

Toverud, Öivind

Från: Björn Gembert [Bjorn.Gembert@uadm.uu.se]
Skickat: den 25 mars 2008 11:47
Till: Toverud, Öivind
Ämne: yttrande



UFV-07-1437-SKB-F
UD-program-yt...

Översänder yttrande från Uppsala universitet. Papperskopior är på väg med posten.

MVH
Björn Gembert

Björn Gembert
Utbildningsledare
Kansliet för naturvetenskap och teknik
Uppsala universitet
tel 018-471 17 39 mobil 070-425 00 53



UPPSALA
UNIVERSITET

Besöksadress:
S:t Olofsgatan 10 B

Postadress:
Box 256,
751 05 Uppsala

Handläggare:
Björn Gembert

Telefon:
018-471 18 66

Telefax:
018-471 19 99

Bjorn.gembert@uadm.uu.se

www.uu.se

Yttrande
2008-03-25

1 (8)
UFV 2007/1437

Att: Övind Toverud
Enheten för slutförvaring
Statens kärnkraftsinspektion
106 58 Stockholm

SKI:s granskning av SKB:s FUD-program 2007 (dnr. SKI 2007/1218)

Uppsala universitet har beretts möjlighet att yttra sig över rubricerade remiss.

Bifogade yttrande har utarbetats av en expertgrupp bestående av Roland Roberts, professor i seismologi, Christopher Juhlin, professor i geofysik, Claes-Göran Granqvist professor i fasta tillståndets fysik, Leif Nilsson, professor emeritus tillämpad kärnfysik, Bengt Gustavsson, kanslichef för vetenskapsområdet humaniora och samhällsvetenskap samt bitr kanslichefen Björn Gembert.

Universitetet överlämnar yttrandet som sitt svar på rubricerade remiss.

Beslut i detta ärende har i rektors frånvaro fattats av undertecknad prorektor i närvaro av universitetsdirektören Mats Ola Ottosson, efter föredragning av bitr kanslichefen Björn Gembert. Närvarande därutöver var Uppsala studentkårs ordförande Louise Callenberg.

Kerstin Sahlin

Björn Gembert



SKB:s FUD-program 2007 (SKI 2007/1218)

Den samlade bedömningen är att SKB har skött hanteringen av frågan på ett mycket seriöst och förtjänstfullt sätt. Allmänt gäller att programmet är både brett och djupt. Det är skrivet med föredömlig klarhet.

Grundkonceptet i deponeringen förefaller helt lämplig. Bärande argument som gör att något annat koncept för slutförvaringen av högradioaktivt material skulle kunna vara bättre, saknas.

SKB:s omfattande forskningsprogram bör fortsätta när djupförvaret öppnats.

Sammanfattningsvis kan sägas att SKB:s tidigare, nuvarande, och planerade arbete kring dessa frågor bedöms som rimligt och balanserat i relation till de eventuella problem som kan uppstå. SKB:s version 2007 av FUD-programmet är liksom föregångarna väl utformat. I det följande ges dock specifika synpunkter på insatsområden.

Säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning

Det är speciellt bra att andra metoder än KBS-3 beaktas, och att forskning rörande separation och transmutation finansieras på svenska universitet och högskolor. Alternativet "Djupa borrhål" kommenteras i ett särskilt avsnitt i bilagan.

Beträffande slutförvaret för använt kärnbränsle gäller, att det ska utformas så att det inte behöver övervakas. Det är bra att återtag av använt kärnbränsle finns med som ett möjligt alternativ och att SKB har formulerat ett eget krav på att slutförvaret skall utformas på ett sådant sätt att det är möjligt att återta deponerade kapslar innan förvaret tillsluts. Kravet innebär också att det ska vara möjligt att återta ett stort antal kapslar i ett senare skede. Detta krav är av principiellt stor betydelse då det ger en frihet att återanvända kärnbränslet till exempel i samband med ytterligare energiproduktion, om en framtida teknologitveckling på kärnreaktorområdet skulle medge detta.

Beträffande transmutation gör SKB med stöd av Kasam (Statens råd för kärnavfallsfrågor) bedömningen att forskningen bör bedrivas i samarbete med andra länder. SKB konstaterar att intresset för forskning rörande acceleratordrivna system (ADS) har minskat något under de senaste åren till förmån för insatser på fjärde generationens reaktorsystem (GEN-IV), som innefattar snabba reaktorer med eller utan bridning. Sett som helhet bedöms området "Framtida avancerade system", som kan tänkas få betydelse för separation och transmutation, behöva ett utökat stöd och SKB förutser att den årliga budgeten för området under de kommande tre åren kan komma att utökas med 20 – 40 % från läget under de senaste fem åren. Denna bedömning är sannolikt helt riktig och frågan är om inte



UPPSALA
UNIVERSITET

den föreslagna ökningen är i underkant med hänsyn till den relativt snabba internationella utvecklingen, som i huvudsak sker inom ramen för Generation IV International Forum, där Sverige deltar via Euratom.

De svenska och finska slutförvarsanläggningarna kommer att utgöra nya inslag i bränslecykeln och frågor som berör olika aspekter på safeguards bör belysas tydligare, exempelvis:

- Safeguards-systemet baseras på begreppet "accountancy" vilket bl. a. innebär att en viss mängd kärnämne som kommer in i en anläggning ska balanseras av det som går ut ur anläggningen eller som på ett *verifierbart* sätt förvaras i anläggningen. Slutförvaret ger inte möjlighet till detta och hur anläggningen konceptuellt ska inlemmas i safeguards-systemet är ännu en öppen fråga, som sannolikt behöver utredas.
- "Continuity of knowledge" omnämns som basen för safeguards-implementeringen i anläggningarna för inkapsling och slutförvar. Den ansatsen förefaller riktig men tekniken förutsätter att det inkapslade materialet först har verifierats med adekvata metoder. Hur detta ska ske är också det en öppen fråga och det kan därför förutses ett behov av att ett forsknings- och utvecklingsprogram initieras för att anvisa utvecklingslinjer för sådana metoder. I sammanhanget bör omnämnas IAEA:s allmänna kriterium att man vid en given tidpunkt skall använda den "bästa" tillgängliga tekniken för verifiering. Ett forsknings- och utvecklingsprogram bör därför även adressera frågeställningen hur man agerar när "bättre" teknik implementeras efter hand när redan verifierat bränsle har slutförvarats.

Kapseln som barriär

Beträffande materialfrågor så är det viktigt att beakta att vattenin-trängning i skadade kapslar för använt kärnbränsle kan leda till anaerob korrosion av järn med åtföljande vätgasutveckling. Därför är det av största vikt att påverkan från väte på koppar och segjärn studeras ingående, och att samtidiga effekter av mekaniska spänningar och strålning analyseras. I forskningsprogrammet för materialfrågor (sid 161) anges att vätetets påverkan på koppar och segjärn ska studeras 2008-2009, och att spänningskorrosion ska studeras 2008-2010. Forskningen inom områdena bör samordnas, och det kan ifrågasättas om de angivna tidsperioderna är tillräckliga.

Studier av korrosivt angrepp på avfallsbehållarna bör även fortsättningsvis belysas.

Geosfär

Det är huvudsakligen den delen av SKB:s verksamhet som har att göra med själva deponeringen i berggrunden som mest berör kompetensen inom institutionen för geovetenskaper. Sådan deponering är ett komplext



UPPSALA
UNIVERSITET

och mångfasetterat projekt, inte minst därför att signifikant läckage till biosfären måste undvikas för så lång tid. Över tider av 10 tusentals och 100 tusentals år, kan det förväntas att förhållandena vid ytan kommer att ändras mycket kraftigt, bl.a. p.g.a. eventuella kommande istider. Här finns en klar och viktig roll för geovetenskaper, dels för att klargöra det förflutna och dels kunna förutse eventuella kommande extrema förhållanden.

Riskerna för att något naturligt fenomen inträffar, som skulle kunna flytta material från sin djupa slutlagringsplats till ytan är mycket (försvinnande) små. Huvudrisken för utsläpp är via läckage från skadade behållare, genom de tekniska barriärer i närheten av förvaringen, in i grundvattnet, och upp till ytan genom transport i sprickzoner. Det är därför viktigt att sprickzoner och dess egenskaper i områden som är tänkt för slutförvaringen blir undersökta mycket noga, att lämpliga modelleringstudier genomförs osv. SKB har genomfört omfattande studier av detta, och dessa bör naturligtvis fortsätta.

Ett annat geovetenskapligt perspektiv har att göra med den fysiska stabiliteten av området, dels geotekniska frågor i samband med konstruktionen och bruket av den underjordiska anläggningen, och dels effekterna av eventuella tektoniska rörelser, inklusive jordbävningar. Eftersom dessa rörelser är långsamma och episodiska i karaktär, är långsiktiga mätningar av eventuella deformationer nödvändiga.

Ytterligare kommentarer lämnas i bilagan.

Samhällsvetenskaplig forskning

Fud-programmet avseende samhällsvetenskaplig forskning synes täcka området väl, även om avsaknaden av redovisning av tillgängliga medel gör det svårt att bedöma omfattningen och därmed vad som kan utföras inom ramen för medlen.

Det vore bra om den samhällsvetenskapliga forskningen kunde redovisas under rubriken "Humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning". Skälen härtill är dels att den gängse benämningen från statsmakternas sida är humanistisk-samhällsvetenskap forskning (omfattande teologi, juridik, historisk-filosofiska ämnen, språkvetenskap och samhällsvetenskap), dels att den forskning som förslaget omfattar till icke ringa delar även avser humanistisk forskning. Därmed skulle denna forskning bli mer synlig för en större krets av forskare och institutioner inom universiteten.

Uppsala universitet anser även att det vore angeläget att SKB tog initiativ till ett seminarium med bred inbjudan till forskare inom humaniora och samhällsvetenskap inför kommande utlysningar av forskningsmedel.



Övervakning av mikroseismicitet i och omkring förvaret

De saknas ett tydligt åtagande för den seismiska övervakningen av förvaret. Denna långtidsövervakning nämns visserligen i kap. 8.2.2 men saknas i andra diskussioner. För att få önskad effekt måste övervakningen starta i god tid före anläggningsarbetenas inledning på den valda förvarsplatsen. Instrumenten bör placeras i borrhål, men kanske också på ytan och inne i anläggningen för specifika ändamål, för att observera händelser på olika rymd- och magnitudskalor. Geofysiska borrhålmätningar nämns i kap. 12.3, men inte seismiska sådana. Mikroseismiska observationer är av stor vikt för:

- **Sprickbildning** I samband med SKBs aktiviteter, i synnerhet konstruktionen av anläggningen, kommer spänningssituationen i berget att ändras. Detta kan leda till sprickbildningar samt öppnandet av befintliga sprickor, med ökad permeabilitet som följd. Risken påpekas på flera ställen i texten, bl.a. s 106, 137, 143 och 335. Flera olika ingrepp kan leda till ändrade sprickmönster, inklusive byggandet av själva hålrummen och termiska ändringar i närheten av kapseln. Det är naturligtvis av största vikt att övervaka bildandet av eventuella nya sprickor i närheten av anläggningen, inte minst genom detaljerad mikroseismisk övervakning av området. Sprickbildningsövervakningen kräver att instrumenten funnits på plats en tid så att man kan skilja inducerade händelser från de naturliga.
- **Hydraulisk uppsprickning** På s 140 diskuteras möjligheten till tätning av sprickor genom injektering. Även detta kan leda till nya sprickor, eller förlängning av befintliga sprickor, samtidigt som andra sprickor tätas. Skulle sådan injektering, i större zoner, ingå i konstruktionen, bör SKB överväga att aktivt övervaka förloppet mikroseismiskt, antingen genom det allmänna systemet i området, eller genom extra mätningar i samband med ingreppet.
- **Kartläggning av sprickbildning** Den mikroseismiska övervakningen ger möjlighet att följa svaghetszoner i bergmassan, eftersom mikroskalven kommer att uppträda i de svagaste områdena. Detta ger också en möjlighet att bedöma permeabilitet och flödesvägar i spricksystemen.
- **Spänningsomlagring** Allt eftersom konstruktionsarbetet framskrider kommer spänningsfältet i berget att störas rejält. Den mikroseismiska övervakningen ger möjlighet att följa spänningsförändringarna genom analys av fokalmekanismer.
- **Långtidsanalys** Övervakningen kommer att ge information om hur aktiviteten förändras inte bara under konstruktionsskedet men också under drift, stängning och senare.



Långtidsuppföljning av seismiciteten i Sverige

De allra flesta jordskalv sker i redan existerande förkastningar, dvs. förkastningen "reaktiveras". Reaktiveringen kan ske t.ex. pga. en ändring i belastningen, exempelvis relaterad till isbelastning under en glaciationscykel, men kan också ske som en del i den konstant pågående deformationen relaterad till jordens sammankopplade plattetektoniska system. I FUD 2007 diskuteras dock reaktiveringen nästan uteslutande som beroende på en större jordbävning, dvs. ett sekundärt fenomen, som seismologer refererar till som efterskalv. Diskussioner om den primära reaktiveringen, det stora skalvet, begränsas dock nästan uteslutande till glaciala skalv. Att undersöka glacialt inducerade skalv är nödvändigt i långtidsperspektivet, se vidare nedan, men eftersom de första tusen åren på många sätt är mest kritiska ur bränsleaktivitetssynpunkt, är jordbävningensriskerna kopplade till den tektoniska bakgrundsseismiciteten, dvs. aktiviteten som pågår under nuvarande förhållanden. Den låga bakgrundsaktiviteten i Sverige innebär att datamängden är begränsad. Det finns inte tillräckligt med data att belysa vad den maximala magnituden i Sverige kan vara, men indirekta argument baserade på landets geologi tyder på att stora skalv (magnitud 7 och 8) troligtvis kan ske, dock sällan. Enligt befintliga data och Gutenberg-Richter konceptet, kan ett skalv av magnitud 6 förväntas i eller i närheten av Sverige ca en gång per sekel, en magnitud 7 en gång per tusen år, osv. Det är därför viktigt att den seismiska aktiviteten i landet fortsätter att övervakas under en lång tidsperiod, för att gradvis ge större insikter i fördelningen av skalv och därmed kunna förbättra bedömningen av seismiska risker. Här bör även beaktas frågor som om den största risken kommer från stora eller upprepade mindre skalv.

Alltmer data tyder dessutom på att seismiciteten är episodisk i tid och rum till sin karaktär, samt att aktiviteten kan flytta sig geografiskt över stora områden på en tidskala av t.ex. år eller decennier. Därför skulle seismiska mätningar enbart i närheten av ett förvar inte utgöra en tillräcklig övervakning av seismiciteten i stort. SKB bidrar idag på ett förtjänstfullt sätt till en lämplig seismisk övervakning av Sverige. Det är viktigt att detta fortsätter som ett långsiktigt åtagande.

Reflektionsseismiska undersökningar

I FUD 2007 konstateras att undersökningar av bergets struktur, och i synnerhet dess sprickzoner, är avgörande för förvarets konstruktion och framtida funktion. Det konstateras också att reflektionsseismik i detta avseende "har visat sig vara ett ännu viktigare verktyg än vad som förutsågs", sid. 70. Det noteras därför med viss förvåning att inget nämns om kompletterande reflektionsseismiska undersökningar på den utvalda platsen. Moderna högupplösande 3D-undersökningar har visat sig mycket värdefulla i andra sammanhang, som koldioxidlagring, men då krävs dels förberedelser för att optimera undersökningen till platsen, och dels att undersökningen görs innan konstruktionsarbeten påbörjas. En diskussion



UPPSALA
UNIVERSITET

om, och planering för, övervakning av förvaret med reflektionsseismik bör också påbörjas snarast. Sådan övervakning ingår numera ofta både i oljefält och för koldioxidlagring.

Deformationsmätningar

GPS-mätningar nämns på s 337 och 341. SKB utvärderar ett program för kampanjmätningar, dvs. periodvisa GPS-mätningar med jämna mellanrum vid samma geografiska mätpunkter i Forsmark. Ambitionen är att kunna göra en utvärdering av resultaten för att om så krävs kunna byta metod i god tid innan ett förvar börjar byggas. Det är i dag klart belagt att kampanjmätningar har stora brister, i synnerhet om hög precision önskas i områden som Sverige där deformationshastigheten är mycket låg. För att uppnå tillförlitliga resultat behövs kontinuerliga mätningar, dvs. tidstäta mätningar med en fast mätstation vid varje punkt. Lantmäteriverket och det svenska BIFROST-projektet har klarlagt att för att nå god precision behövs kanske inte de allra dyraste monumenten (som i SWEPOS), men att de kontinuerliga registreringarna är ovärderliga också för att ha kontroll över felkällor. Dessutom bör övervägas andra geodetiska mätningar, som t.ex. laser, som ett komplement till GPS-mätningarna.

Alternativmetoden Djupa borrhål

Det finns ett antal starka faktorer som bedöms betyda att ett djupförvar i djupa borrhål är mindre tilltalande än KBS-3 metoden. Alternativen diskuteras dock i dokumentet, och därför erbjuds några kommentarer:

Ett provborrningsprogram skulle kraftigt öka förståelsen för kemin, hydrauliken, biosfären på djupet. Dessa kunskaper skulle i sin tur öka trovärdigheten av säkerhetsanalyserna av KBS-3 metoden.

Till debatten om djupa borrhål som slutförvar kan läggas att ett sådant förvar, eller om det blir fler, måste lokaliseras med än större hänsyn tagen till den seismiska aktiviteten, eftersom kärnavfallet då förvaras på seismogent djup. Specifika platsval blir besvärliga att göra då seismiciteten är låg och dessutom är episodisk i tid och rum till karaktären.

Ett program för provborringar av djupa borrhål skulle vara mycket värdefullt för förståelsen av spänningstillståndet på djupet i Sverige, och därmed för förståelsen av den seismiska aktiviteten, Töjningsgivare i hålen skulle vidare ge mycket information om töjningsfältets storlek, riktning och tidsstabilitet, vilket kan omsättas till spänningsinformation. Elektromagnetiska mätmetoder, i borrhålen, skulle kunna användas för att kartlägga salthalt och saltskiktningar i grundvattnet.

Glacialt inducerade jordskalv

I FUD 2007 läggs stor vikt vid glaciala förhållanden och dess möjligheter att framkalla stora jordskalv. Detta är naturligt med tanke på de stora



jordskalv, större än magnitud 8, som är kända från den senaste istidens slut, och sannolikheten att fler nedisningar är att vänta under förvarets livstid. SKB driver i nuläget forskning som ökar förståelsen av processerna bakom de glaciala skalven. Det engagemanget bör fortsätta, särskilt med tanke på den snabba teknikutveckling som pågår inom fältet för modellering av jordens respons på glaciationer just nu. Detsamma gäller möjligheten att modellera och förstå jordskalvsprocessen samt de hydrologiska förhållandena under en glaciation. Dessa framsteg sammantaget bör kunna få stor betydelse för förståelsen av processerna bakom de glacialt inducerade skalven.

Neotektonik

FUD 2007 innehåller beskrivningar av de undersökningar som gjorts med avseende på glacialt inducerade förkastningar och sprickor i Forsmark och Laxemar. Det är dock oklart hur SKB tänker sig det fortsatta engagemanget inom detta område. Både neotektonik och paleoseismologi är aktiva forskningsfält där möjligheten att analysera, förstå och tidsbestämma rörelserna hela tiden förbättras. Detta är inte minst viktigt vid tolkningen av jordskalvs- och deformationsdata och kan möjligen vara av betydelse för förvarets konstruktion och drift

Som skydda mot jordbävningpåverkan i förvaret har SKB beräknat respektavstånd till sprickor större än en viss diameter, och planerar att inte deponera kapslar närmare än detta respektavstånd. Avstånden beräknas så som redovisas i avsnitt 26.2.7. Möjligtvis kan den korta sammanfattningen vara förklaringen till att budskapet är otydligt. T.ex. kommentaren (sid 237, para 5) ”*För en spricka på några hundra meters avstånd är det inte det seismiska momentet, utan den lokala och förmodligen magnitudoberoende spänningsförändringen som är avgörande*”. Meningen kan tolkas som att ändringar i spänningsfältet i närheten av ett större jordskalv inte är beroende av skalvets storlek. Detta är ett svepande och långtgående påstående. Spänningsfältet i närheten av ett större jordskalv är ett komplext och icke helt utrett fenomen, och direkta och indirekta dynamiska effekter har troligtvis en stor betydelse (indirekta dynamiska effekter inkluderar t.ex. värmeproduktion på glidyta). Sektion 26.2.7 tolkas som att genomförda beräkningar visar att all påtaglig risk från större jordskalv kan undvikas bara ingen kapsel ligger direkt i en större existerande spricka. Möjligtvis kan oberättigade antaganden vara inbyggda i några av dessa modelleringsansatser.