



FOTO: LKAB

Berget är nyckfullt. För LKAB är en säker arbetsmiljö viktig liksom att det går att komma fram i gruvans tunnlar. "Utkastet" av berg var här inte så stort, men drog med sig ventilation och vatten i fallet.

Öppet rådsmöte 14 april:

Självklart med problem vid bergarbeten

Gruvbolaget LKAB förutsätter att bergarbeten innebär svåra utmaningar. Man undersöker spänningar och rörelser i berget vid sprängningar för att sätta säkerheten främst. Men när Svensk kärnbränslehantering, SKB, redogör för hur slutförvaret för använt kärnavfall ska byggas, märks inga svårigheter.

Det finns både likheter och olikheter när det gäller att spränga och arbeta i berg i gruvdrift eller vid bygge av ett slutförvar för använt kärnavfall. Därför bjöd Kärnavfallsrådet in gruvbolaget LKAB till rådets öppna rådsmöte i Näringslivets hus i Stockholm, för att redogöra för sina erfarenheter av praktiskt bergarbete. Syftet var att ur

ett säkerhetsperspektiv belysa de bergtekniska svårigheter som kan uppstå i samband med ett bygge av ett slutförvar.

Karin Högdahl, ledamot i Kärnavfallsrådet och docent i geologi vid Uppsala universitet, inleder mötet och berättar att berget i Forsmarksområdet är stabilt jämfört med många andra. Området





Forsmark ligger mycket nära områden med malmfyndigheter.

– Hela Bergslagen är fullt av hål och gamla gruvor där malm brutits och även om Forsmarks berggrund består av "tråkiga och ointressanta" bergarter som gnejs och granit, kan närheten till potentiellt malmförande bergarter vara ett problem när det allmänna minnet av att det ligger ett högradioaktivt förvar i berget försvunnit om, säg 1000 år, säger Karin Högdahl, ledamot i Kärnavfallsrådet.

► där SKB planerar att bygga ett slutförvar för använt kärnavfall ligger i den runt två miljarder år gamla Svekofenniska delen av urbergsskölden Fennoscandia. De flesta kontinenter har områden med så gammalt berg, men merparten är yngre än ca 500 miljoner år. Själva platsen som SKB valt är ett homogent stycke berg av gnejs och granit, och har få vattenförande sprickor på det djup av 470 meter där förvaret ska ligga.

De 6000 kopparkapslarna med kärnavfall ska ligga inuti detta enhetliga område, den så kallade tektoniska linsen. Karin Högdahl beskriver själva linsen som ett relativt homogent material, omgärdat av breda deformationszoner som bildades när berggrunden låg på betydligt större djup än idag. Linsen är alltså ingen klump med givna gränser, som man lätt får sig av namnet. Berggrunden i linsen har deformerats under både plastiska och spröda betingelser. Plastisk deformation kan exempelvis ge upphov till veck och skjuvzoner som ofta är breda och ser bandade eller randiga ut. Spröd deformation ger upphov till brott och sprickor. Sprickorna kan vara lätta med exempelvis kvarts eller andra mineral, eller vara halvöppna eller tomma. De kan vara vattenförande och därigenom få berget att luckras upp och bli poröst. Spröd deformation gör

"Om man ska lägga förvaret i ett område med höga bergsspänningar, är det bra om rörelser som uppstår vid exempelvis sprängning och istider förskjuts till det redan skadade berget."



Lars Malmgren, LKAB, deltog från Kiruna via länk.

berget svagare och mer oberäkneligt och förvaret får inte läggas för nära dessa zoner.

Men bergtrycket i den enhetliga linsen är relativt högt och då

kan det vara en fördel med svagt berg runtomkring när man bygger ett slutförvar, säger Högdahl:

– Om man ska lägga förvaret i ett område med höga bergsspänningar, är det bra om rörelser som uppstår vid exempelvis sprängning och istider förskjuts till det redan skadade

berget. Sprickor spricker ännu mer, och skjuvzonerna kan reaktiveras, säger hon.

SKB vet ännu inte hur långt man kan expandera förvaret och om alla kapslarna kommer att få plats inne i linsen i och med att man inte vet var deformationszonerna exakt finns på djupet eller var de har för betydelse. SKB måste detaljanpassa varje kapselposition, dvs.

– Berget vid ytan i försvarsområdet är mycket rikt på sprickor och har hög vattenomsättning. Däremot finns få sprickor på det djupa förvaret kommer att ligga, säger Rolf Christiansson, SKB.

FOTO: PER WESTERGÅRD



► var hålet för varje kapsel ska borrar. Rolf Christiansson på SKB säger att man måste ta beslut löpande om var dessa ska ligga i och med att man inte på förhand kan veta att berget är tillräckligt hållfast. Hålen måste ligga rätt i förhållande till bergets kvalitet och spänningsriktning.

– Vi kommer att vara beroende av kvalificerad geovetenskaplig personal under byggtiden, säger han.

Karin Högdahl från Kärnavfallsrådet betonar vikten av att designen på deponin måste kunna modifieras:

– Upphandlingen av de företag som ska kontrakteras för bergarbetena blir mycket viktig, säger hon. De måste också övervakas noga i sitt arbete, det är centralt att de ska kunna omvärdera berget de stöter på och finna nya lösningar på problem, säger hon och refererar till föredraget av Bengt Hedberg på Strålsäkerhetsmyndigheten. Han visade en bild över tunnelbyggena som påbörjats för det finländska slutförvaret. Den nedåtgående spiral av tunnlar ned mot försvarsdjupet som sprängts ut, har plötsligt fått en lång horisontell avstickare på grund av att svagheter i berget tvingat tunnelbyggarna att finna nya vägar med mer hållfast berg. Lagstiftningen i Sverige ser dock annorlunda ut och därför har SKB gjort fler provborringar av berget än sin finska motsvarighet. Det borgar för färre problematiska överraskningar, men Högdahl betonar att SKB trots provtagningar måste vara beredda, ha kunskap och ställa krav på att dessa ska åtgärdas.

Seismiska rörelser vid brytning

Medan SKB måste lägga slutförvaret där berget är hållfast och undvika svaghetsområden, måste LKAB bryta malm oavsett svagheter i berget omkring. Lars Malmgren från LKAB beskriver via en uppkoppling från Kiruna hur man i gruvan bryter järnmalm från en ca fyra kilo-

meter lång och åttio meter bred malmkropp. Det ostörda bergtrycket i berggrunden motsvarar trycket i Forsmarks tektoniska lins, och är ungefär 30–35 megapascal. I Malmberget är malmkropparna mindre men flera. LKAB genomför för närvarande investeringar på 17 miljarder för att gå djupare ner i gruvorna, till 1250 meter i Malmberget och 1365 meters djup i Kiruna.

Alla underjordsgruvor upplever seismiska händelser p.g.a. av brytningen.

De seismiska händelserna orsakar vågrörelser och vibrationer i berget och uppstår när berget spricker och rör sig. En del uppstår i samband med sprängningar. Seismiska händelser mäts som magnituder på Richterskalan som vi känner igen i samband med mätningar av jordbävningars styrka. Magnituden är ett mått på

”Upphandlingen av de företag som ska kontrakteras för bergarbetena blir mycket viktig.”



Bengt Hedberg från Strålsäkerhetsmyndigheten undrar hur SKB planerar för teknisk utveckling under den långa tid det tar att bygga och fylla förvaret.

FOTO: PER WESTERGÅRD

► energi och ökar ca 33 gånger då magnituden ökas med ett steg, t. ex. mellan noll och ett.

– Den största seismiska händelsen som inträffat i Kiruna efter en sprängning hade en magnitud på 3 på Richterskalan. Händelsen påverkade berget som låg inom ett område av 120 x 50 x 50 meter. En gruvarbetare omkom, säger Lars Malmgren.

Den hittills kraftigaste uppmätta gruvinducerade seismiska händelsen ägde emellertid rum i Sydafrika år 2009 där man uppmätte 5,3 på Richterskalan. Hus på ytan förstördes och det blev stor förödelse under jord.

LKAB försöker öka säkerheten mot seismiska händelser i gruvan i två steg. Det första är att minska risken för att en seismisk händelse ska inträffa, den andra att minska skadorna av de seismiska händelser

ser som trots allt kan ske. Det går att minska seismiska händelser bland annat genom att reducera spänningsändringarna och göra dem små och mjuka. En

"Under de åtta år som SKB planerar att spränga tunnlarna kommer en volym berg, stor som fyra fyllda Globenarenor i Stockholm, att tas ur."

metod för detta är att justera brytningsplanen. Det kan exempelvis innebära att man försöker bryta kring en seismiskt aktiv spricka som man hittat förs, för att desarmera sprickan. Sedan kan brytningen fortsätta från sprickan och utåt, trots att dessa kanske varit bekvämast att bryta på ett annat sätt.

För att lokalisera, identifiera och mäta storleken på seismiska händelser har LKAB installerat ett omfattande system av geofoner som mäter vibrationer.

– Med hjälp av data från geofonerna, strukturgeologisk kunskap och erfarenhet kan vi identifiera seismiskt riskfyllda områden, säger Lars Malmgren.

Eftersom kunskapen om berget och seismiska händelser ändå inte blir tillräcklig, försöker bolaget också minska risken för skador som orsakas av seismicitet.

– För att kunna motstå stötvågorna och att berg faller ner eller kastas ur omkringliggande berg, använder vi ett förstärkningssystem med bultar, nät och sprutbetong. Områden kan också stängas av efter större skjutningar eller i områden med förhöjd seismisk aktivitet, tills den seismiska aktiviteten sjunkit till acceptabel nivå. Ibland kan det ta flera dygn, säger Malmgren.

Fyra Globen av berg ska bort

Att spränga berg för ett slutförvar har många likheter med bergarbetena i gruvverksamhet. Olle Olsson från SKB pekar på att man för förvaret måste spränga, förstärka berget och täta samt lasta ur berg. Det som är annorlunda är att hålen där kapslarna ska ligga ska borras och fhas ur för att kapslarna ska kunna placeras. Och till skillnad från de relativt stora seismiska rörelser man räknar med i LKABs arbete, visar SKB:s tester från Äspölaboratoriet att effekterna av sprängningar av berget är små.

Bergarbetena i slutförvarsbygget kommer inte heller att vara lika omfattande som i LKAB:s arbeten, enligt Eva Widing, SKB. Under de åtta år som SKB planerar att spränga tunnlarna kommer en volym berg, stor som fyra fyllda Globenarenor i Stockholm, att tas ur. Det är lika mycket som LKAB spränger bort på ett halvår i Kiruna. Detta ska ge 66 km tunnlar som ska finnas på en yta om 34 kvadratkilometer, eller 300–400 hektar. Tunnlarna ska fyllas igen



FOTO: PER WESTERGÅRD

– Deponeringsarbeten och bergarbeten i slutförvaret kommer att pågå samtidigt men avskilt från varandra, säger Eva Widing, projekteringsansvarig för underjordsarbeten vid SKB.

efter att det använda kärnbränslet är deponerat och få samma hållbarhet som berget hade före ingreppen.

Rolf Christiansson, SKB, pekar på att kraven som ställs på tunnelsprängningar för förvaret kommer att vara annorlunda än de anspråk som ställs på tunnlar idag. I dagsläget finns inga incitament i branschen för att spränga så bra som möjligt. Exempelvis kan laddningsmaterialet i salvhålen vara ojämnt fördelat, vilket ger ett ojämnt sprängt berg.

Kärnavfallsrådets ordföranden Torsten Carlsson konstaterar att SKB i sina redovisningar är tydliga och klara men sällan går med på att det finns några problem. Detta tillhör bilden av hur SKB vill presentera bolaget.

– Det blir ett dilemma när omvärlden försöker se vad problemen består av och vi har en tillståndssökande som presenterar allt som problemfritt. Lars Malmgren från LKAB pekade på problem i sin verksamhet, men SKB redovisar inget av liknande art. Vad består sanningen av? undrar han.

Kontakter hos Kärnavfallsrådet:

Eva Simic, kanslichef, tel 08 - 405 12 04

Holmfridur Bjarnadottir, sekreterare, tel 08 - 405 27 28

Karolina Brogan, assistent, tel 08 - 405 24 37

KÄRNAVFALLSRÅDET
Swedish National Council for Nuclear Waste