© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

# ÄSPÖLABORATORIET - ETT FORSKNINGSCENTRUM I DET SVENSKA URBERGET

Eva Widing, Vattenfall Energisystem AB, Stockholm
Ulrika Hamberger, Sydkraft AB, Malmö

## Inledning

Svensk Kärnbränslehantering, SKB, har under 1990 påbörjat utsprängningen av Äspölaboratoriet vid Oskarshamnsverket. Detta underjordslaboratorium i det svenska urberget är ett led i Sveriges arbete att på sikt besluta om en plats och konstruera det slutliga förvaret av utbränt kärnbränsle från landets kärnkraftsanläggningar.

Målsättningen för verksamheten på Äspö kan sammanfattas i följande punkter:

- Utprova metoder som ska användas för att undersöka och beskriva bergets egenskaper på en framtida slutförvarsplats. För att under 90-talet på ett korrekt sätt kunna lokalisera och värdera platser ska man:
  - Demonstrera att undersökningar på markytan och i borrhål ger tillräckliga data om väsentliga egenskaper hos berget på förvarsnivå (ca 500 meters djup).
  - Utprova och fastställa de metoder och den teknik som behövs vid karakterisering av berget i de detaljerade platsundersökningarna kring mitten av 90-talet.
  - Färdigutveckla och i stor skala på förvarsdjup pröva metoder och modeller för bestämning av grundvattenflöde och transport av lösa ämnen i berg.
- Utarbeta ändamålsenlig teknik för utformning och byggande av ett slutförvar:
  - Äspölaboratoriet ska ge tillgång till berg där man kan vidareutveckla och pröva teknik för att säkerställa hög kvalitet i byggande, utförande och drift av slutförvar.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

- Man ska också i full skala kunna pröva, undersöka och demonstrera olika delar av ett slutförvarssystem som har stor betydelse för långtidssäkerheten.

o Ta fram ytterligare underlag och data av betydelse för slutförvaringens säkerhet. För att kunna genomföra och kontrollera säkerhetsanalyser krävs att:

- Beräkningsmodeller prövas mot verkligt stor skala.

- Metoder finns som ger erforderliga data för beräkningar.

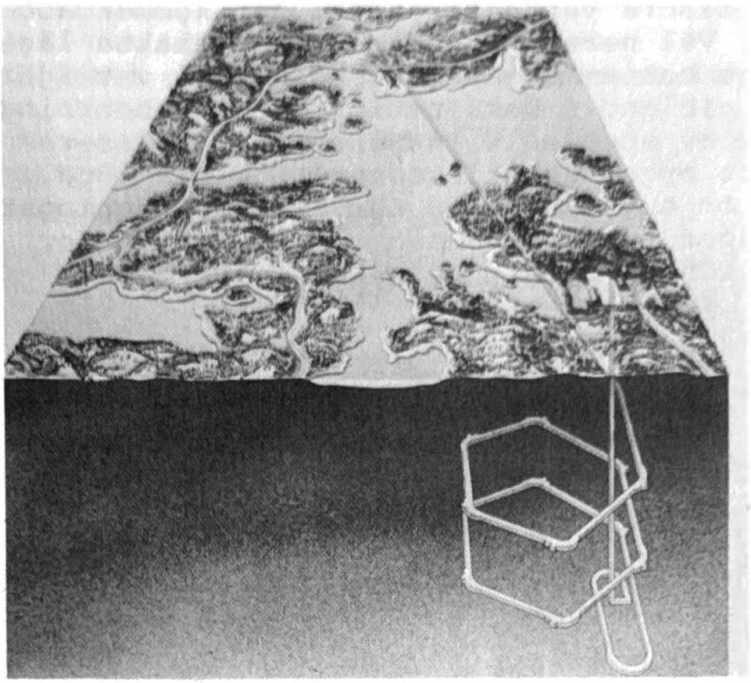
För att uppnå underlag för ovanstående kommer arbetet huvudsakligen att bedrivas inom disciplinerna:

o Geologi, geohydrologi och vattenkemi

Val av förläggningsplats för Äspölaboratoriet har föregåtts av förundersökningar i över tre år. Berget under Äspö representerar ett typiskt svenskt berg vid kusten och uppfyller kravet på ostörda förhållanden i berggrunden och grundvattnet. Äspö erbjuder dessutom ett geografiskt begränsat område med tillgång till geologiska och hydrogeologiska förhållanden som krävs för de planerade försöken och dess utvärdering.

Anläggningen är förlagd intill Oskarshamnsverket. Tunnelpåslaget utgår från OKG:s tomt och sträcker sig i lutning 1:7 i 1600 meter till berget under Äspö. Därefter tar tunneln form av en sexkantig spiral till 500 meters djup. Tunnelns area är 25 $m^2$ på raksträckorna och 43 $m^2$ i kurvor och vid mötesplatser. Den sexkantiga tunnelsträckningen är lämplig ur byggnadssynpunkt då den erbjuder långa raksträckor på 150 meter mellan kurvorna som tjänar både som mötesplats, vändnisch och referenspunkter. Efter två fulla spiralvarv avslutas tunneln med en mindre loop till slutnivån. Tunnelns totala längd är ca 4000 meter. Det önskade anläggningsdjupet, ca 500 meter, visade sig vara den ungefärliga ekonomiska gränsen för val av tunnelramp framför schakt ur byggnadssynpunkt. Därtill kom forskargruppens önskemål att nå ett större undersökningsområde via den nu sexkantiga spiraltunneln. Dessutom ges större möjligheter till undersökningar i en tunnel än i ett schakt. Från Äspö by kommer hiss- och ventilationsschakt att leda ned till anläggningens fulla djup. Utformningen av schaktet eller schakten är ännu ej beslutad. Schaktet ansluter till tunneln på varje våningsplan. Anläggningen beräknas färdigställd 1994 varefter laboratoriets driftskede inleds.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare



## Konstruktionsskedet

Undermarksanläggningen i sig är inte komplicerad eller annorlunda än konventionell tunnelbyggnad. Det speciella med Äspölaboratoriet är att undersökningsverksamheten flyter parallellt med själva framdriften. Normalt utför man en underjordsdel som därefter inredes och tas i drift för sitt ändamål. Här går tunnelarbetena och "ändamålet", undersökningsverksamheten, hand i hand hela vägen. Denna speciella situation ställer något annorlunda krav på de inblandade parterna. I konstruktionsskedet har täta kontakter med forskarna/undersökarna varit nödvändig. Dessa kontinuerliga samråd över de traditionella gränserna kommer att fortsätta hela anläggningstiden.

Arbetet med tunnlarna inleddes i oktober 1990, varför några närmare beskrivningar om utförandefasen är för tidigt att redovisa. Entreprenör är SIAB Södra. Följande text kommer därför till största delen att ge exempel på hur konstruktionsarbetet påverkats av anläggningens speciella karaktär. Något om hur detta tagits emot och tillämpats på arbetsplatsen diskuteras kort.

- Flexibel layout

  Berget har snabba skiftningar mellan god och sämre kvalitet. I laboratoriet har man, med hjälp av en stor mängd förundersökningar redovisade i förväntningsmodeller, förutsagt hur berget växlar och mer

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

eller mindre vattenförande zoner kommer att uppträda. Väl nere i tunneln kommer exakta lägen att närmare bestämmas med sonderingshål var fjärde salva, ibland i kombination med kärnborrning. När en zon av speciellt intresse är lokaliserad kommer man att bygga en sticktunnel som ska möta zonen vid sidan om huvudtunneln. Där ska provtagningar och mätningar kunna ske utan påverkan från fortsatt framdrift i huvudtunneln.

- Insamlande av data

För att möta kravet på objektivt insamlande av data regleras informationsupptagning av färdiga protokoll och blanketter. Användning av datarigg vid byggandet bidrar dessutom till en mer automatiserad och likvärdig framdrift och datainsamling salva för salva.

- Mätning av inläckande vatten

Noggrann mätning av allt vatten i tunneln kommer att ske. Tillfört färskvatten mäts vid tilloppsledning. Mätning av utpumpade flöden ger information om inläckagets storlek från bergmassan. För att skilja tillfört vatten från inläckande, kommer ett spårämne att tillsättas i början av tunneln. För att dessutom kunna särskilja hur inläckaget varierar med olika sektioner kommer tätvallar i kombination med mätutrustning att byggas var 150:e meter. Tätvallen ska förläggas på en sprängbotten med höga krav på minimering av sprängskadezon 0,1 meter. Dessutom kommer sulan och väggen kring vallen att injekteras, detta för att göra konstruktionen så tät som möjligt. Tillrinnande vatten fångas istället upp av ett perforerat rör som leder vattnet vidare till en plåtlåda utrustad med både thompsonöverfall och tryckgivare. Mätt vatten leds därefter i ett slutet rörsystem till närmaste pumpgrop.

- Injektering

I samband med vattenförande zoner finns ett stort intresse för insatser från undersökningsgruppen. Den injektering som eventuellt måste utföras i huvudtunneln för att säkerställa stabiliteten och minska inflödet i tunneln, kombineras med kravet att injekteringsbruket inte får störa mätningarna i sticktunneln. Metoder för att begränsa injekteringsbrukets spridning ut i berget kommer därför att prövas.

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

- Förstärkning

  De vanligaste metoderna för bergförstärkning är bult och sprutbetong. I Äspölaboratoriet vill man gärna ha berget synligt. Nätning av bergytan är således ett alternativ som ska kunna tillämpas.

- Anpassning av installationer

  Rör- och kabeldragning i anläggningen har placerats längs med ena sidan (innerkurva). Anpassning till bl a de planerade sonderingshålen var fjärde salva har lett till vissa toleranskrav för rörupplägg-ningen. Där sonderingshålen är borrade vill under-sökningsgruppen återkommande ta prover med utrust-ning. Direkt framför och i hålens förlängda riktning får därför inga stativ placeras, ej heller något rör passera. Eftersom den verkliga positionen för sonde-ringshålen ej kan anges i förväg, måste även kon-struktionsföreskrifterna för rör- och kabeldragning göras flexibel.

  Det är naturligtvis av intresse att följa hur ovan-stående exempel på annorlunda konstruktionsarbete i en underjordsanläggning tas emot och löses av de olika parterna på platsen.

## Arbetsplatsen

Vad är då speciellt för just denna bergarbetsplats?

- Personal

  Äspölaboratoriets platskontor har en annorlunda organisation. På beställarsidan, SKB, består den traditionella organisationen av platschef, sekrete-rare och byggledning. Den mindre traditionella delen av organisationen är undersökningsgruppen bestående av en undersökningsledare, dennes ställföreträdare, fyra geologer, en kemist och en dataingenjör. Entre-prenören, SIAB Södra, är på motsvarande sätt för-stärkt, bl a med en förstärkningsansvarig och en extra mätingenjör.

  Eftersom tunnelns funktion som undersökningsanlägg-ning utnyttjas samtidigt som tunneln drivs, ställs det stora krav på de som deltar i projektet. Det är viktigt att det finns en förståelse för alla de arbetsuppgifter som ska genomföras, omsorgsfull tun-neldrivning såväl som sonderingsborrning, tunnelkar-tering etc. För att förståelsen ska kunna åstadkom-mas är det viktigt att så mycket information som

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

möjligt når så långt ut som möjligt och i en form som anpassas efter mottagaren.

- Information

Vid starten av tunneldrivningen genomfördes flera aktiviteter för att informera och engagera arbetsplatspersonalen. Föreläsningar hölls om lagringsprincip för kärnavfall, projektets historia, geologi, geohydrologi, geofysik m m. Det hela avslutades med en "geopromenad" där alla följde och fick beskrivet en renspolad profil i ytberget under ledning av en geolog. Responsen på all information har varit god. Ambitionen är att man i fortsättningen då och då ska kalla till informationsmöten. Det är omöjligt att få all information att gå fram med en gång, den behöver upprepas och förnyas under hela byggets gång. Det kommer att bli en utmaning att samsas så många i samma tunnel. Det kommer nog att bli en nödvändighet att samla styrkorna med jämna mellanrum för att förklara för varandra vad man egentligen gör och vad det är bra för.

- Kvalitetssäkring

Entreprenadkontraktet ställer höga krav på entreprenören när det gäller kvalitetssäkringen. Tunneln måste drivas skonsamt och man måste kunna registrera alla aktiviteter för att kunna använda informationen i analyser och utvärderingar. I ett "skadezonsprojekt" kommer sprängningen att noga följas upp för att klargöra hur mycket omgivande berg skadas i sprängningar vid användandet av olika borr- och laddplaner. Entreprenörens (SIAB) kvalitetsmanual för egen kontroll innehåller en stor mängd blanketter som ska fyllas i efter salvor, förstärkningar, injekteringar m m. Mycket arbete har lagts ned på utformandet av blanketterna från både entreprenör och beställare.

- Insamlande av data

I kontraktet ingår krav på s k planerade stillestånd. Dessa inträder normalt under en timma efter varje salva blivit utlastad. Stillestånden är till för att undersökningsgruppen ska hinna fotografera och kartera den senaste salvan och eventuellt ta vatten- och bergprover. Efter var fjärde salva blir stillståndet längre då sonderingshål ska borras och tryckförlustmätas. I vissa zoner kan även längre stillestånd bli aktuella. Undersökningsgruppen ska

© 1991 Svenska Bergteknikföreningen och författare

hinna med många olika aktiviteter under de planerade stillestånden. Kartering, provtagning och fotografering är en del av det som geologerna utför själva. I många aktiviteter måste de dock få hjälp av bergarbetarna såsom vid sonderingsborrning där borrsjunkning och matningstryck ska registreras.

- Datarigg

  En datorstyrd borrigg har inköpts av SIAB för att uppnå snabbare salvor och få ytterligare precision vid borrningen. I riggens dator ska man kunna samla information om t ex matningstryck vid sonderingsborrning.

- Injektering

  Injekteringen måste kunna kontrolleras i största möjliga utsträckning. Man kommer att pröva olika injekteringsmedel för att finna ett medel som tätar utan att breda ut sig för mycket. Provborrning kommer bl a att ske i tunnelväggarna för att avgöra hur injekteringens utbredning ser ut.