

Förstudie - Testbädd för bergteknisk utveckling och innovation i Äspölaboratoriet

Etapp 1

Slutrapport



Mats Ohlsson / Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB)

Riggert Andersson / Riggert Projektstrategi AB

Lars O. Ericsson / Chalmers

Vladimir Cvetkovic / KTH

Äspö 2017-10-16

Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

INFRA
SWEDEN
2030

Förord

Slutförvaring av radioaktivt avfall och då särskilt använt kärnbränsle har i mer än 40 års tid krävt omfattande forsknings- och utvecklingsinsatser. Insatserna har särskilt handlat om att studera de förhållanden som råder på stort djup (ca 500 m) i den svenska berggrunden. SKB insåg tidigt behovet av att undersöka förhållandena grundligt genom att lokalisera och bygga ett underjordslaboratorium som senare kom att kallas Äspölaboratoriet. Beslutet togs 1986 och planerna för laboratoriet beskrivs i SKB:s första forsknings- och utvecklingsprogram. Programmet har sedan dess uppdaterats vart tredje år och godkänts av regeringen.

Det har nu gått drygt 30 år sedan beslutet att bygga Äspölaboratoriet och SKB kan se tillbaka på investeringen med stolthet och tillfredsställelse. Tillkomsten av Äspölaboratoriet har på ett högst påtagligt sätt bidragit till att SKB lyckats utveckla, testa och demonstrera slutförvaringsmetoden (KBS-3-metoden) för använt kärnbränsle. Dessutom har verksamheten bidragit till vårt lands kompetensutveckling inom de geovetenskapliga ämnesområdena och hur förhållandena i berggrunden påverkas under byggande och drift av en undermarksanläggning.

Inom en nära framtid, 6-7 år, räknar SKB med att det kan bli aktuellt att avveckla verksamheten vid Äspölaboratoriet. Det kan göras på flera sätt. Ett sätt kan vara att stänga och lämna anläggningen ett annat att god tid inleda samarbete med nya intressenter för att om möjligt överlåta anläggningen för helt andra forsknings- och utvecklingsändamål. SKB har valt att i först hand utreda de senare alternativet.

Förliggande förstudie har varit riktad mot att undersöka intresset för Äspölaboratoriet inom den delen av den svenska industrin som planerar, bygger och förvaltar undermarksanläggningar av olika slag – bergbyggnadsbranschens aktörer. Förstudien har bland annat finansierats av Vinnova inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden2030 (www.infrasweden2030.se), en gemensam satsning från Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Övriga betydande finansiärer (60 %) har varit SKB, SBUF, BeFo och Regionförbundet i Kalmar län.

Det intressanta och vägledande resultatet som framkommit av förstudien är till stor del ett resultat av referensgruppens engagemang i Äspölaboratoriets framtida användning. Undertecknad, ansvarig för studien och ordförande i referensgruppen, har därför all anledning att rikta ett varmt tack till de enskilda medlemmarna i referensgruppen som består av Magnus Bergendal (Peab), Erik Ciardi (Regionförbundet i Kalmar län), Vladimir Cvetkovic (KTH), Staffan Hintze (NCC), Ulf Håkansson (SKANSKA) och Per Tengborg (BeFo). Vidare har Lars O. Ericsson (Chalmers) deltagit som adjungerad medlem i referensgruppen samt och inte minst aktivt medverkat i arbetet med slutrapporten. Dessutom bygger slutrapporten på den inledande intervjustudien som utfördes av Riggert Andersson (Riggert Projektstrategi AB) på ett mycket förtjänstfullt sätt. Varmt tack Lars och Riggert!

Äspö den 16 oktober 2017

Svensk Kärnbränslehantering AB
Äspölaboratoriet



Projektets parter och/eller finansiärer

Mats Ohlsson
Projektledare/SKB



Innehållsförteckning

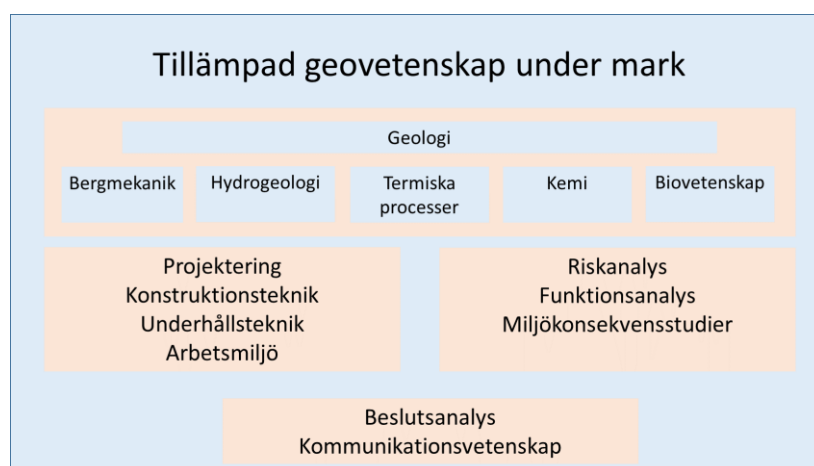
FÖRORD	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
BAKGRUND	1
SYFTE OCH MÅL	2
OMFATTNING	2
HUVUDSLUTSATSER	3
YTTERLIGARE INTRESSEN FÖR ANLÄGGNINGEN	4
FORTSÄTTNING PÅ PLANERINGSFASEN	6
BILAGA 1	Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – en intervjustudie av representanter för bergbyggnadsbranschen
BILAGA 2	Program för Forskning Utveckling och Innovation 2017-2020 för Stiftelsen Bergteknisk Forskning - BeFo
BILAGA 3	Avsiktsförklaring från entreprenadbolagen Skanska, NCC och Peab, 2017-10-12
BILAGA 4	Minnesanteckningar (fyra) från NGL/NOVA workshops och seminarier

Bakgrund

Utrymmet under markytan – *Undermarksrymden* – har alltid varit viktigt för människans utveckling, alltifrån förutsättningar för mineral- och grundvattenutvinning till att ge möjligheter till fysiskt skydd. Tunnlrar är en integrerad och expanderande del av våra transport- och infrastruktursystem i de växande städerna. Geologisk lagring av kärnavfall och kemiskt avfall samt energiförsörjning är ytterligare exempel på mänskligt behov av att fördjupa technosfären. Utmaningarna för att säkerställa råmaterialtillförsel, att ge säkrare hantering av avfall och koldioxid samt utvecklingen av smartare och större städer kommer sammantaget att kräva ett alltmer komplext utnyttjande av undermarksrymden. Expansionen av technosfären under markytan kommer att främjas av ny teknik och utvecklade systemlösningar som bygger på en bra förståelse för historiska, nuvarande och framtida interaktioner mellan fysikaliska, kemiska och biologiska processer i berggrunden.

De vetenskapliga grunderna för ingenjörskonst behandlar traditionellt sett om konstruktion, materialval och tillverkning. Den svenska industrin finansierar ofta teknikforskning knuten till specifika tillämpningar, så också den berganläggnings- och gruvinriktade. I dessa discipliner skall den tillämpade forskningen, utvecklingen och dess innovationer tillgodose samhällets rådande och framtida behov av att nyttja undermarksrymden. Fram till för ca 50 år sedan dominerades den bergtekniska FoU-verksamheten av produktionstekniska frågeställningar. Succesivt har ett mycket bredare perspektiv vuxit fram för branschens FoU-behov. Idag och för framtiden bör forskningen och innovationerna betraktas i ett brett samhällsperspektiv. Det innebär att tvärdisciplinär FoU är vanlig och att drivkrafterna till de senare årens FoU i Sverige varit av såväl icke-teknisk som teknisk art.

Historiskt sett har alltså många tekniska frågeställningar och innovationer utvecklats inom ramen för enskilda ämnesområden och/eller genom separata industriella ingenjörslösningar. Nya problemlösningar inom ramen för tillämpad geovetenskap eller ingenjörsgologi kommer att kräva en ny typ av forskning och utveckling som sträcker sig över olika vetenskapliga discipliner, se figur 1, och där experiment, tester och demonstrationer spelar en central roll för implementering av dem.



Figur 1 - Forskning, utveckling, innovation och demonstration inom tillämpad geovetenskap såsom bergbyggande eller ingenjörsgologi är mång- och tvärdisciplinär.

SKB:s underjordiska forskningsanläggning Äspölaboratoriet vid Oskarshamn är unik i sitt slag. Det finns bara ett fåtal liknande laboratorier i världen och Äspölaboratoriet utmärker sig genom den långvariga och framgångrika forskning kring slutförvaring av använt kärnbränsle som bedrivits där.

Med föreliggande förstudie har SKB i samarbete med bergbyggnadsbranschens aktörer velat belysa om det är möjligt att utveckla Äspölaboratoriet till en testbädd för bergbyggnads-teknisk utveckling och innovation.

Syfte och mål

Förstudiens syfte har varit att:

- kartlägga behov och potential för den testbädd som förutses.
- etablera en stark aktörskonstellation.
- initiiellt utreda möjligheterna för varaktig drift av testbädden.

Omfattning

Vinnova har i samarbete med Test Site Sweden tagit fram en guide (Vinnova och TSS 2016) som stöd för planering, projektering och realisering av testbäddar inom miljöteknikområdet. Guiden bygger på ett generellt angreppssätt som kan tillämpas för testbäddar inom andra teknikområden. Guiden rekommenderar en uppdelning av utvecklingen i de tre nämnda faserna.

Föreliggande förstudie omfattar endast delmängder av de aktiviteter som ingår i planeringsfasen. Man kan emellertid redan nu identifiera och få en bild av kopplingen till en eventuell kommande projekteringsfas aktiviteter, se figur 2.



Figur 2 - Aktiviteter i planerings- och projekteringsfaserna och hur vissa av dem är relaterade till varandra.

Förstudiens huvudaktivitet är avrapporterad i **bilaga 1**, ”Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – en intervjustudie av representanter för bergbyggnadsbranschen”. Rapporten behandlar således delar av planeringsfasens aktiviteter och berör: Omvärldsanalys, Behovsanalys, Konsortiebildning, Marknad, Samhällsnytta och Initial testbäddsspecifikation.

Huvudslutsatser

Intervjuresultaten framgår och diskuteras i rapporten i **bilaga 1**. Där lyfts fram även specifika fokusområden inom ramen för respektive delaktivitet i planeringsfasen som rekommenderas en fördjupning. Rapportens slutsatser i sammanfattning redovisas i de nedanstående punkterna.

Generella kommentarer

- Generellt bekräftar intervjupersonerna att branschen behöver en testbädd och att Äspölaboratoriet är en anläggning som kan ha en fortsatt och breddad plats i utvecklingen av den svenska bergbyggnadsbranschen. Anläggningen erbjuder en unik testmiljö som är väldigt väl dokumenterad, möjligheter till storskaliga tester, möjligheter att genomföra tester i en ostörd miljö och möjligheter att genomföra olika typer av tester.
- Intervjupersonerna pekar också på att anläggningens fortlevnad är ett branschgemensamt uppdrag som kräver samordning.
- Den största utmaningen för testbäddens framtid är finansieringen av driften.
- Äspölaboratoriets läge anses av flera intervjuade som problematiskt. Anläggningen upplevs som svårtillgänglig i förhållande till allmänna kommunikationer.

Omvärldsanalys

- Det finns idag, globalt sett, få likande anläggningar som Äspölaboratoriet på marknaden.
- Äspölaboratoriet skulle kunna täcka behovet av en testanläggning som kan vara brett upplagd med inblandning av alla marknadens aktörer. Detta upplägg skulle kunna skapa förutsättningar för att både ge utrymme för utbildning, forskning, materialutveckling, test i stor skala, metodtester, logiktester, automation mm. Ett brett kunskapscentrum med internationell utblick och stort fokus på bergbyggandet skulle kunna ge en unik plattform att arbeta utifrån.

Behovsanalys

- Byggbranschen som helhet och bergbyggnadsbranschen speciellt har utsatts för mycket kritik under lång tid för att inte i tillräcklig grad kunna öka sin produktivitet. Äspölaboratoriet kan skapa förutsättningar för en verksamhet som skulle kunna bidra till ökad effektivisering i branschen.
- Inom utbildning finns det ett stort behov av att komma i kontakt med verkligheten och kanske lära sig i en miljö som inte är så produktionsinriktad som ett projekt i genomförandeskedet. Äspöanläggningen skulle kunna utvecklas till ett utbildningscenter för undersökningsmetodik och undermarksbyggande i praktiken.

Bilda konsortium

- Branschens företrädare är intresserade av att på något sätt bidra till att Äspölaboratoriet kan leva vidare. För att detta skall kunna ske måste dock branschen bidra gemensamt och skapa förutsättningar för ett öppet arbetssätt som gynnar alla. Flera har framfört att det vore fördel om Äspölaboratoriet organiserades i en egen enhet med tydligt fokus på att just marknadsföra, utveckla och driva Äspö.

Marknad och erbjudande

- Intervjustudien har visat att det finns ett intresse och att det finns en marknad men att det krävs en fördjupad studie för att säkerställa att det går att göra Äspölaboratoriets förutsättningar unika på en konkurrensutsatt marknad.

Samhällsnytta och tillväxtpotential

- Att belysa samhällsnyttan och frågan om tillväxtpotential inte har varit i fokus för intervjustudien men det är uppenbart att om man kan utveckla effektiviteten i branschen så skulle man definitivt få en samhällsnytta genom att statens pengar kan användas effektivare.

Initial testbäddspecifikation

- En analys av testbäddens specifikationer är intimt förknippad med det kommersiella konceptet för Äspölaboratoriet och vilka fysiska och organisatoriska anpassningar som behöver göras i anläggningen för att den ska fungera som en testbädd. Ett affärskoncept kvarstår att utveckla för anläggningen

Ytterligare intressen för anläggningen

Stiftelsen Bergteknisk Forskning, BeFo, har en stor bredd i bergbyggnadsbranschen bland sina huvudmän. Där återfinns beställare, entreprenörer, konsulter, leverantörer, gruvbolag och forskare med intresse att utveckla bergbranschen. BeFo är en del i ett kompetent och omfattande nätverk inom akademi, industri och bland anläggningsägare. Verksamheten har en inriktning utifrån ett forsknings-, utvecklings- och innovationsprogram som med regelbundenhet revideras. Programmet för 2017 – 2020 redovisas i **bilaga 2**. I programmet framhålls att *”BeFos verksamhet och forskningsprogrammet i sin helhet syftar till att främja ett säkert, hållbart och ekonomiskt ledande ”Bergbyggande” som stärker såväl huvudmännen, branschen, och samhället i stort. För att nå detta syfte krävs helhetssyn och att forskningsområdena går över gränserna mot andra discipliner än de rent bergtekniska”*.

Ett avsnitt i BeFo:s FoU-program 2017-2020 behandlar forskningens infrastruktur. Man ger följande kommentarer och rekommendationer. *”Nya idéer till produkter, metoder och processer behöver utvecklas genom test och demonstration under verkliga förhållanden. Traditionellt i BeFo-projekt görs det ofta i samband med byggskedet i projekt. Det kan innebära olika restriktioner som t ex tidspress, bristande tillgänglighet i både tid och rum, svår arbetsmiljö mm som kan begränsa värdet av testen och demonstrationen. Ett alternativ är att använda sig av speciella berganläggningar för forskning, utveckling och demonstration där verkliga förhållanden råder eller kan simuleras. Äspölaboratoriet som under många år varit en forskningsanläggning för SKB är nu en test- och demonstrationsanläggning tillgänglig för akademi, företag och tekniska institut, något som avses utvecklas än mer. BeFo uppmanar att nyttja test- och demonstrationsanläggningar för att förbättra förutsättningarna att realisera innovationer och implementering av ny teknik inom infraområdet, gruvor och kraftindustrin.”*

Till föreliggande förstudie har knutits FoU-ansvariga representanter från de dominerande nationella entreprenadbolagen NCC, PEAB och Skanska. Företagen har formulerat en gemensam avsiktsförklaring om hur man ser på Äspölaboratoriet och dess möjligheter till att utveckla den nationella kompetensen och att bidra till ett långsiktigt hållbart undermarksbyggande, se **bilaga 3**. Man konstaterar sammanfattningsvis att byggbranschen idag ofta saknar möjligheter att utföra storskaliga fältförsök under realistiska förhållanden. Dagens fältförsök måste därför utföras inom ramen för pågående byggprojekt och påverkar då vanligtvis produktionen, vilket resulterar i tidspress och bristfälliga resultat.

Representanterna för de uppräknade entreprenadbolagen konstaterar att Äspölaboratoriet medför unika möjligheter, där FoU kan utföras under realistiska förhållanden i lugn och ro. I avsiktsförklaringen identifieras och exemplifieras ett antal områden och verksamheter som man anser kunna vidareutvecklas i anläggningen:

- Effektivisering av den s.k. drivningscykeln
- Demonstrationer av t.ex. injekteringsteknik
- Underhållsteknik
- Materialprovning i livscykelperspektiv
- Automation
- Energilagring
- Konceptstudier av Smart Sustainable Cities
- Psykologiska studier av vistelse under jord.

Nova Forskning och Utveckling (FoU), ett samarbete mellan Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) och Oskarshamns kommun, har under 2016 tillsammans med olika universitet genomfört tre seminarier och en vetenskaplig ”workshop” för att kartlägga vetenskaps-samhällets i Sverige intresse för Äspölaboratoriet, se **bilaga 4**. Sammanfattningsvis och generellt sett har de akademiska företrädarna ställt sig positiva till en fortsatt verksamhet vid Äspölaboratoriet, men med annan huvudinriktning. Man betonar vikten av att en finansiellt långsiktig huvudman, kanske i form av en stiftelse, tar över driften av anläggningen. Man betonar att en framtida organisation bör ha en stark vetenskaplig legitimitet, gärna med direkt koppling mot något/några universitet. Anläggningen anses kunna vara mycket värdefull för riktad kursverksamhet parallellt med forsknings-, utvecklings-, innovations- och demonstrationsarbete. Detta uttrycks i den breda behovsanmälan som KTH lämnade in till Vetenskapsrådet (VR) den 12 oktober 2017. KTH:s medsökande organisationer är LTU, UU, SU, Chalmers, LiTH, Linnéuniversitetet, LU/LTH, Oskarshamns kommun och SKB. Det är en imponerande och unik mängd intressenter. Behovsanmälan har titeln ”Nationella Geofärsiska Laboratorier (NGL)”. Titeln pluralisform har att göra med att hela det svenska geovetenskapssamhället har sammanfört Äspölaboratoriet som forskningsinfrastruktur med Swedish Deep Drilling Project (SDDP), som leds av Uppsala Universitet, och Riksriggen (borrmaskin) som förvaltas av LU/LTH. Även LTU:s avancerade och nyutvecklade utrustning för bergspänningsmätningar ingår i ansökan. Det handlar således om ett osedvanlig brett och samordnat initiativ från det svenska geovetenskapssamhällets sida.

Inom ramen för föreliggande förstudie har noterats att vissa branscher ser uppenbara möjligheter till utvecklings- och demonstrationsverksamhet vid Äspölaboratoriet. Det är t ex inom branscherna geoenergi och marksanering. Inom området marksanering handlar det t ex om föroreningars spridning i berggrundens spricksystem. Båda dessa branscher står bergtekniken nära och är växande inom samhällsbyggnadssektorn. I den fortsatta utvecklingen att testbädden bör dess branscher bjudas in till samarbetet.

Fortsättning på planeringsfasen

Förstudien har till sin omfattning varit begränsad till att kartlägga behov och potential för testbädden Äspölaboratoriet, och då betraktat i ett berganläggningsperspektiv. Ett antal fokusområden har indikerats i det ovanstående och framgår i **bilaga 1**. För att genomföra dessa samt att slutföra ett planeringsskede enligt Vinnovas generella modell för utveckling av testbäddar återstår fördjupningar av flera av modellens aktiviteter. De viktigaste bland dessa är:

Analys av den tillämpade forskningens intresse

- Behovsanalysen har hittills framförallt berört den anläggningstekniska branschen. Om vetenskaplig verksamhet skall bedrivas vid Äspölaboratoriet är det väsentligt att i grunden kartlägga universitetens och högskolornas intresse att medverka till forskning och utveckling samt demonstration. I den tillämpade forskningen är de akademiska institutionerna en viktig brygga mellan de anslagsbeviljande institutionerna och samhällsbyggarbranschen. I detta sammanhang rekommenderas att bergbyggnadstekniken kompletteras med en kartläggning av det akademiska intresset inom ämnesdisciplinerna geoenergi samt marksanering.

Specifikation av initial testbädd

- Äspölaboratoriet har succesivt utvecklats sedan 1990-talet och är idag en stor befintlig anläggning med en anpassad forskningsinfrastruktur för sina specifika frågeställningar. Inför en breddning och förändring av verksamheten är det ett behov av att specificera testbäddens utformning med möjligheter till flexibelt nyttjande.

Finansiella plattformen, konsortiebildning

- Branschens företrädare är intresserade av att på något sätt bidra till att Äspölaboratoriet kan leva vidare. Därför bör de legala möjligheterna utredas för att bilda en organisation med ett branschgemensamt fokus som driver verksamheten vid Äspölaboratoriet. I utredningen kring de legala förutsättningarna bör ingå hur ägandet idag kan påverka möjligheterna att bilda bolag med andra parter, förutsättningarna för laboratoriets drift utifrån tillåtligheten att bedriva grundvattenpåverkande verksamhet mm. Företrädare från andra branscher (t ex geoenergi branschen) bör bjudas in till dialogen. Genom att bjuda in andra branschintressenter ökar möjligheten att åstadkomma en långsiktigt hållbar finansiering av Äspölaboratoriets (den gemensamma infrastrukturens) drift.
- Man bör även utreda vilka ekonomiska förutsättningar ett Äspölaboratorium, som skall kunna drivas kommersiellt, har att ta ställning till. Utredningen innebär både en genomlysning av de legala förutsättningarna för anläggningens förändrade driftsituation, vad driftskostnaden är och vilka investeringar som måste genomföras innan anläggningen kan användas mer kommersiellt. Ur detta perspektiv måste värdet av den redan genomförda mångmiljardinvesteringen i Äspölaboratoriet inte glömmas bort.

Kompetensförsörjningsmöjligheten, en del av samhällsnyttan

- I föreliggande studie har framförts Äspö-anläggningens potential till verklighetsbaserad undervisning. Man bör analysera värdet av att kunna ha en anläggning som kan utnyttjas gemensamt att lärosäten och företag i utbildningssyfte. Analysen bör alltså genomföras i perspektivet av vilka de kommersiella vinsterna skulle vara om kunskapen höjs i bergbyggnadsbranschen.

Internationella konkurrensen

- Äspölaboratoriet har i förstudien betraktats i ett nationellt perspektiv vad gäller t.ex. marknad och behov för bergbyggnadsbranschen. Anläggningen är dock i flera avseenden att betrakta som världsunik. Det internationella perspektivet är väsentligt att analysera mer detaljerat. Det bör utarbetas en strategi i ett internationellt perspektiv för hur samarbetsformer respektive marknadspositionering och konkurrenssituation kan se ut med hänsyn till olika samhällsbyggnadsbranscher respektive vetenskapliga ämnesområden.

**Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter –
en intervjustudie av representanter för
bergbyggnadsbranschen**

Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – en intervjustudie av representanter för bergbyggnadsbranschen



Riggert Anderson
Riggert Projektstrategi AB
Nacka 2017-05-11



Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering (SKB) har inlett en process för att utvärdera möjligheterna att förändra användningen av Äspölaboratoriet i Oskarhamns kommun i takt med att syftet med laboratoriets ursprungliga uppdrag börjar bli färdigt. Denna intervjustudie är ett första steg i den process för utveckling av testbäddar som rekommenderas av Vinnova och som denna studie följer. Första steget är Planeringsfasen.

Intervjustudien är avgränsad till att intervjua företrädare för bergbyggnadsbranschen för att utröna hur branschens företrädare ser på behovet av en testbädd för berg och möjligheterna att bedriva en fortsatt verksamhet på Äspölaboratoriet med kommersiell inriktning.

I intervjustudien har representanter för akademien och utbildningsväsendet, beställarsidan, entreprenörer, konsulter, materialleverantörer och maskinleverantörer intervjuats. Intervjuerna har genomförts både som möten och som telefonintervjuer.

Samtliga intervjuade vill att Äspölaboratoriet bör leva vidare men ser också ett antal hinder för att förverkliga ett kommersiellt Äspölaboratorium. Det största hindret man ser är kostnaden för att driva anläggningen och Äspölaboratoriets fysiska läge som innebär att det känns avlägset att ta sig till anläggningen. För att kunna hantera finansieringen av anläggningen anser man att driften av anläggningen borde kunna skötas av en branschgemensam organisation med fokus på anläggningens kommersiella möjligheter.

Möjligheterna man ser för en kommersialiserad Äspöanläggning är som forskningsanläggning, provningsanläggning för maskintillverkare, genomförande av metodtester samt för att bedriva utbildningsverksamhet. Det finns globalt sett liten konkurrens på marknaden för storskaliga testbäddar med inriktning på anläggningstekniska bergfrågor, speciellt för kristallint berg. Emellertid finns det nischade provningsanläggningar under jord för specifika frågeställningar. För att Äspölaboratoriet skall kunna hävda sig krävs ett unikt koncept.

Resultatet av intervjustudien är att branschens företrädare anser att det finns ett värde av att Äspölaboratoriet finns kvar och utvecklas. Man bör gå vidare enligt ”Vinnova-metoden” för initiering av en testbädd. Det betyder att man bör fördjupa och avsluta planeringsfasen och gå vidare med projekteringsfasen. I det fortsatta arbetet är det extra viktigt att arbeta fram en affärsidé med en tydlig bas för en kommersiell grundstruktur med en funktionell organisation (i Vinnovas affärsmodell – bilda konsortium).

Deltagande organisationer i intervjustudien



Förord

Slutförvaring av radioaktivt avfall och då särskilt använt kärnbränsle har i mer än 40 års tid krävt omfattande forsknings- och utvecklingsinsatser. Insatserna har särskilt handlat om att studera de förhållanden som råder på stort djup (ca 500 m) i den svenska berggrunden. SKB insåg tidigt behovet av att undersöka förhållandena grundligt genom att lokalisera och bygga ett underjordslaboratorium som senare kom att kallas Äspölaboratoriet. Beslutet togs 1986 och planerna för laboratoriet beskrivs i SKB:s första forsknings- och utvecklingsprogram. Programmet har sedan dess uppdaterats vart tredje år och godkänts av regeringen.

Det har nu gått drygt 30 år sedan beslutet att bygga Äspölaboratoriet och SKB kan se tillbaka på investeringen med stolthet och tillfredsställelse. Tillkomsten av Äspölaboratoriet har på ett högst påtagligt sätt bidragit till att SKB kommit framåt med slutförvarsutvecklingen och samtidigt bidragit till vårt lands kompetensutveckling inom de geovetenskapliga ämnesområdena och hur berggrunden påverkas under byggande och drift av en undermarksanläggning.

Inom 6-7 år räknar SKB med att det kan bli aktuellt att avveckla sin verksamhet vid Äspölaboratoriet. Det kan göras på flera sätt. Ett sätt kan vara att stänga och lämna anläggningen ett annat att tidigt (nu) inleda samarbete med nya intressenter för att om möjligt överlåta anläggningen för helt andra forsknings- och utvecklingsändamål. SKB har valt att i först hand utreda de senare alternativet.

Aktuell förstudie är riktad mot att undersöka intresset för Äspölaboratoriet inom den delen av den svenska industrin som planerar, bygger och förvaltar undermarks-anläggningar av olika slag – bergbyggnadsbranschens aktörer. Förstudien har bland annat finansierats av Vinnova inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden2030 (www.infrasweden2030.se), en gemensam satsning från Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Övriga betydenade finansiärer (60 %) har varit SKB, SBUF, BeFo och Regionförbundet i Kalmar län.

Förstudien har inlett med en intervjustudie i syfte att kartlägga bergbyggnadsbranschens behov av en gemensam testbädd för bergteknisk utveckling och innovation. Resultatet av intervjuerna har presenterats för och diskuterats med förstudiens referensgrupp. Medlemmarna i gruppen är Magnus Bergendal (Peab), Erik Ciardi (Regionförbundet i Kalmar län), Vladimir Cvetkovic (KTH), Staffan Hintze (NCC), Ulf Håkansson (SKANSKA), Mats Ohlsson (SKB) och Per Tengborg (BeFo). Lars O. Ericsson (Chalmers) har deltagit som adjungerad medlem i referensgruppen och har också bidragit till intervjustudiens genomförande.

Intervjustudien har förtjänstfullt genomförts av Riggert Andersson (Riggert Projektstrategi). Tack!

Äspö i maj 2017



Projektets parter och/eller finansiärer

Mats Ohlsson
Projektledare/SKB



Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	II
FÖRORD	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV
INLEDNING	1
SYFTE OCH MÅL	1
BAKGRUND	2
FAKTA OM ÄSPÖLABORATORIET	3
INTERVJUER	4
INTERVJURESULTAT	5
BILAGA 1 Äspölaboratoriet En unik plats för experiment och forskning	
BILAGA 2 Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – en intervjustudie av representanter för bergbyggnadsbranschen	
BILAGA 3 Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – intervjupersoner	

Inledning

Inom området bergbyggnadsteknisk forskning och utveckling råder brist på möjligheter att testa och demonstrera nya idéer till produkter, metoder och arbetssätt under verkliga förhållanden. Traditionellt görs det under byggskedet när nya undermarksanläggningar byggs. Det innebär ofta olika restriktioner som t ex tidspress, bristande tillgänglighet i både tid och rum, svår arbetsmiljö med mera som kan begränsa värdet av testen och demonstrationen.

SKB:s forskningsanläggning Äspölaboratoriet är unik i sitt slag. Det finns bara ett fåtal liknande laboratorier i världen och Äspölaboratoriet utmärker sig tack vare den långvariga och framgångsrika forskningen kring slutförvaring av använt kärnbränsle som bedrivs där.

SKB har i samarbete med bergbyggnadsbranschen aktörer tagit initiativ till en förstudie för att belysa om det är möjligt och i så fall hur Äspölaboratoriet kan utvecklas till en testbädd för bergbyggnadsteknisk utveckling och innovation. Det innebär att förstudiens fokus är riktad mot att fastställa behov och potential för den testbädd som förutses och att etablera en stark aktörskonstellation samt att utreda möjligheterna för varaktig drift av testbädden.

Denna intervjustudie är det första steget i förstudien och är en del av planeringsfasen enligt Vinnovas modell för utveckling av testbäddar.

Syfte och mål

Vinnova har i samarbete med Test Site Sweden tagit fram en guide (Vinnova och TSS 2016) som stöd för planering, projektering och realisering av testbäddar inom miljöteknikområdet. Guiden bygger på ett generellt angreppssätt som kan tillämpas för testbäddar inom olika teknikområden. Guiden rekommenderar en uppdelning av utvecklingen i tre faser, Planeringsfasen, Projekteringsfasen och Realiseringsfasen, se figur 1. Föreliggande intervjustudie är endast en inledning av planeringsfasen men arbetsgången gör det möjligt att tidigt identifiera och få en bild av kopplingen till projekteringsfasens aktiviteter, se figur 2.



Figur 1 - En testbädds utvecklingsfaser



Figur 2 - Aktiviteter i planerings- och projekteringsfasen och hur de är relaterade till varandra.

Med tanke på att Äspölaboratoriet är en omfattande och komplex anläggning med många potentiella användningsområden har intervjustudien gjort en avgränsning till bergbyggnadsbranschen och fokuserat på omvärlds- och behovsanalys. Övriga frågor i planeringsfasen bedöms översiktligt.

Den inledande delen i planeringsfasen som denna rapport utgör har genomförts som en intervjustudie med representanter för olika företrädare inom bergbyggnads-branschen för att utröna hur dess aktörer ser på behovet av en framtida testbädd i Äspö och hur aktörerna ställer sig till att medverka i realiserandet av en sådan testbädd.

Bakgrund

SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) har nu kommit till en punkt där man ser att användningen av Äspölaboratoriet, se bilaga 1, successivt kommer att minska i takt med att planerna för Kärnbränsleförvaret i Forsmark realiserar. För att Äspölaboratoriet ska kunna leva vidare på sikt görs stora ansträngningar för att hitta nya användningsområden för anläggningen.

Tillsammans med lokala och regionala aktörer verkar SKB för att öka möjligheterna för externa intressenter att använda laboratoriet. En inriktning är att företag, forskare och andra samhällsaktörer i framtiden ska kunna använda anläggningen på motsvarande sätt som SKB gjort. Det kan innebära forskning eller teknikutveckling inom olika områden, eller att testa och demonstrera nya tekniska lösningar. Från akademiskt håll finns långtgående planer på att skapa ett nationellt geofärlaboratorium (NGL) med Äspö som utgångspunkt. Det är tänkt att utformas som en öppen forsknings-infrastruktur med driftfinansiering från Vetenskapsrådet, där forskare från Sverige och andra länder kan genomföra egna projekt.

SKB har planerat att använda Äspölaboratoriet fram t.o.m. 2023. SKB ser fördelar med att tidigt planera för omställningen av Äspölaboratoriets verksamhet i samspel med andra aktörer. Redan idag finns det möjligheter för andra forskare, företag och organisationer att genomföra egna experiment och tester i Äspölaboratoriet. Detta sker tillsvidare genom forskningsplattformen Nova Forskning och Utveckling (Nova FoU) som är ett samarbete mellan SKB och Oskarshamns kommun sedan 2007.

Som ett led i att hitta en stabil kommersiell grund för Äspölaboratoriet genomförs nu en intervjuomgång med representanter för den svenska bergbyggnadsbranschen. Syftet med intervjuerna är att få en bild av vad de aktörer som är verksamma inom den svenska bergbyggnadsbranschen ser för användningsområden med Äspölaboratoriet som test- och demonstrationsanläggning för bergtekniska metoder och innovationer. Denna intervjuserie är avgränsad till bergbyggnads- och infrastrukturbranschen.

Fakta om Äspölaboratoriet

Underjordsdelen av Äspölaboratoriet består av en 3 600 meter lång tunnel. Den börjar på Simpevarpshalvön, där Oskarshamns kärnkraftverk ligger. Under Äspö fortsätter huvudtunneln i två spiralvarv ned till ett djup av 460 meter. Längs huvudtunneln finns sticktunnlar och nischer där experiment och tester genomförs. Totalt är tunnarna ungefär fem kilometer. Från Äspö forskarby finns även en hiss för persontransport ner i berget till nivåerna 220, 340 och 450 m.

Äspölaboratoriet är en unik forskningsanläggning i det svenska urberget. Under mer än 30 år har detta varit en central plats för utvecklingen av metoden för slutförvaring av använt kärnbränsle. Här har SKB byggt upp en stor del av den kunskap som nu används i förberedelserna inför byggandet av Kärnbränsleförvaret i Forsmark, och kunskap som kommer att tillämpas vid själva byggandet och senare under driften av förvaret. På flera sätt liknar Äspölaboratoriet det framtida slutförvaret. Här finns kopparkapslar som ska innesluta det använda kärnbränslet, lerbuffert som skyddar kapslarna, maskiner som hanterar kapslarna, tunnlar och borrhål där kapslar deponeras. Men en sak skiljer sig: Äspölaboratoriet är, och kommer att vara, en anläggning för forskning och teknikutveckling – något använt kärnbränsle eller annat radioaktivt avfall finns inte här.

De första utvecklingsinsatserna på Äspö gjordes redan innan laboratoriet började byggas. Inför och under byggandet prövades olika metoder för att undersöka berggrunden från markytan så kallade platsundersökningar. Då utvecklades undersökningsmetoderna, liksom de modeller som användes för att beskriva berggrundens egenskaper. Syftet var framför allt att försäkra sig om att de borrhål som borrats från markytan gav tillräcklig information om vad som fanns på djupet. Senare kunde berget studeras i detalj från laboratoriets tunnlar och schakt och jämföra resultaten från platsundersökningen med verkligheten. Undersökningsmetoderna användes sedan vid platsundersökningarna i Forsmark och Oskarshamn, inför valet av plats för Kärnbränsleförvaret.

Byggandet av Äspölaboratoriet gav också viktiga tekniska erfarenheter och lärdomar om utformning och konstruktion av underjordsanläggningar. Till exempel har man använt både sprängning och fullortsborrning för att driva tunnlarna i Äspölaboratoriet. Detta har gett möjlighet att studera hur berget runt tunneln påverkas av de olika metoderna samt hur grundvattnets flödesvägar kan påverkas. En stor del av verksamheten vid Äspölaboratoriet har handlat om forskning och utveckling av den metod (KBS-3-metoden, KärnbränsleSäkerhet) som ska användas vid slutförvaringen av använt kärnbränsle. Under realistiska förhållanden har man studerat hur slutförvarets barriärer – koppar, bentonitlera och berg – samverkar.

Ett flertal experiment har genomförts för att undersöka bergets egenskaper och framför allt vilken betydelse egenskaperna har för säkerheten på lång sikt, efter att förvaret är förslutet. Det kan till exempel handla om hur berget fördröjer transporten av radioaktiva ämnen eller hur mikrober påverkar förhållandena på djupet. Några av de viktigaste experimenten i Äspölaboratoriet är fullskaleförsöken. Fullskaleförsöken ger möjlighet att testa metoden i full skala och under verkliga förhållanden. Ett av de större fullskaleexperimenten är Prototypförvaret, som enkelt kan beskrivas som en kopia av ett slutförvar, fast utan kärnbränsle. Där studerar man hur de olika delarna i ett slutförvar fungerar tillsammans under de första åren efter förslutning.

I takt med att flera forskningsfrågor fått sin lösning har experimenten vid Äspölaboratoriet allt mer fokuserat på det tekniska genomförandet. I dag handlar det om att anpassa tekniken till den industrialiserade process som ska användas vid driften av Kärnbränsleförvaret. Tester genomförs som demonstrerar de tekniska lösningarna i praktiken: hur kopparkapslar deponeras, hur lerbufferten sätts på plats och hur tunnlarna återfylls med lera och pluggas igen med betong. Det sker en utveckling och tester av de maskiner och den utrustning som krävs. Till exempel finns här prototyper av flera av de maskiner som ska användas i Kärnbränsleförvaret i Forsmark, till exempel en maskin som deponerar kopparkapslar och en mobil robot som återfyller tunnlar med bentonit efter deponeringen.

Intervjuer

Intervjuerna har genomförts öppet men med fokus på ett antal frågor som har skickats till intervjupersonerna i förväg. Intervjupersonerna har valts utifrån erfarenhet, position och verksamhet för att få en så bred belysning av frågeställningarna som möjligt. Företrädare för branschen har representerat beställare, byggtreprenörer, konsulter inom berg- och samhällsbyggnad, akademien genom företrädare för högskolor och universitet och maskin- och materialleverantörer.

Varje intervjuperson har fått en broschyr över Äspölaboratoriet (bilaga 1) och ett PM med information och frågeställningar (bilaga 2). De intervjuade framgår av bilaga 3. Intervjuresultatet redovisas inte på individnivå utan som generella slutsatser och kommentarer kring de behandlade aspekterna rörande Äspölaboratoriets framtid kopplade till modellen för utvärdering av testbäddar.

Intervjuresultat

a. Generella kommentarer

Generellt tycker intervjupersonerna att branschen behöver en testbädd och att Äspölaboratoriet är en anläggning som man tycker har en plats i utvecklingen av den Svenska bergbyggnadsbranschen. Det finns flera faktorer som gör Äspölaboratoriet intressant: unik testmiljö som är väldigt väl dokumenterad, möjlighet till storskaliga tester, möjlighet att genomföra tester i en ostörd miljö och möjlighet att genomföra olika typer av tester.

De allra flesta intervjupersonerna pekar också på att detta är ett branschgemensamt uppdrag som ingen ensam aktör kan genomföra utan det krävs en kraftsamling från branschen att gemensamt arbeta för att Äspölaboratoriet kan leva vidare. Man betonar också vikten av att ha en öppen miljö där alla resultat finns tillgängliga för alla aktörer. Vill någon aktör genomföra egna tester så skall det också finnas möjligheter till detta.

De intervjuade ser emellertid också ett antal hinder för att kunna bibehålla Äspölaboratoriet som en testbädd i framtiden. Det största hindret man pekar på är finansieringen av anläggningen. Hur skall verksamheten finansieras? Anläggningar som denna har höga driftskostnader. Det andra hindret som man lyfter fram är laboratoriets läge. Man anser att laboratoriet ligger avsides och att det tar lång tid att komma dit.

Med utgångspunkt i Vinnova-modellens aktiviteter, som denna förstudie grundar sig på, kommenteras intervjuresultatet utifrån nedanstående aspekter: Omvärldsanalys, Behovsanalys, Konsortiebildning, Marknad, Samhällsnytta och Initial testbäddsspecifikation.

b. Omvärldsanalys

Äspölaboratoriet är en unik anläggning som har använts i syfte att utforska effektiva och säkra metoder för att kunna hantera slutförvaret för kärnavfall. Detta har inneburit att varje steg i arbetet med att hitta rätt lösning i berganläggningen har dokumenterats och verifierats på ett unikt sätt. All dokumentation finns bevarad och strukturerad på ett sätt som kan göras tillgängligt i ett fortsatt arbete.

Det finns idag, globalt sett, få likande anläggningar som Äspölaboratoriet på marknaden. Med riktade FoU-insatser utifrån separata behov har delområden i branschen på olika sätt skapat sig fälterfarenheter av produkter och metoder. T.ex. har materialtillverkare som Atlas Copco egna testanläggningar och man använder sig också av andra anläggningar i såväl Europa som USA.

De testmöjligheter som finns för att kunna genomföra test i stor skala är oftast i pågående verksamhet med de nackdelar detta för med sig. Man utbildar sig och testar medan man går fram i stora bergarbeten. Här deltar ofta både beställare, entreprenörer och leverantörer. Det arbete man gör i pågående verksamhet blir ofta väldigt inriktat på just de förhållanden man har att lösa på plats men det generella värdet är ibland tveksamt.

Bergbyggnadsbranschen har idag hittat sitt sätt att testa det den behöver med egna anläggningar eller inhyrda anläggningar som t.ex. Hagerbach i Schweiz. För att slå sig in på testbäddsmarkanden för berganläggningar så anser de svenska företrädarna för anläggningsbranschen att det krävs ett koncept för Äspölaboratoriet som är unikt. Man måste kunna erbjuda ett koncept som inte finns på marknaden idag och även skapa förutsättningar för något nytt.

I intervjuerna har man ofta framhållit behovet av en testanläggning som kan vara brett upplagd med inblandning av alla branschens aktörer. Detta upplägg skulle kunna skapa förutsättningar för att både ge utrymme för utbildning, forskning, materialutveckling, test i stor skala, metodtester, logiktester, automation mm. Ett brett kunskapscentrum med internationell utblick och stort fokus på bergbyggandet skulle kunna ge en unik plattform att arbeta utifrån.

Fokusområden för att utveckla Äspölaboratoriet ur en marknadssynvinkel är:

- Unik produkt – tydliggör och mejsla ut vad Äspölaboratoriet kan erbjuda som är unikt i sitt slag. Inriktat på bergbyggande så kan det vara t.ex. möjligheten att genomföra storskaliga tester i ostörd miljö, utnyttja den unika kunskapen om berget, skapa en testmiljö med en kraftfull bredbandsuppkoppling m.m.
- Undersök möjligheterna att överbrygga de fysiska avstånden. Hur ser möjligheterna ut att utnyttja närliggande flygplatser och hamnar, kan en attraktiv bredbandsuppkoppling ge kunderna en ökad närhet till testanläggningarna m.m.?
- Undersök om andra industrier än byggbranschen har intresse av att utnyttja en anläggning med de förutsättningar som finns i Äspölaboratoriet.

c. Behovsanalys

Byggbranschen som helhet och bergbyggnadsbranschen speciellt har utsatts för mycket kritik under lång tid för att inte kunna öka sin produktivitet. I andra branscher genomförs effektiviseringar som förändrar arbetssätt och metoder på ett revolutionerande sätt medan byggbranschen inte har lyckats höja sin produktivitet i samma utsträckning som andra branscher. Det finns flera orsaker till detta men en orsak skulle kunna vara att man inte har satsat tillräckligt på forskning och utveckling. Byggbranschen satsar litet i förhållande till andra branscher. Här finns det en nisch för Äspölaboratoriet att kunna skapa förutsättningar för en verksamhet som skulle kunna bidra till ökad effektivisering i branschen.

Samhällsbyggnadsbranschen med staten via Trafikverket i spetsen har satsat stora summor på infrastrukturanläggningar som är bergförlagda t.ex. Hallandsås, Södra Länken, Citybanan, Förbifart Stockholm och Norra Länken för att bara nämna några. Fler och fler anläggningar för infrastruktur förläggs i berg för att det inte finns utrymme att bygga på traditionellt sätt ovan mark. Flera nya undermarksprojekt i berg är planerade. Inom ramen för dessa projekt används idag i mångt och mycket en traditionell teknik. Anledningen till att teknik och metoder inom samhällsbyggandet inte väsentligt utvecklats kan bero på flera faktorer som t.ex. avtalskonstruktion mellan beställare och entreprenör och tradition.

Äspölaboratoriet kan vara en möjlighet till att utveckla för branschen nya metoder som direkt kan användas i produktion. Idag upplevs ofta att forskningsdata stannar på forskningsstadiet och provas inte i full skala ute i produktion. Det är väldigt trögt att få ut nya rön därför att testmiljöerna saknas eller att test skulle innebära att man gick direkt på produktion vilket ingen leverantör vill riskera.

Inom utbildning finns det ett stort behov av att komma i kontakt med verkligheten och kanske lära sig i en miljö som inte är så produktionsinriktad som ett projekt i genomförandeskedet. Utbildningen har tenderat i att bli mera teoretisk och saknar möjligheter till praktiska erfarenheter eller fördjupade insikter i produktionsmetoder.

Det finns många olika ämnesområden som branschen skulle ha nytta av att utveckla från testmiljö till produktion. Ytterligare exempel på kunskapsområden som kan utvecklas är bergbyggnadsteknik, injekteringsmetoder, sprutbetong, säkerhetskoncept, automation, undersökningsmetoder mm. Flera av de områden som bör utvecklas vidare bör göras gemensamt av branschen. Troligtvis kan teknik och metodutveckling generera och utveckla nya affärsmodeller som gynnar effektiviteten.

Fokusområden att utveckla ur ett behovsperspektiv:

- Hur kan Äspölaboratoriet bidra till ökad effektivitet i branschen? Finns det frågor som skulle kunna passa att vidareutveckla i Äspö?
- Sammanställ alla doktorsavhandlingar som gjorts de senaste åren och utvärdera m.a.p. möjligheterna att kunna kommersialisera de frågor som avhandlats.
- Gör en analys av värdet att kunna ha en anläggning som kan utnyttjas i utbildningssyfte. Vilka är de kommersiella vinsterna av att kunna höja kunskapen i branschen?
- Analysera vilka områden som har störst behov av att utvecklas inom bergbyggandet. Vad behövs i närtid och vad kommer att behövas i en framtid. T.ex. kan det behövas insatser för att öka kunskapen om att ta hand om befintliga tunnlar – effektiv drift och underhåll av tunnelanläggningar.

- Sammanställ vilka områden inom bergbyggandet som Äspöanläggningen är speciellt lämpad för och vilka områden den skulle kunna användas till med viss anpassning. T.ex. bör man beakta automation, bergbyggnadsteknik av olika slag, metodutveckling m.m. En utgångspunkt för ett sådant arbete kan förslagsvis vara stiftelsen Bergteknisk forsknings, BeFo:s, ”Program för Forskning Utveckling och Innovation 2017-2020”.

d. Bilda konsortium

Denna intervjustudie har inte haft för avsikt att skapa förutsättningar för att bilda konsortium utan försökt skaffa sig en bild av intresset hos branschens aktörer för att engagera sig i Äspölaboratoriets framtid.

Branschens företrädare är intresserade av att på något sätt bidra till att Äspölaboratoriet kan leva vidare. För att detta skall kunna ske måste dock branschen bidra gemensamt och skapa förutsättningar för ett öppet arbetssätt som gynnar alla. Flera har framfört att det vore fördel om Äspölaboratoriet organiserades i en egen enhet med tydligt fokus på att just utveckla och driva Äspö. Verksamheten på Äspö skall kunna utvecklas kommersiellt på egna meriter och inte enbart lever på bidrag.

Fokusområden för ett fortsatt arbete m.a.p. att bilda konsortium:

- Undersök de legala möjligheterna till att bilda en organisation med ett branschgemensamt fokus som driver verksamheten på Äspölaboratoriet. I utredningen kring de legala förutsättningarna bör ingå hur ägandet idag kan påverka möjligheterna att bilda bolag med andra parter, förutsättningarna för laboratoriets bedrivande utifrån tillåtlighet att bedriva grundvattenpåverkande verksamhet mm.
- Utred vilka ekonomiska förutsättningar ett Äspölaboratorium, som skall kunna drivas kommersiellt, har att ta ställning till. Utredningen innebär både en genomlysning av de legala förutsättningarna för anläggningens förändrade driftsituation, vad driftskostnaden är och vilka investeringar som måste genomföras innan anläggningen kan användas mer kommersiellt.

e. Marknad och erbjudande

I samband med intervjuerna har det ofta framkommit att man tycker att ett Äspölaboratorium är viktigt att kunna ha kvar och att det kan erbjuda något som inte finns på marknaden. Intervjustudien har visat att det finns ett intresse och att det finns en marknad men att det krävs en fördjupad studie för att säkerställa att det går att göra Äspölaboratoriets förutsättningar unika på en konkurrensutsatt marknad.

Rekommendationen är alltså att:

- Utarbeta ett affärskoncept som prövas med olika intressenter.

f. Samhällsnytta och tillväxtpotential

Att belysa samhällsnyttan och frågan om tillväxtpotential har inte varit i fokus för intervjustudien. Man kan dock konstatera att flera av de framgångsfaktorer som deltagarna pekar på är nyttskapande. T.ex. om man kan utveckla effektiviteten i branschen så skulle man definitivt få en samhällsnytta genom att statens pengar kan användas effektivare.

- I det fortsatta arbetet med att utvärdera Äspölaboratoriets framtid är samhällsnyttan viktig att bedöma.

g. Initial testbäddsspecifikation

Testbäddspecifikation har ej diskuterats under intervjuerna. En analys av testbäddens specifikationer måste vara intimt förknippad med det kommersiella konceptet för Äspölaboratoriet.

Äspölaboratoriet

En unik plats för experiment och forskning





Berget i Äspölaboratoriet är ett tämligen vanligt granitiskt berg med både täta och vattenförande partier. Vi har djup kunskap om bergets egenskaper och variationer vilket gör att vi också kan hitta lämpliga platser för många olika typer av experiment.

Äspölaboratoriet – en unik plats för experiment och forskning

Vid SKB:s underjordiska berglaboratorium på Äspö, norr om Oskarshamn, sker en stor del av den forskning och teknikutveckling som behövs vid slutförvaring av använt kärnbränsle. Här testar vi olika tekniska lösningar i full skala och under realistiska förhållanden.

Äspölaboratoriet är en unik forskningsanläggning som sträcker sig ner till 460 meters djup i det svenska urberget. Under mer än 30 år har detta varit en central plats för utvecklingen av metoden för slutförvaring av använt kärnbränsle. Här har SKB byggt upp en stor del av den kunskap som nu används i förberedelserna inför byggandet av Kärnbränsleförvaret i Forsmark, och kunskap som kommer att tillämpas vid själva byggandet och senare under driften av förvaret.

På flera sätt liknar Äspölaboratoriet det framtida slutförvaret. Här finns kopparkapslar som ska innesluta det använda kärnbränslet, lerbuffert som skyddar kapslarna, maskiner som hanterar kapslarna, tunnlar och borrhål där kapslar deponeras. Men en sak skiljer sig:

Äspölaboratoriet är, och kommer att vara, en anläggning för forskning och teknikutveckling – något använt kärnbränsle eller annat radioaktivt avfall finns inte här.

Att förstå berget från ytan

De första utvecklingsinsatserna på Äspö gjordes redan innan laboratoriet började byggas. Inför och under byggandet prövades olika metoder för att undersöka berggrunden från markytan. Det är det vi kallar platsundersökningar. Då utvecklades undersökningsmetoderna, liksom de modeller som användes för att beskriva berggrundens egenskaper. Vi ville framför allt försäkra oss om att de borrhål som borrats från markytan gav tillräcklig information om vad som fanns

på djupet. Senare kunde vi studera berget i detalj från laboratoriets tunnlar och schakt och jämföra resultaten från platsundersökningen med verkligheten. Undersökningsmetoderna användes sedan vid platsundersökningarna i Forsmark och Oskarshamn, inför valet av plats för Kärnbränsleförvaret.

Byggandet av Äspölaboratoriet gav också viktiga tekniska erfarenheter och lärdomar om utformning och konstruktion av underjordsanläggningar. Till exempel har vi använt både sprängning och borrhning för att driva tunnarna i Äspölaboratoriet. Detta gav oss möjlighet att studera hur berget runt tunneln påverkas av de olika metoderna samt hur grundvattnets flödesvägar kan påverkas.

Forskning på djupet

En stor del av verksamheten vid Äspölaboratoriet har handlat om forskning och utveckling av den metod som ska användas vid slutförvaringen. Under realistiska förhållanden har vi studerat hur slutförvarets barriärer – bentonitlera, koppar och berg – samverkar. Ett flertal experiment har genomförts för att undersöka bergets egenskaper och framför allt vilken betydelse egenskaperna har för säkerheten på lång sikt, efter att förvaret är förslutet. Det kan till exempel handla om hur berget fördröjer transporten av radioaktiva ämnen eller hur mikrober påverkar förhållandena på djupet.

Några av våra viktigaste experiment i Äspölaboratoriet är våra fullskaleförsök. De ger oss möjlighet att testa metoden i full skala och under verkliga förhållanden. Ett av de större fullskaleexperimenten är Prototypförvaret, som enkelt kan beskrivas som en kopia av ett slutförvar, fast utan kärnbränsle. Där studerar vi hur de olika delarna i ett slutförvar fungerar tillsammans under de första åren efter förslutning.

Tekniken i praktiken

I takt med att flera forskningsfrågor fått sin lösning har experimenten vid Äspölaboratoriet allt mer fokuserat på det tekniska genomförandet. I dag handlar det om att anpassa tekniken till den industrialiserade process som ska användas vid driften av Kärnbränsleförvaret. Vi testar och demonstrerar de tekniska lösningarna i praktiken: hur kopparkapslar deponeras, hur lerbuferten sätts på plats och hur tunnarna återfylls med lera och pluggas igen med betong. Vi utvecklar och testar de maskiner och den utrustning som krävs. Till exempel finns här prototyper av flera av de maskiner som ska användas i Kärnbränsleförvaret i Forsmark, till exempel en maskin som deponerar kopparkapslar och en robot som återfyller tunnlar efter deponeringen.



Magne, är en prototyp av den deponeringsmaskin som kommer att användas i Kärnbränsleförvaret för att sätta ner kopparkapslar i berget. Den har utvecklats och testats i Äspölaboratoriet. Fler än tusen deponeringar har genomförts med maskinen.



Ett av de viktigaste fullskaleförsöken är Prototypförvaret där sex fullstora kapslar har deponerats i berget.

Så ska avfallet slutförvaras

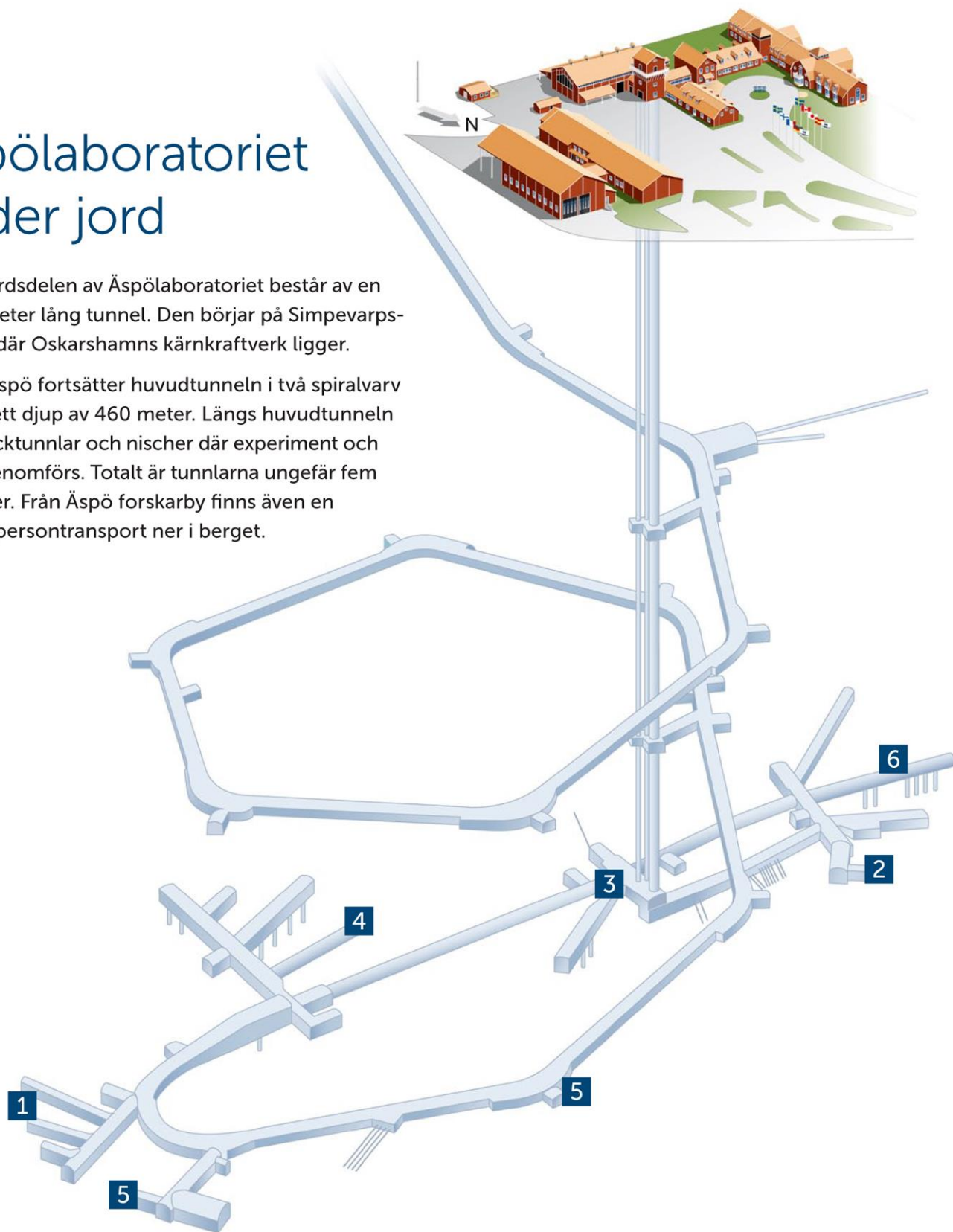
För närvarande mellanlagras allt använt kärnbränsle i Clab i Oskarshamn. Bränslet kommer att vara radioaktivt under mycket lång tid. För att det inte ska orsaka skador – i dag eller i framtiden – måste avfallet isoleras från människa och miljö under mycket långa tidsperioder. SKB planerar därför att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun, det så kallade Kärnbränsleförvaret.

Slutförvaringen bygger på att tre barriärer, var och en för sig och tillsammans, hindrar de radioaktiva ämnena i det använda bränslet från att komma upp till markytan. Bränslet placeras först i en kopparkapsel som står emot korrosion och mekanisk påverkan som kan uppstå vid rörelser i berget. Kapslarna placeras på 500 meters djup i berget och bäddas in i bentonitlera. Leran fungerar som en buffert och skyddar kapseln mot korrosionsangrepp och mindre berg rörelser. Bergets uppgift är att isolera avfallet. Det ger en stabil kemisk miljö och skyddar från sådant som händer på markytan.

Äspölaboratoriet under jord

Underjordsdelen av Äspölaboratoriet består av en 3 600 meter lång tunnel. Den börjar på Simpevarps-halvön, där Oskarshamns kärnkraftverk ligger.

Under Äspö fortsätter huvudtunneln i två spiralvarv ned till ett djup av 460 meter. Längs huvudtunneln finns sticktunnlar och nischer där experiment och tester genomförs. Totalt är tunnlarna ungefär fem kilometer. Från Äspö forskarby finns även en hiss för persontransport ner i berget.



Fakta om Äspölaboratoriet

Tunnelns längd: Huvudtunneln är 3,6 kilometer. Den totala tunnellängden i Äspöberget är cirka 5 kilometer.

Djup: Tunnelnarna når ner till ett djup av 460 meter.

Byggår: 1986 påbörjade förberedelserna för byggandet av ett underjordslaboratorium på Äspö. Anläggningen byggdes mellan 1990 och 1994 och togs i drift 1995. Därefter har experimenttunnlar byggts ut successivt.

Byggteknik: Ner till 420 meters djup är tunnlarna sprängda. Sista biten ner till 460 meters djup är borrarad med en tunnelbormmaskin.

Berget: Äspöberget bildades för 1,8 miljarder år sedan och består av flera olika bergarter, främst granit och Äspödiorit.

Vattnet: Varje minut pumpar vi upp 1 000 liter vatten från tunneln. Vattnet har en salthalt på cirka två procent.



1 Bergutbyggnad

I Äspölaboratoriet har vi möjlighet att utveckla, testa och utvärdera olika metoder för tunneldrivning. Anläggningen har byggts ut vid flera tillfällen. Då har vi även passat på att testa olika metoder för att tätta och kontrollera berget. I Kärnbränsleförvaret måste väggar, tak och golv vara tillräckligt jämna för att tunnarna ska kunna återfyllas efter att kapslarna är på plats. Hur berget spricker upp vid tunneldrivningen kan också ha betydelse för hur berget leder vatten och därmed säkerheten i förvaret. Vid utbyggnaden 2011 till 2012 användes därför skonsam sprängning med mindre sprängladdningar närmast tunnelväggen.



2 Valvpluggen

I Kärnbränsleförvaret ska deponeringstunnarna förslutas med betongpluggar. I Äspölaboratoriet har vi testat flera pluggar. Den senaste är valvpluggen på 450 meters djup. Berget sågades med vajer innan pluggen kunde gjutas på plats. Tätheten testas under höga tryck, motsvarande de som kommer att råda i Kärnbränsleförvaret.

3 Spränga eller borra tunnlar

I Äspölaboratoriet finns både sprängda och borrade tunnlar. Borrningen ger en rundare och jämnare tunnelkontur vilket man kan se på 420 meters djup.



4 Att återfylla en tunnel

Det gick åt 1 700 lerblock och tog cirka fyra dygn att fylla en tolv meter lång tunnel. Det kunde man konstatera när metoden för att återfylla en deponeringstunnel testades i full skala i Äspölaboratoriet. SKB:s specialutrustade robot användes för försöket som var ett viktigt steg på vägen mot en industrialiserad process för driften av Kärnbränsleförvaret.



5 Experiment med betong

Det är inte bara använt kärnbränsle som kan slutförvaras i berggrunden. I Forsmark finns redan ett slutförvar för låg- och medelaktivt avfall. I Äspölaboratoriet studerar vi hur olika material som finns i det låg- och medelaktiva avfallet bryts ner i en slutförvarsmiljö och hur det kan påverka materialet i barriärerna, såsom bentonitlera. I ett tiotal hål på två olika platser i berget, har paket med betong, lera och andra material satts ner.

6 Prototypförvaret

I experimentet Prototypförvaret studeras hur slutförvarets olika delar fungerar tillsammans. I början av 2000-talet sattes sex fullstora kapslar ned i berget. Två av dem togs upp efter åtta år. Förutom detaljerade studier av kopparkapslarna analyserades också ett stort antal prover från materialet i tunnelns återfyllning och lerbufferten runt kopparkapslarna.





Bentonitprover förbereds i materiallaboratoriet.



Grundvattenkemi analyseras i kemilaboratoriet.

Ett laboratorium med möjligheter

Äspölaboratoriet är mer än en underjordsanläggning. På markytan finns Äspö forskarby med bland annat laboratorier för kemianalyser, materialundersökningar samt ett särskilt bentonitlaboratorium. Verksamheten sker ofta i samarbete med forskare och intressenter från andra länder och ambitionen är att öppna anläggningen för en bredare verksamhet i framtiden.

På markytan ovanför underjordstunneln ligger Äspö forskarby. Här finns bland annat förråd och kontorsbyggnader för SKB:s personal som arbetar med driften av Äspölaboratoriet, planering och administration av experimentverksamheten samt övrig service och säkerhet för personal och entreprenörer som arbetar vid anläggningen.

Här finns också SKB:s besöksverksamhet som tar emot besökare från i stort sett hela världen och ger guidade visningar av underjordsanläggningen.

Kemi och material analyseras

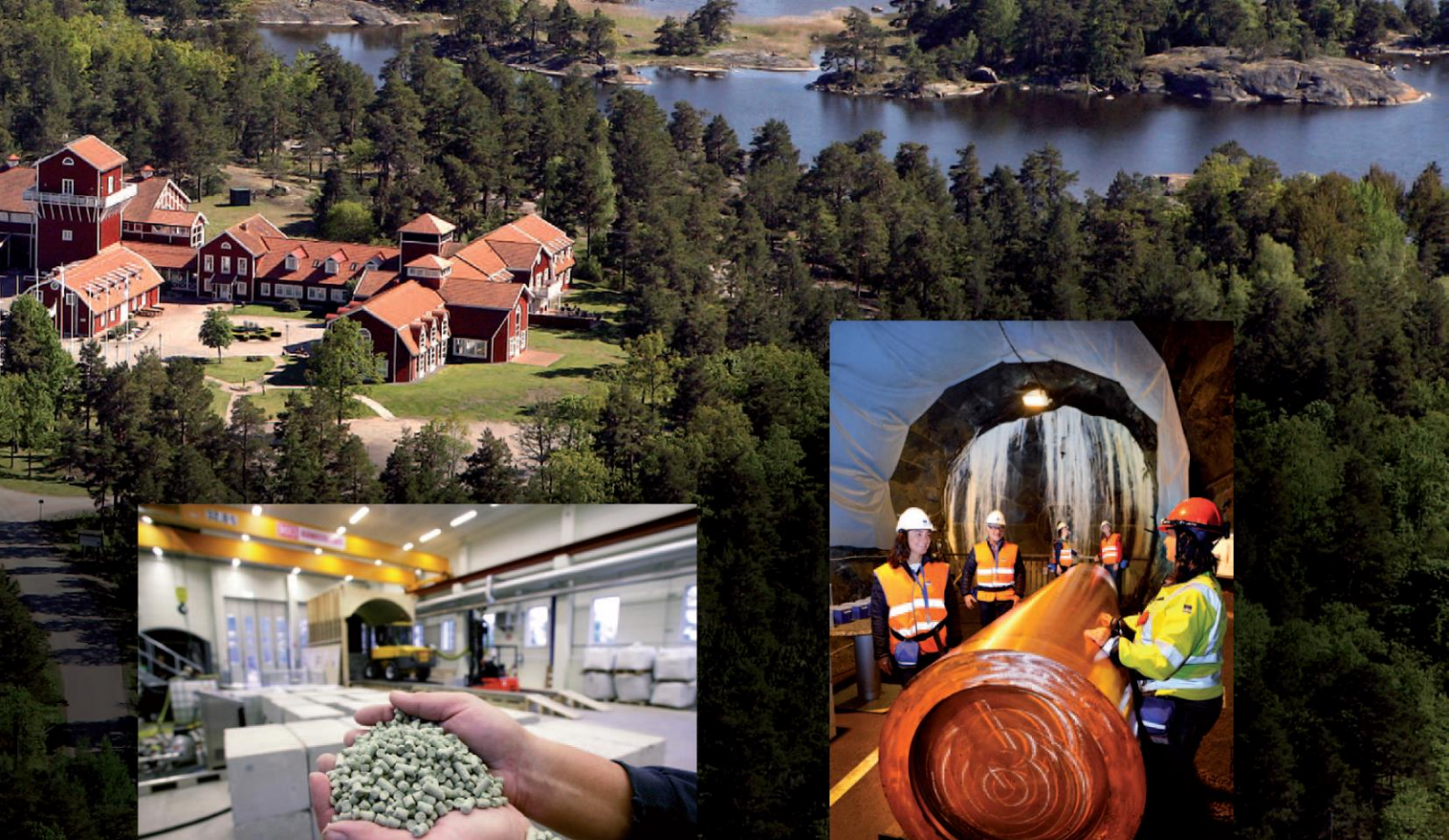
Som stöd för experimenten under jord finns ett kemilaboratorium. Personalen genomför såväl analyser som provtagning av grundvatten i tunneln och i omgivningarna runt Äspö, exempelvis i borrhål, vattendrag och i havet. Alla analysresultat samlas i en databas som gör att vi kan följa upp förändringar i grundvattenmiljön

i ett längre perspektiv. I anslutning till kemilaboratoriet ligger också ett materiallaboratorium. Det används för provtagning och analys av olika material, främst bentonitlera. Här sker både forskning med koppling till frågor kring slutförvarets säkerhet efter förslutning samt utveckling av metoder för kvalitetskontroller av leran.

Försök ovan mark

I berget i Äspölaboratoriet testas teknik och utrustning under slutförvarslika förhållanden. Ofta behöver vi också göra tester under mer kontrollerade förhållanden. Det gör vi i Bentonitlaboratoriet. I den 450 kvadratmeter stora hallen genomförs experiment och försök med bentonitlera i olika former. Här finns till exempel utrustning för att blanda bentonitmaterial och tillverka pelletar samt verktyg för att lyfta de större buffertringarna som ska omge kopparkapslarna.

I Bentonitlaboratoriet finns även modeller av



I bentonitlaboratoriet görs försök med bentonitlera i olika former.



Besökare tas emot från hela världen.

deponeringstunnlar i full skala och halv skala. Där testas teknik, metod och utrustning för att återfylla tunnlar med bentonitlera i form av block och pelletar. För att stapla bentonitblock finns en specialanpassad staplingsrobot. I golvet i Bentonitlaboratoriet finns dessutom två hål som ska efterlikna deponeringshål i Kärnbränsleförvaret. Där prövar vi deponeringsprocessen och kan exempelvis undersöka hur bentoniten reagerar vid olika vattenflöden.

Samarbete över gränserna

En stor del av verksamheten vid Äspölaboratoriet sker i samarbete med andra högskolor, universitet och organisationer. Forskningen som bedrivs här ligger i framkant internationellt sett och vi samarbetar därför med experter från Sverige och andra länder. Ett omfattande samarbete vad gäller teknik- och erfarenhetsutbyte finns också med SKB:s systerorganisationer i världen, främst vår finska motsvarighet Posiva. Vissa delar av forskningen vid Äspölaboratoriet sker genom EU:s ramprogram för forskning och teknik.

Det finns också möjlighet för andra forskare, företag och organisationer att genomföra egna försök i Äspölaboratoriet. Sedan 2007 sker detta genom

forskningsplattformen Nova Forskning och Utveckling som är ett samarbete mellan SKB och Oskarshamns kommun.

Framtidens laboratorium

SKB har nu kommit till en punkt då vi ser att vår användning av Äspölaboratoriet successivt kommer att minska i takt med att planerna för Kärnbränsleförvaret realiserar. För att underjordslaboratoriet på Äspö ska kunna leva vidare på sikt görs stora ansträngningar för att hitta nya användningsområden för anläggningen.

Tillsammans med lokala och regionala aktörer verkar SKB för att öka möjligheterna för externa intressenter att använda laboratoriet. En inriktning är att företag, forskare och andra samhällsaktörer i framtiden ska kunna nyttja anläggningen på motsvarande sätt som SKB gjort. Det kan innebära forskning eller teknikutveckling inom olika områden, eller att testa och demonstrera nya tekniska lösningar. Från akademiskt håll finns långtgående planer på att skapa ett nationellt geosfärlaboratorium med Äspö som utgångspunkt. Det ska utformas som en öppen forskningsinfrastruktur där forskare från Sverige och andra länder kan genomföra egna projekt.

*I Sverige använder vi sedan mitten av 1960-talet kärnkraftsproducerad el.
Det är SKB:s uppdrag att ta hand om det avfall som uppstår vid elproduktionen.
Det är vi som har haft nyttan av kärnkraften som ska ta ansvar för avfallet
– det ska inte lämnas till kommande generationer.*

skb.se

Stockholm 2017-03-04

Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter – en intervjustudie av representanter för bergbyggnadsbranschen

Inledning

SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) har nu kommit till en punkt där man ser att användningen av Äspölaboratoriet (Beskrivs nedan och i bifogad broschyr) successivt kommer att minska i takt med att planerna för Kärnbränsleförvaret i Forsmark realiserar. För att underjordslaboratoriet på Äspö ska kunna leva vidare på sikt görs stora ansträngningar för att hitta nya användningsområden för anläggningen. Tillsammans med lokala och regionala aktörer verkar SKB för att öka möjligheterna för externa intressenter att använda laboratoriet. En inriktning är att företag, forskare och andra samhällsaktörer i framtiden ska kunna använda anläggningen på motsvarande sätt som SKB gjort. Det kan innebära forskning eller teknikutveckling inom olika områden, eller att testa och demonstrera nya tekniska lösningar. Från akademiskt håll finns långtgående planer på att skapa ett nationellt geofärslaboratorium (NGL) med Äspö som utgångspunkt. Det är tänkt att utformas som en öppen forskningsinfrastruktur med driftfinansiering från Vetenskapsrådet, där forskare från Sverige och andra länder kan genomföra egna projekt.

SKB har planerat att använda Äspölaboratoriet tom 2023. SKB ser fördelar med att tidigt planera för omställningen av Äspölaboratoriets verksamhet i samspel med andra aktörer. Redan idag finns det möjligheter för andra forskare, företag och organisationer att genomföra egna experiment och tester i Äspölaboratoriet. Detta sker tills vidare genom forskningsplattformen Nova Forskning och Utveckling (Nova FoU) som är ett samarbete mellan SKB och Oskarshamns kommun sedan 2007

Som ett led i att hitta en stabil kommersiell grund för Äspölaboratoriet genomförs nu en intervju med representanter för den svenska bergbyggnadsbranschen. Syftet med intervjuerna är att få en bild av vad de aktörer som är verksamma inom den svenska bergbyggnadsbranschen ser för användningsområden med Äspölaboratoriet som test- och demonstrationsanläggning för bergteknisk forskning och utveckling.

Intervjustudien genomförs med stöd av följande frågor:

1. Hur ser ni på behovet av en nationell branschgemensam anläggning för tillämpad forskning, utveckling och innovation inom bergbyggnadsbranschen?
2. Vad ser ni att bergbyggnadsbranschen kan ha för nytta av att Äspölaboratoriet?
3. Tycker ni att ert företag/verksamhet skall utnyttja Äspölaboratoriets möjligheter?

4. På vilket sätt kan Äspölaboratoriet bidra till en utveckling i bergbyggnadsbranschen?
5. Ett bekymmer vid arbete med testbäddar och testmiljöer är att tiden från test till marknad ofta är lång. För att göra Äspö attraktivare så kan tiden från test till marknad vara en framgångsfaktor. Delar ni denna uppfattning och hur kan man göra så att testresultaten snabbare når marknaden?
6. Skulle ert företag se fördelar/hinder med att delta i ett arbete som vore gemensamt för industrin/akademin och statligt forskningsstöd för att utveckla Äspölaboratoriet till ett internationellt centrum för forskning och utveckling inom undermarksbyggande?
7. Om Äspölaboratoriet skulle utvecklas till en central forskningsplats för undermarksbyggande – vad tycker ni är viktigt att utveckla i form av stödsystem? Exempelvis datahantering, utvärderingsmetoder, lokaler, praktisk service, teststöd mm
8. Tycker ni att Äspölaboratoriet skulle vara mer intressant för era FoU-insatser om anläggningen kunde erbjuda mer ytligt förlagda tunnlar och nischer.
9. Ser ni konkurrensfördelar på den marknad som ni är verksam i att ha tillgång till en testanläggning som Äspölaboratoriet?
10. Vad ser ni som det största hindret för att utnyttja en testanläggning vid Äspö?
11. Ser ni några möjligheter i er bransch/marknad att kunna nyttja Äspölaboratoriet för fortbildningsverksamhet?

Bilaga 3

Äspölaboratoriets kommersiella möjligheter - intervjupersoner

Namn	Organisation	Aktör
Peter Lundman	Trafikverket	Beställare
Johan Bill	Trafikverket	Beställare
Johan Brantmark	Trafikverket	Beställare
Thomas Dalmalm	Trafikverket	Beställare
Mikael Ramström	Atlas Copco	Maskinleverantör
Ronny Andersson	Cementa	Materialleverantör
Ulf Håkansson	Skanska/ KTH	Entreprenör/ Akademin, adjungerad professor
Magnus Bergendahl	PEAB	Entreprenör
Staffan Hintze	NCC/ KTH	Entreprenör/ Akademin, adjungerad professor
Robert Sturk	Skanska och Svenska Bergteknikföreningen	Entreprenör
Tommy Ellison	BESAB	Entreprenör
Ulrica Nilsson	Tyréns AB	Konsult
Kjell Windelhed	ÅF Infrastructure AB	Konsult
Marie von Matérn	WSP Sverige AB	Konsult
Per Weihed	Luleå Tekniska Universitet	Akademin



Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

**INFRA
SWEDEN
2030**

**Program för Forskning Utveckling och
Innovation 2017-2020 för Stiftelsen Bergteknisk
Forskning – BeFo**

Program för Forskning Utveckling och Innovation 2017-2020 för Stiftelsen Bergteknisk Forskning - BeFo

1. Introduktion

Stiftelsen Bergteknisk Forskning - BeFo, har enligt stadgarna till ändamål att "främja och bedriva forskning och utveckling inom området bergteknik inklusive sprängnings- och sprängämnesteknik med tillämpning på berganläggningar ovan och under mark".

Ett flertal stora anläggningsprojekt i berg är idag igång, på väg att starta eller under planering. Det befintliga beståndet av anläggningar och gruvor att förvalta är avsevärt. Anläggningarna innefattar tunnlar, bergrum, schakter och skärningar för transporter, energi och gruvverksamheter. Bland det befintliga beståndet finns också anläggningar som byggs om för att användas i annat syfte än det ursprungliga, vilket kräver nyinvesteringar och förändrade insatser för drift & underhåll. För att klara ny- och ombyggnad, skötsel av befintliga anläggningar och uppfylla kraven på social, miljömässig och ekonomisk hållbarhet finns behov av kunskapsutveckling och kompetensförsörjning.

BeFos verksamhet och forskningsprogrammet i sin helhet syftar till att främja ett säkert, hållbart och ekonomiskt ledande "Bergbyggande" som stärker såväl huvudmännen, branschen, och samhället i stort. För att nå detta syfte krävs helhetssyn och att forskningsområdena går över gränserna mot andra discipliner än de rent bergtekniska.

Stiftelsens arbetsformer syftar till att underlätta implementering av resultaten på marknaden.

De projekt som beviljas är behovsdrivna - forskningsprogrammet är framtaget i dialog med BeFos huvudmän och med de tekniska högskolorna/universiteten. Forskningsprojekten utförs i nära samverkan mellan parterna vilket ger goda förutsättningar för resultatspridning.

KONTAKT Stiftelsen Bergteknisk Forskning – BeFo



Per Tengborg

Box 5501, 114 85 STOCKHOLM

Besöksadress: Storgatan 19

Tel: 0706-38 58 04

E-post: per.tengborg@befoonline.org

www.befoonline.org

2. Organisation

BeFo har sedan sin tillkomst på 70-talet varit en stabil och långsiktig aktör som varit drivande för att utforma en väl fungerande nationell forsknings- och innovationsmiljö inom branschen.

BeFos huvudmän utgörs av en bred krets av företag och organisationer med gemensamt intresse av att utveckla bergtekniken. De representerar myndigheter, ägare, projektörer, entreprenörer, energiproducenter och gruvföretag som är engagerade i planering och genomförande av olika typer av berganläggningar och som svarar för drift och underhåll av desamma. De stora beställarorganisationerna med Trafikverket, SKB och kraftindustrin genom Energiforsk avsätter som huvudfinansiärer medel för att i stiftelsens regi genomföra forskningsprojekt inom programmets olika områden, med i förlängningen nyttor för respektive organisations verksamheter.

BeFo har 3 utlysningar per år (april, september och december) då idéförslag och ansökningar om forskningsmedel skickas in. Syftet med idéförslagen är att forskaren ska kunna få ett utlåtande från BeFos programråd med bedömning av relevans, genomförbarhet och behov av forskningsidén, vilket är intressant vid en eventuell ansökan om medel. Ansökningar om forskningsmedel värderas och bedöms av BeFos programråd som rekommenderar styrelsen inför deras beslut om vilka projekt som ska tilldelas medel. Det förekommer att huvudfinansiärerna inom ramen för forskningsprogrammet utlyser riktade ansökningar inom för respektive verksamhet högt prioriterade forskningssatsningar.

Den budget som BeFo disponerar för befintliga och nya forskningsprojekt är i storleksordningen 10 Mkr per år. Det innebär att BeFo kan ha 30-40 pågående forskningsprojekt, varav drygt hälften är doktorandprojekt. Forskningsprojekten varierar tidsmässigt från kortare insatser på 1 år upp till 4-5 år för doktorandprojekt.

Medfinansiering från andra intressenter ser BeFo som positivt och en bred finansiering stärker normalt en ansökan även om det inte är ett krav.

Mer och aktuell information om BeFo, utlysningsdatum och dess verksamhet finner man på hemsidan, www.befoonline.org.

3. Framtagning av programmet och prioriteringar

Arbetsgång

Föreliggande program har tagits fram baserat på den ständigt pågående dialogen med forskarsamhället och branschen och genom särskilt arrangerade workshops med stiftelsens huvudmän. Programmet avser att vara en utgångspunkt för att enskilt eller genom samverkan med andra kompetenser ta fram projektförslag för förankring och prioritering i stiftelsens programråd och vidare beslut om genomförande, fattat av styrelsen. Programmet avser också att stimulera till att ta fram utvecklingsbara idéer som i samverkan med BeFo kan utvecklas till genomförbara forsknings- och utvecklingsprojekt.

Vision för 2035

Vårt samhälle står inför många svåra frågeställningar. Klimathotet, krav på hållbarhet med bl a bättre resursutnyttjande, trycket från en ökande befolkning och urbanisering som måste hanteras samtidigt som vi vill behålla en god levnadsstandard. I flera fall kan byggande som är kopplat till ett bättre utnyttjande av undermarken ge attraktiva lösningar. Tunnlarna för energiproduktion, berggrum för energilagring och avfallshantering, tunnlar för kommunikation och försörjning är exempel på lösningar som förväntas öka i framtiden. Den ökande urbaniseringen innebär att det börjar bli trångt även under mark vilket ställer särskilda krav på planering och genomförande av undermarkslösningar i tätbebyggda områden. Inom gruvverksamheten finns stora utmaningar, inte minst på grund av stora djup. Samtidigt blir gränserna för vad som är en acceptabel arbetsmiljö och miljöpåverkan allt snävare vilket innebär en risk att spannet för det genomförbara minskar. För att uppnå och upprätthålla en rimlig och uthållig balans och för ett effektivt utnyttjande av den naturresurs som berget utgör, behöver kunskapen att bryta och bygga i berg utvecklas.

Omfattningen av undermarksbyggandet ser vi öka väsentligt. Idag genomförs undermarksprojekt i berg i Sverige för mer än 7 miljarder per år, så det är en omfattande bransch. Effektiviseringar genom forskning och utveckling får därför en stor betydelse.

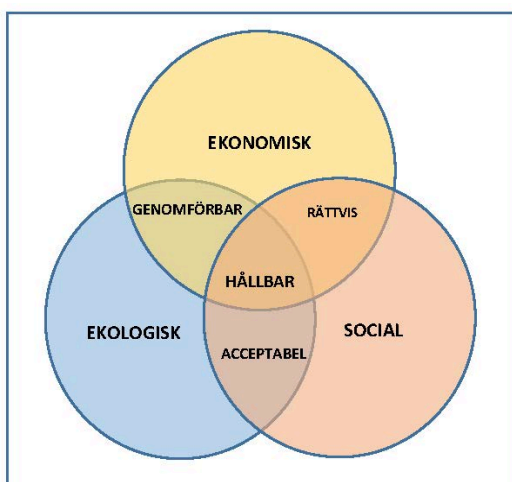
Baserat på en workshop och andra diskussioner med huvudmännen på temat "framtida mål och visioner" har en bild formats kring hur branschens utvecklingsnivå och status bör vara i ett längre perspektiv, om cirka 20 år det vill säga runt år 2035. Hur vill vi att bergbyggnadsbranschen ska se ut och fungera då? Ledord som hållbarhet, miljö och säkerhet i berganläggningar och byggverksamhet, effektivitet samt underhåll framträder som viktiga.

En vision i ett 20-års perspektiv för den verksamhet som BeFo bedriver kan sammanfattas som följande:

- Placering ny infrastruktur och publika anläggningar under jord kan stödja omdirigering av urban utveckling och stadsplanering. Robusta väl underhållna och väl fungerande underjordsanläggningar blir en viktig del av en hållbar samhällsutveckling.
- Genom att bibehålla en global konkurrenskraft för utbildning och forskning i samhällsbyggnad, anläggningsteknik, bergteknik samt en stark teknisk vidareutveckling av undermarksbyggandet så befrämjas en hållbar och robust samhällsutveckling som gynnar den nationella levnadsstandarderna.
- Väldokumenterade och beprövade riskbaserade metoder skall användas för att planera, projektera och bygga undermarksanläggningar och gruvor. Metoderna skall balansera projektens behov i ett livscykelperspektiv när det gäller produktionskostnader, funktion, förmåga att stå emot extrema händelser samt drift och underhåll. I stor utsträckning kommer analysarbete att genomföras av ingenjörer och samhällsplanerare i samverkan.
- Inom alla samhällsområden ser vi allt snabbare teknikskiften och en genomgripande digitalisering, som är drivkraften för nya typer av kompetens, tjänsteproduktion, arbetsmetoder och entreprenörskap. Robotik, datavision och mät-/sensorteknik skapar på sikt förutsättningar för automatiserade robotlösningar när det gäller anläggningar under jord, inte minst med hänsyn till befintliga åldrande anläggningar.
- Stor användaracceptans för infrastruktur och publika anläggningar i berg erhålls om underjordiska utrymmen planeras med utvecklad hänsyn till nytta, lättillgänglighet, vägvisning, säkerhet och estetik.

Helhetsperspektiv för hållbarhet.

Begreppet hållbar utveckling formulerades ursprungligen i den så kallade Brundtland-rapporten¹ såsom att den "är sådan utveckling som tillfredsställer nuvarande behov utan att äventyra kommande generationers möjlighet att tillfredsställa sina behov." I rapporten menar man också att det finns tre dimensioner av begreppet hållbar utveckling; ekologisk,



ekonomisk och social hållbarhet. Begreppet hållbarhet illustreras i bilden nedan. Har man samtliga delar med sig så har man en "hållbar" utveckling, tjänst eller produkt.

I samhället förväntas att branschen tar ansvar för social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet. Det behöver få genomslag inom forskningen så att val av metoder och material utgår från ett helhetsperspektiv. För att uppnå detta bör i större utsträckning olika kompetenser samverka.

Miljömässig eller ekologisk hållbarhet. Miljömässig hållbarhet kan vara att arbeta med klimatneutrala metoder och material samt energieffektiva maskiner. Gruvorna har idag kommit långt med eldrivna maskiner, men mer effektiva och därigenom miljövänliga metoder för uttag av berg och drivning behöver utvecklas. Val av byggmaterial bör också göras med hänsyn till hållbarhetsaspekten. Här kan utveckling och användning av "LCA-analys" (Life Cycle Assessment) vara ett sätt att komma vidare mot miljömässig hållbarhet i undermarksprojekten.

Social hållbarhet innefattar bland annat hälsa och säkerhet, rättvisa och jämlikhet. Ett väl planerat undermarksbyggande kan frigöra mark med väg- och spårområden till annan markanvändning för exempelvis bostäder, arbetsplatser eller rekreationsområden. Att skapa säkra och trygga miljöer i berganläggningar är en framtidsfråga där noll olyckor är ett mål. För en säker arbetsmiljö kan automatisering och robotisering vara nödvändigt för att undvika olyckor och incidenter. I det längre perspektivet möjliggör det "Zero entry" som innebär att inga människor vistas under jord i gruvor eller anläggningsprojekt.

En del i den ekonomiska dimensionen är effektiviteten i processerna som ger bättre ekonomi i undermarksbyggandet, det vill säga "mer berganläggningar för pengarna".-Här innebär effektivisering bland annat att man tydliggör processerna för planering, projektering, byggande och underhåll, så att branschen kan skapa bättre verktyg och arbetssätt för att

¹ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

uppnå väldefinierade mål med minskande arbetsinsats. ”FIA, Förnyelse i anläggningsbranschen” har samlat branschen, från byggherrar till leverantörer, kring insikten om att en förändring och förnyelse är nödvändig och möjlig. Här har det övergripande målet varit att få mer anläggning för pengarna och en stabil och uthållig lönsamhet hos leverantörerna. Trafikverket har därefter genomfört ”PIA – Produktivitets- och Innovationsutveckling i Anläggningsbranschen” som varit inriktat på deras verksamhet och där man haft ett specifikt ”Produktivhetsprogram för Bergkonstruktioner”. I dessa program har man bland annat identifierat behovet av effektivisering.

Underhållspekten är viktig för att trygga en säker och långsiktig drift. Hjälpmiddel för att bedöma val av material och utformning finns i form av verktyget ”LCC-analys” (Life Cycle Cost). Som stöd för tillämpning behöver indata tas fram, och då särskilt referenstabeller över historiska insatser (t.ex. ursprungliga investeringskostnader och utfört underhåll), och vidareutveckling av metoder för tillståndsbedömningar. Med hjälp av verktyget så kan undermarksanläggningar utformas för ett rationellt och effektivt underhåll.

4. Infrastruktur för forskning, utveckling och demonstration

Nya idéer till produkter, metoder och processer behöver utvecklas genom test och demonstration under verkliga förhållanden. Traditionellt i BeFo-projekt görs det ofta i samband med byggskedet i projekt. Det kan innebära olika restriktioner som t ex tidspress, bristande tillgänglighet i både tid och rum, svår arbetsmiljö mm som kan begränsa värdet av testen och demonstrationen. Ett alternativ är att använda sig av speciella berganläggningar för forskning, utveckling och demonstration där verkliga förhållanden råder eller kan simuleras.

Äspölaboratoriet som under många år varit en forskningsanläggning för SKB är nu en test- och demonstrationsanläggning tillgänglig för akademi, företag och tekniska institut, något som avses utvecklas än mer.

BeFo uppmanar att nyttja test- och demonstrationsanläggningar för att förbättra förutsättningarna att realisera innovationer och implementering av ny teknik inom infraområdet, gruvor och kraftindustrin.

5. Forskningsområden

Nedan beskrivs de aktuella, delvis överlappande, forskningsområdena. Inom samtliga områden kan förekomma projekt för mer grundläggande utveckling av förståelse och kunskap, liksom projekt som är direkt inriktade mot praktisk tillämpning.

1. **Undermarksplanering**
2. **Byggprocessen**
3. **Undersökning och karakterisering under planering, genomförande och drift**
4. **Bergförstärkning och dimensionering**
5. **Tätning samt vatten- och frostsäkring**
6. **Berguttag och gruvbrytning**
7. **Drift och Underhåll**
8. **Material – funktion och beständighet**

De ovan redovisade aspekterna social, ekonomisk och miljömässig hållbarhet inklusive säkerhet och arbetsmiljö är genomgripande och av största betydelse för branschens och samhällets utveckling. De ses dock inte primärt som egna forskningsområden utan som aspekter som är av hög relevans för samtliga åtta mer fackinriktade forskningsområden. Aspekterna ska därför alltid analyseras, beaktas, belysas eller på annat sätt behandlas inom varje forskningsprojekt. Syftet är alltså att ge ökad tyngd åt helhetssyn och hållbarhet.

Det förväntade resultatet, sett ur ett hållbarhetsperspektiv, ska också belysas i forskningsansökan. I det fall kompetensen för relevanta hållbarhetsaspekter för forskningsområdet saknas, ska man informera sig om hur forskningsprojektet kan få med det i såväl ansökan, projektets genomförande och i slutresultatet.

För genomslag i branschen räcker det inte att byggherrar, projektörer och entreprenörer jobbar för förbättrad hållbarhet. Det behöver komma in redan i forsknings- och utvecklingsstadiet när nya angreppssätt, utformningar och lösningar tas fram. Att i forskningen ge tyngd åt hållbarhet förväntas inte bara leda till att forsknings- och utvecklingsresultaten är "hållbarhetssäkrade", utan även stimulera till eget hållbarhetstänkande och befrämja helhetssynen i branschen.

1. Undermarksplanering

Städerna växer och förtätas, vilket är mycket påtagligt i Sveriges största städer. En tätare stadsstruktur kan bidra till en hållbar stadsutveckling men ställer krav på god tillgänglighet till stadens utbud. Här bidrar klokt planerade och genomförda undermarkslösningar till att ge en god livsmiljö.

Det är kommunerna som har huvudansvaret för planeringen av användningen av mark och vatten. Det handlar om att uppnå en attraktiv stadsmiljö och samtidigt klara nationella och regionala klimat- och miljömål. Genom att förlägga vissa funktioner under mark kan man uppnå bättre utnyttjande av marken ovan jord samtidigt som man bygger upp ett välfungerande samhälle med goda levnadsvillkor.

Behov

Undermarken är en ändlig resurs även om man kan expandera till djupare nivåer. Det är därför viktigt att ha en god planering där man dokumenterar befintliga anläggningar, "tar höjd" för kommande undermarksanläggningar i närtid och även reserverar plats för framtida tänkta behov. Utan en långsiktig undermarksplanering finns risken att de mest attraktiva lägena blockeras av byggherrar som bygger först enligt principen "först till kvarn". Risken är då, att hänsyn till samhällsintresset på längre sikt inte beaktas och att attraktiva lägen "förbrukas" och blockeras för andra, kanske viktigare, ändamål. Återanvändning av befintliga anläggningar till andra ändamål är också ett exempel på resurshushållning, t ex konvertering från skyddsrum till museum.

Den fysiska planeringen sköts av kommunerna som har ett planmonopol. Här upplevs en brist avseende dels den långsiktiga planeringen av undermarken och dels den nödvändiga integrationen av det som befinner sig ovan respektive under jord. Ett internationellt begrepp för en plan avseende områden under jord är "Underground Master Plan". Vi saknar motsvarande i Sverige men det finns goda exempel på andra platser, t ex i Helsingfors och Singapore. Vi ser behov av forskning och utveckling inom undermarksplanering och integrering med övrig kommunal planering.

Forskning och utveckling behövs vidare för att ta fram olika underlag för undermarksplanering: Digitala verktyg som jobbar i 3D för att beskriva och knyta ihop områden inklusive de osäkerheter kring bergbyggande som planerare behöver ta hänsyn till. En generell metodik för att hantera dessa frågor saknas.

I planeringsprocessen behöver konsekvenserna av förändringarna beskrivas och bör omfatta sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter. Den sociala konsekvensbeskrivningen behöver belysa förhållanden som uppkommer när människor vistas under mark, och det finns idag inte mycket forskning i Sverige eller internationellt inom detta område. Exempelvis innebär avsaknad av dagsljus och möjligheten att orientera sig i förhållande till omgivningen omständigheter under jord som man behöver ta hänsyn till. Därför är utformning och gestaltning viktig för att anpassas till människans upplevelser och skapa positiva miljöer som man söker sig till.

2. Byggprocessen

Med byggprocessen avses här skedena från projektering av en anläggning till och med att relationshandlingar färdigställts.

En stor mängd bergprojekt kommer att realiseras det närmaste årtiondet. Samtidigt lider branschen av att flera genomförda projekt har präglats av förseningar och kostnadsökningar. Det finns flera orsaker till att det är svårt att göra riktiga bedömningar i tidiga skeden. En utredning om viktiga "framgångsfaktorer i bergbyggandet" visade att det ofta beror på relationerna mellan olika parter i planerings- och byggprocessen. Nya former för samverkan mellan byggprocessens olika parter har prövats, delvis inom ramen för FIA (Förnyelse Inom Anläggningsbranschen), och med det gemensamma intresset att bygga anläggningar som motsvarar allas förväntningar, dvs. en slutprodukt som uppfyller ställda krav inom planerad budget och som för leverantörerna kan tjäna som referens för kommande arbeten. Kommunikation och samverkan i branschen och mellan denna och samhället med politiker och allmänhet, skall förbättras.

Behov

Exempel på behov kan vara; att utveckla bättre former för ersättning, kvalitetskontroll, riskvärdering och riskfördelning specifikt för bergtunnelprojekt som är anpassade till den interaktiva process som krävs i och med att bergförhållandena inte är fullt kända på förhand. Funktionskrav har kommit in i branschens handlingar på senare tid och styr byggprocessen.

Byggande med "observationsmetoden", innebär att man utgår från en dimensionering av förstärknings- och tätningsinsatser, som justeras efter i förväg förberedda förändringar i dimensioneringen om observationer av konstruktionens beteende i byggskedet görs. Det finns ett behov av att utveckla ersättningsformer som bättre än idag är anpassade till denna metodik och som tydligt klargör riskfördelning och ansvar i och med att designen successivt förändras. Hur definierar vi kraven på konstruktionen och hur verifieras det? Ersättningsformer och riskfördelning har visat sig särskilt angeläget i samband med injekteringsarbeten. Det kan avse att i bygghandlingar tydligare precisera vad som i olika skeden är beställarens respektive entreprenörens ansvar (funktion, mängder, tidsåtgång etc.). Det finns behov av en övergripande diskussion om former för planering och genomförande av bergprojekt med utgångspunkt i hittillsvarande erfarenheter och möjligheter till optimering av hela processen. I detta ingår frågan om acceptans baserad på en väl fungerande kommunikation och samverkan med samhälle och allmänhet med ett hållbarhetsperspektiv. Förundersökningarnas omfattning och roll i planeringskedet och hur informationen används i den fortsatta processen bör analyseras. Hållbarhetsperspektivet behöver genomsyra projektet och analys av metoder, material och påverkan bör alla vara med tidigt i ett projekt och därför finns behov av LCA-analys (Life Cycle Assessment) som också kan komma till nytta i de tillståndsprocesser ett projekt går igenom.

Digitala modeller och databaser används idag i hela byggprocessen och är ett tillskott för kvalitetssäkring och dokumentation av processerna. Men här behöver användbara metoder och rutiner utvecklas för ett branschgemensamt synsätt och nyttjande.

3. Undersökning och karakterisering under planering, genomförande och drift

Berg- och undermarksbyggande är beroende av omsorgsfulla undersökningar och förhandsbedömningar av bergförhållanden i olika skeden av byggprocessen, såväl i planeringskedet, som under byggande och i drift- och underhållsskedet.

Behov

Exempel på behov kan vara att; skapa bättre bas för bedömningar grundade på ingenjörsgelogisk erfarenhet och väl sammanvägda undersökningsinsatser både före och under byggandet, men också i driftskedet för planering av underhåll. Möjligheter till bättre informationsinsamling, tolkning av insamlade data, utveckling och användning av nya verktyg samt visualisering av resultat är angelägna att prova för att främja bättre planering och beslut i olika skeden av bergprojekt. Lagring och tolkning av data i 3D-4D används redan idag i anläggnings- och gruvbranschen från planering till byggande och drift. Metoderna behöver utvecklas och implementeras för säkrare kvalitetssäkring, prognoser och dokumentation genom hela projekt och för framtida projekt. Möjligheten att få realtidsprognoser av berginnehåll och dess egenskaper vid berguttag kan också möjliggöra produktion som är bättre avseende såväl arbetsmiljö som effektivitet.

Flera egenskaper undersöks i fält eller på laboratorium. Hit hör bergmekaniska och andra fysikaliska egenskaper som kräver speciell teknik och behandling av primärdata. Det finns behov av bättre modeller och teknik för datainsamling samt tolkning och visualisering av information med syfte att snabbt, i realtid, ge beslutsunderlag med tydlig redovisning. Material som också åskådliggör tillförlitlighet hos data och ger mer fullödig information.

Tolkning och redovisning av undersökningsresultat, kopplas till hur data bäst utnyttjas vid successiv uppdatering av konceptuella modeller för karaktärisering av bergmassan och dess bergmekaniska och hydrogeologiska egenskaper. Ingen metod kan ge all information som är mätbar utan olika metoder kompletterar varandra och här ger samtolkning förbättrade kunskaper om de geologiska förhållandena – något som behöver utvecklas.

Nya metoder att "avslöja bergets inre struktur och egenskaper" med utnyttjande av teknik från andra teknikområden görs och bör prövas ytterligare, till exempel för oförstörande provning och kvalitetskontroll av material och produkter från annan industri eller utvecklingsverksamhet. De kan vara baserade på beprövad eller ny teknologi och användbarheten bör prövas i fält för att demonstrera den praktiska nyttan.

Behov av bättre undersökningar gäller i olika skalor och skeden, från övergripande information under tidig planering till tillståndsbedömning av närzonen (inklusive effekter av sprängkador) av en anläggning som stöd för bedömning av förstärknings- och tättningsinsatser och senare för planering och utförande av underhållsarbeten.

4. Bergförstärkning och dimensionering

Bergförstärkning och dimensionering avser berganläggningar under jord men även grundläggning på berg och bergsslänter, samt förstärkning vid erosionsproblematik.

Det "bärande huvudsystemet" i en berganläggning består som regel av bergmassan i samverkan med förstärkning. Dimensioneringen kan därmed inte grundas på samma typ av beräkningar som för andra byggnadsverk av stål, betong etc., bland annat därför att lasteffekt och motståndsförmåga inte är entydiga och oberoende. Andra svårigheter hänger samman med att bergmassans egenskaper styrs av bergets sprickstruktur och att dess egenskaper och kvalitet bestäms genom fåtalsprovning och därtill är skalberoende. Beständighetsfrågor ska beaktas och det kräver kunskap om fysikaliska och kemiska nedbrytningsprocesser för de material som ingår i konstruktionen. Frågor om materials brandtålighet ska också beaktas i samband med projektering och byggande och det är ett område att utveckla vidare.

Behov

Exempel på behov kan vara att; Utveckla metoder, tekniker och praktiska framgångsvägar för säker förstärkning och kontroll av förstärkning över tid. Utveckling och tydliggörande av dimensioneringsmetodik som uppfyller krav och förutsättningar enligt Eurokod 7. Men även utveckling av grunderna för observationsmetoden för praktisk tillämpning i bergmekanisk design. För att uppfylla normens krav krävs fördjupade kunskaper inom undersökningsteknik och tolkning av resultat (se "Undersökning och karakterisering under planering, genomförande och drift"), liksom för karakterisering av bergmassans egenskaper, och användning av materialmodeller för berg och förstärkning samt beräknings- och verifieringsmetoder. Förstärkningselement och system som är eftergivliga och kan hantera dynamiska laster, så kallad dynamisk förstärkning, behöver utvecklas för bergmassor med höga spänningar. Det är framförallt aktuellt för gruvor och t ex olika former av lageranläggningar.

Frågan om bergmassans egenskaper och hur de hanteras i konceptuella modeller är komplex och rymmer en mängd frågeställningar som materialmodellens osäkerhet. Beräkningar kan göras med analytiska lösningar eller numeriska metoder, i båda fall behövs metoder för att beräkna spridningar utifrån stokastiska fördelningar anpassade för praktisk tillämpning. Samverkanskonstruktioner kan ses i två huvudgrupper, dels den situation som är vanligast i vårt land, att bergmassan har den primärt bärande funktionen, som säkras med en samverkande bult- och ytförstärkning (sprutbetong), dels situationer när bergets bärförmåga är otillräcklig och det krävs en förstärkning som dimensioneras baserad på samverkan, vanligen med utgångspunkt i bergets responskurva (Ground Reaction Curve). I anslutning till samverkansfunktionen finns frågor kring förstärkningselementens bärförmåga i aktuella last- och deformationstillstånd. Hit hör exempelvis fiberarmerad sprutbetongs deformationsegenskaper och last-upptagande förmåga.

5. Tätning samt vatten- och frostsäkring

Forskningsområdet "Tätning samt vatten- och frostsäkring" för berganläggningar är nära förknippat med flera hållbarhetsaspekter och kan exemplifieras med grundvattenpåverkan, effektivt bergbyggande, säkerhet, rationell drift och underhåll.

Hantering av vatten i berg vid anläggande och drift av tunnlar, bergrum, dammar och vissa bergskärningar har som regel ett objektsanpassat täthetskrav som följer av aktuella grundvattenförhållanden och funktionskrav på anläggningen. Funktionskrav kan vara tekniska, ekonomiska eller säkerhetsrelaterade, t ex inga droppar eller isbildning på installationer/vägbana eller kostnad för utpumpning av inläckande vatten. Ibland avses estetiska funktionskrav som dropp eller fuktfläckar. Kravet på täthet kan ofta uppfyllas i två delar, där 1) förhindrad grundvattenpåverkan kan klaras genom tätning av sprickor i berget, medan 2) funktionskravet för berganläggningen kan åstadkommas genom vatten- och frostsäkring med dräner eller olika former av inklädnad.

Behov

För tätning av med hjälp av injektering finns sedan tidigare "BeFos injekteringsprogram – Kompetensuppbyggnad och forskning 2012-2022" som i helhet beskriver behov och förslag till insatser specifikt inom berginjektering och vi hänvisar till det programmet som återfinns på BeFos hemsida "www.befoonline.org". Sedan programmet publicerades 2012 har forskning, utveckling och kompetensuppbyggnad inom området bedrivits och inriktningen i programmet gäller fortfarande. Kontakta BeFos kansli för ytterligare information.

Exempel på behov avseende vatten- och frostsäkring kan vara att utveckla alternativa lösningar för dräner och inklädnader där man också beaktar de långsiktiga drift- och underhållsaspekterna. Nya material som tas fram ska också nå upp till de specifika krav på brandtålighet som ställs för den aktuella placeringen.

Tätning samt vatten- och frostsäkring i berganläggningar kräver en helhetssyn där ofta mer än en åtgärd behövs för att få fram en lösning. Det finns ett behov av funktionsteknisk, ekonomisk och produktionsteknisk utvärdering av använda tätningssystem. LCC-metodiken kan användas för att utvärdera olika alternativ, t ex injektering, dräner, inklädnad eller lining ur ekonomiskt perspektiv. Mot detta kan ställas alternativet att övergå till infiltration. Systemtänkande används idag på vissa håll men metodiken kan förfinas och ges bättre indata.

6. Berguttag och gruvbrytning

Två olika drivningsmetoder dominerar bergbyggande under jord i Skandinavien idag. Borring/sprängning och fullortsborring med TBM. Den konventionella metoden att borra och spränga har utvecklats genom att allt effektivare metoder och utrustningar för borring och väsentligt bättre tekniker och kunskap om sprängning. Exempelvis har borrsjunk-hastigheten ökat kraftigt.

Alternativa metoder för att ta ut berget är linsågning och hydraulisk spräckning, metoder som framgångsrikt använts i urban miljö med speciella krav på en liten bergtäckning till kringliggande bergutrymmen. De metoderna är tillsammans med fullortsborring med TBM mer skonsamma mot berget men tillämpningen är ännu relativt begränsad i Norden. Skonsammare metoder innebär en mindre uppsprickning och begränsad EDZ (Excavation Damage Zone) vilket i sin tur begränsar den förstärkning som krävs och förmodligen också en begränsning av inläckande vatten genom det kvarvarande berget.

De metoder som används bör bedömas utifrån ett hållbarhetsperspektiv, dvs med avseende på ekonomiska, miljömässiga och sociala aspekter, till exempel arbetsmiljö. Det kan innebära att det som igår var "rätt" metod inte håller måttet idag vilket ställer krav på forskning och utveckling inom området.

Behov

Framdriften av en tunnel eller en ort representerar ett stort värde och här är tidsaspekten en väsentlig ekonomisk faktor. Exempel på behov kan vara att; minska tiden för framdrift och därmed spara väsentliga kostnader. Byggandet bör vara skonsamt mot kvarvarande berg och anläggningar i närheten. Metoden för framdrift påverkar arbetsmiljö, yttre miljö, drift och underhåll, täthet och förstärkningsbehov. Det innebär behov att utveckla metoder, teknik och praktiska framgångsvägar för framdrift i syfte att minimera tid och kostnader för själva drivningen samt för tätning, förstärkning och för att skapa bästa möjliga resultat avseende den färdiga anläggningen, och dess kostnader och säkerhet i ett livscykelperspektiv. Vibrationspåverkan på omgivande konstruktioner och tredje man är viktig så man erhåller en optimal sprängning/framdrift med hänsyn till omgivningspåverkan. Här finns behov av bättre analysverktyg.

Gruvbrytningsmetoder behöver utvecklas för hållbarhet (arbetsmiljö, miljö etc) och förbättrad lönsamhet. Utvecklingen i gruvor leder ibland också till en utveckling av metoder i anläggningsbranschen. Maskinernas utveckling av den digitala styrningen och kommunikation med andra enheter kan möjliggöra en utveckling av processerna.

Utifrån ett arbetsmiljöperspektiv behövs säkrare metoder och utrustning utvecklas för olika moment i tunneldrivningscykeln. Helt säker arbetsmiljö kan man först skapa genom att personal aldrig vistas under jord, på engelska "Zero Entry", ett forsknings- och utvecklingsområde som kan innebära ett genombrott avseende arbetsmiljön för bergarbete.

7. Drift och Underhåll

Drift- och underhållskostnaden för berganläggningar ökar och det är väsentligt att söka bedöma vilka insatser som är riktiga att göra redan under bygg- och installationskedet jämfört med de som kommer att behöva göras under drift- och underhållsskedet. Kostnadsaspekten är viktig och det finns flera etablerade metoder för att väga samman investeringskostnader med förväntade kostnader för drift och underhåll. Systematisk LCC-analys (livskostnadsanalys) ska utföras, d v s redan under projektering då material och utförande slås fast. Metoden har tillämpats i samband med några undermarks- och tunnelprojekt. LCC-analysen bör följas upp med vad som verkligen byggts och med eventuella reparationer/byten så att den är uppdaterad.

Många befintliga anläggningar har uppnått sådan ålder att mer genomgripande underhållsinsatser kan vara aktuella, det gäller särskilt vattenkraftanläggningar där många varit i drift sedan mitten av nittonhundratalet, och många väg- och spårtunnlar. Enbart ålder eller tid är inte avgörande för behovet av underhåll. I dag talar vi om tillståndsbaserat underhåll och då är metoder för tillståndsbedömning intressanta. Vilken information fordras för planering, uppföljning och ledning av underhållsarbeten? Hur kan en optimal avvägning ske mellan kostnader för investering, underhåll och risk? Dessa frågor visar att drift och underhållsfrågorna bör vara med under såväl projektering och byggande för att få god inspekterbarhet och bygga underhållsvänligt.

Behov

För att svara upp mot lagens krav och företagsekonomiska villkor är modeller för analys av livscykelkostnader viktiga verktyg. Tillämpning av modellerna kräver tillförlitliga indata. Krav på sådana data från berganläggningar behöver specificeras och prövas i tillämpning av dessa modeller. Exempel på behov kan vara att; utveckla strategier och metoder för att fastställa anläggningars status med hänsyn till underhållsbehov. Det behövs metoder för tillståndsbedömning av berg och förstärkning efter exponering under längre tid och under olika yttre påverkan. Nedbrytningsprocesser och beständighet hos "det bärande huvudsystemet" (berg med samverkande förstärkningar) samt injektering, behöver behärskas för att kunna bedöma underhålls- och reparations behov. Metoder för tillståndsbaserat underhåll av berganläggningar och informationslogistik i samband med underhåll bör utredas och utvecklas. Det finns behov av reparations- och förstärkningsmetoder anpassade till begränsad tillgänglighet i utrymme eller tid, speciellt i trafiktunnlar. Specifika behov finns för statusbedömning av vattenfyllda tunnlar och undergrund vid dammar samt vid skärningar och utloppskanaler med erosionsförlopp. Tillståndsbedömning och åtgärder för bergskärningar. Erfarenhetsåterföring genom dokumentation från inträffade ras i tunnlar och andra skadefall bör utnyttjas.

8. Material – funktion och beständighet

Detta avsnitt avser materialprovning av etablerade material men även nya utifrån dess funktion och beständighet.

Flera av de material som används för bergförstärkning, tätning och inklädnad är väl beprövade och etablerade i anläggningsbyggandet. I vissa fall är dock egenskaperna mindre väl dokumenterade och specificerade till exempel i fråga om beständighet och brandtålighet. Nya material behöver jämföras med konventionella och specificeras utifrån funktionskrav.

Materialvalet för berganläggningar görs traditionellt efter arbetsmiljö, funktion, beständighet och ekonomi, men en parameter som idag behöver tas med i bedömningen är ekologisk hållbarhet.

Behov

Exempel på utvecklingsbehov; att klara funktionskrav på brandtålig vatten- och frostsäkring. Olika material och kombinationer behöver prövas i prototyp- respektive fullskala. Sprutbetong, ofta fiberarmerad, används frekvent för bergförstärkning. Ändå finns behov av mer kunskap om sprutbetongens egenskaper i olika avseenden för att ge ett bättre dimensioneringsunderlag, med hänsyn till bärförmåga och beständighet. Det kan avse deformationsegenskaper med olika typer av fiberarmering, möjlighet till töjningshårdnande, krympningsegenskaper, vattentäthet och urlakning, tålighet mot frost och brand, alternativa tillsatsmedel och ballast samt korrosion hos fiber- och nätarmering. Det kan vara intressant att undersöka användning av tunna sprutade membran som alternativ till sprutbetong. För bultförstärkning är korrosionsförlopp bara delvis klarlagda, behov finns av icke förstörande provning. Det är intressant att se på och prova nya material för bergförstärkning i olika former och tillämpningar. Materialbrott vid laster under brottlast och i utmattning etc. är av intresse att undersöka. Beständighetsfrågor kring injektering kan avse ren berginjektering men också kontakt-injektering mellan berg och betong. Specifika problem gäller för urlakning av injekterings-skärmar med tiden, något som påverkar den annars så goda livslängden.

En fördel med berganläggningar under jord är att de ofta har en mycket lång livslängd, vilket är en ekologisk fördel som ska balanseras mot det klimatavtryck som användning av stål och betong medför. Behovet av materialutveckling med nya material som har såväl god beständighet som liten klimatpåverkan är stort och gäller bergbyggnadsbranschen men också hela samhällsbyggnadssektorn.

BILAGA 3

Avsiktsförklaring från entreprenadbolagen Skanska, NCC och Peab, 2017-10-12

12 Oktober 2017

Svensk Kärnbränslehantering AB

Mats Ohlsson

Box 929

SE-572 29 Oskarshamn

Avsiktsförklaring rörande Byggindustrins intresse för Äspölaboratoriet

Skanska AB, NCC AB och Peab AB är dominerande Svenska entreprenadbolag som har verksamhet inom undermarksbyggande. Vi är samtliga medlemmar i branschorganisationen Sveriges Byggindustrier (BI). Vi vill med denna avsiktsförklaring visa att vi har ett starkt intresse av fortsatt FoU-verksamhet vid Äspölaboratoriet inom hållbart undermarksbyggande.

Våra företag har under 2017 följt förstudien om Äspölaboratoriets framtid som SKB utfört med stöd av VINNOVA genom InfraSweden2030. Vår uppfattning från denna förstudie är att det är viktigt för svensk byggindustri att Äspölaboratoriet finns kvar och vi stödjer en fortsatt verksamhet av Äspölaboratoriet. Den kan då fortsätta att verka som en nationell testbädd inom hållbart undermarksbyggande. Vi vill speciellt framhålla att framtidens undermarksbyggande i ännu högre grad kommer att inriktas mot att vara ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart och att livscykelkostnader skall minimeras.

Byggbranschen saknar idag ofta möjligheter att utföra storskaliga fältförsök under realistiska förhållanden. Dagens försök måste därför utföras inom ramen för pågående byggprojekt och är då vanligtvis i vägen för produktionen, vilket resulterar i tidspress och bristfälliga resultat. Äspölaboratoriet medför unika möjligheter, där FoU kan utföras under realistiska förhållanden i lugn och ro, exempelvis inom följande områden:

- **Automation - borrhning, förstärkning, lastning, etc.**

Automatisering av byggbranschen kommer att ställa nya krav på robusthet på robotar och dess verktyg. Tester kan utföras under "tuffa" förhållanden i tunnlarna i Äspö, beträffande dåliga ljusförhållanden, fuktighet, damm och olika obstruktioner. Fokus på mobilitet och sensorer kommer att vara viktigt inom byggautomation, vilket redan utförts av SKB inom ramen för sitt arbete med kärnavfall.

- **Energilager - fullskaleförsök**

Lagring av varmvatten i bergrunden är ett utmärkt sätt att lagra energi från t.ex. spillvärme, sol och vindkraft. Olika beståndsdelar och komponenter kan testas i Äspö för att verifiera analytiska och numeriska lösningar genom fullskaleförsök. Här kan Äspölaboratoriet spela en viktig roll.

- **Injekttering - implementering av forskningsresultat**

Svensk injektteringsforskning är världsledande men resultat har ännu inte fått tillräcklig spridning i praktisk tillämpning. Ett steg för att erhålla bättre spridning är att demonstrera nyttan genom att utföra fullskaleförsök i en väldokumenterad bergmassa. Här kan Äspölaboratoriet spela en viktig roll.

- **SmartSustainableCities - ABC 2.0**

I framtidens smarta städer bör allt som inte är attraktivt förläggas under jord. Funktionen av dessa kan testas och verifieras genom fullskaleförsök. Här kan Äspölaboratoriet spela en viktig roll.

- **Drivningscykeln - innovationer, effektivisering, konkurrenskraft**

Svenska entreprenörer måste kunna konkurrera inom undermarksbyggande med lägre kostnadsnivåer. Möjligheten att uppnå detta är innovationer som kan testas och verifieras i Äspö.

- **Hållbarhet**

Framtidens undermarksbyggande kommer i allt högre grad att präglas av krav gällande hållbara material och byggprocesser. Svensk byggindustri behöver utveckla detta under kontrollerade förhållanden utanför den dagliga projektverksamheten. Att testa detta avser såväl ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Fokus på låga livscykelkostnader kommer att vara i centrum i framtidens undermarksbyggande.

- **Drift och Underhåll**

Låga drift- och underhållskostnader är centralt för ett framtida hållbart undermarksbyggande. Genom Äspölaboratoriet kan industrin i samarbete med beställarorganisationen testa olika material och processer för att uppnå låga drift- och underhållskostnader. Här kan Äspölaboratoriet spela en viktig roll.

- **Elektrifiering, förarlöst**

Samhället går mer och mer mot förarlösa fordon, vilket av säkerhetsskäl även borde innefatta undermarksbyggande. SKB har redan testat detta i Äspö och den verksamheten borde fortsätta och omfatta fler typer av fordon.

- **Boende under jord**

Brist på tillgänglig mark på ytan kommer att innebära att alltmer förläggs under mark och i berganläggningar. Detta är en viktig FoU-uppgift att testa i Äspölaboratoriet. Man kan därmed undersöka ett framtida boende under mark i samspel med hållbart samhällsbyggande.

Vi vill med vår avsiktsförklaring uttrycka vårt stora intresse för att Äspölaboratoriet kan drivas vidare i samspel mellan byggindustrin, SKB och Sveriges beställare för ett framtida hållbart undermarksbyggande.

Med vänlig hälsning,

Ulf Håkansson
Skanska AB

Staffan Hintze
NCC AB

Magnus Bergendal
Peab AB

BILAGA 4

Minnesanteckningar (fyra) från NGL workshops och seminarier

Minnesanteckningar - NGL-dag Chalmers 2016-02-11

Sammanfattning av gruppdiskussioner

Följande frågor skulle diskuteras:

1. Vad kan jag/min organisation/grupp göra?
2. Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

Grupp 1

Rapportör: Lars O Ericsson

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Förutom att erbjuda en kunskapsplattform för geovetenskapliga/naturvetenskapliga processer kan man även bredda mot samhällsnytta i vidare mening, t.ex. planprocesser.
- Specifika forskningsuppdrag i tunneln skulle t.ex kunna behandla att leva och bo under jord. ITACUS är organisation som arbetar för att skapa större intresse för publika utrymmen under jord. <http://www.ita-aites.org/en/wg-committees/committees/itacus>.
- Möjligheter att studera spridning av föroreningar in situ och skalenligt.
- Kriterier och normer som används vid ex. undermarksbyggande är inte alltid ordentligt underbyggda, möjlighet att ta fram mer och väl underbyggda kriterier och normer, som t.ex. skulle kunna ingå i Anläggnings AMA eller Trafikverkets riktlinjer/funktionskrav.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- NGL-organisationen bör ha ämnesföreträdare med hög vetenskaplig trovärdighet; de ska vara en länk mellan omvärlden och anläggningen.
- För att få gehör för NGL i den egna verksamheten i perspektiv av den politiska plattformen kan man t.ex. skaffa sig kunskap från Sverigeförhandlingen och träffa de personer som varit verksamma inom den.
- Kommunikationsfrågorna måste finnas med från början när man ställer samman en organisation. Detta är utomordentligt viktigt för att vi skall få ett nyttiggörande som blir konkret om kommer samhället till gagn.
- NGL måste lyftas upp till en nationell och internationell nivå.
- Hur formulerar vi oss externt för att fånga intresset för NGL på 10 års sikt är en nyckelfråga. De redan involverade tycker inte man behöver mer information och de icke involverade förknippar forskningen som så starkt kopplad till SKB så de tenderar att känna sig utanför.

Grupp 2

Rapportör: Vladimir Cvetkovic

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Science Partner (SP) arbetar inom många olika områden (ex. säkerhet, brand, risk, vattenförsörjning) som är relevanta för NGL, motiverar ett särskilt möte.
- Karaktärisering av underjorden, är en fråga om vilken skala man studerar.
- Infrastrukturer kopplat till vatten som resurs ex. dricksvattentunnlar

- Definiera vad som är unikt och vilka möjligheter som finns.
- Utbildning inom underjordsplanering och/eller samordning av komplicerade projekt samt mätmetodik.
- Miljöförstörande provningar.
- Det finns massor av data bakåt i tiden, ta reda på vilken data som behövs framåt.
- Se det som en plats för metodikutveckling.
- Plats för att pröva och verifiera modeller.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Fokus på urban utveckling kan ge ett sammanhang att samlas kring.
- För att kunna lyfta upp NGL till EU-nivå krävs ett starkt nätverk på hemmaplan.

Grupp 3

Rapportör: Gerhard Barmen

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Fortsatt forskning och utveckling kring bland annat djupförhållandenas inverkan på vattenförande sprickzoner, tätning av sprickzoner i berg, representativ provtagning av grundvatten och berg, tunneldrivningsteknik, borrhåsteknik, beständighet hos berginjektering och brandfrågor i berggrum.
- Fortsatta studier av djupets inverkan på redoxförhållande och pH samt effekter på förekomst, löslighet och utfällning av toxiska metaller, radionuklider m m.
- Teknik- och tolkningsutveckling av markburen geofysik och även borrhålsbundna undersökningsmetoder.
- Fortsatt undersöka/utforska/tolka de stora mängder mätvärden och data som finns kring anläggningen.
- Utbildningar med hjälp av berglaboratoriet inom bergförhållanden, sprickkaraktisering, undermarksbyggande och experiment kring människors upplevelse av att arbeta/bo/leva under markytan.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Viktigt att göra anläggningen allmänt känd för allmänheten och att den används för experiment som tydligt bidrar till att lösa stora samhällsproblem, alltså att den är och blir en samhällsnyttig anläggning.
- Viktigt att alla data som tagits fram i och med hjälp av anläggningen blir lätt tillgängliga. Kanske ett projekt i sig för att underlätta "datamining"?!
- Se vilka svårigheter som kan finnas: det får inte vara för byråkratiskt att starta projekt, finansieringen måste lösas och långsiktig tillgänglighet till anläggningen och data behöver säkerställas.
- Basekonomin behöver troligen garanteras av ett konsortium av olika intressenter som bidrar till finansieringen.
- Anläggningen behöver en akademisk hemvist som har en filial i form av berglaboratoriet. Anläggningen behöver också ämneskompetenta anställda inom de huvudsakliga verksamhetsområdena kopplade till en driftorganisation som ansvarar för anläggningens funktion.
- Underhålls- och driftskostnader om cirka 40 Mkr/år behöver bakas in i anslagsansökningar hos t ex VR och FORMAS om det inte går att hitta någon form av huvudsponsor (företag, organisation och/eller privatperson). Detta innebär att i storleksordningen 50-100 forskningsprojekt behöver vara aktiva parallellt vid anläggningen, om cirka 10% av projektmedlen används till drift och underhåll..

Grupp 4

Rapportör: Auli Niemi

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Miljö, energi, geoteknik, material verkar vara bra delning av forskningsområden
- Uppdelning till 'kärnkraftavfallsforskning' och 'annan forskning' kan vara problematiskt. Man kan kanske också betona kärnkraftavfallsforskningens 'spin-off' effekter till andra forskningsområden. Vad kan man lära från kärnkraftavfallsforskning som är till nytta i andra områden? T.ex., vad har vi lärt om karakterisering från markytan vs. karakterisering från tunnlar etc. Hur bra var prognoser som gjordes på 90-talet baserat på undersökningar från markytan i jämförelse till det som vi vet nu?
- 'Ostörd' vs. 'störd' data; Äspo data är mycket påverkad av tunnelbygget medan data från Laxemar är det inte. Jämförelse av de två data kan ge värdefull information angående det aspektet.

Områden som kan undersökas;

- Ämnestransport i sprickigt berg (föroreningsspridning)
- Bakerieflorametabolism i djupa system, tillämpningar t.ex. till metaller etc. Biologiskt liv i djupa system i allmänhet.
- Organiska föroreningar och flerfasflöde i allmänhet. Många organiska flerfasföroreningar skapar allvarliga och långvariga problem som är svåra att åtgärda när dom har nått berggrund. Äspo kan ge möjlighet att undersöka deras spridning (med hjälp av t.ex. analoga vätskor) i skala större än det vanliga lab-skalan. Det finns andra tillämpningar där flerfasflöde i sprickigt berg är också avgörande; spridning av koldioxid är ett viktigt exempel som har relevans till i synnerhet till CCS.
- Bergvärme, bergets egenskaper för geoteknisk energi
- Använd också data från den ytligare miljön (tunnlar som är närmare markytan) som kan vara relevant för många tillämpningar.
- Förhöjning av temperatur i havsmiljö; klimatforskning

Utbildning;

- Kurserna ('training courses') kan riktas inte bara mot MSc och PhD studenter men också mot experter redan aktiva i arbetslivet (vidareutbildning)
- Logistik för kurser? Boende, kurslokaler, hur skall kursdeltagande finansieras?

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Detta är en unik facilitet som skall utnyttjas
- Hur skall praktiska frågor (boende, resor, kostnader) för forskarskolor lösas?
- Hur stor skall NGL vara? Gränsning?
- Mekanismerna för att organisera infrastrukturen? Det skall finnas en tydlig struktur så att forskare vet hur dom skall ta sig vidare i systemet (Delvis finns det redan ett fungerande system via Nova)
- Tydlig profil utåt
- Mera detaljerad beskrivning av existerande data skall ges ut till forskarsamhället och andra potentiella användare. Det finns redan t.ex. power-point presentationer för detta. Skall dom läggas på webb-sidan?
- Bra att göra anläggningen internationellt känd (också i icke-kärnkraft sammanhang) redan nu när det finns SKB support för infrastrukturen vilket skall underlätta framtida internationell (EU?) finansiering

- Allmänt sett kommer finansiering vara en stor fråga eftersom kostnaderna är omfattande
- Skall potentiella finansiärer bjudas in till nästa möten?

Minnesanteckningar - NGL-dag Uppsala universitet 2016-03-08

Sammanfattning av gruppdiskussioner

Följande frågor skulle diskuteras:

1. Vad kan jag/min organisation/grupp göra?
2. Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

Grupp 1

Rapportör: Lars O Ericsson

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Möjlighet att i relevant skala studera spridning av föroreningar i sprickigt berg. De krav som finns idag bygger på litteraturstudier och gäller inte för den svenska geologin.
- SGU kommer framöver att arbeta mer med infrastrukturprojekt och kan behöva utveckla karteringsmetodik.
- Undersöka underjordisk fauna (stygofauna, djur som är ca en storleksordning större än mikrober, dvs. meiofauna) i sprickigt berg i relation till faunan på ytan.
- Miljöbalken anger vilka volymer som är tillåtna för vattenläckage. Det skulle vara intressant att göra ett stort utspädningsförsök längs med en tunnel i dike för att följa det successiva inläckaget .

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Ämnesföreträdare vid Äspö HRL för NGL bör inrättas som fasta tjänster.
- Utbildning: samla vicerektorer m.fl. intressenter för diskussion om bl.a. hur man löser inrapportering till LADOK.

Grupp 2

Rapportör: Gerhard Barmen

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Prio 1 är utbildningsverksamheten, både inter- och multidisciplinärt, bland annat genom att använda tillgängliga data av många slag från samma platser.
- Undermarksbyggande, studier och utveckling av transportsystem och bostäder under markytan.
- Borra djupa borrhål (startpunkten -500 meter), för att utveckla modeller avseende jordskorpan och geotermiska och hydrogeologiska förhållanden samt för att utveckla borrhåstekniken.
- Utveckla tekniken för geofysiska mätningar i urban miljö genom tester vid väl dokumenterade tunnlar.
- Studera arbetsmiljöfrågor i tunnlar och vid byggande under mark.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Det är viktigt att tydligt definiera behovet och användningen av NGL. Sedan ser vi två huvudsakliga styr- och finansieringsmodeller:

- A) En grupp med nära koppling till ett fåtal starka forskningsfinansiärer (ev. donatorer) som driver och organiserar uppbyggnaden av verksamheten.
- B) En vetenskapligt stark och välkänd initial styrgrupp som drar till sig andra internationellt erkända forskare, vilka var och en bidrar med mindre forskningsanslag till verksamheten.

Grupp 3

Rapportör: Vladimir Cvetkovic

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Forskning inom miljöområdet, ex. ämnestransport, vattenkvalitet, multiphase systems.
- Injektering.
- Gastransport i sprickigt berg och övervakning av läckage (CO₂-lagring)
- Mikrobiologiska processer och nedbrytning i berget.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Att det är en öppen forskningsanläggning och att det finns en stödfunktioner.
- En hemsida med information som riktar sig både till externa och interna intressenter.

Grupp 4

Rapportör: Auli Niemi och Jakob Levén

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Geovetenskapliga utbildningar som också förvaltar modellen genom att det är återkommande kurser.
- SGU arbetar med samhällsnyttiga projekt och vill gärna se aspekter som gynnar detta i projektet, finns intresse för förvaltning av databasen, även få med Trafikverket.
- Grundforskning om sprickigt berg, flerfasflöderelaterade tillämpningar.
- Utnyttja förutsättningen att det finns en bra data att ställa sin hypotes/modell mot.
- Kommunerna har och kommer att ställas inför svåra frågor med geovetenskaplig koppling, möjlighet att erbjuda kompetenshöjande åtgärder/hjälp.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- En organisation/konsortium bestående av t.ex. universitet/industri/staten som står för drift av anläggningen samt underhåller modellerna.

Minnesanteckningar - NGL-dag Lunds universitet 2016-04-14

Sammanfattning av gruppdiskussioner

Följande frågor skulle diskuteras:

1. Vad kan jag/min organisation/grupp göra?
2. Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

Grupp 1

Rapportör: Gerhard Barmen

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Bredda tillämpningsområdet från berg/geo till andra områden så som utrymningsförsök (människors beteende vid brand), akustik (larm), utformning av underjordsmiljöer (bland annat ljussättning), hur leva under extrema förhållanden (exempelvis rymdfarkoster), trafikbeteende (i långa, smala tunnlar).

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Det kan vara bra att visa på bredden i möjlig användning av berglaboratoriet. Konkreta exempel på olika typer av forskning kan uppmuntra till att andra typer av projekt uppstår och ett större intresse för infrastrukturen från olika finansiärer.
- Att det finns en infrastrukturägare (kanske en stiftelse) som finansierar basdriften.

Grupp 2

Rapportör: Vladimir Cvetkovic

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Det måste finnas en stark industrikoppling och relevanta industritillämpningar.
- Kan fungera som center för svensk kunskap i undermarksbyggande inkl. testbäddar.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Se och lära av hur Norge marknadsför know how i tunnelbyggande: <http://tunnel.no/>

Grupp 3

Rapportör: Lars O Ericsson

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Framtida energiförsörjning t.ex. pumpkraftverk kombinerat med vertikala vindkraftverk (för lägre underhållskostnad av vindkraftverket).
- Injekteringsteknik t.ex. för befintliga vattenkraftdammar.

- Förslutning av djupa borrhål (är ett problem vid t.ex. energilagring). Borde även vara av intresse för SKB.
- Svavelhexafluorid, används som dateringsmetod för grundvatten. Är även en stark växthusgas. Förstå processen hur det bildas naturligt i berggrunden.
- Jordströmmars påverkan på korrosion och även påverkan på osäkerheter i mätteknik.
- Instrumentera för att mäta förskjutningar med stor precision.
- Ökad förståelse för vatten i den omättade zonen, transport i sprickigt berg och kopplingen till tätning och dränering.
- Faunan i skalområdet 50-300 µm är intressant.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- Krävs en interimorganisation med kunskap om driften, men även ämnesansvariga på hög vetenskaplig nivå.
- Bibehålla SKB:s kompetens inom funktion och drift av anläggningen.

Grupp 4

Rapportör: Auli Niemi

Vad kan jag/min organisation/grupp göra?

- Forskning och undersökning av vatten i tunnlår, grundvatten och förorenings-spridning.
- Byggrelaterade projekt som injektering, tätning, materialbeständighet och test av maskiner.
- Utvärdering av geofysiska metoder.

Vilka frågor är viktiga för verksamheten i allmänhet?

- En finansieringsbas i form av t.ex. en stiftelse eller ett konsortium.
- En mottagarorganisation t.ex. ett universitet, med högt kvalificerade experter.
- Undersök intresset av företag som Sandvik och Atlas Copco att använda anläggningen för deras tillämpningar.



THE UNDERGROUND SPACE CHALLENGE

Kalmar, 10th-11th of October 2016

SUMMARY

Summary of the NGL Science Meeting 2016

- The meeting was held October 10-11, 2016, Kalmar, Sweden.
- The meeting comprised of 25 oral presentations and 9 posters.
- There were 65 participants attending the meeting, from 26 different organizations - 17 universities and research organizations, 7 companies and consultants and 2 public organizations.

The meeting was closed with summary discussions and conclusions, chaired by Vladimir Cvetkovic, KTH and Chin-Fu Tsang, Uppsala University.

Chin-Fu Tsang encouraged the participants to consider around the scientific content and issues in the presentations, in order to prepare for the discussions (enclosure 1).

Vladimir Cvetkovic presented his thoughts and views of the NGL ambition (enclosure 2).

- Comparison with SciLifeLab and ESS/MAX IV.
- How to develop the Äspö HRL, from a private owned, national facility with a narrow core business towards a national and international facility open for both public and private organizations and a diversity of activities and scientific disciplines.
- NGL should develop to help meet broad societal challenges in order to get support and funding.
- NGL and Äspö should be compared with other underground facilities using qualitative and quantitative indicators..
- To succeed, all interested parties must collaborate and aim towards the same goal.

Chin-Fu Tsang presented a summary of the meeting (enclosure 3).

- Towards - Creation of a long-term world class R&D Laboratory for Geosystems Studies and Engineering in crystalline rock, centered around the Äspö Hard Rock Laboratory
- General Theme - Challenges in Underground Space Utilization
- Different ways of taking advantage of Äspö: testing and validation, site data and samples, site structural models, geoscience education development.
- Äspö is unique and valuable due to well characterized, long term data, no need for site development and first-stage characterization, results well recognized, linking surface and deep subsurface, excellent infrastructure support.
- Ideas for NGL infrastructure for research cooperation
 - o Open and transparent
 - o Joint support from partners and seed funding
 - o Management models, ex. Äspö task force and DECOVALEX (<http://www.decovalex.org>)
- Ideas for research topics for a "position paper"
 - o Äspö accomplishments to date (breakthroughs).
 - o New applications, ex. enhanced geothermal system (EGS), unconventional oil and gas resources, CO2 geological storage.
 - o New ideas or proposals
 - o Significance in respective research fields
- Importance of joint multidisciplinary studies
- Importance of integrative site studies

Comments from the discussion:

- Add economic impact to sociality challenges.
- Do not see Äspö as mainly an underground laboratory, but as a research and education centre.
- The Swedish Research Council will fund Äspö in the general field of geoscience and 10 years will certainly be needed to develop a suitably focused scientific field. This makes it necessary to put Äspö in a more international context.
- There was much discussion about big data in presentation and studies but little about data mining.
- Comparison between laboratories is always for a specific scientific question, i.e. the result and choice of laboratory differ depending of topic.
- To get society positive to invest in Äspö, we must identify new scientific challenges and explain to society that they are crucial.
- Proposal to have a campus at Äspö, including lectures and ongoing research for students.

Enclosures:

1. Preparation for discussions
2. NGL ambition
3. Discussion and concluding session



Goal of Workshop

Considerations towards:

Creation of a long-term world class R&D
Laboratory for Geosystems Studies and
Engineering in crystalline rock

centered around the Äspö Hard Rock
Laboratory

Various Considerations include:

- Various issues and infrastructure setup for study of underground space
- Complexity of crystalline rock
- Processes and structures
- Wide range of scales
- Need of joint field, laboratory, and modeling studies
- Potential role of Äspö: uniqueness of facility
- Specific and definite examples

Plans for Tomorrow Close of Conference Discussion Session

- Please consider tonight and let us know if you have particular comments, if possible, before the Closing Session
- Spontaneous comments at the Session are also welcomed
- We shall give some an initial “summary” of the Conference and provide some framework to start the session, and then open for general discussions and input
- A brief summary and some ideas for steps forward

Talk at end of NGL Workshop

Chin-Fu Tsang
LBNL/Uppsala

11 October 2016

NGL WORKSHOP: DISCUSSION AND CONCLUDING SESSION

Towards:

Creation of a long-term world class R&D
Laboratory for Geosystems Studies and
Engineering in crystalline rock,
centered around the Äspö Hard Rock
Laboratory

General Theme:

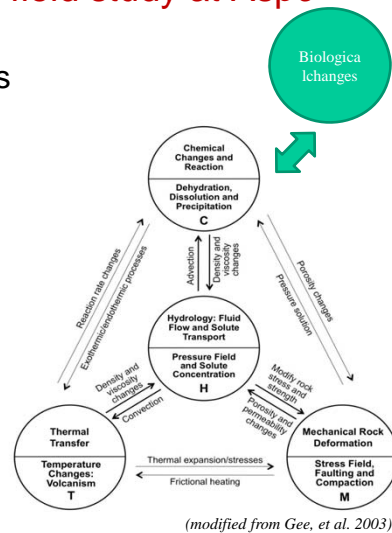
Challenges in Underground Space Utilization

Different Ways of Taking Advantage of Äspö

- Testing and validating field techniques and process model methods (HM state at depth, real complexity)
 - Infra-red scanning; joint ERT and seismic refraction measurement; FHF; etc
 - Process models, such as FEMDEM
- Site data, samples, etc
 - Depth effects, scale effects, time evolution
 - Chemical, mineral and microbiological samples
- Site structural model (SDM) development
 - Iterative stages and confidence building
 - Uncertainty analysis and evaluation of variants

GEOSCIENCE EDUCATION DEVELOPMENT Based on Äspö data and field study at Äspö

- A. Updated single-disciplinary courses
- B. Double-disciplinary courses (HM, HC etc.)
- C. System-integrative courses including uncertainty analysis methods and confirmation modeling of paleo-hydrochemistry
- D. Courses on communication including how to formulate the geoscience results in a broader context and proper perspective.



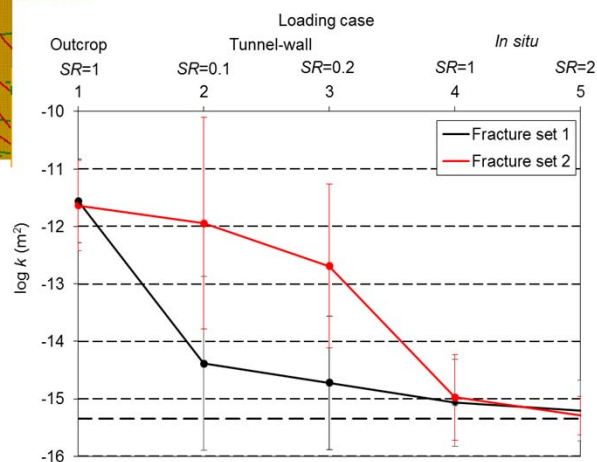
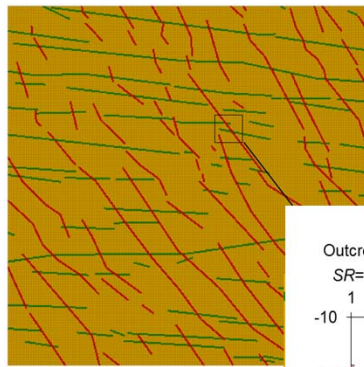
2016-10-10

Kalmar, NGL

4

Some Comments (1/3)

- Hydromechanical effects
 - Great progress has been made; much yet to be done, such as fracturing toward existing fractures; from single fractures to fracture intersections and fracture network (multi-fracture interference); effects of curved and deadend fractures
 - Much need for site studies at depth, and scaling in space and time, appropriate input data
- Biogeochemistry
 - Able to gain samples at depth in a well-characterized system, surprises, very promising!!!
- Geophysics
 - Joint surveys and inversion; in situ validation



Some Comments (2/3)

- Geothermal
 - Äspö a good geothermal reference site (KIT)!!
- Energy projects (TES, Pumped storage in shafts)
 - Need for improved and validated grouting technology (good for long term and T cycling)
- Remediation in bedrock (PFAS, etc)
 - immobilization of flow in fractured rocks?
- Other applications (Unconv O&G, CO₂, resources)
- Education in different ways
 - University education
 - “Summer” schools
 - Topical training

Some Comments (3/3)

- Why and How is Äspö unique and valuable? Below are based on presentations by Linde and others
 - Well characterized site with large amount of data across various geoscience disciplines
 - Long term data (~30+ years), on-going to 2020!
 - No need for tiresome and costly site development and first-stage characterization
 - Results well recognized (good QA, journal papers)
 - Linking surface and deep subsurface behaviors (effects of variable boundary conditions)
 - Excellent infrastructure support for underground research; SKB support represents stable base funding to 2030 (unique opportunity!!)

Some Discussion Points

- Ideas for NGL infrastructure for research cooperation
 - Open and transparent
 - Joint support from partners; seed funding
 - Management models: Äspö task force; DECOVALEX (1992-today!!)
- Ideas for research topics (for a “position paper”?)
 - Äspö accomplishments to date (breakthroughs)
 - New applications (EGS, Unconv. O&G, CO₂ etc)
 - New ideas or proposals
 - Significance in respective research fields
- Importance of joint multidisciplinary studies
- Importance of integrative site studies (SDM etc.)

Focused and detailed studies



201

0

Studies by Thinking Outside the Box



Work
continues:

To see order
out of disorder

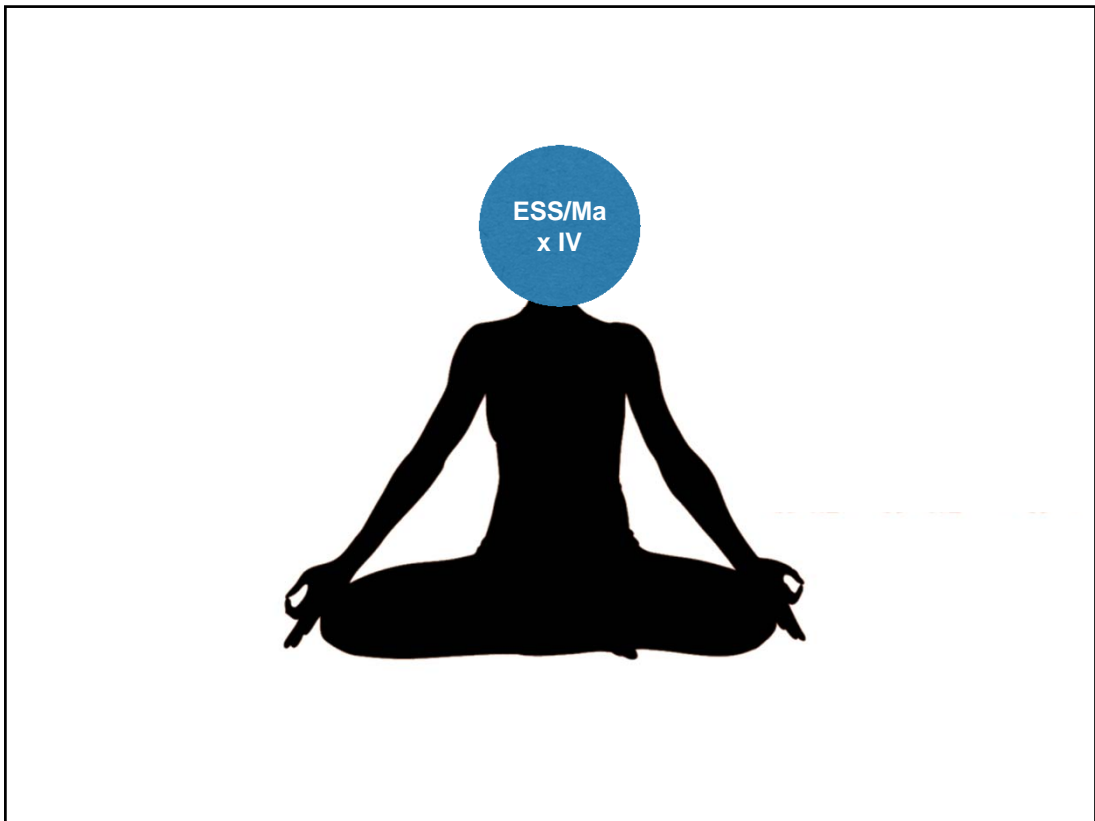
Our NGL ambition is to...

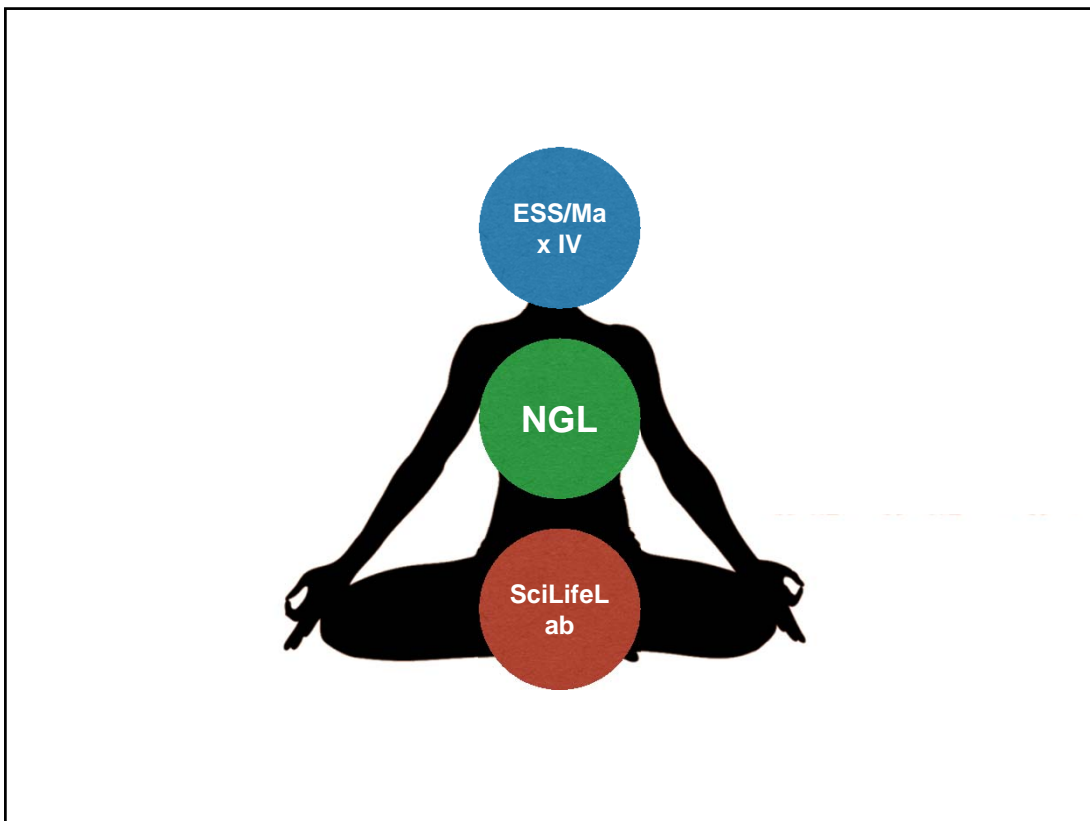
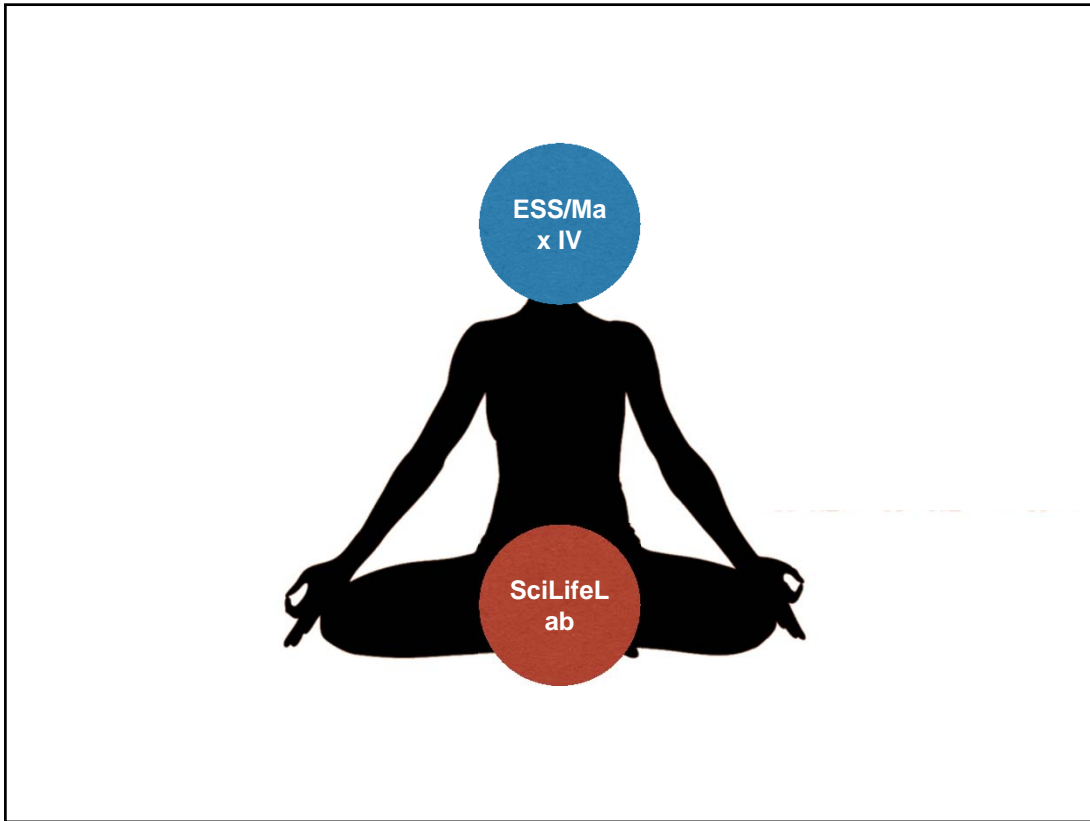
...create a world-class R&D in geosystems sciences and engineering in crystalline rock...with Äspö HRL as its core.

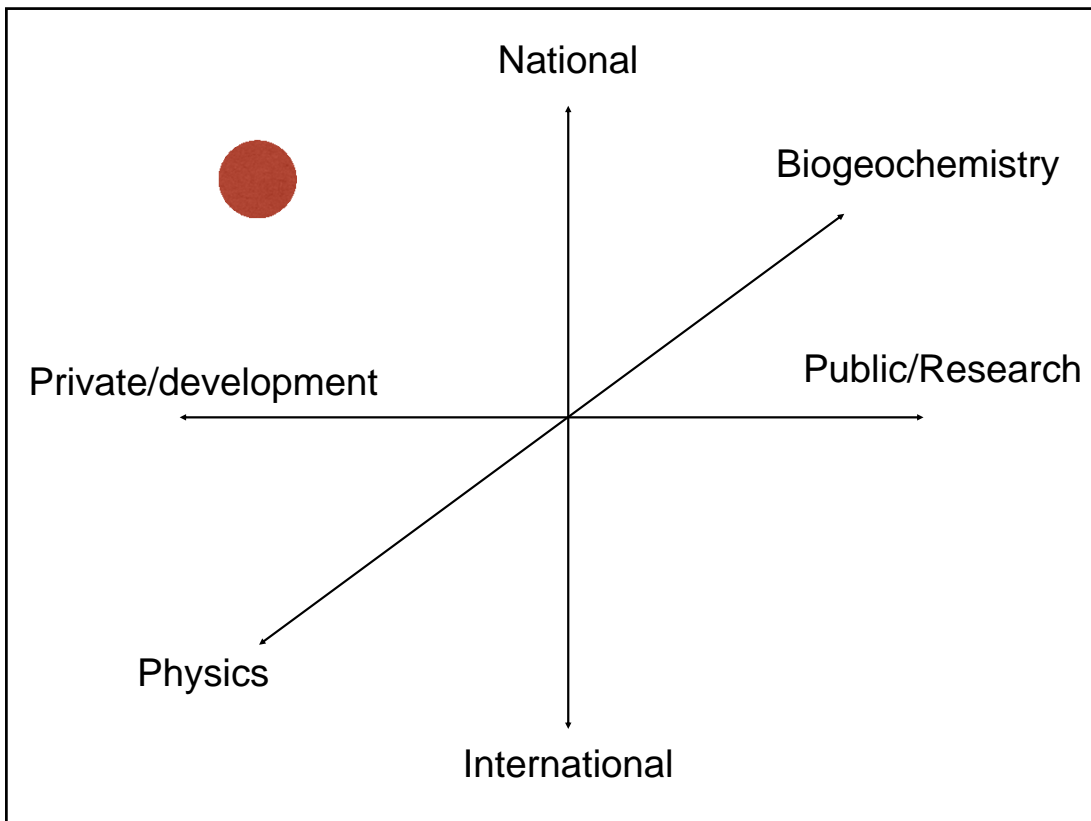
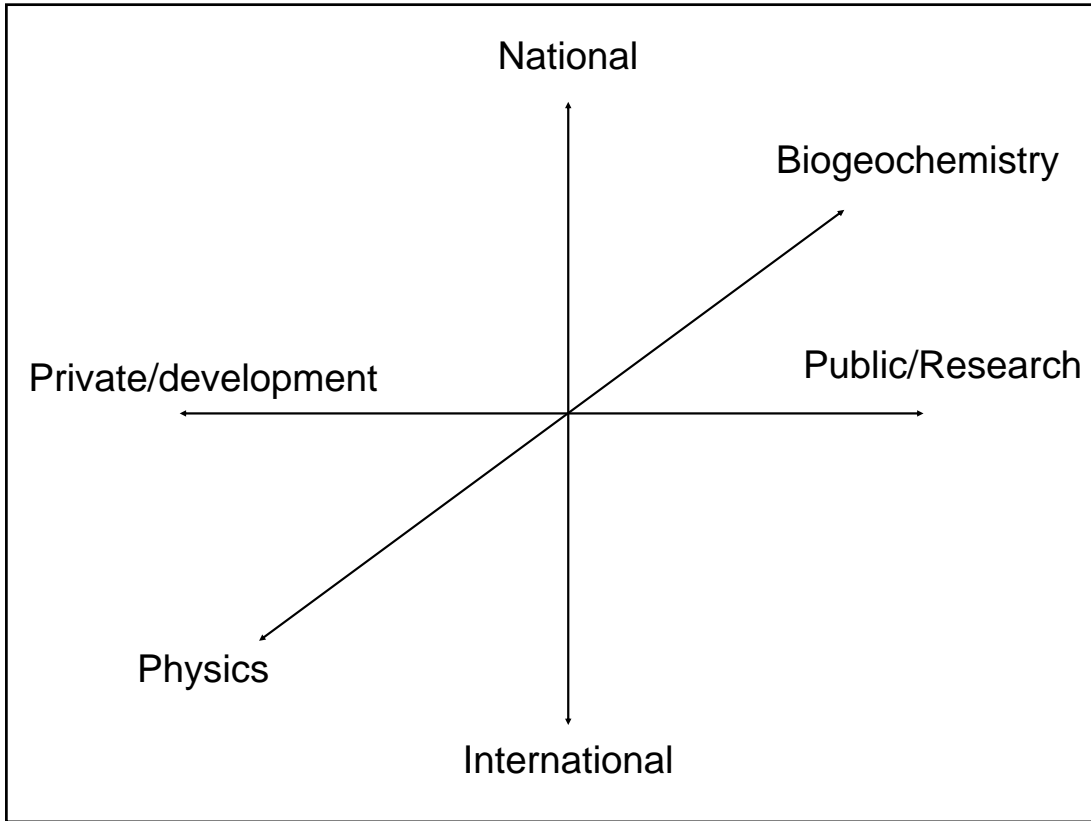
Our NGL ambition is to...

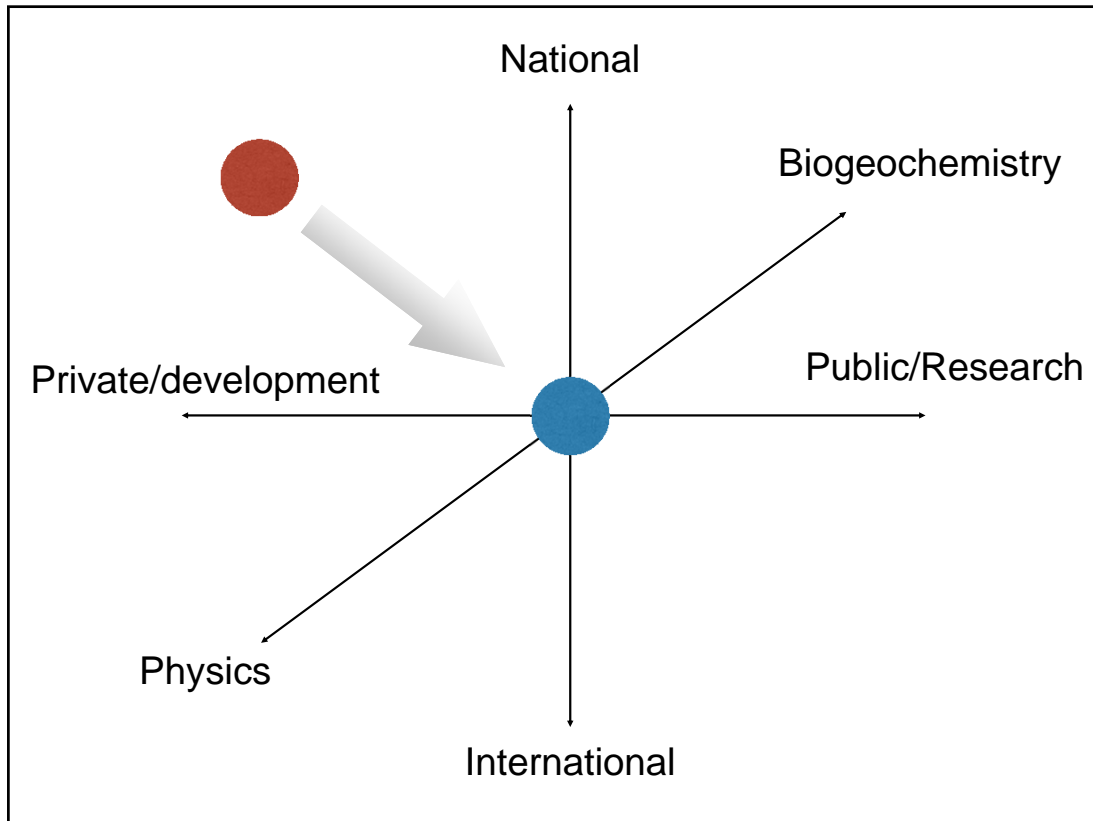
...create a world-class R&D in geosystems sciences and engineering in crystalline rock...with Äspö HRL as its core.

SciLifeLab**ESS/Max IV**





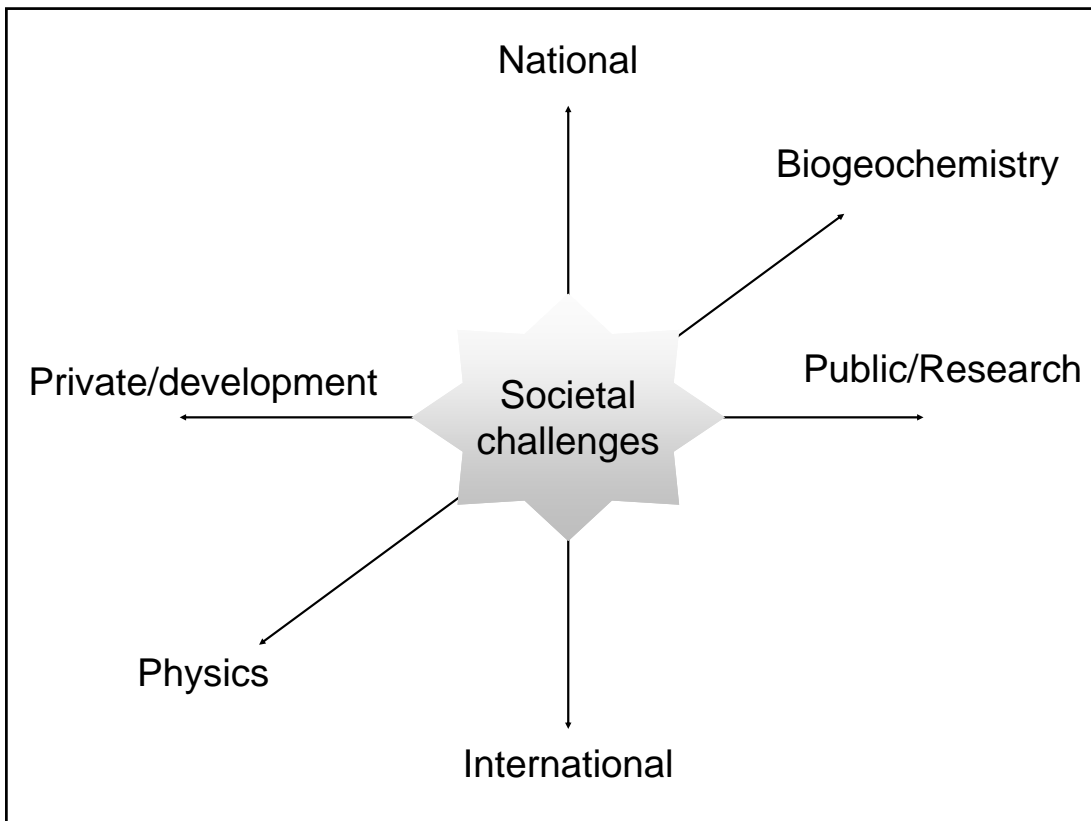
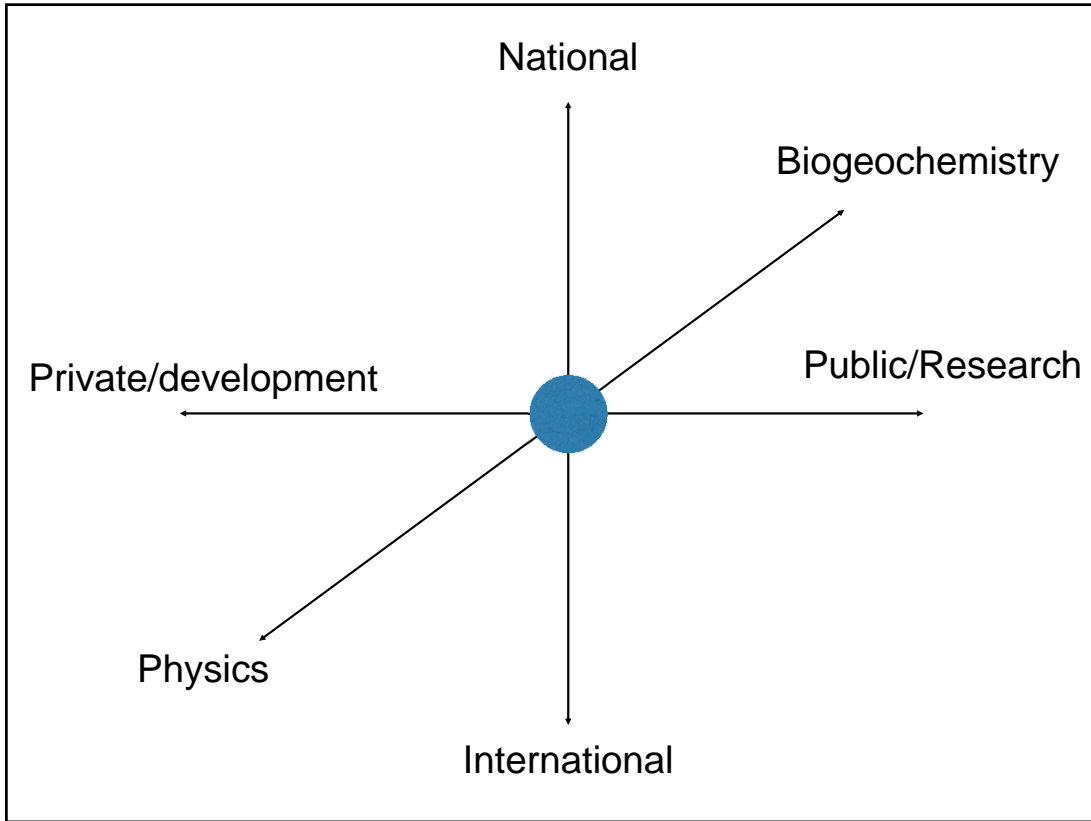




NGL - International competition

	NGL Äspö	Grimsel	XXX	YYY
Ownership				
Organisation				
National standing (research)				
National standing (industry)				
National standing (society)				
Costs				
Participation form				
International network				
Data available				
Science available				
Geological setting				
Geographical setting				
Accessibility				
Programmatic (special knowledge)				

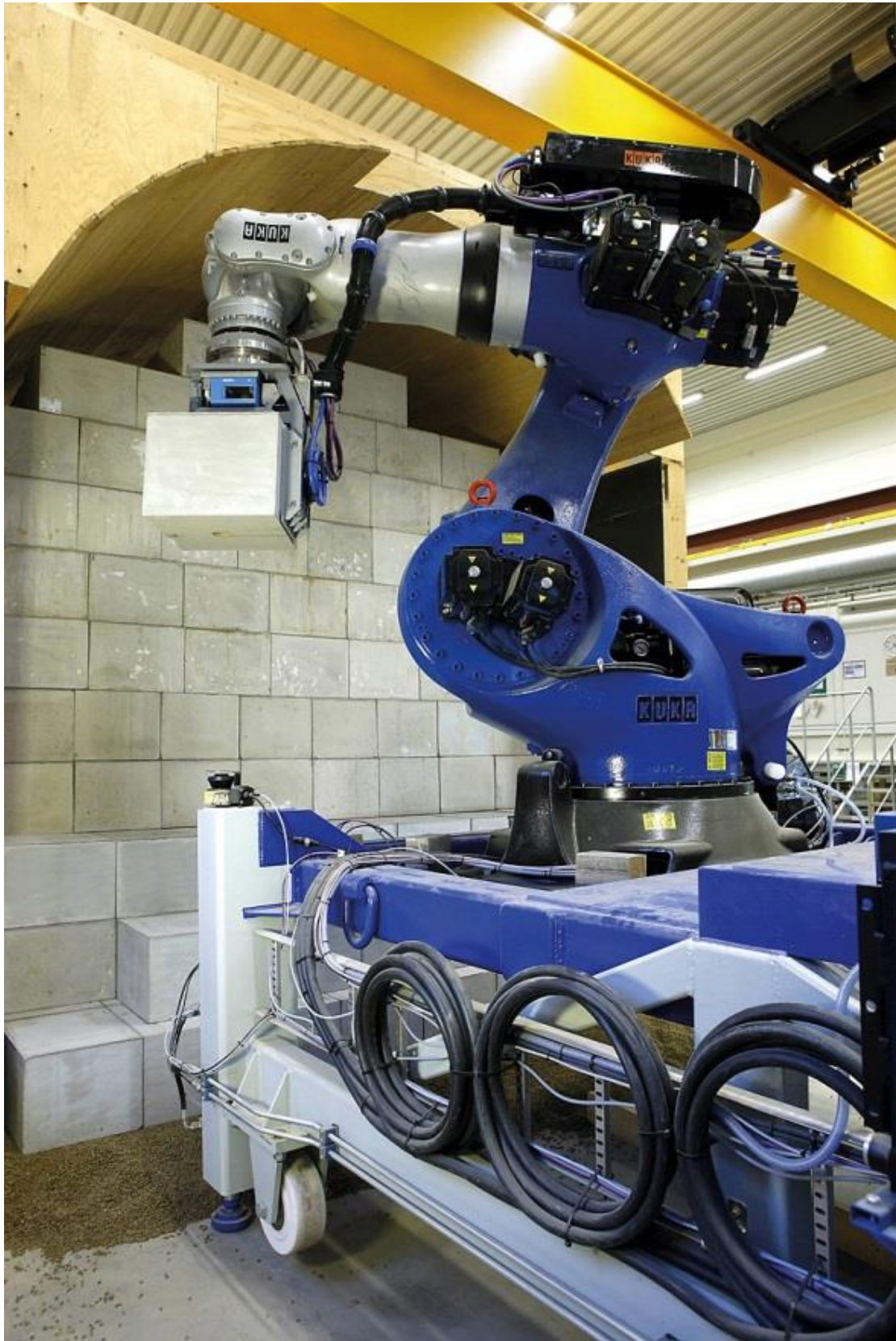
“United we stand a good chance to succeed,
divided we certainly fail.”





NGL

- Secure national infrastructure
- Mobilise researchers nationally
- Mobilise researchers internationally
- Mobilise societal institutions
- Mobilise industry
- Secure funding/fundraising



Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

**INFRA
SWEDEN
2030**