tätning av andra schakt  
och orter omkring vilka berget icke visar sig vara till-  
räckligt tätt.

58115  
KBS SLUTFÖRVAR

### Beräknade anläggningskostnader

#### Allmänt

Anläggningskostnader har beräknats för såväl slutförvaret på 500 m djup som anläggningsdelarna för mottagning, mellanlagring etc på 50 m djup samt ovan jord. Beräkningarna är baserade på efterkalkyler av kostnader för berganläggningar och kärnkraftbyggnader och är relaterade till 1977 års prisnivå.

Kostnaderna för bergarbeten har baserats på arbetsmängder såsom utsprängd fast bergvolym och bergrumsyta. Mängdpriserna inkluderar kostnader för arbetsledning och maskiner medan kostnader för centraladministration, sociala utgifter, el och annan kraftförsörjning, projektering, försäkringar och vinst beräknats som procentuella tillägg.

Kostnader för byggnadsstommar jämte inklädnads- och kompletteringsarbeten och sådan utrustning, som normalt ingår i byggnadsentreprenader, har beräknats med utgångspunkt från volympriser hämtade från liknande delar av kärnkraftanläggningar. Det skall observeras, att ekvivalenta byggnadsvolymer för kostnadsberäkningen är mindre än volymerna av de bergrum där byggnaderna är inrymda. Volympriserna inkluderar pålägg för administration, sociala omkostnader, allmänna hjälpmedel etc men icke projektering och byggledning, som behandlats separat.

Kostnader för processutrustningen i mellanlager och inkapslingsstation bygger på St Gobains uppskattningar.

Kostnaderna för bergarbetena för slutförvarets schakt- och tunnelsystem är grundade på Vattenfalls erfarenheter från Ritsem m m.

Kostnader för försegling av slutförvaret redovisas i detta sammanhang som anläggningskostnader, medan kostnader för inkapsling, transport och annan hantering av avfallskapslar samt övervakning av förvaret behandlas som driftskostnader, varför de icke redovisas i detta sammanhang.

1.	<u>Mellanlager- och inkapslingsstation</u>		
1.1	<u>Bergarbeten</u>		
1.1.1	<u>Bergrum för mellanlager</u>	Mkr	Mkr
	1) Utsprängning 53 270 fm <sup>3</sup> à 80:-	4.26	
	2) Skrotning, förstärkning och dränering		
	tak 1 945 m <sup>2</sup> à 300:-	0.58	
	väggar 6 020 m <sup>2</sup> à 100:-	0.60	
	3) Sprutbetonginklädnad 4 970 m <sup>2</sup> à 120:-	0.60	
	4) Golv med isoleringsskikt och dränering 1 620 m <sup>2</sup> à 300:-	<u>0.49</u>	6.5
1.1.2	<u>Bergrum för mottagnings- och inkapslingsstation</u>		
	1) Utsprängning 52 115 fm <sup>3</sup> à 80:-	4.17	
	2) Skrotning, förstärkning och dränering		
	tak 2 520 m <sup>2</sup> à 300:-	0.76	
	väggar 6 300 m <sup>2</sup> à 100:-	0.63	
	3) Sprutbetonginklädnad 3 930 m <sup>2</sup> à 100:-	0.39	
	4) Golv med isoleringsskikt och dränering 2 100 m <sup>2</sup> à 300:-	<u>0.63</u>	6.6



1.1.3	Tillfartstunnel, 40 m <sup>2</sup> , med för- <u>skärningar</u> -----	Mkr	Mkr
	1) Utsprängning 60 000 fm <sup>3</sup> à 80:-	4.8	
	2) Skrotning, förstärkningar, tak och väggar 35 000 m <sup>2</sup> à 100:-	3.5	
	3) Asfaltkörbana 8 210 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.82</u>	9.1
1.1.4	<u>Ventilationsschakt och -tunnlar</u>		
	1) Fullortsdrivning av schakt (4,5 m <sup>2</sup> ) inkl pilothål 1 020 m <sup>3</sup> à 710:-	0.72	
	2) Utsprängning av tunnlar 365 fm <sup>3</sup> à 275:-	0.10	
	3) Skrotning och förstärkning 425 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.04</u>	0.9
1.1.5	Kommunikationstunnlar till hiss-, <u>kapsel- och centralschakt</u> -----		
	1) Utsprängning 1 060 fm <sup>3</sup> à 200:-	0.21	
	2) Skrotning och förstärkning, tak och väggar 770 m <sup>2</sup> à 300:-	0.23	
	3) Sprutbetonginklädnad 770 m <sup>2</sup> à 100:-	0.08	
	4) Golv med isoleringsskikt och dränering 300 m <sup>2</sup> à 300:-	<u>0.09</u>	0.6

1.1.6	<u>Utrymningstunnel</u>	Mkr	Mkr
	1) Utsprängning 300 fm <sup>3</sup> à 200:-	0.06	
	2) Skrotning och förstärkning, tak och väggar 210 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.02</u>	0.1
1.1.7	<u>Bergrum för transportschakt</u>		
	1) Utsprängning 990 fm <sup>3</sup> à 80:-	0.08	
	2) Skrotning, förstärkning och dränering		
	tak 121 m <sup>2</sup> à 300:-	0.04	
	väggar 358 m <sup>2</sup> à 100:-	0.04	
	3) Golv med isoleringsskikt och dränering 100 m <sup>2</sup> à 300:-	<u>0.03</u>	<u>0.2</u>
	Summa		24.0
1.1.8	<u>Tillägg</u>		
	Länshållning och tättningsarb: 5 % av ovanstående summa		1.2
	Administration, sociala kostnader, kraft och belysning samt övriga allmänna kostnader ca 50 % av 24.0 + 1.2		<u>12.6</u>
	Total kostnad för bergarbeten		<u>38 Mkr</u>

1.2	<u>Byggnadsarbeten exkl bergarbeten</u>		
1.2.1	<u>Byggnad för mellanlager</u>	Mkr	Mkr
	Ekvivalent byggnadsvolym 31 000 m <sup>3</sup> å 850:-	26.4	
1.2.2	Byggnad för mottagnings- och inkaps- <u>lingsdel</u> -----		
	Ekvivalent byggnadsvolym 36 000 m <sup>3</sup> å 850:-	30.6	
1.2.3	Byggnader i anslutning till transport- <u>schakt</u> -----		
	Byggnadsvolym 890 m <sup>3</sup> å 500:-	<u>0.45</u>	<u>57.5</u>
1.2.4	<u>Tillägg för underjordsarb.</u>		
	Ca 15 % av byggpriset		<u>8.5</u>
	Total kostnad för byggnadsarbeten exkl bergarbeten		<u>66 Mkr</u>

1.3	Processutrustning med hjälpsystem i <u>mottagnings- och inkapslingsdelen</u>		
		Kostnad	Mkr
1.3.1	Mottagnings- och hanteringsutrustning samt avfallsbehållare		50
1.3.2	Ventilationsanläggning		8
1.3.3	Elanläggningar		2
1.3.4	Övrig utrustning		3
1.3.5	Tillägg för allmänna kostnader ca 30 %		<u>19</u>
	Totalt		<u>82 Mkr</u>
1.4	Processutrustning med hjälpsystem i <u>mellanlagerdelen</u>		
		Kostnad	Mkr
1.4.1	Utrustning för transport- och lagring		23
1.4.2	Ventilations- och kylningsanläggning		12
1.4.3	Elanläggningar		2
1.4.4	Övrig utrustning		3
1.4.5	Tillägg för allmänna kostnader ca 30 %		<u>12</u>
	Totalt		<u>52 Mkr</u>

2.	<u>Slutförvar</u>		
2.1	<u>Bergarbeten</u>		
2.1.1	<u>Skipschakt (20 m<sup>2</sup>)</u> (Drivs som sänkschakt)	Mkr	Mkr
	1) 11 000 m <sup>3</sup> à 600:-	6.60	
	2) Skrotning och förstärkning 9 000 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.90</u>	7.5
2.1.2	<u>Centralschakt (30 m<sup>2</sup>)</u> (Drivs som fullortsborrning, diameter 2,4 m, via pilothål, med efterföljande strossning till fullarea)		
	1) Borrning och utsprängning 15 150 m <sup>3</sup> à 220:-	3.33	
	2) Förstärkningar 11 100 m <sup>2</sup> à 50:-	<u>0.55</u>	3.9
2.1.3	<u>Ventilationsschakt (4,5 m<sup>2</sup>)</u> (Fullortsborrning genom pilot-hål)		
	2 270 m <sup>3</sup> à 800:-	<u>1.82</u>	1.8

2.1.4	<u>Transportschakt (10 m<sup>2</sup>)</u> (Fullortsborrning $\varnothing$ 2.4 m, jämte strossning till 10 m <sup>2</sup> area)	Mkr	Mkr
	1) 5 050 m <sup>3</sup> à 400:-	2.02	
	2) Förstärkningar 6 060 m <sup>2</sup> à 50:-	<u>0.30</u>	2.3
2.1.5	Förbindelseorter på nivån -250 <u>(12 m<sup>2</sup>)</u> -----		
	1) Utsprängning 900 m <sup>3</sup> à 330:-	0.30	
	2) Skrotning och förstärkning 1 800 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.18</u>	0.5
2.1.6	Ventilationsorter på nivån -490 <u>(12 m<sup>2</sup>)</u> -----		
	1) Utsprängning 6 750 m <sup>3</sup> à 330:-	2.23	
	2) Fullortsdrivning inklusive pilothål 180 m <sup>3</sup> à 800:-	0.14	
	3) Skrotning och förstärkning 13 500 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>1.35</u>	3.7
2.1.7	<u>Transporttunnlar (18 m<sup>2</sup>)</u>		
	1) Utsprängning 125 900 m <sup>3</sup> à 240:-	30.22	
	2) Förstärkningar 84 000 m <sup>2</sup> à 50:-	<u>4.20</u>	34.4

2.1.8	Serviceutrymmen och tunnel <u>till skip</u> -----	Mkr	Mkr
	1) Utsprängning 23 100 m <sup>3</sup> à 80:-	1.85	
	2) Skrotning och förstärkning:		
	tak       5 300 m <sup>2</sup> à 300:-	1.59	
	väggar    1 980 m <sup>2</sup> à 100:-	0.20	
	3) Sprutbetonginklädnad 6 080 m <sup>2</sup> à 100:-	0.61	
	4) Golv med isoleringsskikt och dränering 2 000 m <sup>2</sup> à 300:-	<u>0.60</u>	4.9
2.1.9	<u>Förvaringstunnlar (12 m<sup>2</sup>)</u>		
	1) Utsprängning (ev fullorts- borrning) 468 770 m <sup>3</sup> à 330:-	154.69	
	2) Förstärkningsarbeten	<u>3.0</u>	157.7
2.1.10	<u>Deponeringshål (diameter 1,0)</u>		
	35 500 m <sup>3</sup> à 2 000:-	<u>71.0</u>	71.0
2.1.11	Krossanläggning och central <u>pumpgrop</u> -----		
	1) 6 000 m <sup>3</sup> à 80:-	0.48	
	2) 2 400 m <sup>2</sup> à 100:-	<u>0.24</u>	0.7
	SUMMA:		288.4

2.1.12	<u>Tillägg</u>	Mkr
	1) Länshållning och tätning- arbeten 5 % av ovanstående summa	14.4
	2) Administration, sociala av- kostnader, kraft och belys- nings samt övriga allmänna kostnader: 50 % av 288.4	<u>144.2</u>
	<u>Total kostnad för bergarbeten</u>	<u>447 Mkr</u>
2.2	<u>Byggnadsarbeten exkl bergarbeten</u> (Inkl transportutrustning)	
2.2.1	<u>Skipschakt</u> Inredning, skippar och spel inkl ovanjordsdel	15.0
2.2.2	<u>Krosstation</u> Inredning, kross och fickor	4.0
2.2.3	<u>Centralschakt</u> Material- och personhiss, trappor	3.5
2.2.4	<u>Transportschakt</u> Hiss	1.5



2.2.5	<u>Serviceutrymmen</u>	Mkr	Mkr
	Ekvivalent byggnadsvolym		
	14 000 m <sup>3</sup> à 600:-	8.4	<u>32.4</u>
2.2.6	<u>Tillägg</u>		
	Underjordsarbete 15 % av ovanstående		
			<u>4.9</u>
	 Totalkostnad för byggnadsarbeten		 <u>37 Mkr</u>
2.3	<u>Slutförvarets hjälpsystem</u>		
	(Exkl transportanordningar)		
	Ventilationsanläggning	10	
	Kraft och belysning	1	
	Dränagesystem	2	
	Övriga hjälpsystem	2	
	Totalt för hjälpsystem		<u>15 Mkr</u>
2.4	<u>Försegling av slutförvar och schakt</u>		
2.4.1	<u>Fyllning av deponeringshål</u>		
	31 000 m <sup>3</sup> kvartssand-bentonit		
	à 2 000:-		62.0

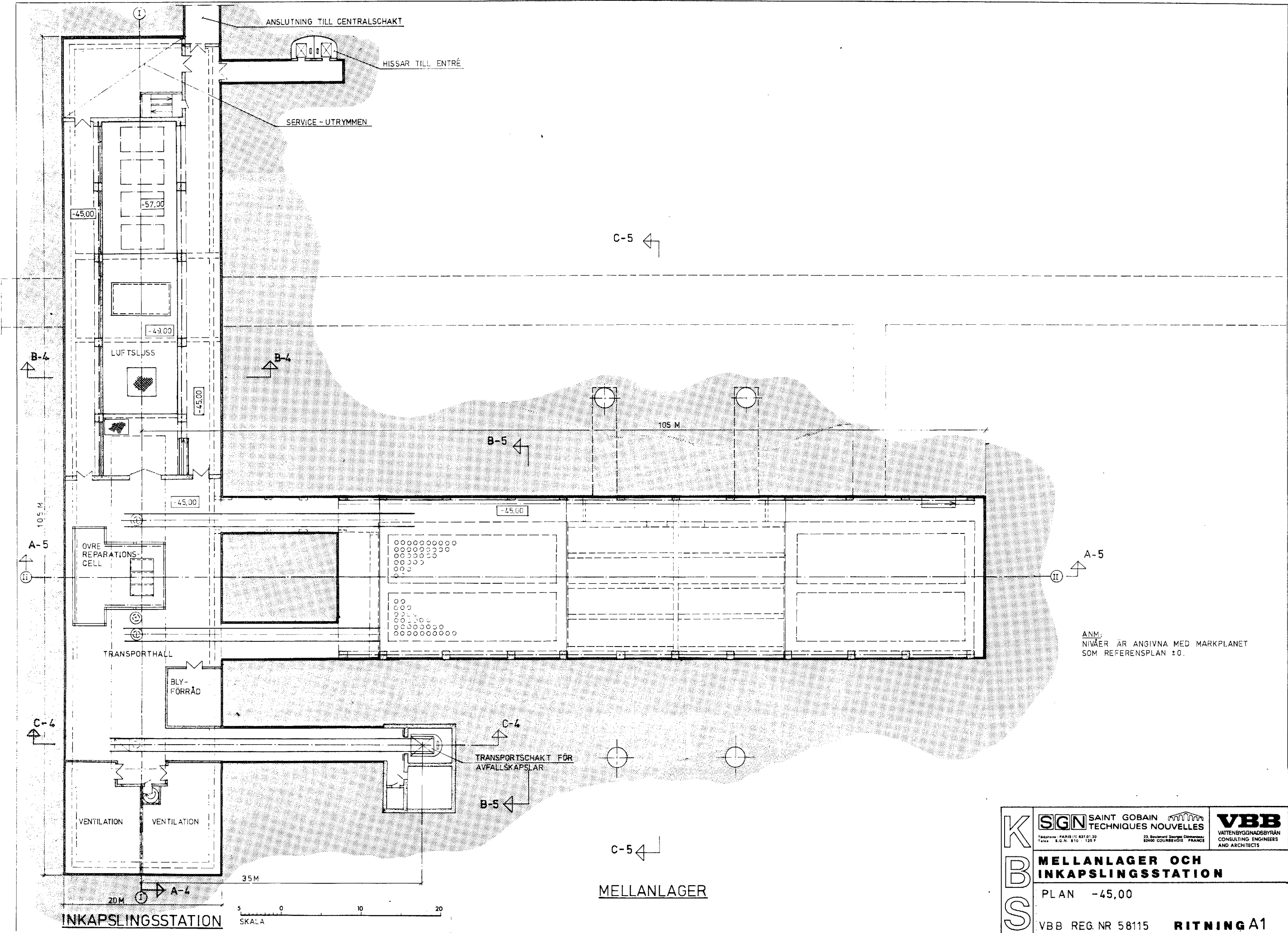
2.4.2	Fyllning av förvaringstunnlarna <u>med bentonit</u> -----	Mkr
	Nedre delen (kvarssand-bentonit, konventionell packning)	
	235 000 m <sup>3</sup> à 450:-	105.75
	Övre delen (sand-bentonit, sprutning)	
	235 000 m <sup>3</sup> à 450:-	105.75
2.4.3	Fyllning av övriga orter på slutförvarets nivå <u>-----</u>	
	164 000 m <sup>3</sup> sand-bentonit à 350:-	57.4
2.4.4	<u>Fyllning av schakten</u>	
	Nedre delen (kvarssand-bentonit)	
	10 000 m <sup>3</sup> à 550:-	5.5
	Övre delen (finkornig morän e d)	
	25 000 m <sup>3</sup> à 150:-	3.8
2.4.5	Fyllning av mellanlagringsanläggningens <u>bergrum</u> -----	
	(Finkornig morän e d) 170 000 m <sup>3</sup> à 100:-	17.0
2.4.6	<u>Förstärkningar o d</u>	3.0
	<u>Totalkostnad för försegling av slutförvaret</u>	<u>360 Mkr</u>

Volymerna avser packat material.


	<u>Kostnadssammanställning</u>	Mkr	Mkr
1	<u>Mellanlager, mottagnings- och inkapslingsstation</u>		
1.1	Bergarbeten	38	
1.2	Byggnadsarbeten exkl bergarbeten	66	
1.3	Processutrustning i inkapslings- delen	82	
1.4	Processutrustning i mellanlager- delen	<u>52</u>	238
2.	<u>Slutförvar med tillfarter</u>		
2.1	Bergarbeten	447	
2.2	Byggnadsarbeten exkl bergarbeten	37	
2.3	Hjälpssystem	15	
2.4	Försegling av slutförvar och schakt	<u>360</u>	859
3.	<u>Anläggningsdelar ovan jord</u>		0
4.	<u>Projektering och förundersökningar</u>		100
5.	<u>Byggledning och kontroll</u>		50
6.	<u>Diverse kostnader</u>		45
	<u>Anläggningskostnad totalt:</u>		<u>1 300 Mkr</u>

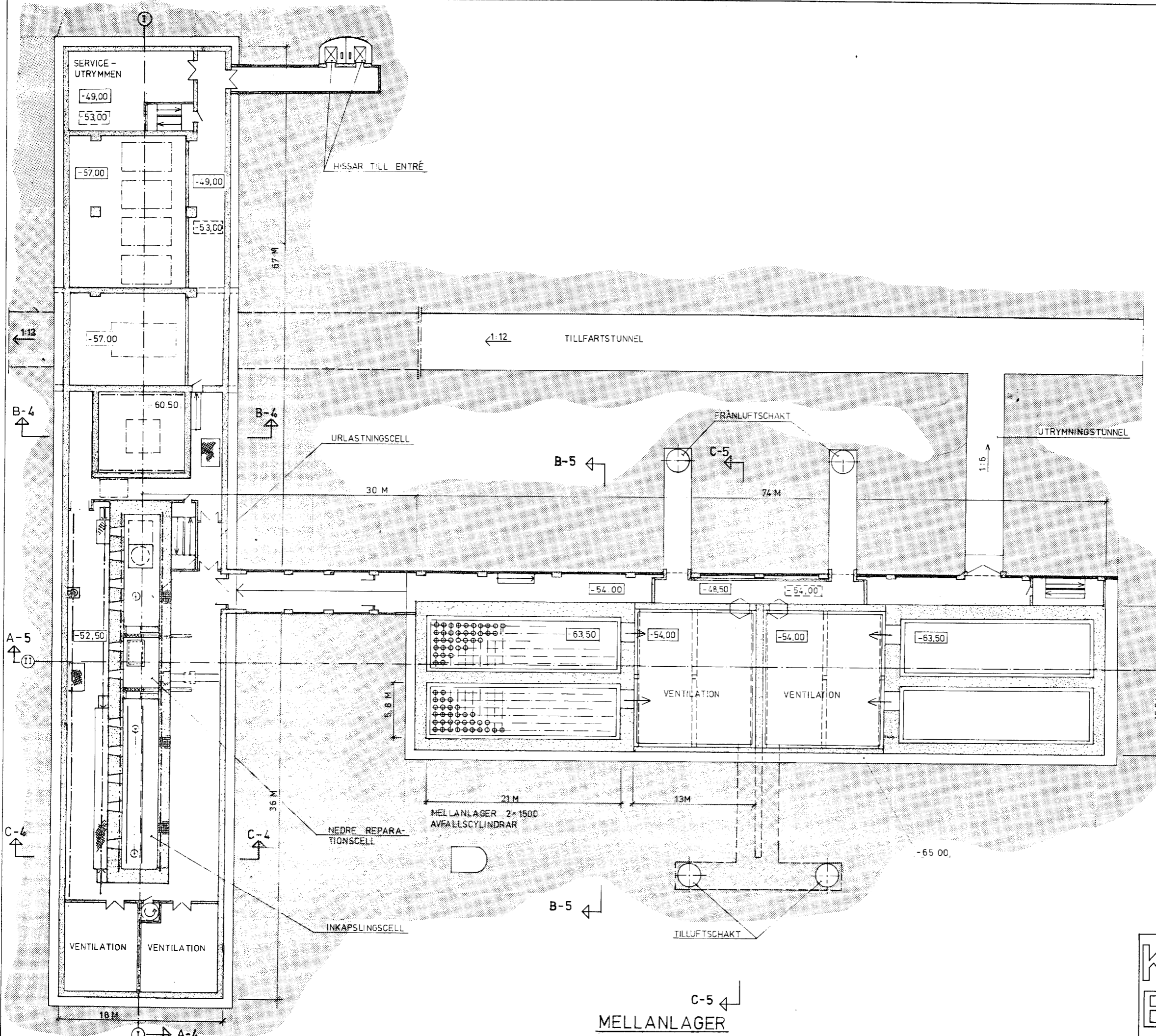
<u>Ritningar</u>	<u>Ritningsnummer</u>
MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION:	
Plan -45,00	A1
Plan -54,00/-52,50	A2
Plan -60,00/-59,50	A3
Längdsektion I-I och tvärsektioner	A4
Längdsektion II-II och tvärsektioner	A5
Processflödesschema	A6
Hanteringsgång från mottagning till mellanlager	A7
Hanteringsgång från mellanlager till slutförvar	A8
SLUTFÖRVAR:	
Huvudlayout	A11
Perspektiv	A12
Förläggningsexempel Finnsjön	A13
Utbyggnadsetapper	A14
Transportvägar	A15
Ventilation	A16
Förvaringstunnlar	A17
Förseglat förvar	A18
Transport av avfallskapsel från mellanlager till slutförvar	A19
Transport och deponering av avfallskapsel i slutförvar	A20
Försegling av deponeringshål	A21
Försegling av tunnlar	A22
Tätzon i schakt	A23

<u>List of drawings</u>	<u>Drwg no</u>
TEMPORARY STORAGE AND ENCAPSULATION PLANT:	
Plan -45,00	A1
Plan -54,00/-52,50	A2
Plan -60,00/-59,50	A3
Longitudinal section I-I and cross sections	A4
Longitudinal section II-II and cross sections	A5
Process flow diagram	A6
Handling operation from Reception to Temporary Storage	A7
Handling operations from Temporary Storage to Final Storage	A8
FINAL STORAGE:	
General layout	A11
Perspective view	A12
Siting example Finnsjön	A13
Construction sequences	A14
Transport routes	A15
Ventilation	A16
Storage tunnels	A17
Storage after sealing	A18
Transport of waste canister from Temporary to Final Storage	A19
Transport and deposition of waste canister in Final Storage	A20
Sealing of deposition holes	A21
Sealing of tunnels	A22
Watertight zones in shafts	A23



ANM:  
 NIVÅER ÄR ANGIVNA MED MÄRKPLANET  
 SOM REFERENSPLAN ±0.



K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS (1) 837 01 30          Telex: S.G.N. 810 125 P</small>	 <b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>MELLANLAGER OCH          INKAPSLINGSSTATION</b>	
	PLAN -45,00	
	VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A1</b>	

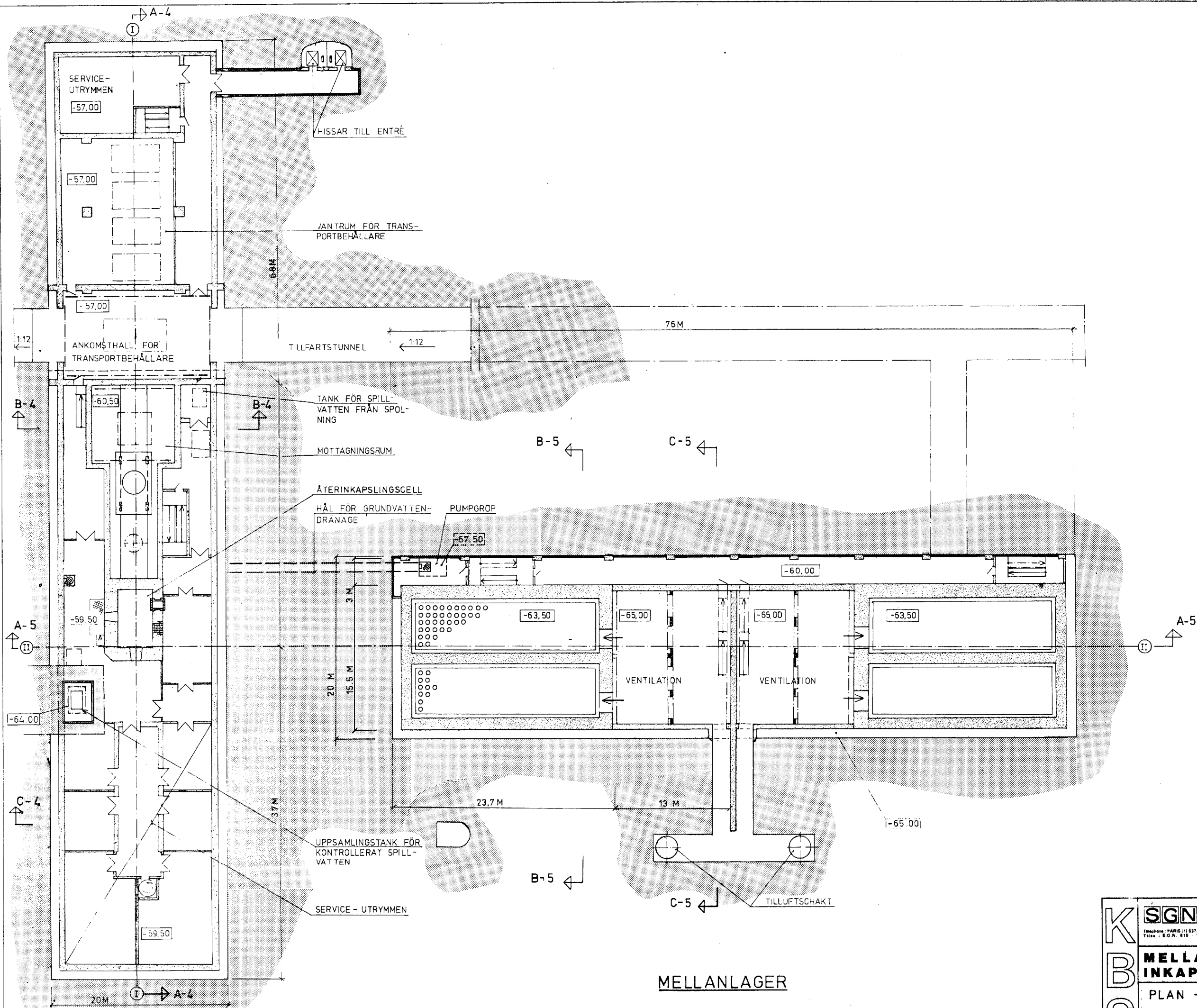


INKAPSLINGSSTATION

SKALA 0 10 20

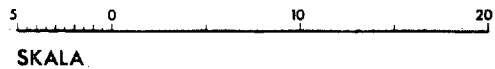
MELLANLAGER

K B S	 <b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone PARIS (1) 837 01 30          Telex S.G.N. 810 - 126 F</small>	 <b>VBB</b> VATTENBYGGNADSBYRÅN CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS
	<b>MELLANLAGER OCH          INKAPSLINGSSTATION</b>	
	PLAN -54,00/-52,50	
	VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A 2</b>	



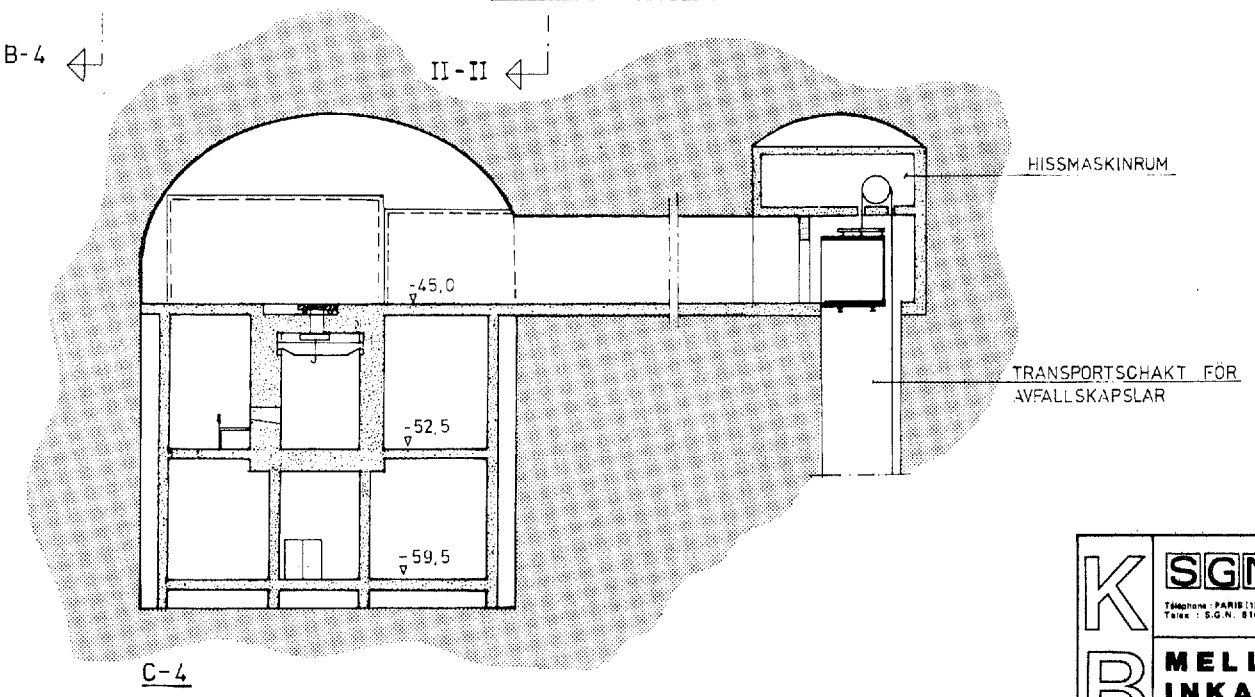
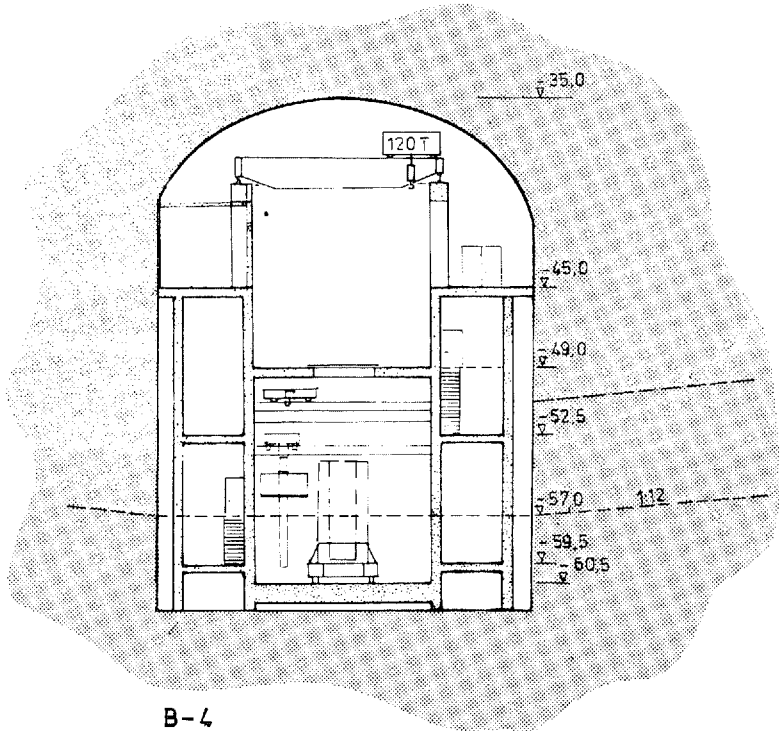
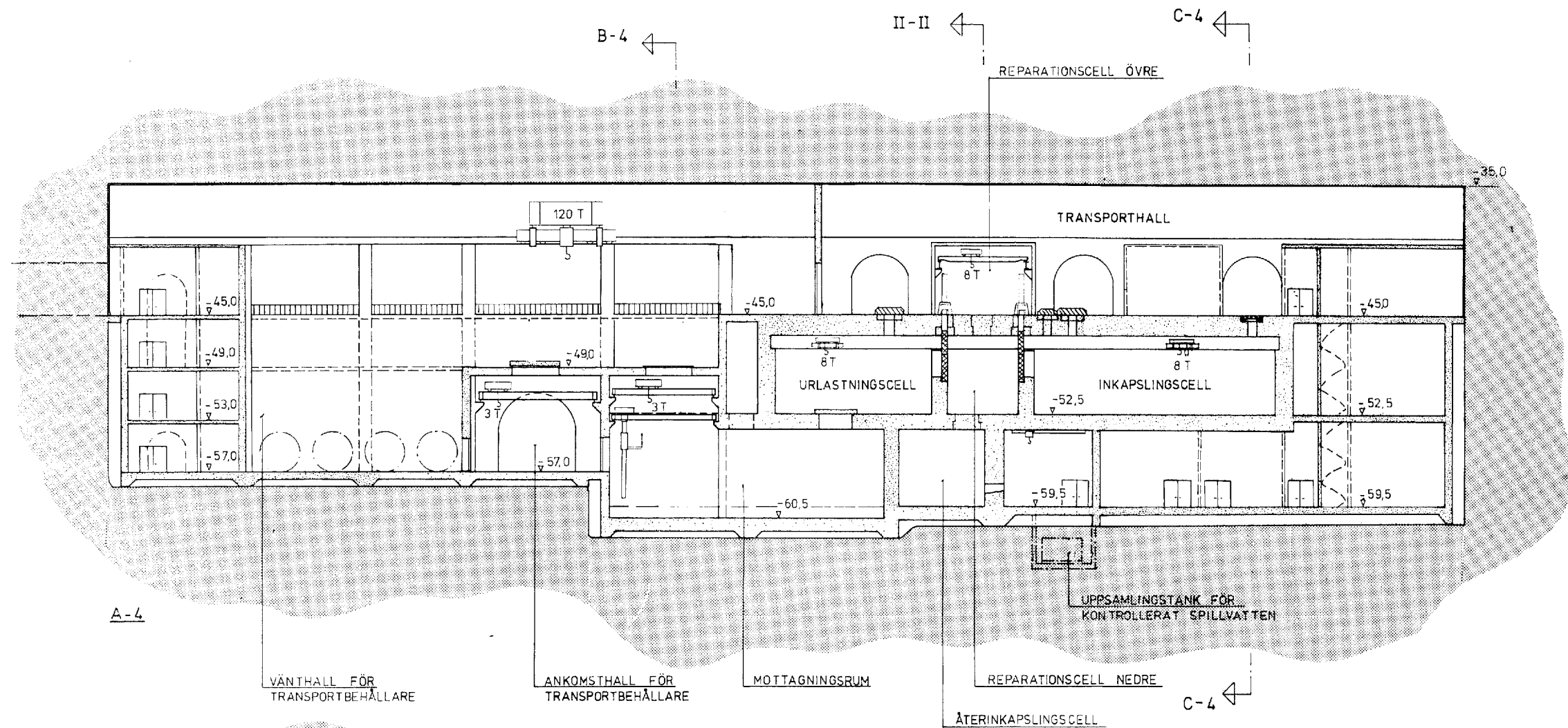
INKAPSLINGSSTATION


MELLANLAGER

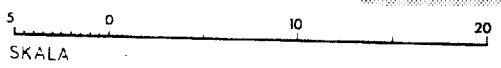
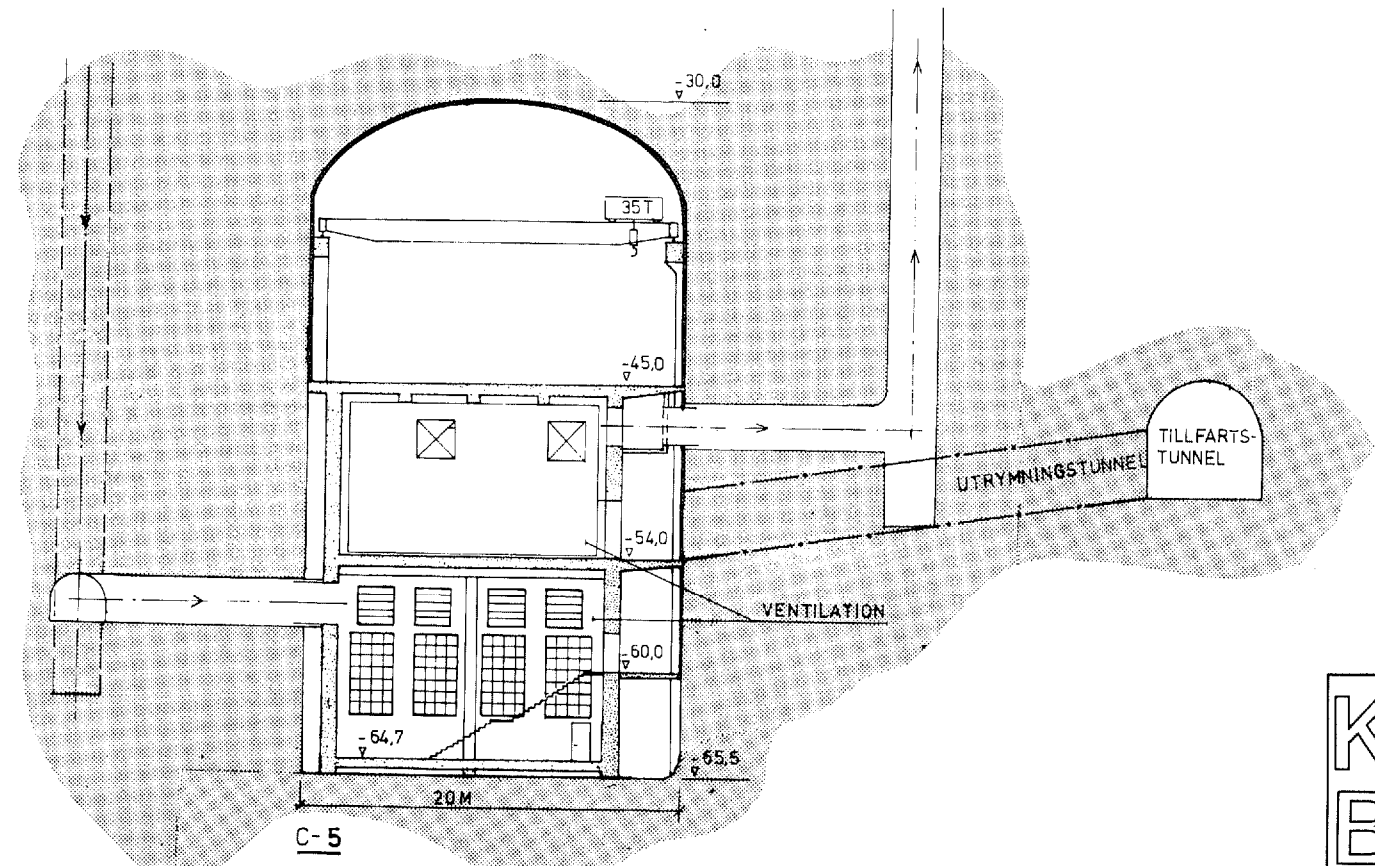
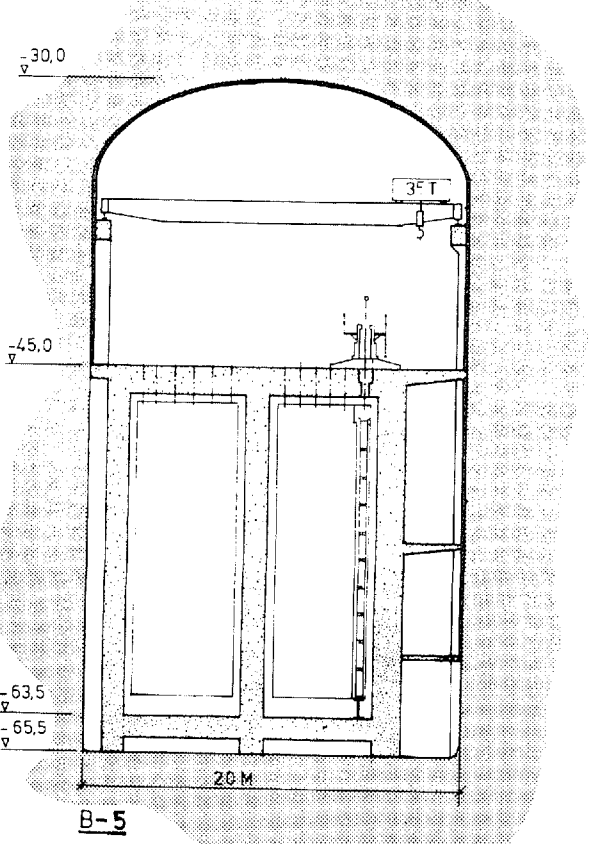
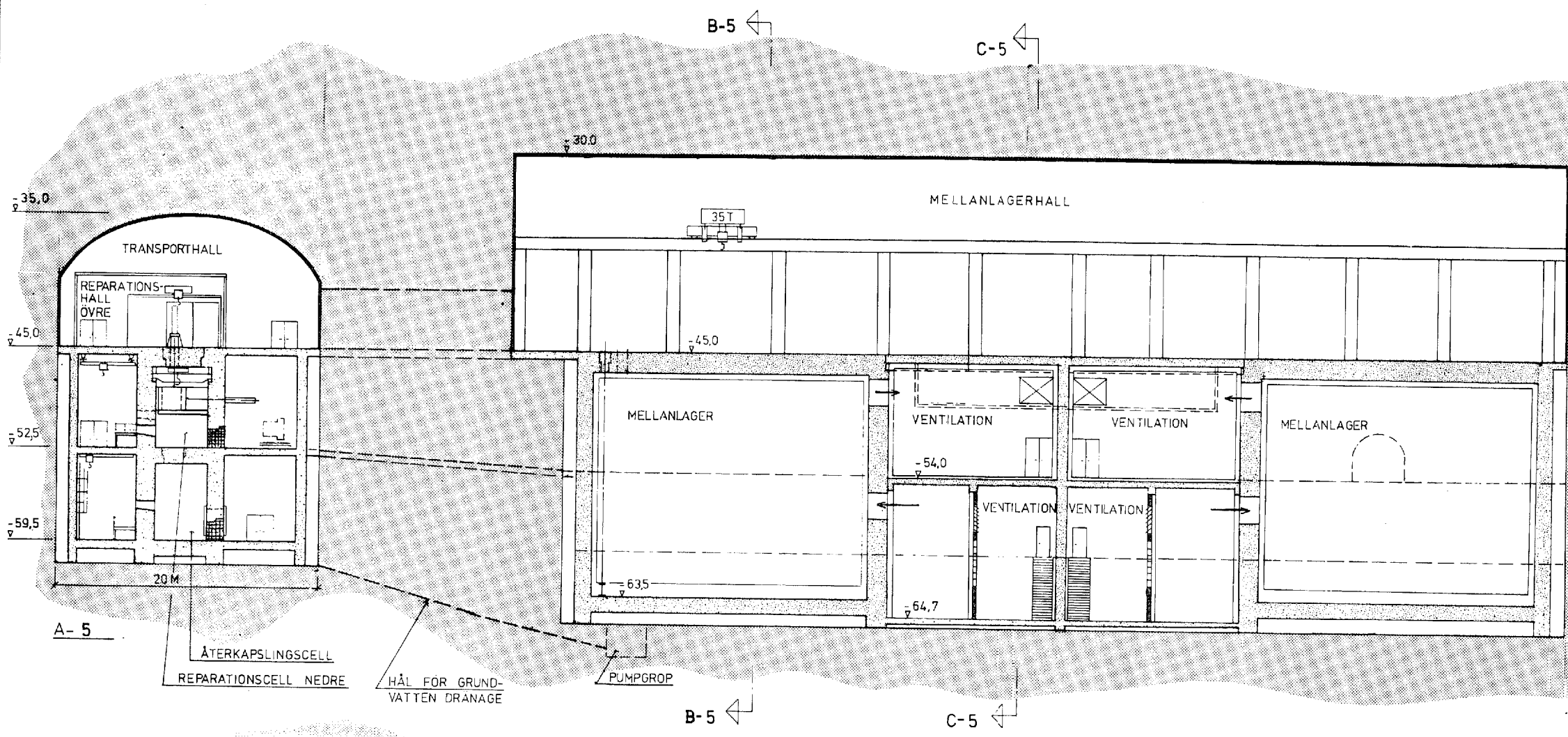


K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Téléphone : PARIS (1) 837 01 30 Téléfax : S.G.N. 810 - 120 F</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS</small>
	<b>MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION</b>	
	PLAN -60,00 / -59,50 VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A3</b>	

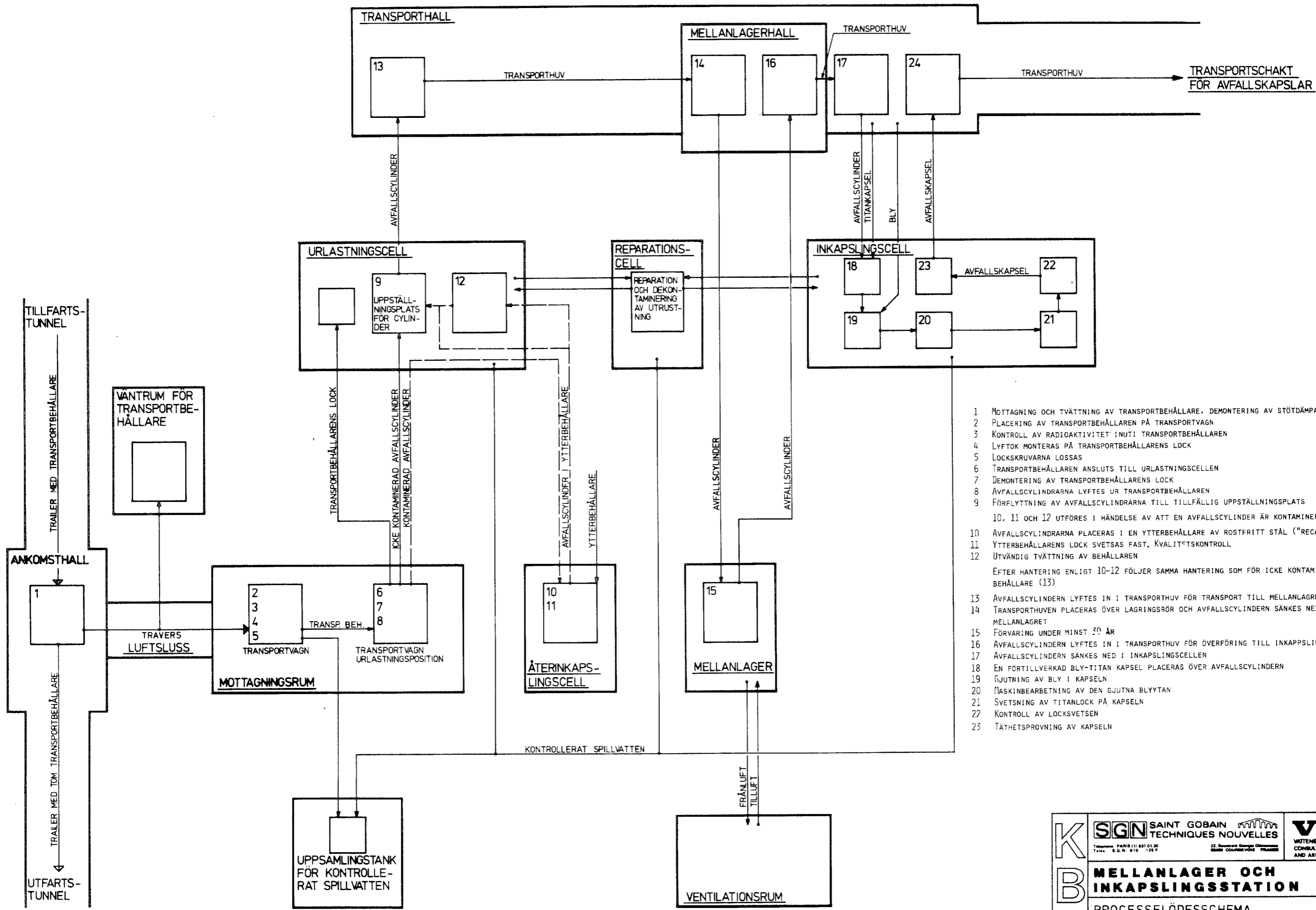




K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Téléphone : PARIS (1) 637 01 30          Telex : S.G.N. 810 - 128 F</small>	 <b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>MELLANLAGER OCH          INKAPSLINGSSTATION</b>	
	LÄNGDSEKTION I-I OCH TVÄRSEKTIONER VBB REG NR 58115 <b>RITNING A4</b>	

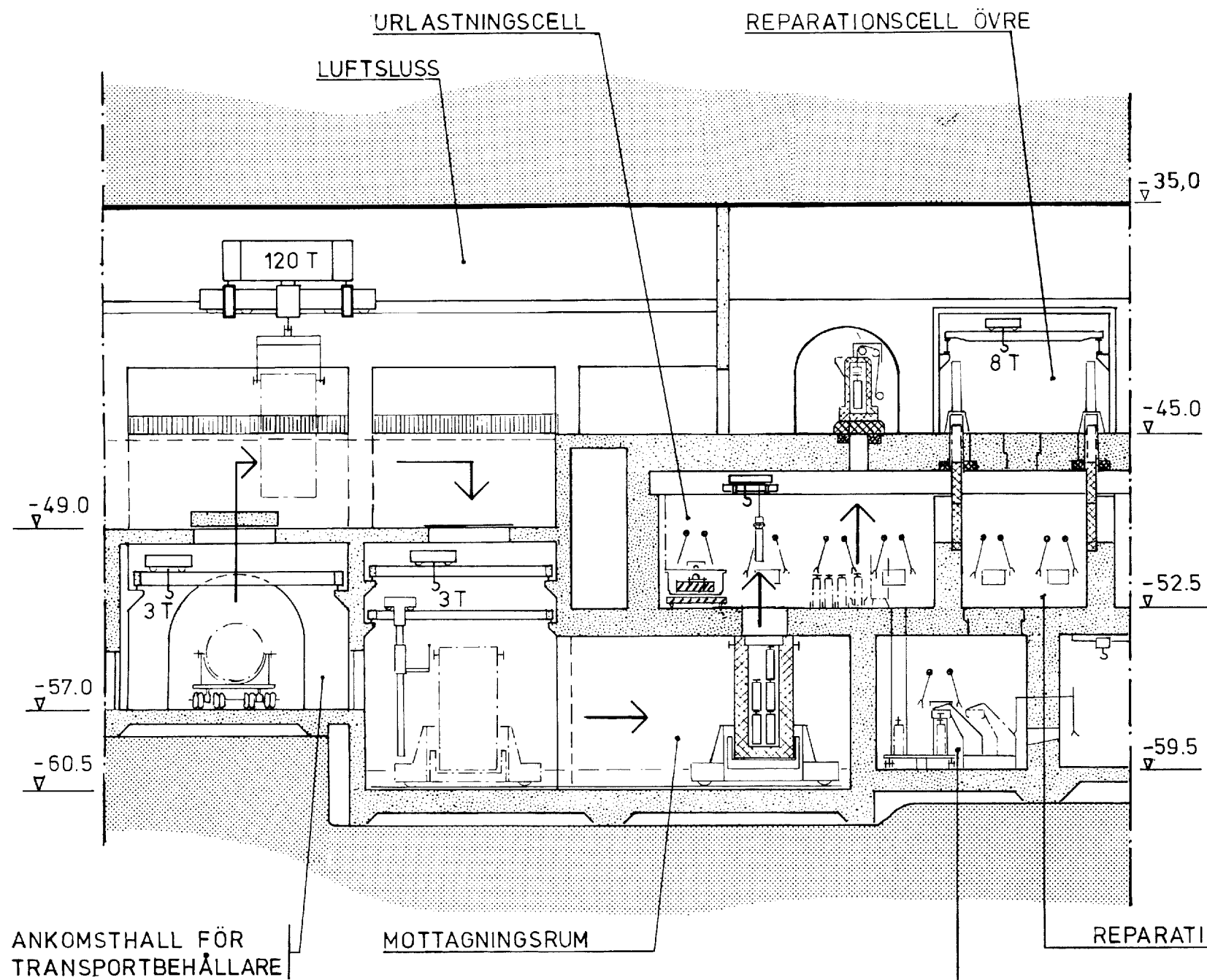


K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS (1) 637.0130          Telex: S.G.N. 610 - 125 F</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>MELLANLAGER OCH          INKAPSLINGSSTATION</b>	
	LÄNGDSEKTION II-II OCH TVÄRSSEKTIONER VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A5</b>	

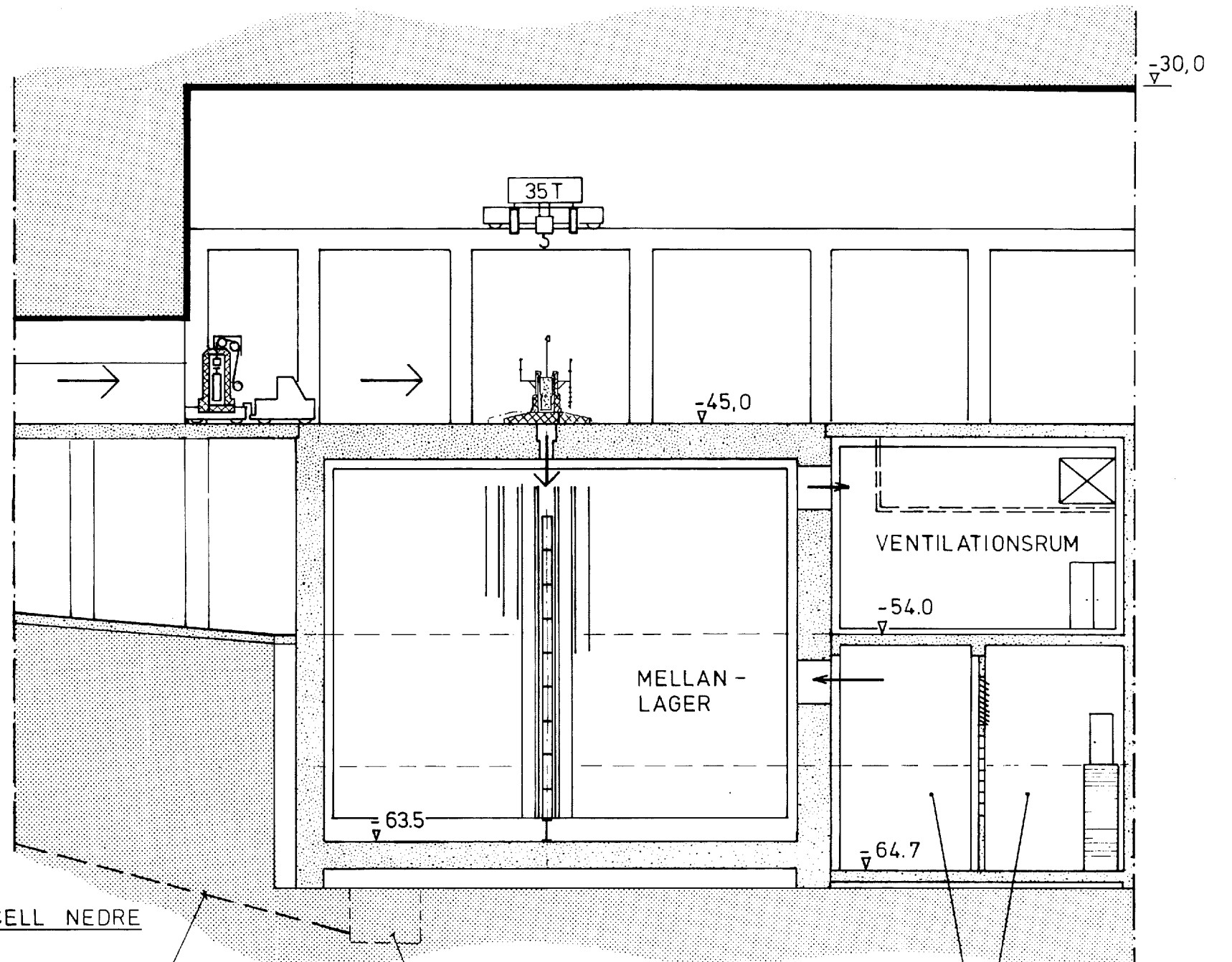


- 1 MOTTAGNING OCH TVÄTTNING AV TRANSPORTBEHÅLLARE, DEMONTERING AV STÖTDÄMPARE
- 2 PLACERING AV TRANSPORTBEHÅLLAREN PÅ TRANSPORTVAGN
- 3 KONTROLL AV RADIOAKTIVITET INUTI TRANSPORTBEHÅLLAREN
- 4 LYFTOK MONTERAS PÅ TRANSPORTBEHÅLLARENS LOCK
- 5 LOCKSKRUVARNA LOSSAS
- 6 TRANSPORTBEHÅLLAREN ANSLUTS TILL URLASTNINGSCELLEN
- 7 DEMONTERING AV TRANSPORTBEHÅLLARENS LOCK
- 8 AVFALLSCYLINDRARNAS LYFTES UR TRANSPORTBEHÅLLAREN
- 9 FÖRFLYTTNING AV AVFALLSCYLINDRARNAS TILL TILLFÄLLIG UPPSTÄLLNINGSPÅS
- 10, 11 OCH 12 UTFÖRES I HÄNDELSE AV ATT EN AVFALLSCYLINDER ÄR KONTAMINERAD
- 10 AVFALLSCYLINDRARNAS PLACERAS I EN YTTREBEHÅLLARE AV ROSTFRITT STÅL ("RECANING")
- 11 YTTREBEHÅLLARENS LOCK SVETSAS FAST. KVALITETSKONTROLL
- 12 UTVÄNDIG TVÄTTNING AV BEHÅLLAREN
- EFTER HANTERING ENLIGT 10-12 FÖLJER SAMMA HANTERING SOM FÖR ICKE KONTAMINERADE BEHÅLLARE (13)
- 13 AVFALLSCYLINDERN LYFTES IN I TRANSPORTHUV FÖR TRANSPORT TILL MELLANLAGRET
- 14 TRANSPORTHUVEN PLACERAS ÖVER LAGRINGSRÖR OCH AVFALLSCYLINDERN SÄNKES NED I MELLANLAGRET
- 15 FÖRVARING UNDER MINST 30 ÅR
- 16 AVFALLSCYLINDERN LYFTES IN I TRANSPORTHUV FÖR ÖVERFÖRING TILL INKAPSLINGSCELLEN
- 17 AVFALLSCYLINDERN SÄNKES NED I INKAPSLINGSCELLEN
- 18 EN FÖRTILLVERKAD BLY-TITAN KAPSEL PLACERAS ÖVER AVFALLSCYLINDERN
- 19 GJUTNING AV BLY I KAPSELN
- 20 MASKINBEARBETNING AV DEN GJUTNA BLYTTAN
- 21 SVETSNING AV TITANLOCK PÅ KAPSELN
- 22 KONTROLL AV LOCKSVETSEN
- 23 TÄTHETSPROVNING AV KAPSELN

K B S	<b>SAINT GOBAIN</b> TECHNIQUES NOUVELLES <small>23, Boulevard de la Chapelle - 93200 PARIS 18E</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN</small> CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS
	<b>MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION</b>	
	PROCESSFLÖDESSCHEMA	
VBB REG. NR 58115		<b>RITNING A6</b>



SEKTION A-A



SEKTION B-B

ANKOMSTHALL FÖR TRANSPORTBEHÅLLARE

MOTTAGNINGSRUM

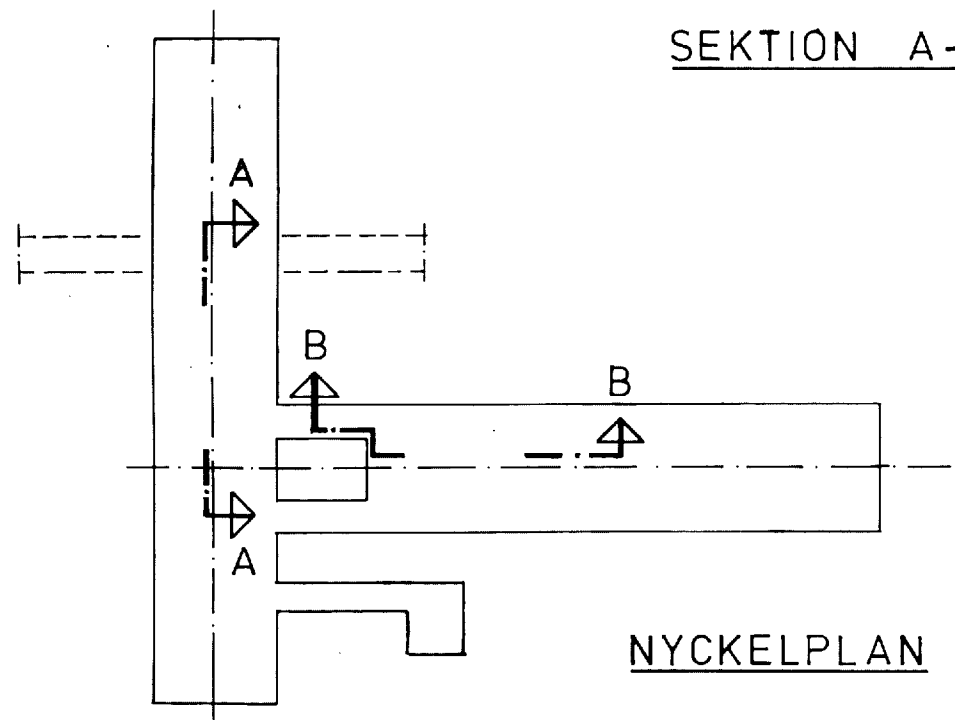
REPARATIONSCELL NEDRE

ÅTERINKAPSLINGSCELL FÖR SKADADE ELLER KONTAMINERADE AVFALLSCYLINDRAR

PUMP GROPP

HÅL FÖR GRUNDVATTEN DRÄNAGE

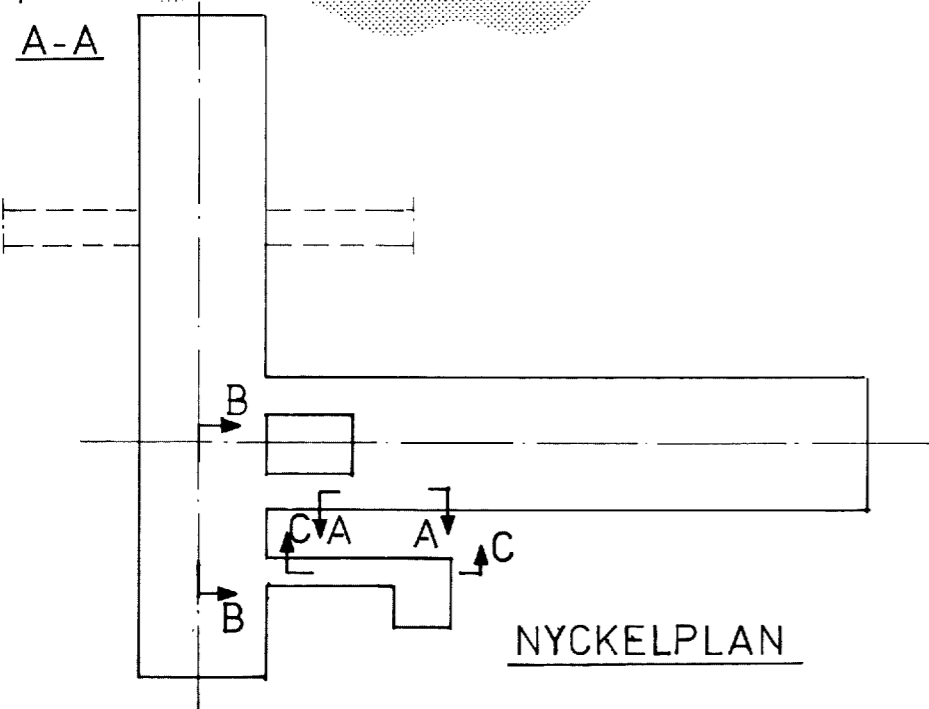
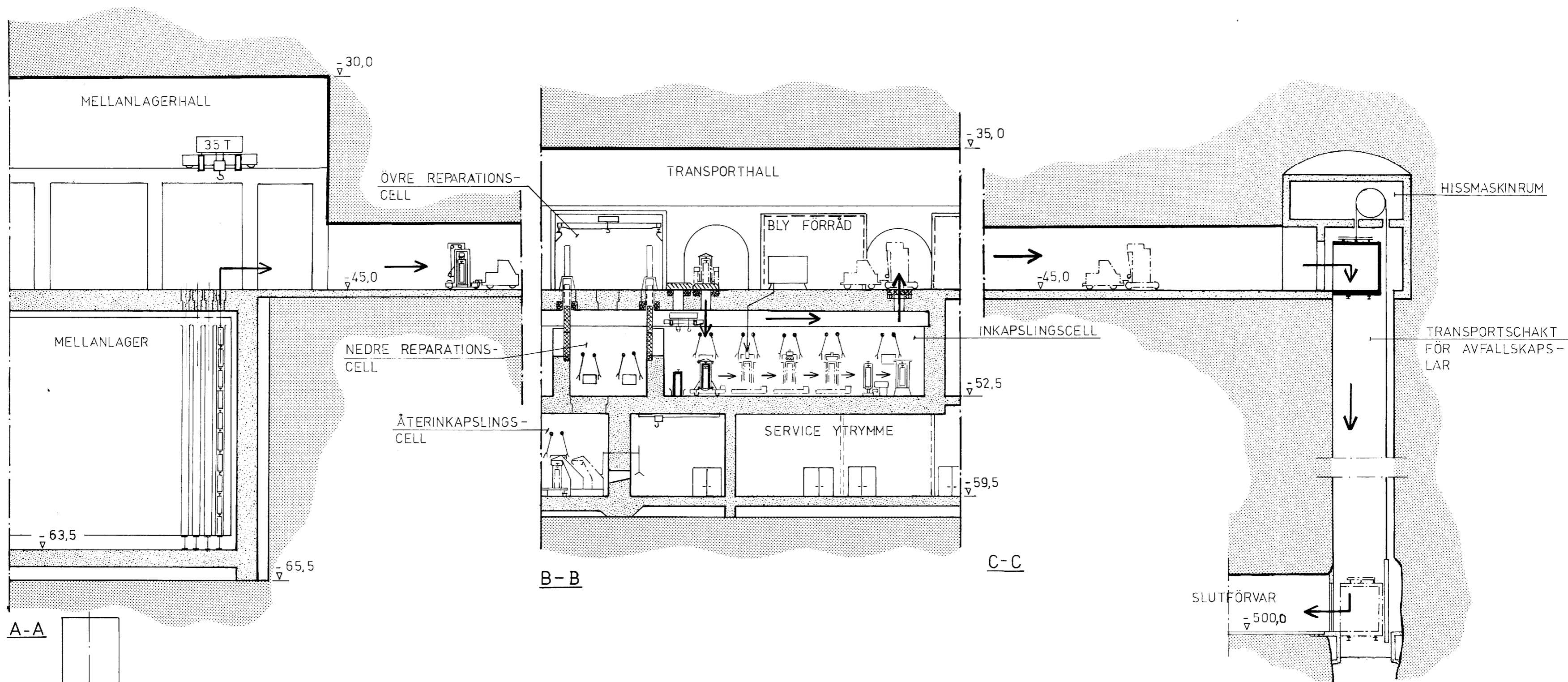
VENTILATIONS-RUM



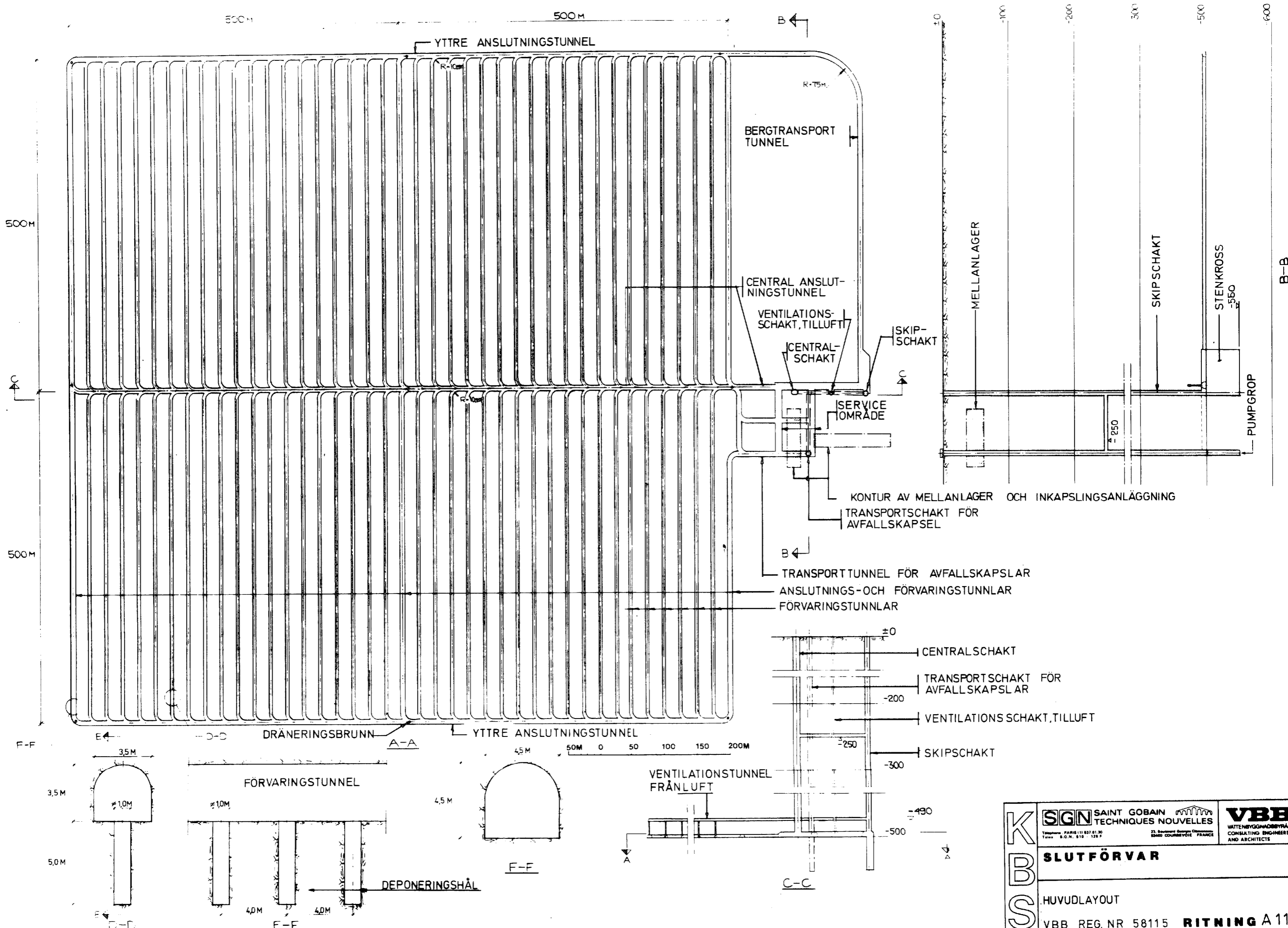
NYCKELPLAN

K B S		<b>SAINT GOBAIN</b> TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone PARIS (1) 637 01 30          Telex S.G.N 610 125 F</small>		<b>VATTENBYGGNADSBYRÅN</b> CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS
	<b>MELLANLAGER OCH INKAPSLINGSSTATION</b>			
	HANTERINGSGÅNG FRÅN MOTTAGNING TILL MELLANLAGER			
	VBB REG. NR 58115		<b>RITNING A 7</b>	

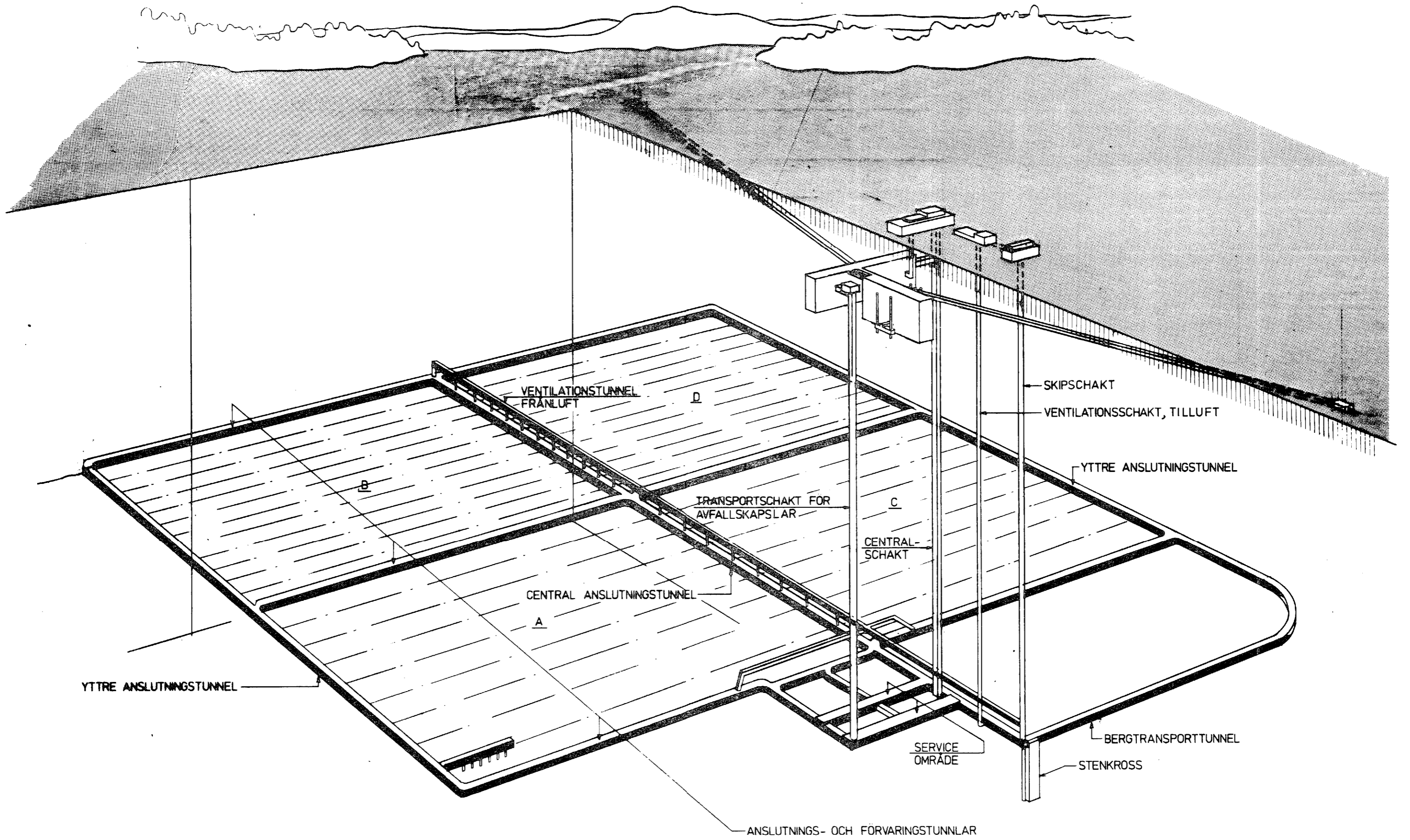




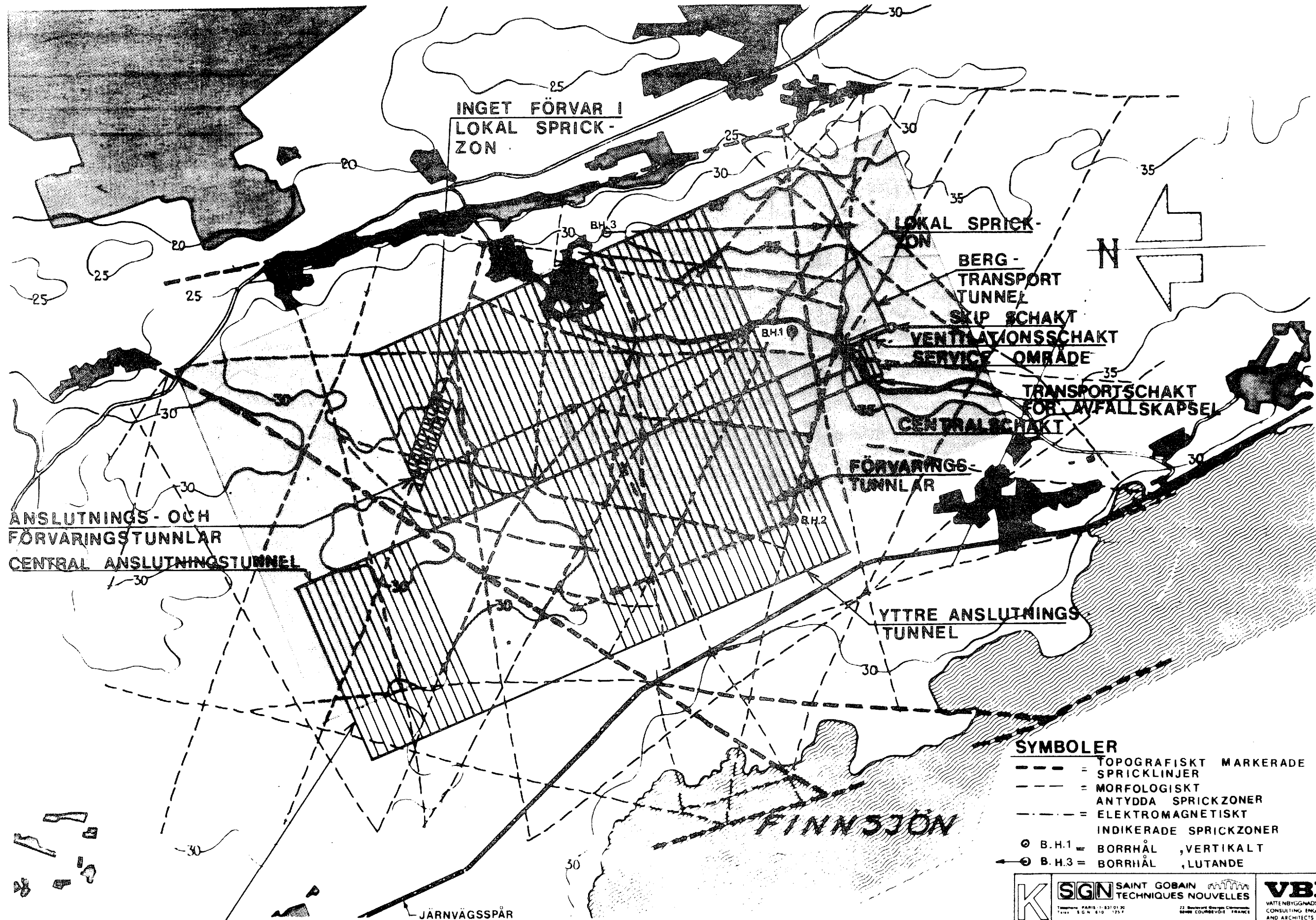
K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Téléphone PARIS (1) 637 01 30          Telex S G N 610 125 F</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>MELLANLAGER OCH          INKAPSLINGSSTATION</b>	
	HANTERINGSGÅNG FRÅN MELLANLAGER TILL SLUTFÖRVAR VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A 8</b>	



K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS (1) 827 81 30          Telex: S.G.N. 810 128 P</small>	 <b>VBB</b> <small>WATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>	
	HUVUDLAYOUT VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A11</b>	



<b>K B S</b>	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>18 avenue de la République - 92000 Nanterre - France          Téléphone: PARIS (1) 837.81.30          Telex: S.G.N. 810 1287</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNINGSBYRÅ          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>	
	PERSPEKTIV VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A12</b>	



ANSLUTNINGS- OCH  
FÖRVARINGSTUNNLAR  
CENTRAL ANSLUTNINGSTUNNEL

INGET FÖRVAR I  
LOKAL SPRICK-  
ZON

LOKAL SPRICK-  
ZON

BERG-  
TRANSPORT  
TUNNEL

SKIP SCHAKT  
VENTILATIONSSCHAKT  
SERVICE OMRÅDE

TRANSPORTSCHAKT  
FÖR AVFALLSKAPSEL

CENTRALSCHAKT

FÖRVARINGS-  
TUNNLAR

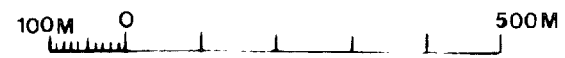
YTTRE ANSLUTNINGS  
TUNNEL

FINNSJÖN

JÄRNVÄGSSPÅR

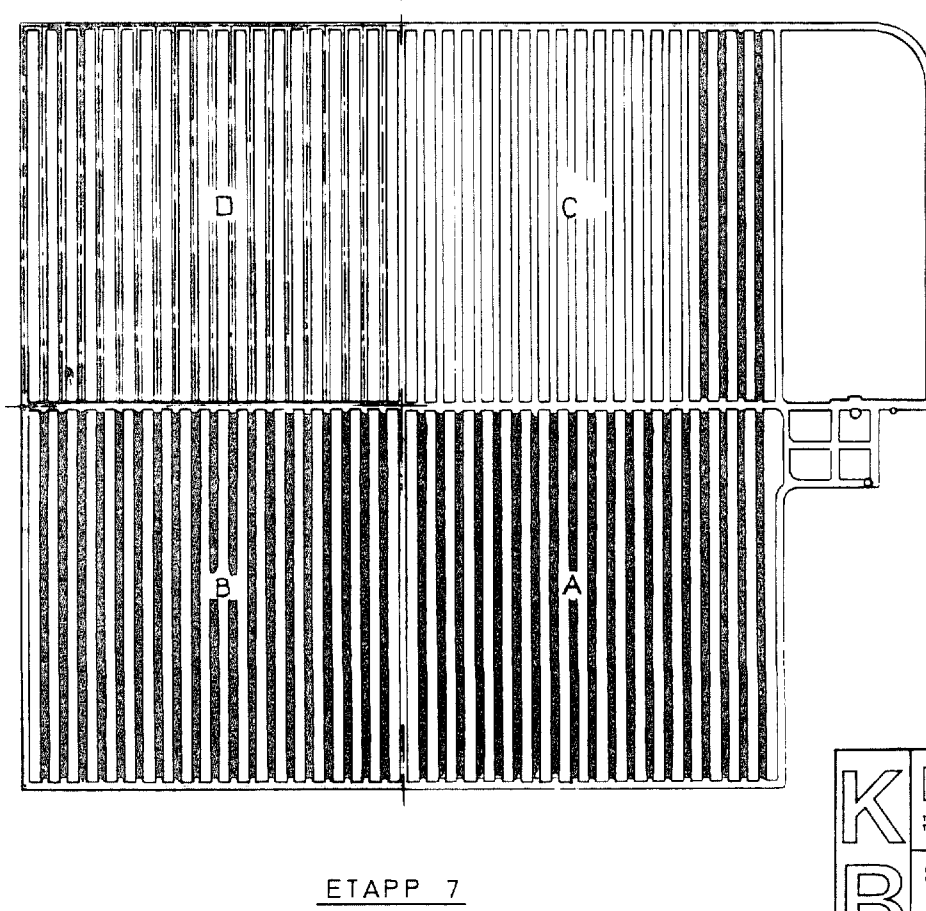
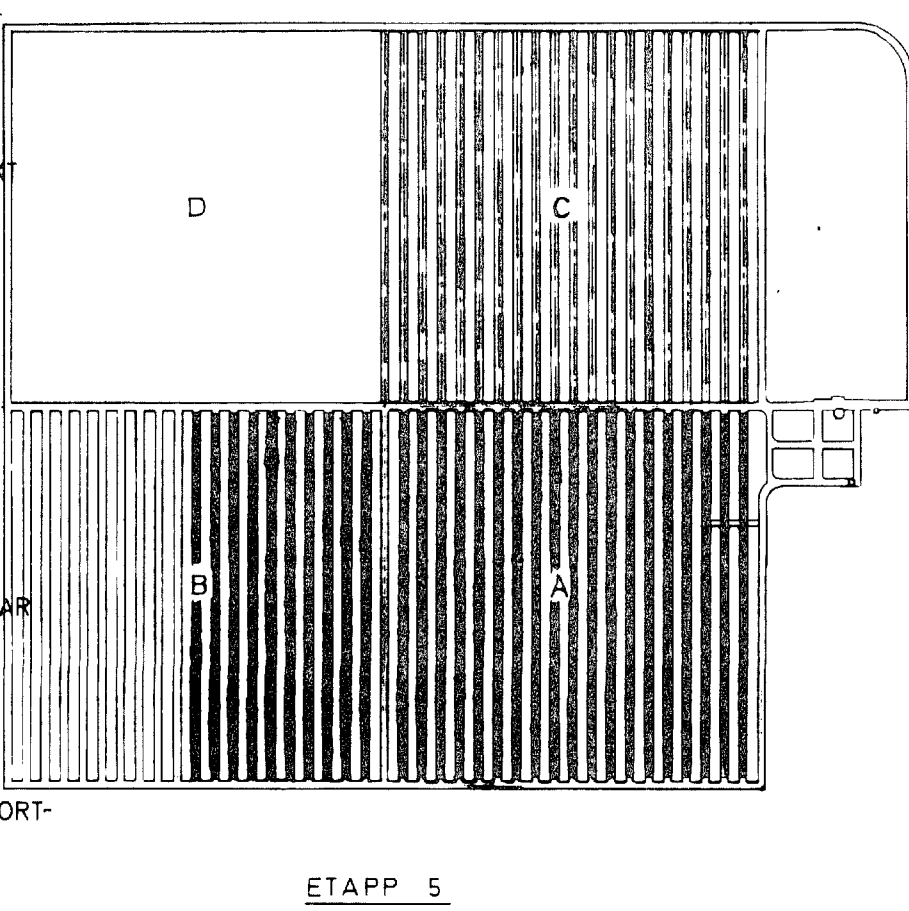
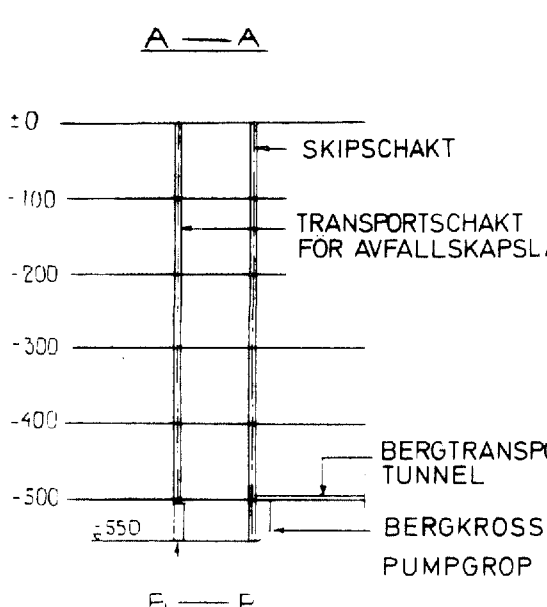
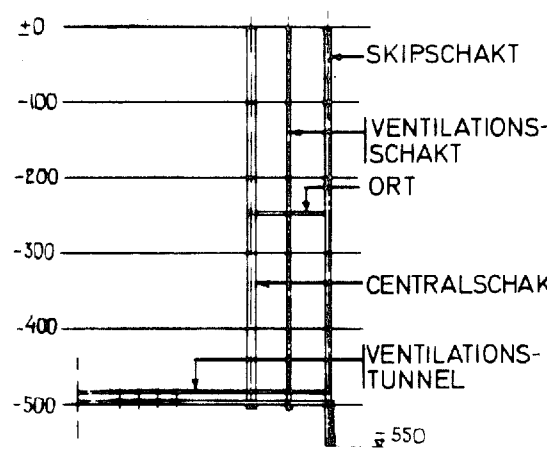
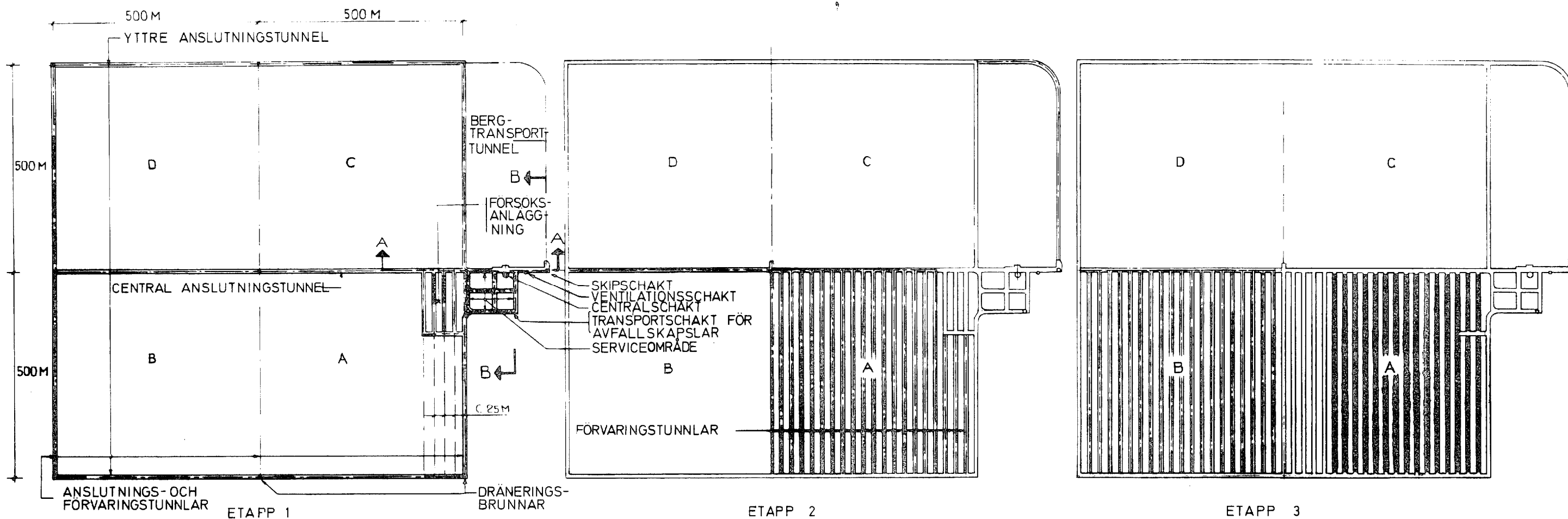
DEL AV FÖRVARET AVSKILT  
AV SPRICKZON

- SYMBOLER**
- - - = TOPOGRAFISKT MARKERADE SPRICKLINJER
  - - - = MORFOLOGISKT ANTYDDA SPRICKZONER
  - - - = ELEKTROMAGNETISKT INDIKERADE SPRICKZONER
  - ⊙ B.H.1 = BORRHÅL ,VERTIKALT
  - ⊙ B.H.3 = BORRHÅL ,LUTANDE



K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>TELEPHONE: PARIS 10 821 01 30 TELEX: SGN 810 1537</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>  FÖRLÄGGNINGSEXEMPEL: FINNSJÖN VBB REG NR 58115 <b>RITNING A13</b>	





ETAPP	ÅR	UTSPRÄNGNING	DEPONERING
1	1-4	SCHAKT FÖRSOKS-ANLÄGGNING, ANSLUTNINGSTUNNLAR	FÖRSOKS-ANLÄGGNING
2	4-7	OMRÅDE A	
3	7-13	OMRÅDE B	OMRÅDE A 70%
4	13-14,5	OMRÅDE C 35%	OMRÅDE A klart
5	14,5-18	OMRÅDE C klart	OMRÅDE B 45%
6	18-22	OMRÅDE D 75%	OMRÅDE B klart
7	22-25	OMRÅDE D klart	OMRÅDE C 20%
8	25-29,5		OMRÅDE C klart
9	29,5-37		OMRÅDE D klart

K  
B  
S

**SGN** SAINT GOBAIN  
TECHNIQUES NOUVELLES

Telephone: PARIS (1) 637 01 30  
Telex: SGN 810 126 P

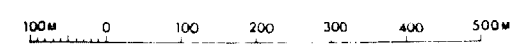
21 Boulevard Lemaître Courcouronnes  
92400 COURCOURONNES FRANCE

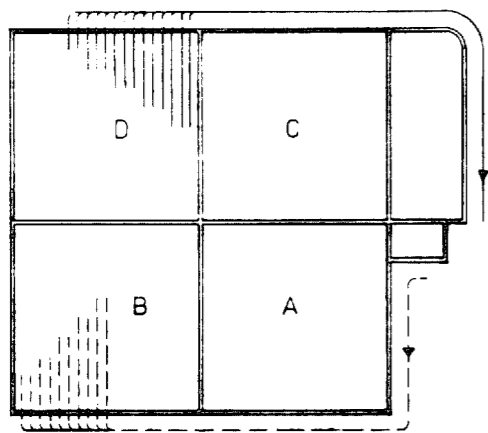
**VBB**  
VATTENBYGGNADSBYRÅN  
CONSULTING ENGINEERS  
AND ARCHITECTS

SLUTFÖRVAR

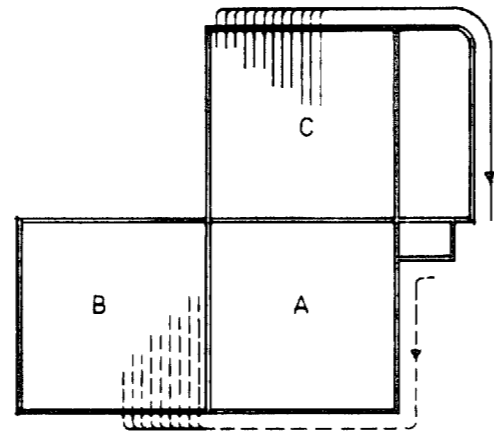
UTBYGGNADETAPPER

VBB REG. NR 58115 **RITNING A14**

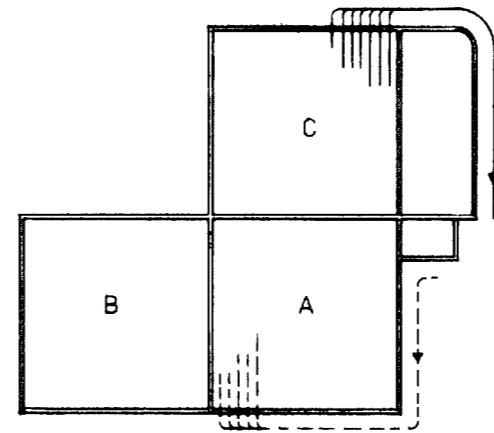




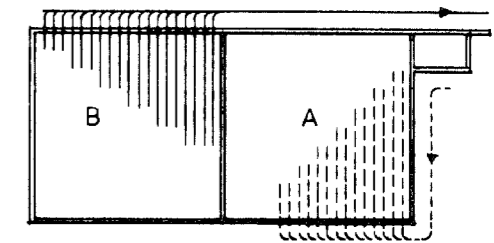
ETAPP 6



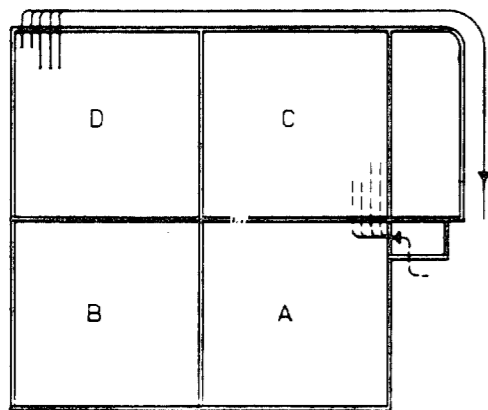
ETAPP 5



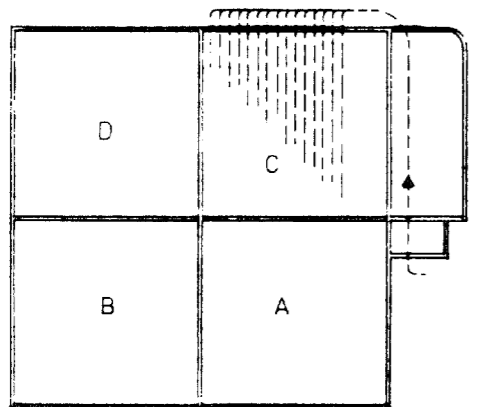
ETAPP 4



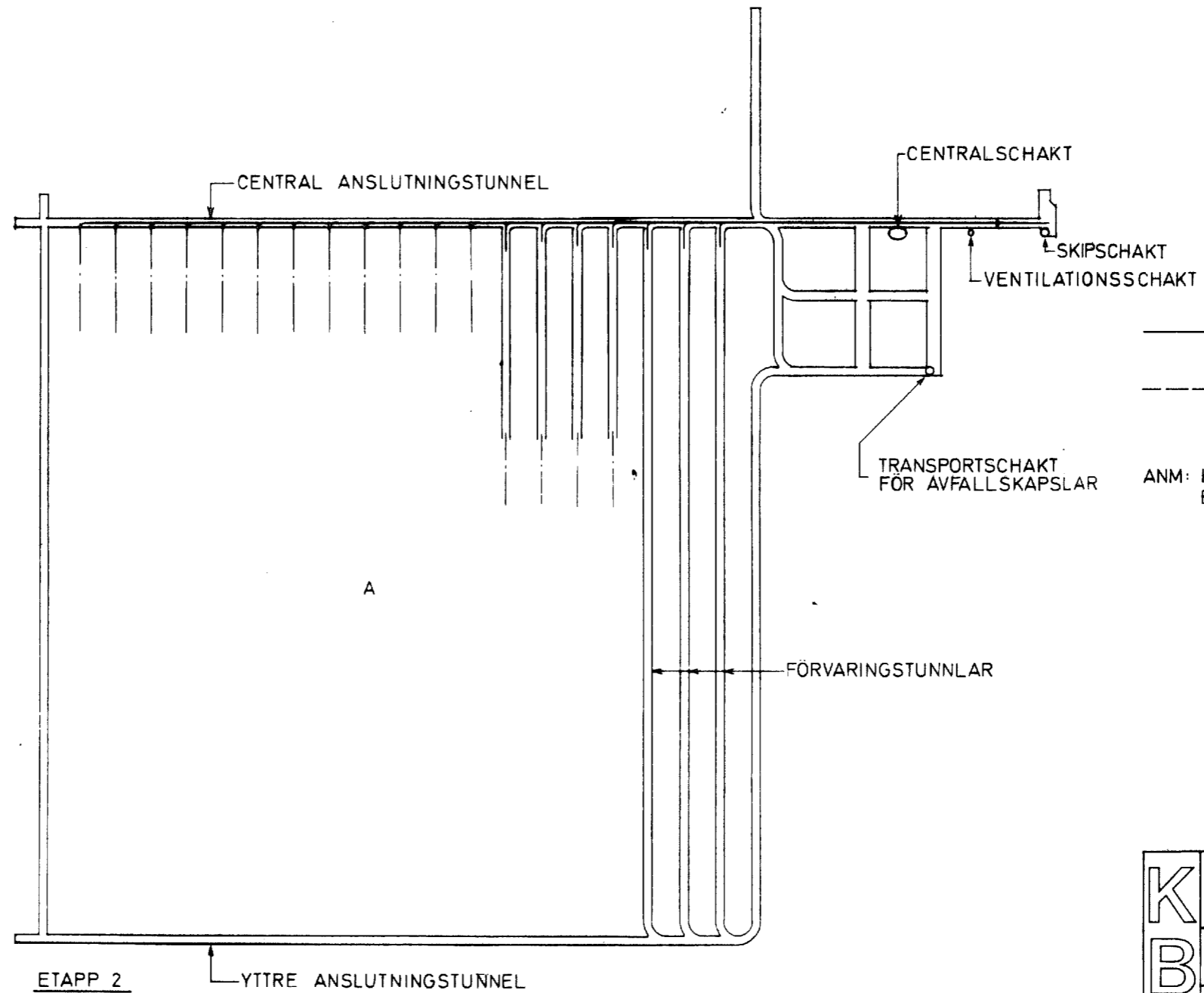
ETAPP 3



ETAPP 7



ETAPP 8

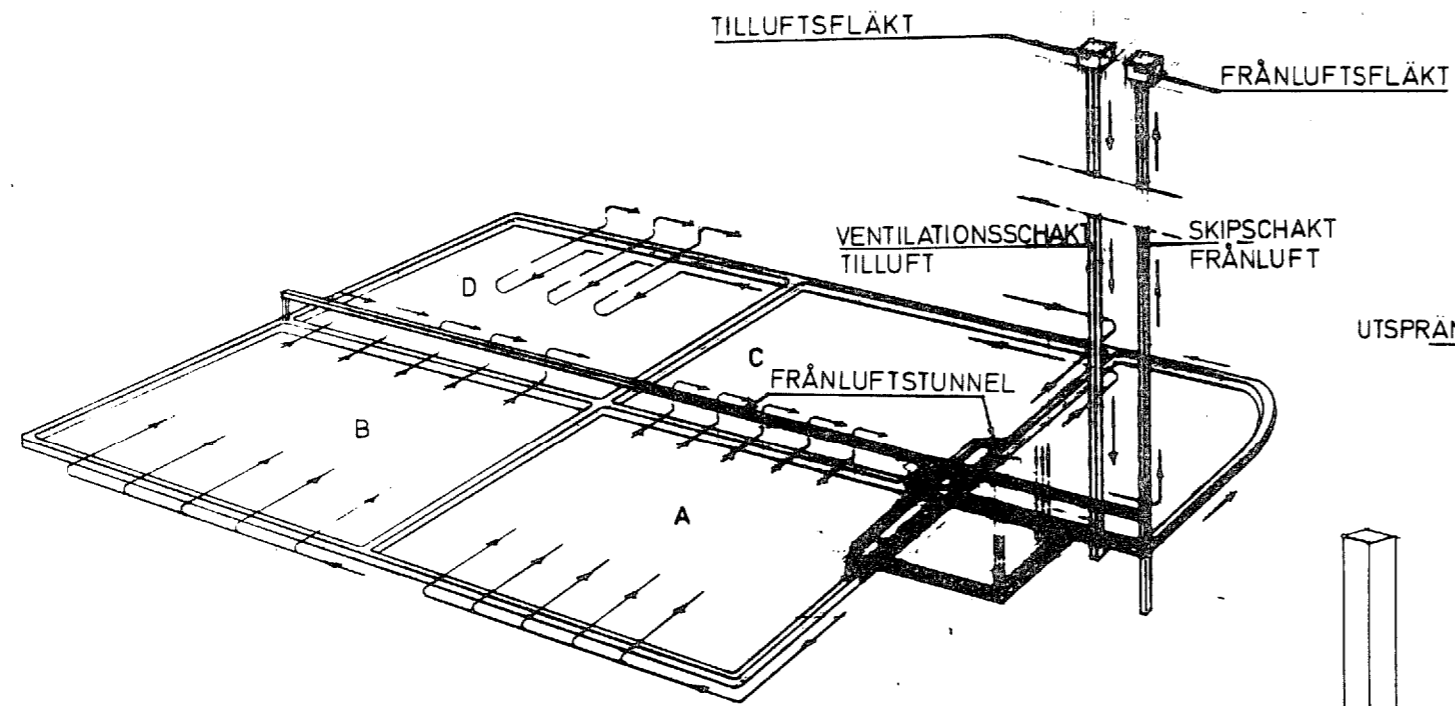


ETAPP 2

→ RIKTNING FÖR BERGTRANSPORT  
 - - - RIKTNING FÖR TRANSPORT AV AVFALL

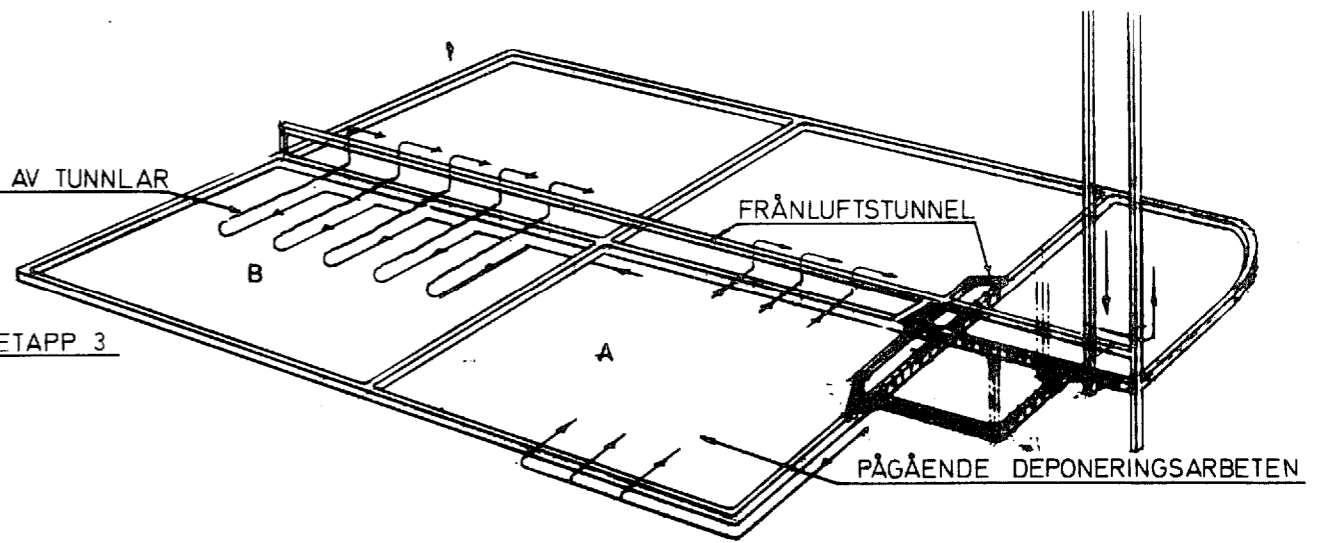
ANM: KONSTRUKTIONSETAPPER ENLIGT RITNING 1

<b>K B S</b>	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Téléphone PARIS: (1) 837 01 30          Telex: S.G.N. 810 125 F</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>	
	TRANSPORTVÄGAR	
VBB REG. NR 58115		<b>RITNING A15</b>

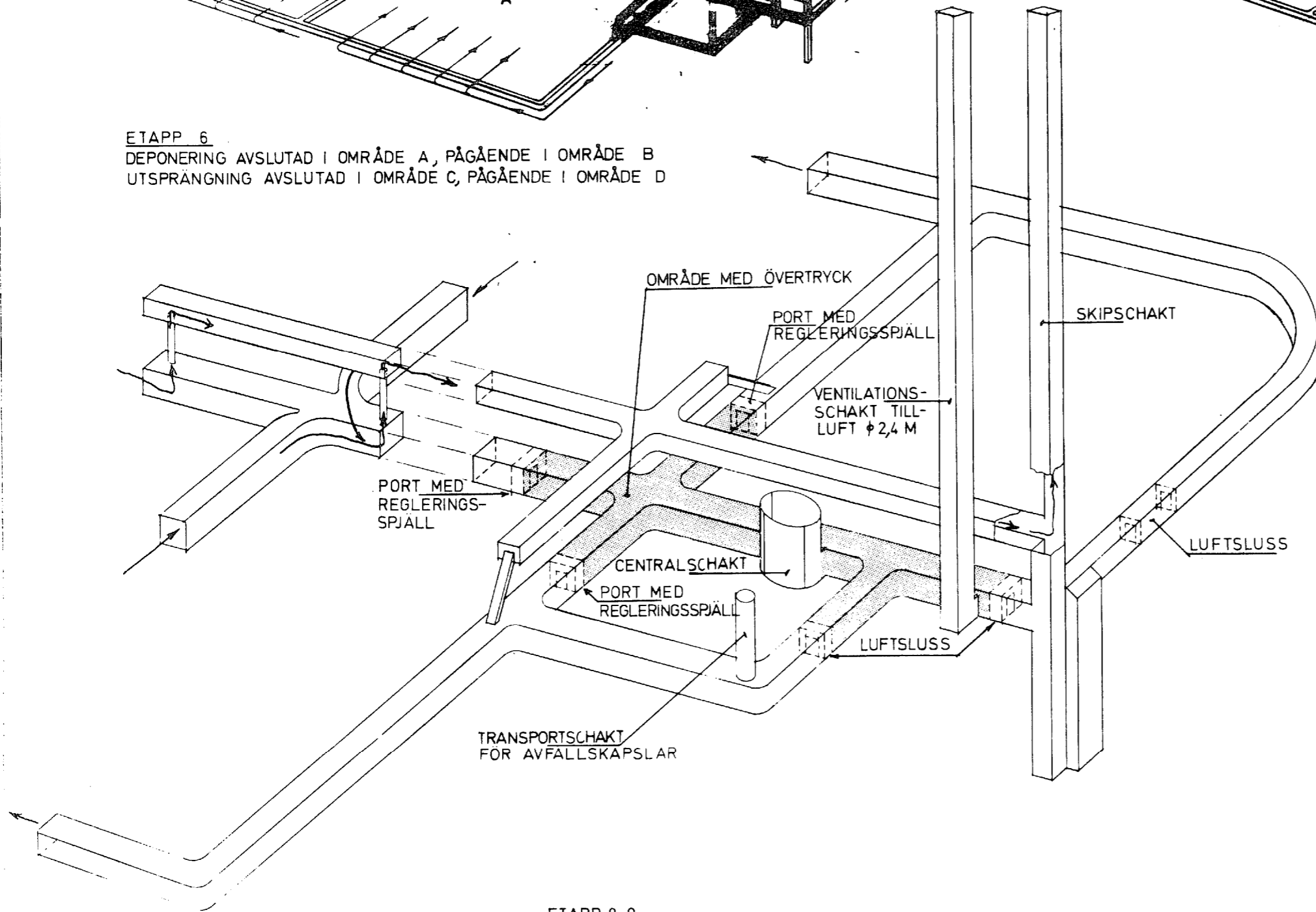


UTSPRÄNGNING AV TUNNLAR

ETAPP 3





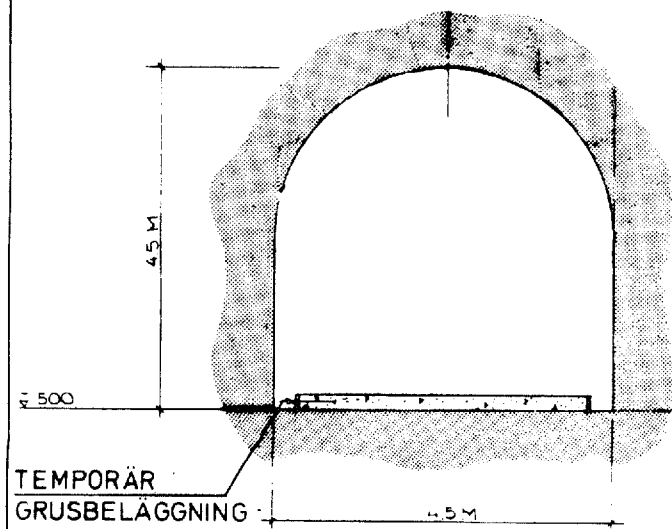
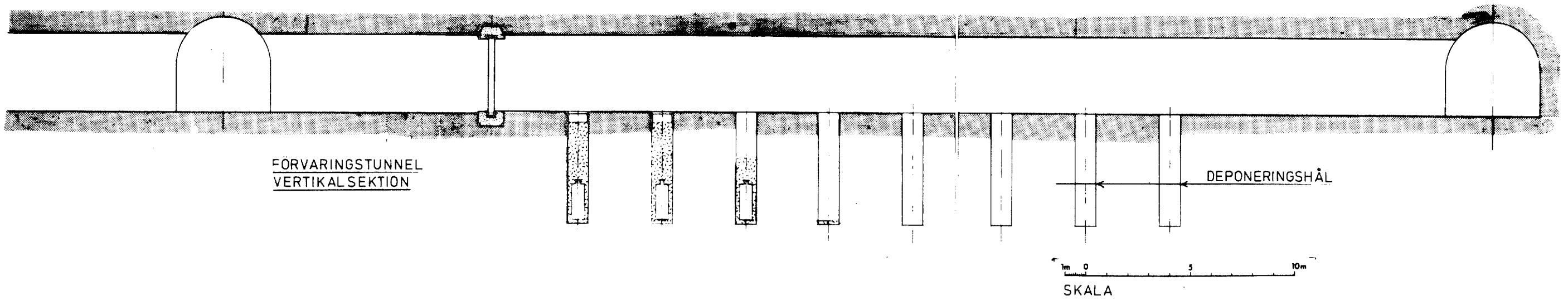
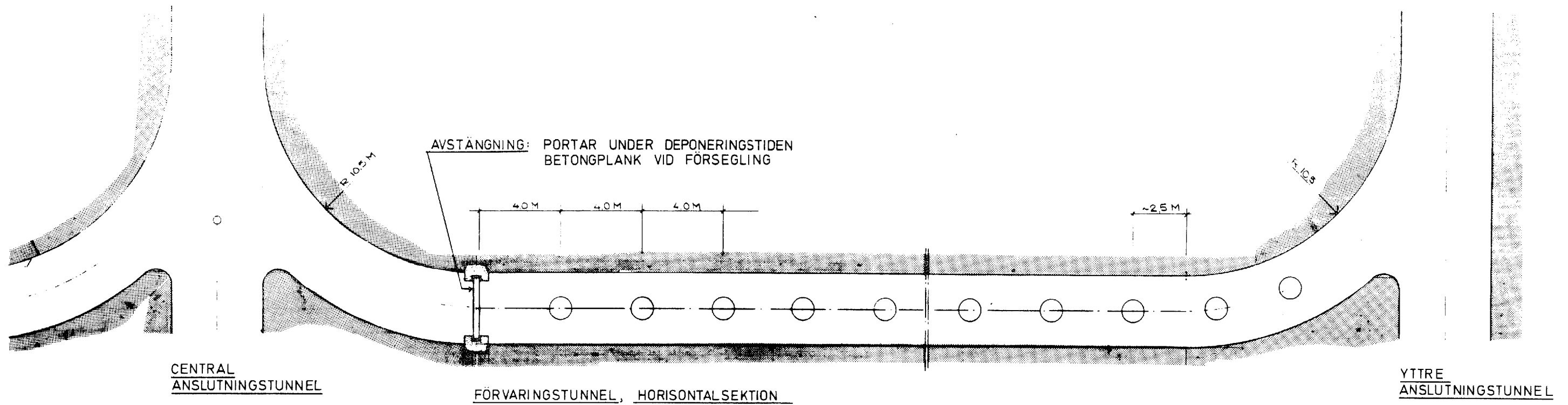
ETAPP 6  
 DEPONERING AVSLUTAD I OMRÅDE A, PÅGÅENDE I OMRÅDE B  
 UTSPRÄNGNING AVSLUTAD I OMRÅDE C, PÅGÅENDE I OMRÅDE D



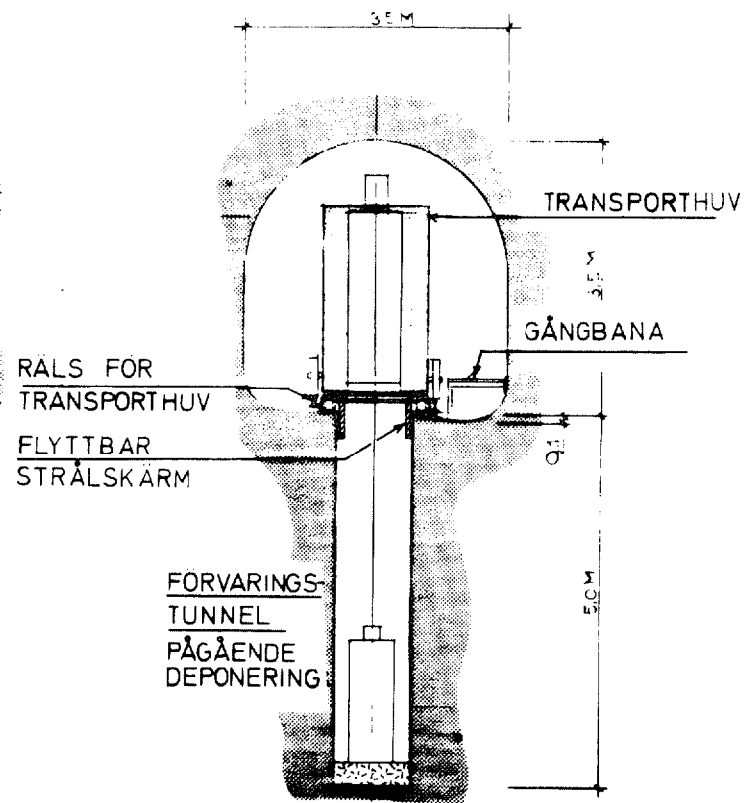
ETAPP 8-9

ANM: KONSTRUKTIONSETAPPER  
 ENLIGT RITNING 1

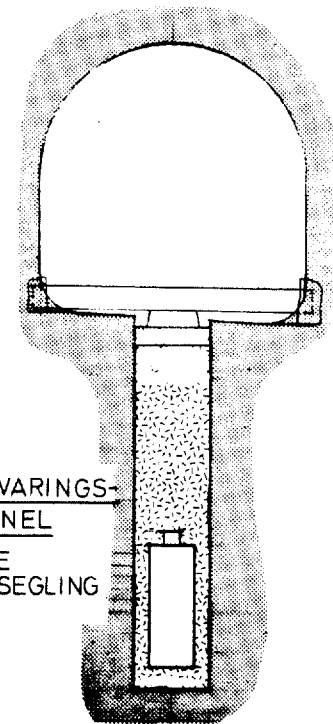
K B S	 <b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS (1) 637 01 30          Telex: S.G.N. 810 125 P          23 Boulevard Georges Clemenceau          92600 COLOMBE-VALE FRANCE</small>	 <b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	SLUTFÖRVAR	
	VENTILATION VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A16</b>	



CENTRAL ANSLUTNINGSTUNNEL

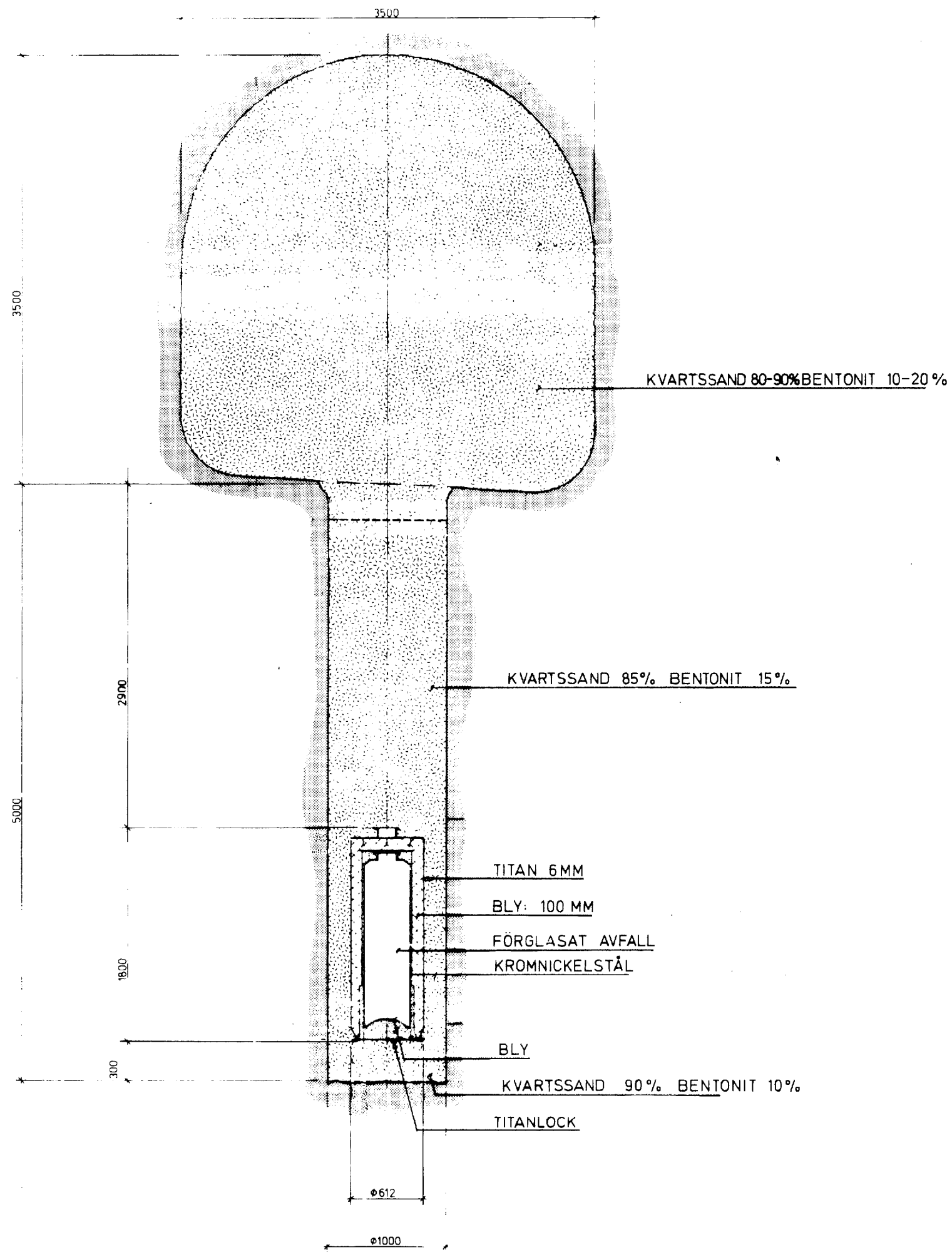


FÖRVARINGSTUNNEL PÅGÅENDE DEPONERING




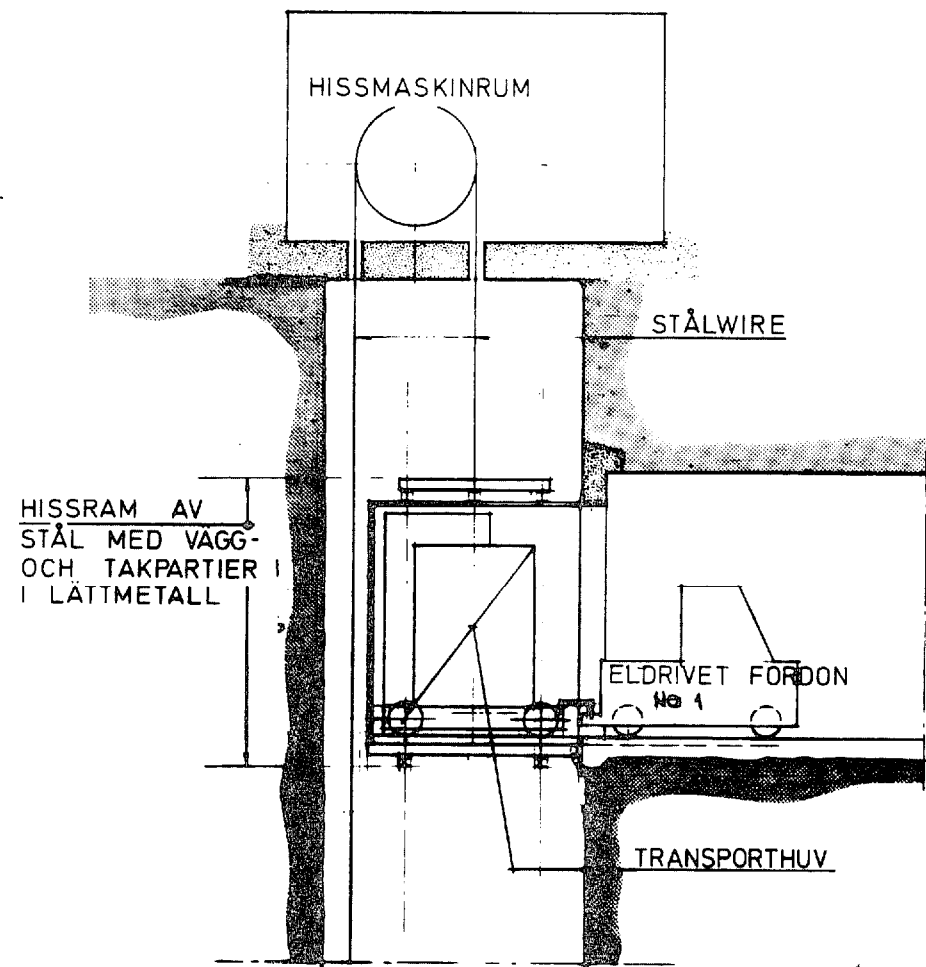
FÖRVARINGSTUNNEL FÖRE FÖRSEGLING

K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS 11 821 01 30          Telex: SGN 610 125 F</small>	<b>VBB</b> <small>WATTENBERG-ADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>	
	FÖRVARINGSTUNNAR	
VBB REG. NR 58115		<b>RITNING A17</b>

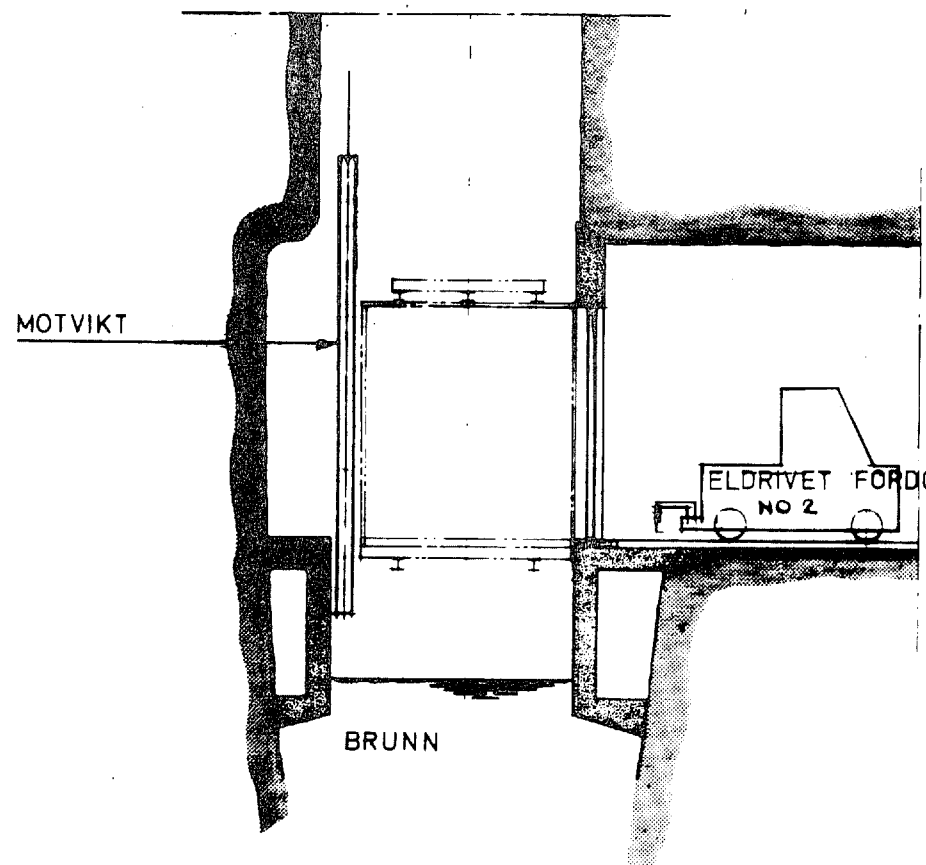


50cm 0 2m  
SKALA

<b>K</b> <b>B</b> <b>S</b>	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>Telephone: PARIS (1) 87 01 30          Telex: S G N 810 1257</small>	 <small>23 Boulevard Georges Clemenceau          92400 COURBEVOIE FRANCE</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADESBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>		
FÖRSEGLAT FÖRVAR			<b>RITNING A18</b>
VBB REG. NR 58115			

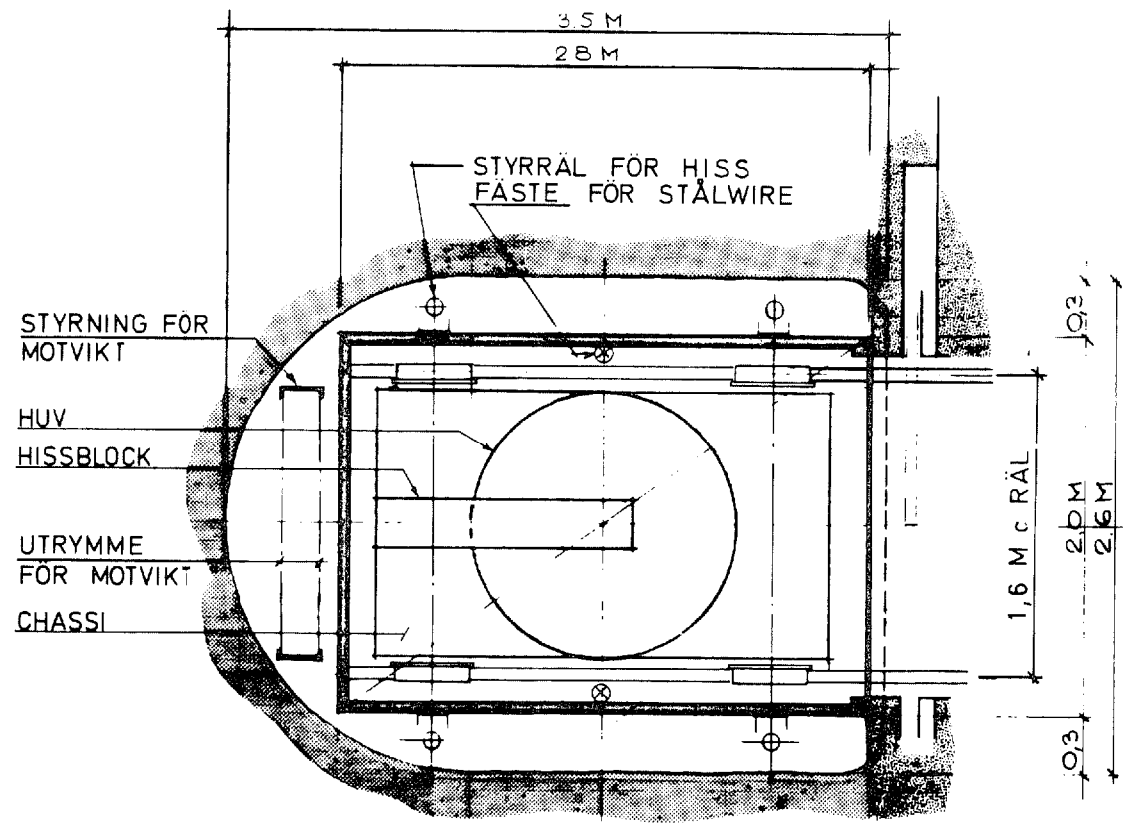


-45 MELLANLAGRETS NIVÅ



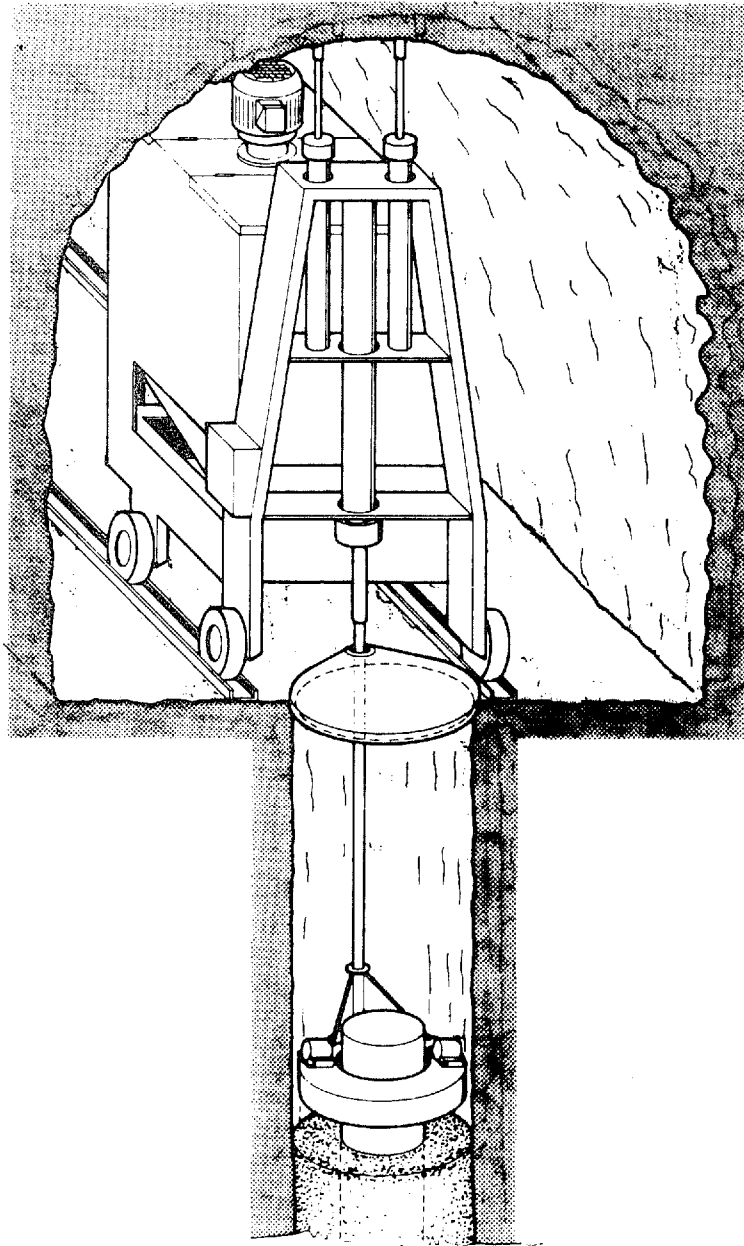
-500 SLUTFÖRVARETS NIVÅ

VERTIKALSEKTION GENOM TRANSPORTSCHAKT

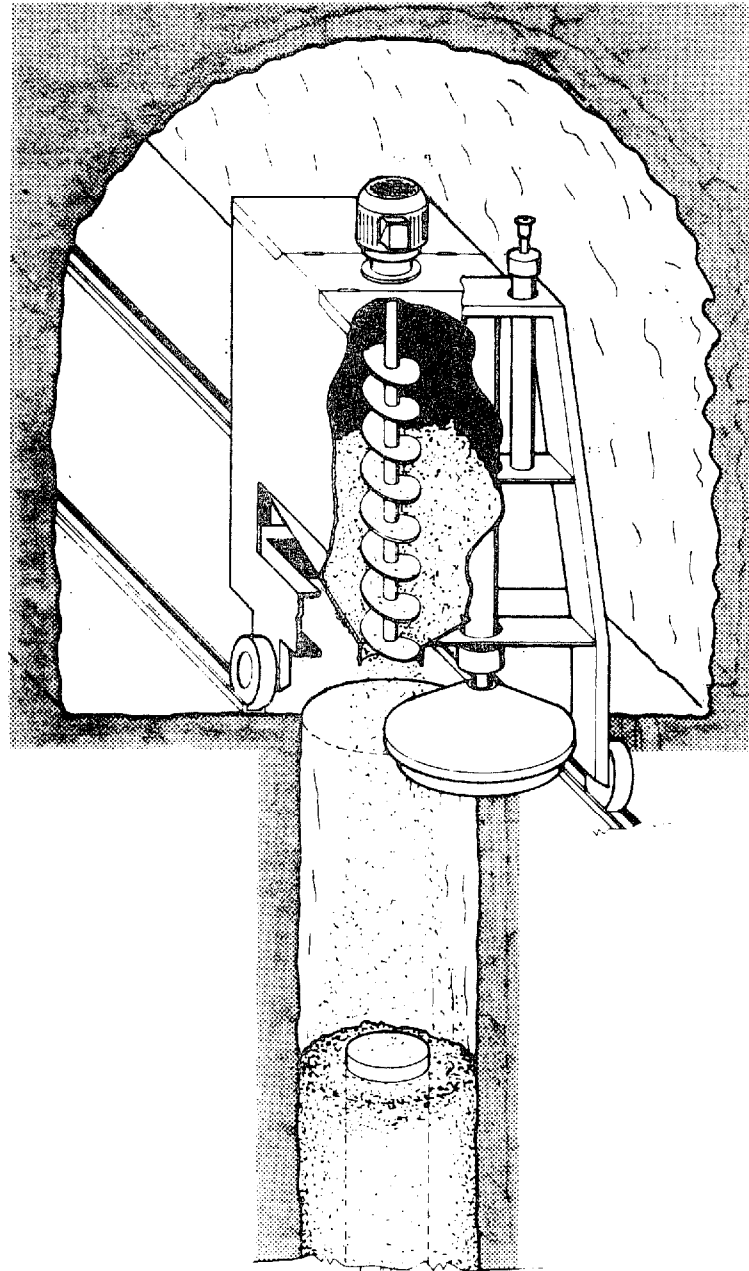


HUVUDSEKTION GENOM TRANSPORTSCHAKT

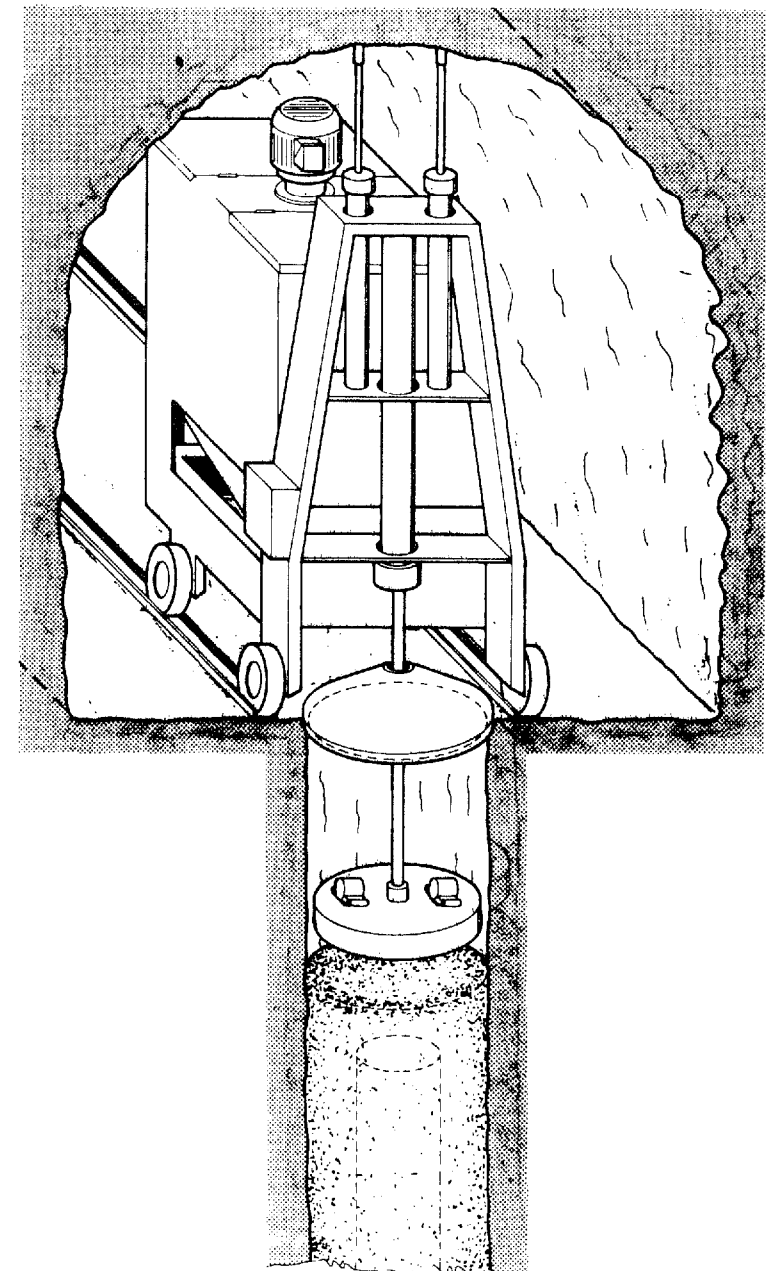
	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>TELEPHONE: PARIS 1 81 12-3          TELEFAX: SGN 610 12-3</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	<b>SLUTFÖRVAR</b>	
	TRANSPORT AV AVFALLSKAPSEL FRÅN MELLANLAGER TILL SLUTFÖRVAR VBB REG. NR 58115 <b>RITNING A19</b>	



KOMPAKTERING AV SIDOBÄDD



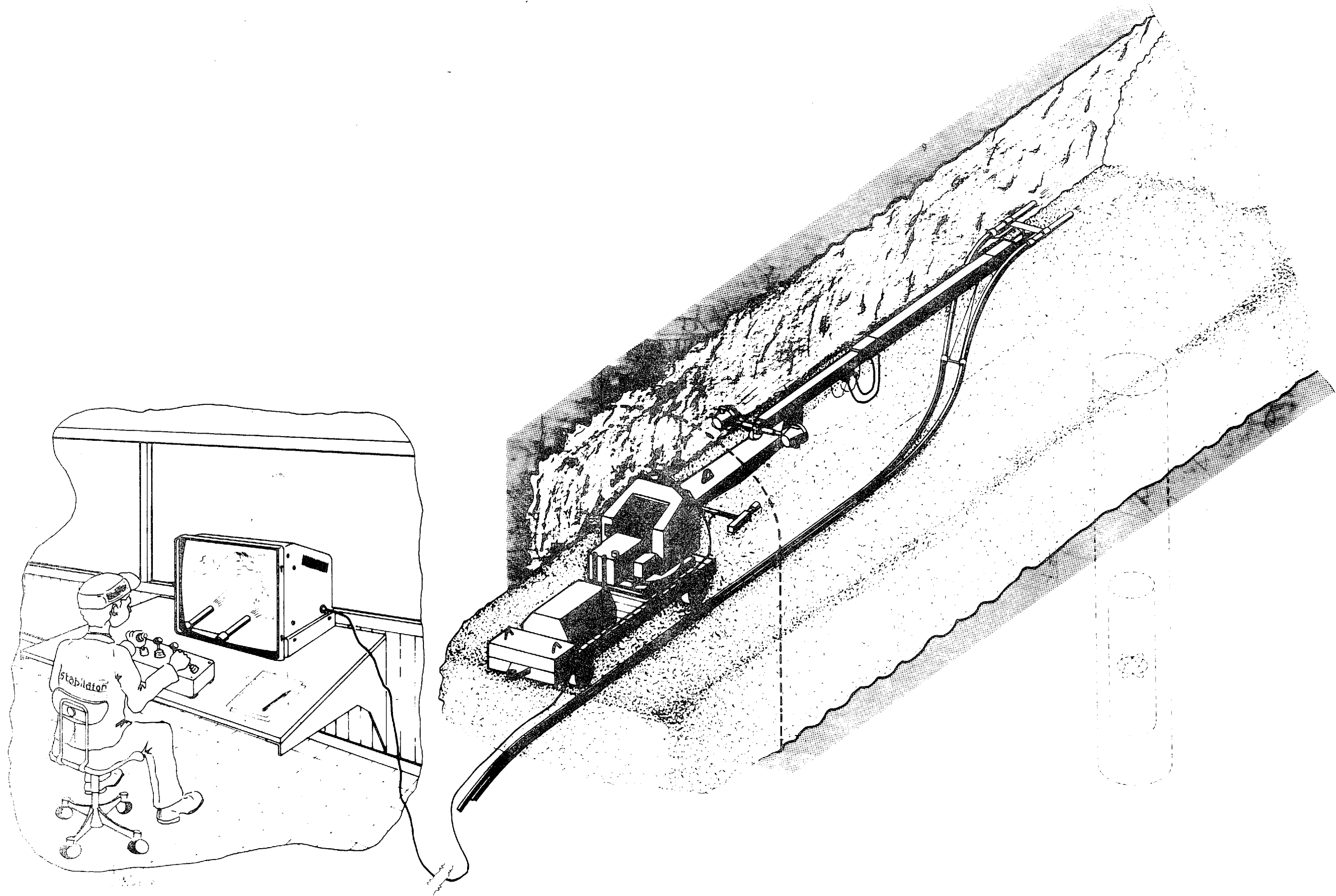
FYLLNING AV BUFFERMATERIAL





KOMPAKTERING AV ÖVERBÄDD

K B S	SGN	SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES	VBB
	<small>                 Téléphone PARIS 811 831 01 30                  Telex S.G.N. 810 128 F                  23, Boulevard Georges Clemenceau                  93002 COUSSEVOIE FRANCE             </small>		<small>                 VATTENBYGGNADSBYRÅN                  CONSULTING ENGINEERS                  AND ARCHITECTS             </small>
	SLUTFÖRVAR		stabilator
FÖRSEGLING AV DEPONERINGSHÅL			
VBB REG. NR 58115		RITNING A21	





SPRUTNING AV BUFFERMATERIAL

K B S	 <b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES	 <b>VBB</b> VATTENVERKSHÄNSHTAN CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS	
	TELEPHONE: PARIS (1) 827.01.30 TELEX: S.G.N. 610 1297	23 Boulevard Georges Clemenceau 92400 COURBEVOIE FRANCE	SLUTFÖRVAR
	FORSEGLING AV TUNNLAR VBB REG. NR 58115		RITNING A 22

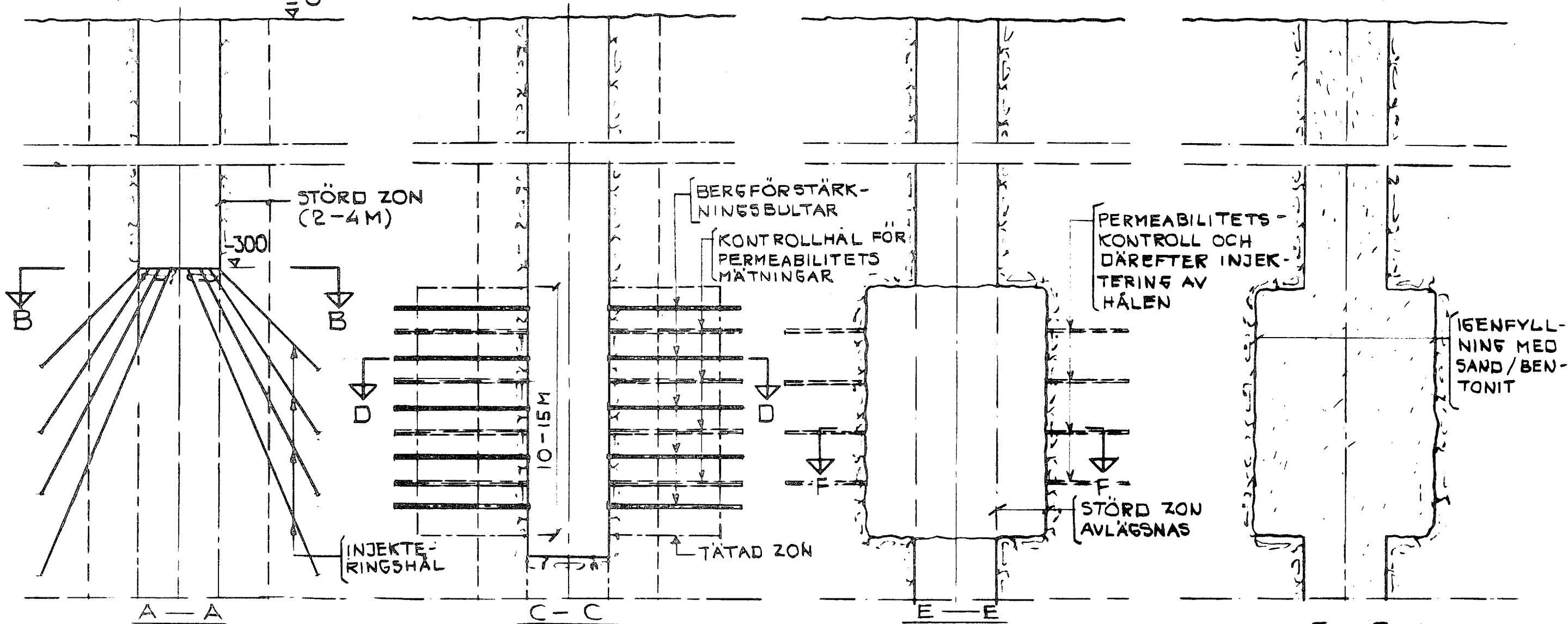


ETAPP 1

ETAPP 2

ETAPP 3

ETAPP 4

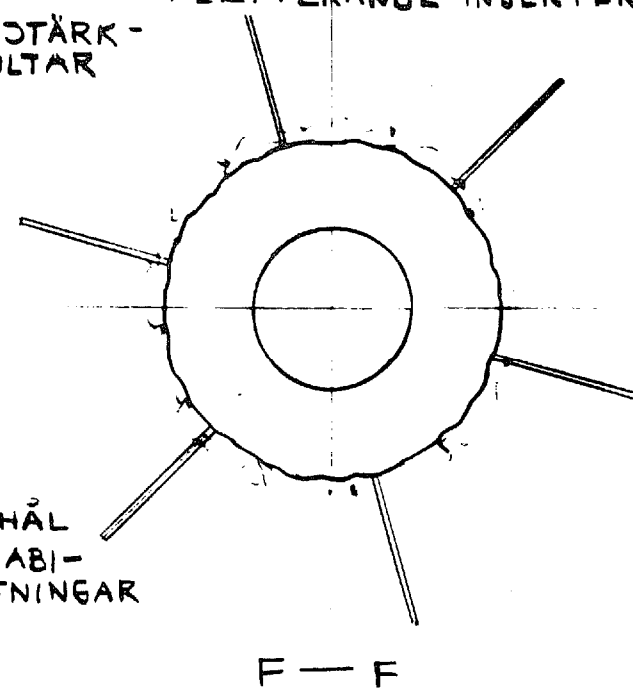
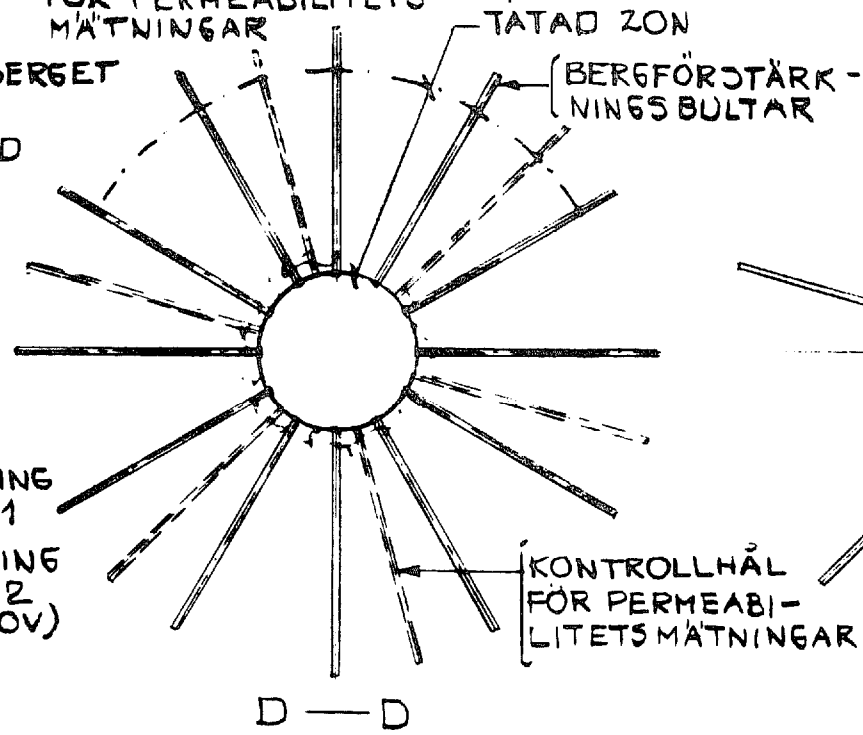
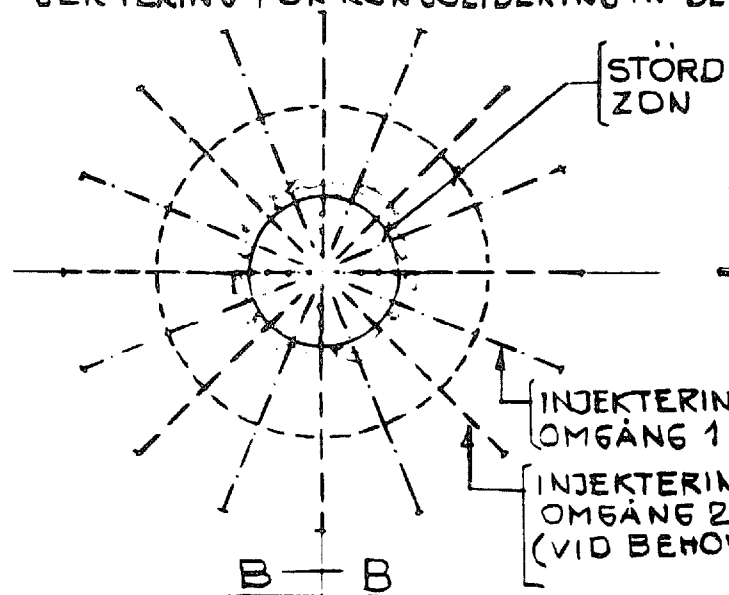


UTSPRÄNGNING AV SÄNKSCHAKT NED TILL TÄTZONENS NIVÅ (C.A. -300 M UNDER MARKNIVÅ). BORRNING AV HÅL GENOM "STÖRD ZON" OCH "FÖRSTÄRKNINGSZON". VATTENINPRESSNINGSFÖRSÖK SAMT INJEKTERING FÖR KONSOLIDERING AV BERGET

FORTSATT SCHAKTSÄNKNING. BORRNING AV HÅL FÖR FÖRSTÄRKNINGSBULTAR. MONTERING, FÖRSPÄNNING OCH FASTSJTUNING AV BULTAR. BORRNING AV KONTROLLHÅL FÖR PERMEABILITETS-MÄTNINGAR

FÖRE FÖRSEGLING: AVLÄGSNANDE AV DEN STÖRDA ZONEN GENOM TÄT BORRNING OCH FÖRSIKTIG SPRÄNGNING, PERMEABILITETS-KONTROLL OCH VID BEHOV KOMPLETTERANDE INJEKTERING

FÖRSEGLING AV SCHAKTET GENOM FYLLNING OCH KOMPRIMERING AV SAND/BENTONIT



K B S	<b>SGN</b> SAINT GOBAIN TECHNIQUES NOUVELLES <small>PARIS 11871030          TEL: 1 50 810 1257</small>	<b>VBB</b> <small>VATTENBYGGNADSBYRÅN          CONSULTING ENGINEERS          AND ARCHITECTS</small>
	SLUTFÖRVAR	
	TÄTZON KRING SCHAKT	
	VBB REG. NR 58115 RITNING A23	

# FÖRTECKNING ÖVER KBS TEKNISKA RAPPORTER

- 01 Källstyrkor i utbränt bränsle och högaktivt avfall från en PWR beräknade med ORIGEN  
Nils Kjellbert  
AB Atomenergi 77-04-05
- 02 PM angående värmeledningstal hos jordmaterial  
Sven Knutsson  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 77-04-15
- 03 Deponering av högaktivt avfall i borrhål med buffertsubstans  
Arvid Jacobsson  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 77-05-27
- 04 Deponering av högaktivt avfall i tunnlar med buffertsubstans  
Arvid Jacobsson  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 77-06-01
- 05 Orienterande temperaturberäkningar för slutförvaring i berg av radioaktivt avfall, Rapport 1  
Roland Blomqvist  
AB Atomenergi 77-03-17
- 06 Groundwater movements around a repository, Phase 1, State of the art and detailed study plan  
Ulf Lindblom  
Hagconsult AB 77-02-28
- 07 Resteffekt studier för KBS  
Del 1 Litteraturgenomgång  
Del 2 Beräkningar  
Kim Ekberg  
Nils Kjellbert  
Göran Olsson  
AB Atomenergi 77-04-19
- 08 Utlakning av franskt, engelskt och kanadensiskt glas med högaktivt avfall  
Göran Blomqvist  
AB Atomenergi 77-05-20

- 09 Diffusion of soluble materials in a fluid filling a porous medium  
Hans Häggblom  
AB Atomenergi 77-03-24
- 10 Translation and development of the BNWL-Geosphere Model  
Bertil Grundfelt  
Kemakta Konsult AB 77-02-05
- 11 Utredning rörande titans lämplighet som korrosionshärdig kapsling för kärnbränsleavfall  
Sture Henriksson  
AB Atomenergi 77-04-18
- 12 Bedömning av egenskaper och funktion hos betong i samband med slutlig förvaring av kärnbränsleavfall i berg  
Sven G Bergström  
Göran Fagerlund  
Lars Rombén  
Cement- och Betonginstitutet 77-06-22
- 13 Urlakning av använt kärnbränsle (bestrålad uranoxid) vid direktdeponering  
Ragnar Gelin  
AB Atomenergi 77-06-08
- 14 Influence of cementation on the deformation properties of bentonite/quartz buffer substance  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 77-06-20
- 15 Orienterande temperaturberäkningar för slutförvaring i berg av radioaktivt avfall  
Rapport 2  
Roland Blomquist  
AB Atomenergi 77-05-17
- 16 Översikt av utländska riskanalyser samt planer och projekt rörande slutförvaring  
Åke Hultgren  
AB Atomenergi augusti 1977
- 17 The gravity field in Fennoscandia and postglacial crustal movements  
Arne Bjerhammar  
Stockholm augusti 1977
- 18 Rörelser och instabilitet i den svenska berggrunden  
Nils-Axel Mörner  
Stockholms Universitet augusti 1977
- 19 Studier av neotektonisk aktivitet i mellersta och norra Sverige, flygbildsgenomgång och geofysisk tolkning av recenta förkastningar  
Robert Lagerbäck  
Herbert Henkel  
Sveriges Geologiska Undersökning september 1977

- 20 Tektonisk analys av södra Sverige, Vättern - Norra Skåne  
Kennert Röshoff  
Erik Lagerlund  
Lunds Universitet och Högskolan Luleå september 1977
- 21 Earthquakes of Sweden 1891 - 1957, 1963 - 1972  
Ota Kulhánek  
Rutger Wahlström  
Uppsala Universitet september 1977
- 22 The influence of rock movement on the stress/strain  
situation in tunnels or bore holes with radioactive con-  
sistors embedded in a bentonite/quartz buffer mass  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 1977-08-22
- 23 Water uptake in a bentonite buffer mass  
A model study  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 1977-08-22
- 24 Beräkning av utlakning av vissa fissionsprodukter och akti-  
nider från en cylinder av franskt glas  
Göran Blomqvist  
AB Atomenergi 1977-07-27
- 25 Blekinge kustgnejs, Geologi och hydrogeologi  
Ingemar Larsson KTH  
Tom Lundgren SGI  
Ulf Wiklander SGU  
Stockholm, augusti 1977
- 26 Bedömning av risken för fördröjt brott i titan  
Kjell Pettersson  
AB Atomenergi 1977-08-25
- 27 A short review of the formation, stability and cementing  
properties of natural zeolites  
Arvid Jacobsson  
Högskolan i Luleå 1977-10-03
- 28 Värmeledningsförsök på buffertsubstans av bentonit/pitesilt  
Sven Knutsson  
Högskolan i Luleå 1977-09-20
- 29 Deformationer i sprickigt berg  
Ove Stephansson  
Högskolan i Luleå 1977-09-28
- 30 Retardation of escaping nuclides from a final depository  
Ivars Neretnieks  
Kungliga Tekniska Högskolan Stockholm 1977-09-14
- 31 Bedömning av korrosionsbeständigheten hos material avsedda  
för kapsling av kärnbränsleavfall. Lägesrapport 1977-09-27  
samt kompletterande yttranden.  
Korrosionsinstitutet och dess referensgrupp

- 32 Long term mineralogical properties of bentonite/quartz  
buffer substance  
Preliminär rapport november 1977  
Slutrapport februari 1978  
Roland Pusch  
Arvid Jacobsson  
Högskolan i Luleå
- 33 Required physical and mechanical properties of buffer masses  
Roland Pusch  
Högskolan Luleå 1977-10-19
- 34 Tillverkning av bly-titan kapsel  
Folke Sandelin AB  
VBB  
ASEA-Kabel  
Institutet för metallforskning  
Stockholm november 1977
- 35 Project for the handling and storage of vitrified high-level  
waste  
Saint Gobain Techniques Nouvelles October, 1977
- 36 Sammansättning av grundvatten på större djup i granitisk  
berggrund  
Jan Rennerfelt  
Orrje & Co, Stockholm 1977-11-07
- 37 Hantering av buffertmaterial av bentonit och kvarts  
Hans Fagerström, VBB  
Björn Lundahl, Stabilator  
Stockholm oktober 1977
- 38 Utformning av bergrumsanläggningar  
Vattenfall  
VBB  
GAK  
Stockholm
- 39 Konstruktionsstudier, direktdeponering  
ASEA-ATOM  
VBB  
Västerås
- 40 Ekologisk transport och stråldoser från grundvattenburna  
radioaktiva ämnen  
Ronny Bergman  
Ulla Bergström  
Sverker Evans  
AB Atomenergi
- 41 Säkerhet och strålskydd inom kärnkraftområdet.  
Lagar, normer och bedömningsgrunder  
Christina Gyllander  
Siegfried F Johnson  
Stig Rolandson  
AB Atomenergi och ASEA-ATOM

- 42 Säkerhet vid hantering, lagring och transport av använt kärnbränsle och förglasat högaktivt avfall  
Ann Margret Ericsson  
Kemakta november 1977
- 43 Transport av radioaktiva ämnen med grundvatten från ett bergförvar  
Bertil Grundfelt  
Kemakta november 1977
- 44 Beständighet hos borsilikatglas  
Tibor Lakatos  
Glasteknisk Utveckling AB
- 45 Beräkning av temperaturer i ett envånings slutförvar i berg för förglasat radioaktivt avfall Rapport 3  
Roland Blomquist  
AB Atomenergi 1977-10-19
- 46 Temperaturberäkningar för använt bränsle  
Taivo Tahrandi  
VBB
- 47 Teoretiska studier av grundvattenrörelser  
Preliminär rapport oktober 1977  
Slutrapport februari 1978  
Lars Y Nilsson  
John Stokes  
Roger Thunvik  
Inst för kulturteknik KTH
- 48 The mechanical properties of Stripa granite  
Graham Swan  
Högskolan i Luleå 1977-09-14
- 49 Bergspänningsmätningar i Stripa gruva  
Hans Carlsson  
Högskolan i Luleå 1977-08-29
- 50 Lakningsförsök med högaktivt franskt glas i Studsvik  
Göran Blomqvist  
AB Atomenergi november 1977
- 51 Seismotectonic risk modelling for nuclear waste disposal in the Swedish bedrock  
F Ringdal  
H Gjöystdal  
E S Husebye  
Royal Norwegian Council for scientific and industrial research
- 52 Calculations of nuclide migration in rock and porous media, penetrated by water  
H Häggblom  
AB Atomenergi 1977-09-14

- 53 Mätning av diffusionshastighet för silver i lera-sand-blandning  
Bert Allard  
Heino Kipatsi  
Chalmers tekniska högskola 1977-10-15
- 54 Groundwater movements around a repository
- 54:01 Geological and geotechnical conditions  
Håkan Stille  
Anthony Burgess  
Ulf E Lindblom  
Hagconsult AB september 1977
- 54:02 Thermal analyses  
Part 1 Conduction heat transfer  
Part 2 Advective heat transfer  
Joe L Ratigan  
Hagconsult AB september 1977
- 54:03 Regional groundwater flow analyses  
Part 1 Initial conditions  
Part 2 Long term residual conditions  
Anthony Burgess  
Hagconsult AB oktober 1977
- 54:04 Rock mechanics analyses  
Joe L Ratigan  
Hagconsult AB september 1977
- 54:05 Repository domain groundwater flow analyses  
Part 1 Permeability perturbations  
Part 2 Inflow to repository  
Part 3 Thermally induced flow  
Joe L Ratigan  
Anthony S Burgess  
Edward L Skiba  
Robin Charlwood
- 54:06 Final report  
Ulf Lindblom et al  
Hagconsult AB oktober 1977
- 55 Sorption av långlivade radionuklider i lera och berg  
Del 1 Bestämning av fördelningskoefficienter  
Del 2 Litteraturgenomgång  
Bert Allard  
Heino Kipatsi  
Jan Rydberg  
Chalmers tekniska högskola 1977-10-10
- 56 Radiolys av utfyllnadsmaterial  
Bert Allard  
Heino Kipatsi  
Jan Rydberg  
Chalmers tekniska högskola 1977-10-15

- 57 Stråldoser vid haveri under sjötransport av kärnbränsle  
Anders Appelgren  
Ulla Bergström  
Lennart Devell  
AB Atomenergi
- 58 Strålrisker och högsta tillåtliga stråldoser för människan  
Gunnar Walinder  
AB Atomenergi