

Foto Lasse Modin

# Ur jordens inre

Ur flaskan rinner "underjorden". Detta är borrhax från sex kilometers djup i Siljansbygden. Det ser ut som vanligt grus men kommer från en miljö som är synnerligen ogästvänlig. Här är det närmare 100 grader varmt och det vatten som finns är extremt salt.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning har aktualiserat djupa borrhål. Det innebär att de kräver nya utredningar om flera kilometerdjupa borrhål att förvara det använda kärnbränslet i. Miljöpartiet har motionerat i samma fråga i riksdagen. Man hänvisar till en opinionsundersökning, som MKG låtit göra, som visar att svenska folket tycker att det känns säkrare att förvara avfallet på riktigt stora djup och inte "bara" 500 meter ner som SKB förespråkar.

Flera kilometer ner i berget kan tyckas säkrare än bara några hundra meter. Men så är det inte. Metoden är förknippad med alltför stora risker, inte minst för människor som arbetar med deponeringen. På följande sidor borrar sig Lagerbladet djupt ner i frågan.



# Djupt eller djupare i berget?



Text Anna Wahlstéen Foto Curt-Robert Lindqvist

**Ett tunnelsystem på en halv kilometers djup i berget? Eller djupa borrhål fyra kilometer ner i berget? Vad är egentligen skillnaden mellan de två sätten att slutförvara använt kärnbränsle? SKB:s Peter Wikberg berättar var de avgörande skillnaderna finns.**

**Peter Wikberg**, chef för SKB:s platsundersökning i Oskarshamn, är en av dem som har tittat närmare på djupa borrhål. För sex år sedan gjorde han tillsammans med ett femtontal experter inom olika områden, en genomgång av metoden. Syftet var att ta reda på vad som krävs för att lyfta kunskapen om djupa borrhål till samma nivå som för KBS-3, den metod som SKB fått klartecken från regeringen att arbeta vidare med.

– Det är en intressant metod så till vida att man får iväg bränslet långt från markytan där de radioaktiva partiklarna kan göra skada. Däremot finns risker som vi inte kan bortse från, både vid själva arbetet med deponeringen och på lång sikt.

## Saknar teknik

Metoden djupa borrhål går ut på att man borrar fyra kilometer djupa hål i berggrunden. Kapslar med bränsle trycks ner i hålen och staplas på varandra, från botten och upp till två kilometers djup.

I dag finns ingen teknik vare sig för att borra den här typen av hål, eller att deponera bränsle i dem. Men det behöver inte vara någon omöjlighet i sig, menar Peter Wikberg. Det svåra är däremot att veta vad man gör den dagen en kapsel fastnar på vägen ner. Ska man trycka hårdare i hopp om att den lossnar, eller ska man försöka få upp den?

– Om något går på tok nere i det djupa hålet har vi ingen kontroll över det, vi har ingen möjlighet att gå ner och titta efter vad som hänt och fixa till det. Om något däremot skulle gå snett i ett KBS-3-förvar kan vi som arbetar på plats åka ner i tunneln och reparera eventuella fel.

Om en kapsel skulle fastna i ett djupt borrhål måste man ta med i beräkningen att den också kan gå sönder. Det här ger två problem att brottas med. För det första kan radioaktiva partiklar spridas i berget. Skulle det inträffa i den övre delen av hålet finns risken att

partiklarna förs upp till markytan, vidare ut i naturen och till slut också till oss människor.

Det andra problemet handlar om vad som händer på borrhålets plattform om man försöker sig på att plocka upp den skadade kapseln.

– En kapsel som fastnat kan vara precis hur radioaktiv som helst när den kommer upp igen och samma sak gäller den stång eller det verktyg som använts för att trycka ner kapslarna. I det läget är personalen som arbetar på plats mycket utsatt och här finns uppenbara risker att de utsätts för stråldoser.

### Osäker undersökning

Hur ser då säkerheten ut på längre sikt? Där finns flera avgörande skillnader mellan de två metoderna, menar Peter Wikberg.

Vid platsundersökningarna i Oskarshamn och Forsmark görs noggranna undersökningar för att kartlägga berget i detalj inför slutförvaring enligt KBS-3-metoden. Utifrån resultaten kan man bedöma den långsiktiga säkerheten i berget och därmed välja bort de områden som inte uppfyller säkerhetskraven.

Den möjligheten finns inte vid deponering i djupa borrhål. Undersökningarna på fyra kilometers djup ger en bild av berget, just där hålet är, men man kan aldrig veta att berget är tillräckligt bra.

– Man kan likna det vid deponering i blindo, man borrar ett djupt hål och tittar ner i hålet. Ser det okej ut stoppar man ner bränslet. Verkar det inte okej så går man vidare och borrar ett nytt, förklarar Peter Wikberg.

## Så går det till: Djupa borrhål

Metoden bygger på att miljön på stora djup är stabil och att grundvattnet cirkulerar där nere utan att komma upp till markytan. Därmed skulle inte heller radioaktiva ämnen transporteras till ytan.

Tillämpningen bygger på teorier. Metoden innebär att man först och främst borrar ett djupt hål, ner till fyra kilometers djup. Hålet är 80 centimeter i diameter. Hålet kläs in med ett tjockt rör som fylls med en lerig massa för att motverka att hålet kollapsar av det omgivande trycket. Bränslet förpackas i en kapsel av metall. Kapslarna trycks, en efter en, ner i hålet genom den leriga massan. De översta kilometrerna av hålet försluts med bentonitlera, asfalt och betong.

För att ta hand om allt bränsle från det svenska kärnkraftsprogrammet krävs minst 40 djupa hål. Avståndet mellan varje borrhål måste vara minst 500 meter vilket betyder att området blir minst tio kvadratkilometer.

FAKTA

## Så går det till: KBS-3

Ett tunnelsystem byggs cirka 500 meter ner i berggrunden. Det använda kärnbränslet kapslas in i tjock koppar och placeras nere i berget med bentonitlera omkring. Kopparkapseln och leran skyddar bränslet på lång sikt och förhindrar att radioaktiva partiklar sprids i berget. Säkerheten i systemet ligger i de tre olika barriärerna, koppar-

Lösningen kunde naturligtvis vara en stabil kapsel på liknande sätt som i ett KBS-3-förvar. Men den tanken avfärdar Peter Wikberg genast. Den aggressiva miljön och det stora trycket från det omgivande berget gör att alla kapslar och skyddande lera som används i ett KBS-3-förvar med all säkerhet skulle förstöras. Istället måste man förlita sig på att alla radioaktiva partiklar håller sig kvar djupt nere i berget, utan att ta sig upp till markytan.

### Ny väg till markytan

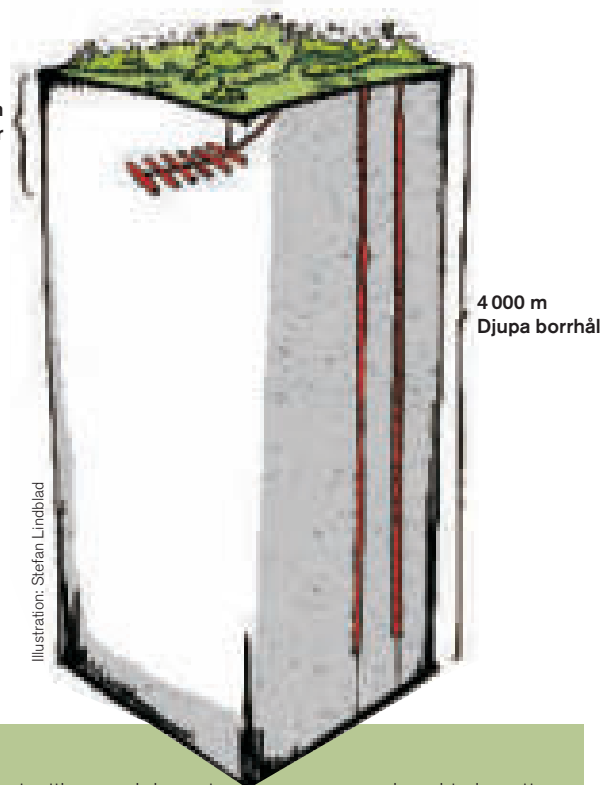
Men oavsett hur bra berget därnere är så har man redan vid borrhålets skapande en väg upp till markytan – själva borrhålet. Risken finns att det blir en transportkanal för de radioaktiva partiklarna rakt upp till markytan.

– I dag har vi ingen möjlighet att bedöma den långsiktiga säkerheten i djupa borrhål. Även om vi skulle forska mer så kommer kunskapen om förhållandena på så stora djup alltid att vara begränsad.

Hur tror du att man skulle gå till väga för att välja en plats där man kan deponera bränslet i djupa borrhål?

– Jag tror att man skulle koncentrera sig på områden som är glest befolkade. Laxemar eller Forsmark skulle knappast bli aktuella eftersom man med en sånär här metod skulle behöva sprida ut ett 40-tal borrhållarplatser – var och en större än en fotbollsstadion – över ett område på cirka tio kvadratkilometer, säger Peter Wikberg.

ca 500 m  
KBS-3-förvar



kapseln, bentonitleran och berget som var och en hindrar att radioaktiva partiklar kommer upp till markytan. När bränslet är på plats i berget fylls tunnarna med lera och närmast markytan med bergkross. På markytan byggs en anläggning liknande en medelstor industri med hissar och schakt ner i berget.

FAKTA

Ur jordens inre



Håkan Sandstedt har behållit borrkronan från djuphålet i Gravberg. Ända nere på drygt 6 000 meters djup har den något tilltufsade kronan varit.

# Dalarnas djuphål drygt 6 000 meter

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

**Djupa borrhål har vi redan borrarat i Sverige – två riktigt djupa! Den minnesgode påminner sig det fåfänga försöket att hitta gas på stora djup i Dalarna på 80-talet. I Gravberg i Orsa kommun tog sig borrkronan med möda ner till drygt 6 000 meters djup.**

Den borrkronan står som souvenir från svunna tider på Rambölls kontor i Stockholm. Där jobbar numera Håkan Sandstedt, en gång ansvarig för de geologiska undersökningarna i djupgashålet i Gravberg. Det andra djupa hålet borrhades i Stenberg.

För ett enda djupt borrhål måste en borrhålsplats på cirka 200 gånger 200 meter anläggas (se bilden till höger). I dag är området återställt och djupgasprojektet lever kvar som en parentes i Vattenfalls industrihistoria och i folks minne. Håkan Sandstedt har inte varit i Gravberg på många år.

–Jag är inte särskilt sentimental av mig, förklarar han.

## Ljusår från Gravberg

Det nordiska konsultföretaget Ramböll med 97 kontor och runt 5 000 medarbetare har sitt svenska huvudkontor på Södermalm i Stockholm – ljusår från Gravberg mitt i ingenstans. Håkan Sandstedt är chef för affärsområdet samhällsbyggnad. Just nu handlar hans jobbvardag mycket om stora väg- och järnvägsprojekt.

Som ung civilingenjör på Vattenfall i början av 80-talet engagerades han i djupgasprojektet. I backspegeln minns han å ena sidan en Klondyketillvaro



## Vad hände sedan?

De två djupa borrhålen i Gravberg och Stenberg i Dalarna ägs numera av företaget Igrene i Mora. Igrene äger också ett annat område i Mora där man nu vill borra flera 500-metershål för att nå – vad man tror – 25-gradigt vatten som kan användas till fjärrvärme, ett så kallat geotermi-projekt. Företaget tror att det finns en värmereservoar i Siljansringen som kan klara minst fyra kommuners fjärrvärmebehov. Hittills har projektet privatfinansierats med cirka tre miljoner och just nu pågår jakten på nya investerare.

**FAKTA**

## Forskningshål i Finland

I Outokumpu i östra Finland pågår ett forskningsprojekt kring djupa borrhål. Det är Ryssland, som är kunnigt på området, som har betalat tillbaka en skuld på sju miljoner euro (knappt 70 miljoner kronor) till Finland genom att april 2004 – januari 2005 borra ett 2 516 meter djupt hål. Det är samma ryska bolag som på Kolahalvön har borrarat världens djupaste hål – 12,3 kilometer. Outokumpuhålets diameter är 216 millimeter på djupet. Det kan jämföras med kärnborrhålen i SKB:s platsundersökningar som är 76 millimeter. Borrhålet i Outokumpu är avsett för omfattande forskning på stora djup. Finlands geologiska forskningscentral leder den internationella forskningen där sju länder deltar, däribland Sverige. På 2,5 kilometers djup fann man vatten i små mängder, mycket salt- och gasrikt. Det är 40 grader varmt längst ner i borrhålet.

**FAKTA**



Borrplats Gravberg när det begav sig på 80-talet. Borrigen fick hämtas i USA, den kostade "på rea" tio miljoner.

där man jagade extremt stora borrhigar på USA-marknaden, å andra sidan vetenskaplig forskning och dokumentation som var helt unik för Sverige.

– Vi hittade ingen gas men vi lärde oss fruktansvärt mycket på vägen ner, säger han. Det vetenskapliga arbetet känner jag mig stolt över än i dag.

#### Rigg från USA

Varken borrhig eller expertis på djupborrningar fanns i Sverige. Borrningarna efter gas på stora djup hade gått i stå i USA och borrhigen kom svenskarna därför över till reapris. Arbetsledning och borrrpersonal hämtades också från USA.

Borrningarna inleddes till tonerna av Orsa spelmannslag under pompa och ståt sommaren 1986 och avslutades för Gravbergs del 1988. Däremellan rymdes många om och men... Borrhållslängden blev 6700 meter, det vill säga drygt 6000 meters djup.

På slutet handlade det mesta om "men".

– Man kan generellt säga att det gick riktigt bra de första fem kilometerna. Sedan var det bara bekymmer och elände, minns Håkan Sandstedt.

Till avdelningen "bekymmer och elände" hörde höga bergspänningar, ras i hålet, allt kraftigare krökning, fastsatta borrkronor, omborrningar, allt mer tidsödande och dyra borrrkonebyten, tek-

niska problem av annat slag och skenande kostnader.

1988 var Gravbergsäventyret slut.

#### Utvärdering åt SKB

Året därpå anlätades Håkan Sandstedt tillsammans med geologen Christopher Juhlin av SKB för att göra en geologisk utvärdering av Gravbergsborrningarna i akt och mening att ta fram ett koncept för deponering av använt kärnbränsle.

Lagerbladet ber Håkan Sandstedt dra några slutsatser av sitt arbete med konceptet.

– Man måste vara försiktig med att dra generella slutsatser eftersom berggrunden varierar från plats till plats, säger han. Om stora säkerhetsmässiga fördelar ska vinnas med att deponera använt kärnbränsle i djupa borrhål så bör bränslekapslarna deponeras under barriären av högsalint vatten, det vill säga under det stillastående extremt salta vattnet på stora djup. Djupet till det högsalina vattnet kan säkert variera mellan olika platser men påträffades i Gravberg på cirka 6000 meters djup. Salthalten i Gravberg uppmättes till cirka 150 gram per liter.

Salthalten ökar inte bara med djupet utan kan ta plötsliga språng. På Kolahalvön där ryssarna borrar så djupt som tolv kilometer ökar salthalten kraftigt efter fyra kilometer men tar ett rik-

## Sagt om djupa borrhål:

### Statens kärnkraftinspektion (SKI):

– SKI:s bedömning från granskningen av kompletteringen till Fud-program 1998 kvarstår därför. Det vill säga att alternativet djupa borrhål är förknippat med så stora osäkerheter, att det inte bör betraktas som ett realistiskt alternativ till KBS-3-metoden.

### Statens strålskyddsinstitut (SSI):

– SSI har vid ett flertal tillfällen, bland annat i yttrandet över Fud 98, pekat på att alternativet djupa borrhål (med deponering på 2–4 km djup) skulle kunna utgöra ett intressant alternativ med utgångspunkt i Miljöbalkens krav på alternativredovisningar. SSI ser dock inte djupa borrhål primärt som ett genomförandealternativ som vid ett ansökanstillfälle (år 2009 enligt SKB:s planer) kan vara utrett till samma nivå som KBS-3-metoden.

### Statens råd för kärnavfallsfrågor (Kasam):

– Kasam har, bland annat i samband med granskningen av Fud-program 2001, bedömt att deponering i djupa borrhål (mellan 2 och 4 km ner i berggrunden) inte är en realistisk metod. Möjligheten att återta det använda kärnbränslet vid sådan deponering torde vara i det närmaste obefintlig och därmed skulle det även bli betydande svårigheter att genomföra en demonstrationsetapp för ett sådant förvar.

### Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG):

– ... det finns många säkerhetsmässiga fördelar att använda sig av djupa borrhål i stället för den metod som kärnkraftsindustrin just nu utreder.

tigt språng vid fem kilometer – uppåt 300 gram per liter vatten!

Havsvattnet utanför Forsmark har en total salthalt på drygt fem gram och oceanvatten cirka 35 gram per liter. Smakgränsen går vid 0,5 gram per liter.

Det högsalina grundvattnet är en barriär mot det vatten som kan ha kontakt med markytan. Men var saltvattenbarriären finns varierar alltså. Full vetskap har man först när man har borrar sig ner till det. Se artikeln på föregående uppslag!

# Därför avvisar SKB djupa borrhål

Text Inger Brandgård

Enligt KBS-3-metoden ska det använda kärnbränslet förvaras i kopparkapslar, omslutna av bentonitlera, djupt nere i urberget. Metoden bygger på principen att avfallet skyddas av flera av varandra oberoende barriärer. Detta är en förutsättning och ett lagkrav.

**SKB anser inte att djupa borrhål är ett rimligt alternativ till KBS-3-metoden. Vilka är våra argument för det?**

– Det finns flera goda skäl till varför djupa borrhål är en bristfällig metod. Bland annat uppfyller den inte krav på en kontrollerad och säker hantering i varje steg. Den ger heller ingen möjlighet att reparera en kapsel om den skulle skadas under deponeringen, säger Saida Laârouchi Engström, chef för SKB:s miljökonsekvensbeskrivningar och samhällskontakter.

**Hur pass mycket har vi forskat kring denna metod, kanske går problemen att lösa om man ger den mer tid och pengar?**

– SKB forskade om djupa borrhål 1989–92. Vi konstaterade redan då att metoden lämnade mycket övrigt att önska. Dessutom uppfyllde metoden med djupa borrhål ej principiella krav på slutförvaret, vilket gjorde att det inte var meningsfullt att gå vidare. Samma bedömning har gjorts i andra länder.

**På vilket sätt följer vi forskningen som pågår i dag?**

– Vi följer alla internationella utredningar och kommer att sammanställa resultatet i en samlad redovisning i samband med att vi 2009 ansöker om att få bygga ett slutförvar.

*För mer information om principerna för slutförvar, se faktaruta.*



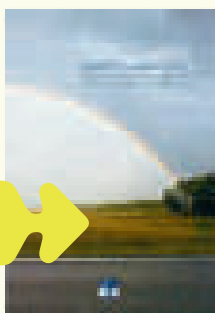
Foto: Curt-Robert Lindqvist

Saida Laârouchi Engström.



SKB har under åren 1989–2006 granskat frågan om djupa borrhål i ett tiotal rapporter. Är du intresserad att läsa mer i ärendet, kontakta Lagerbladet tel 0491-76 80 96 eller [anna.wahlsteen@skb.se](mailto:anna.wahlsteen@skb.se).

## Samhällsforskning 2006



För andra året i rad ger SKB ut en årsbok med en lägesrapport från den samhällsvetenskapliga forskningen som vi driver. Forskningen sker i anslutning till vårt uppdrag att ta hand om det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken.

Åtta forskargrupper presenterar i boken sina perspektiv och preliminära resultat. Materialet är forskarnas egna texter och bland projekten kan nämnas: "Attityder till slutförvar av använt kärnbränsle", "Nationell kärnavfallspolitik i en europeisk union" och "Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt".

Årsboken finns som pdf på vår webbplats [www.skb.se](http://www.skb.se) under Publikationer/Informationsmaterial.

## Syfte och ändamål med slutförvaring

"SKB har som syfte att ett slutförvar för kärnbränsle från de svenska kärnreaktorerna ska skapas inom Sveriges gränser och med frivillig medverkan av berörda kommuner. Slutförvaret ska byggas, drivas och förslutas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. Det ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras både före och efter förslutning. Den långsiktiga säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer. Slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av de svenska kärnreaktorerna och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning."

FAKTA