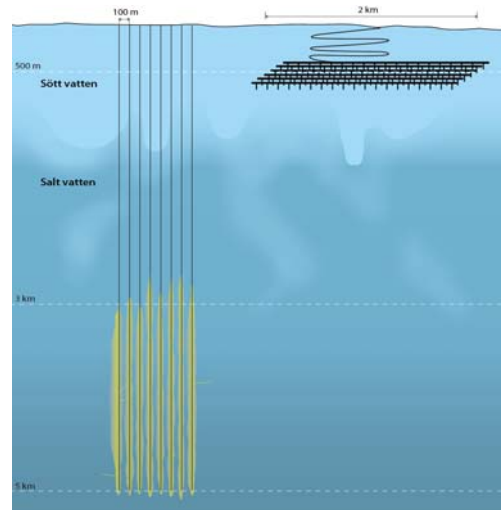


# Replik avseende MKG:s bemötande om vald metod (djupa borrhål)

Johan Andersson, SKB



## Djupa borrhål – slutsatser

### Tänkbara fördelar

- Deponeringen sker på stort djup i tänkbart stagnant saltvatten
- Innebär långa transporttider, såvida inte snabba transportvägar skapats via deponeringshållet eller via zoner i berget
- Minskar risken för oavsiktligt intrång tack vare det större djupet

### Har stora principiella säkerhetsmässiga svagheter jämfört med KBS-3-metoden

- Risker vid installation. Kapslar skulle kunna fastna på fel djup och/eller skadas i samband med deponeringen. Radiologiska risker för personal, allmänhet och miljö
- Djupet till stagnant salt vatten varierar både nationellt och lokalt
- Miljön på flera kilometers djup är mer aggressiv (hög salthalt, hög temperatur, högt tryck). Kapseln korroderar och kollapsar snabbt. Utmanande att täta borrhålet
- Konceptet bedöms inte vid drift uppfylla de säkerhetskrav på kontrollerbarhet, reparerbarhet och strålsäkerhet som ställs på kärnteknisk verksamhet

SKB menar att det inte är rimligt att satsa på ytterligare omfattande utvecklingsarbete



## SKB:s studier av deponering i djupa borrhål

- Juhlin C och Sandstedt H, Storage of nuclear waste in very deep boreholes: Feasibility study and assessment of economic potential, SKB TR-89-39, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- NEDRA, Characterization of crystalline rocks in deep boreholes – the Kola, Krivoy Rog and Tyrnauz boreholes, SKB TR-92-39, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Claesson J, Hellström G, Robert T, Buoyancy flow in fractured rock with a salt gradient in the groundwater. A second study of coupled salt and thermal buoyancy, SKB TR-92-41, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Pass – Projekt AlternativStudier Slutförvar. Slutrapport oktober 1992. Svensk Kärnbränslehantering AB. (Översättning till engelska publicerad som TR-93-04).
- Juhlin C, Wallroth T, Smellie J, Eliasson T, Ljunggren C, Leijon B, Beswick J, The Very Deep Hole concept: Geoscientific appraisal of conditions at great depth, SKB TR-98-05 Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Ekendahl A-M och Papp T, Alternativa metoder – Långsiktigt omhändertagande av kärnavfall, SKB R-98-11, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Försvarsalternativet djupa borrhål. Innehåll och omfattning av Fud-program som krävs för jämförelse med KBS-3-metoden, SKB R-00-28, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Systemanalys – Val av strategi och metod för omhändertagande av använt kärnbränsle, SKB R-00-32, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Harrison T, Very deep borehole. Deutag's opinion on boring, canister emplacement and retrievability, SKB R-00-35, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedje. December 2000 ["Fud-K"]. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Sandstedt H, Pers K, Birgersson L, Ageskog L, Munier R, Project JADE – Comparison of repository systems, Executive summary of results, SKB TR-01-17, Svensk Kärnbränslehantering AB. Underlagsrapporter TR-01-18, R-01-29, R-01-30, R-01-31, R-01-32, R-01-33, R-01-34, R-01-35
- Smellie J, Recent geoscientific information relating to deep crustal studies, SKB R-04-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B och Wiborgh M, Djupa borrhål – Status och analys av konsekvenserna vid användning i Sverige, SKB R-06-58, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Marsic N, Grundfelt B, Wiborgh M, Very deep hole concept – Thermal effects on groundwater flow, SKB R-06-59, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B, Wiborgh M, Strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle – Studier gjorda efter år 2000, SKB P-06-316, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B, Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle, SKB R-10-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B, Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle, SKB R-10-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Odén A, Förutsättningar för bormning av och deponering i djupa borrhål, SKB P-13-08, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Marsic N, Grundfelt B, Modelling of thermally driven groundwater flow in a facility for disposal of spent nuclear fuel in deep boreholes, SKB P-13-10, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B, Crawford J, The deep borehole concept – A conceptual model for gas generation and gas transport, SKB P-13-11, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Marsic N, Grundfelt B, Review of geoscientific data of relevance to disposal of spent nuclear fuel in deep boreholes in crystalline rock, SKB P-13-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Grundfelt B, Radiological consequences of accidents during disposal of spent nuclear fuel in a deep borehole, SKB P-13-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Uppdatering av rapporten Principer, Strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle, SKB P-14-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, Uppdatering av rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle, SKB P-14-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.



## Ståndpunkter framförda av MKG och MKG:s experter

- *Professor em F. Gibb*
  - *Djupa borrhål är ett lämpligt alternativ för geologisk slutförvaring av använt kärnbränsle.*
  - *Erbjuder många tänkbara fördelar jämfört med mycket mer grunda byggda förvar inklusive **säkerhet, miljöpåverkan, kostnader och tid för genomförande***
  - *Skulle kunna ses som ett alternativ till, och användas tillsammans med, ett byggt förvar*
  - ***Den grundläggande teknologin är tillgänglig idag. Det enda som nu behövs är praktisk demonstration och mindre FoU.***
  - ***Med lämpliga investeringar skulle den första slutförvaringen av använt kärnbränsle kunna avslutas inom cirka 10 år.***
- *Mr. A. Orrell*
  - ***Koppling mellan ytan och förvarets närområde - visar vår ansökan att KBS-3 klarar av.***
  - ***Performance Assessment August 2009 (Sandia)***
  - ***Brev från Nuclear Waste Technical Review Board Meeting Las Vegas, NV - February 16, 2011***
  - ***Amerikanska administrationens svar till Blue Ribbon Committee January 2013***
  - ***Planer för slutförvaring i Tyskland***
  - ***Djupa borrhål inte ett alternativ till slutförvaring utan ett komplement till byggda förvar***

## Säkerhet

- Det finns inga grundliga och genomarbetade säkerhetsanalyser av konceptet
  - Sandias säkerhetsanalys från 2009 och andra analyser har gåtts igenom av SKB, se kommentarer i avsnitt 5.3.2 och 5.3.4. bilaga K12
  - Viktiga företeelser, händelser och processer (faktorer) har utelämnats eller behandlats alltför översiktligt i Sandias analys. Detta gäller t ex uppåtriktad transport av kontaminerat vatten pga vätgasbildning från korroderande kapslar och foderrör
  - Analysen byggde inte på några platsspecifika data
  - Chapman N. A., Deep Borehole Disposal of Spent Fuel and Other Radioactive Wastes, Special Report to the Nautilus Institute for Security and Sustainability, July 2013: "a key gap continues to be a comprehensive operational and post-closure safety assessment of DBD"
- Inga argument förs fram emot de invändningar SKB framförde i tidigare anförande
  - Kapslarna korroderar i det varma och salta grundvattnet. Godsförtunning leder till att kapslar på sikt ger vika för tyngden av ovanpåliggande kapslar. Ger snabbt läckage till grundvattnet i och intill deponeringshålen. Vätgasutveckling ger drivande kraft för uppåtriktad strömning längs hålet. Borrhålet deformeras pga bergspänningar – svårt att installera och verifiera effektiv tätning
- **SKB:s slutsats: Påståendet: "DBD skulle lätt uppfylla de nationella och internationella säkerhetsstandarder som för närvarande tillämpas för slutförvaring" bygger inte på platsspecifika och genomarbetade säkerhetsanalyser.**

## Behov av teknikutveckling

- SKB håller det för sannolikt teknik för byggande av djupa borrhål kan utvecklas från befintlig teknik. Kostnaden för sådan utveckling är idag okänd. Det nedlagda amerikanska programmet för borring av ett demonstrationshål var budgeterat till flera tiotals miljoner dollar.
- SKB håller med om att utformning av kapsel och hanteringsverktyg sannolikt är lösbara frågor. Resultatet av en sådan utveckling måste dock vara ett system som kan demonstreras ha en tillräckligt liten risk för att kapslar fastnar eller skadas under deponeringen. Denna fråga identifierades som viktig även i det nedlagda amerikanska programmet
- SKB menar att borrhålstätning är avgörande för att uppnå tillräcklig säkerhet, särskilt mot bakgrund av de potentiella drivande krafter för transport av (kontaminerat) grundvatten och svårigheter att applicera effektiv tätning i ett deformerat borrhål som tidigare redovisats. Funktionen av en borrhålstätning måste kunna verifieras efter installation. SKB bedömer detta vara omöjligt i ett djupt borrhål.
- Platskaraktärisering och insamling av relevanta data för en säkerhetsanalys av ett borrhålsförvar kommer bl.a. på grund av det stora djupet att kräva utveckling av undersöknings- och tolkningsmetoder och hantering av osäkerheter. Detta berörs t.ex. i avsnitt 3.2.2 av bilaga K12.

## NWTRB: Rapport från internationell workshop om DBD 20-21 oktober, 2015

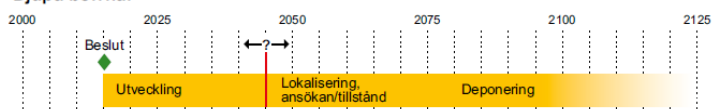
### Sammanfattning av NWTRB:s slutsatser (SKBs översättning)

- Även om en del avfallstyper kan deponeras i djupa borrhål så kvarstår behovet av ett byggt förvar
- Att *i)* få till stånd ett regelverk, *ii)* identifiera en acceptabel site och att *iii)* karakterisera ett 5 km djupt borrhål är utmanande och tidskrävande aktiviteter som medför att tiden som krävs för att få till stånd ett borrhålsförvar kan vara jämförbar med den tid som krävs för ett byggt förvar.
- DBFT kommer bara att ge begränsad information av relevans för utvärderingen av konceptets genomförbarhet och för platsvalet
- Implikationer och begränsningar vid hantering av icke-aktivt material skiljer sig från dem som gäller vid aktivt material. Det är viktigt att förstå de senare när man ska utforma och bedöma genomförbarheten av DBD.
- [www.nwtrb.gov](http://www.nwtrb.gov)

## Kostnader och tid för genomförande

- Ett omfattande utvecklingsarbete återstår
  - För att föra fram konceptet till en kunskapsnivå som krävs för att starta platsundersökningar krävs i storleksordningen 30 års utveckling (borrning, platsundersökningar, deponeringsteknik testad för kärnteknisk miljö, förslutnings av borrhålen (Bilaga K12 avsnitt 7.1.)
  - Ingen garanti att utvecklingsarbetet lyckas
- Den internationella erfarenheten om utmaningar i lokaliserings- och tillståndsgivningsarbetet för kärntekniska anläggningar visar
  - Även under de mest positiva förhållanden tar i genomsnitt 10 år att komma fram till kommuner som kandiderar till platsundersökningar
  - Det tar ungefär 10 år att få ihop ett underlag för att göra platsval och en ansökan att få uppföra de aktuella anläggningarna
  - Slutligen ska ansökan granskas och regeringen ta ett beslut. (SKBs ansökan har redan granskats i sex år)

### Djupa borrhål



## Planer för slutförvaring i Tyskland

- En parlamentarisk kommission för lagring av högaktivt avfall (Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe) publicerade sin slutrapport i juli 2016.
  - Kommissionen såg deponering i djupa borrhål som en alternativ metod som dock inte rekommenderades.
  - *Kommissionen har, efter en omfattande hantering av ett stort antal alternativ för bortskaffande särskilt av högaktivt avfall, beslutat att rekommendera slutförvaring i ett byggt förvar i en djup geologisk formation. Konceptuellt nytt är efterfrågan på reversibilitet av tagna beslut som en del av en inlärningsprocess för att nå målet om bästa möjliga säkerhet baserat på framtidsetiska principer och en önskan om långtgående möjligheter till felkorrigering. Reversibilitet, det vill säga möjligheten att vända den pågående processen, är nödvändig för att möjliggöra felkorrigeringar, för att hålla alternativ för framtida generationer, till exempel för att ta hänsyn till nya rön, och kan bidra till att bygga förtroendet för processen.* (SKBs översättning från tyska)
- SKB har inte kunnat få bekräftat att någon forskning kring deponering av djupa borrhål finansieras av ansvariga organisationer eller ministerier i Tyskland. Det tyska programmet för slutligt omhändertagande följer kommissionens rekommendationer.

## Slutsatser

- SKB instämmer med vikten att inom rimlig tid uppnå ett säkert slutligt omhändertagande av det använda bränslet så att denna uppgift inte förs vidare till nästa generation.
- SKB har sedan mitten av 1980-talet inom ramen för Fud-processen utvärderat flera metoder utöver KBS-3, inklusive deponering i djupa borrhål. Under de senaste drygt 10 åren har deponering i djupa borrhål utgjort fokus för dessa utvärderingar.
- Slutförvaring i djupa borrhål har stora principiella säkerhetsmässiga svagheter jämfört med KBS-3-metoden och är inte industriellt utvecklad eller tillgänglig
- SKB menar att det inte är rimligt att satsa på ytterligare omfattande utvecklingsarbete
- SKBs studier har lett fram till ståndpunkten att KBS-3-metoden är den säkra och robusta metod som SKB vill ha tillstånd att förverkliga.