



DokumentID  
1372558

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Att: Ansi Gerhardsson  
171 16 Stockholm

Handläggare  
Johan Andersson  
Er referens  
SSM2011-2426-85  
Kvalitetssäkrad av  
Saida Engström  
Olle Olsson  
Godkänd av  
Anders Ström  
Kommentar  
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Sida  
1(5)  
Datum  
2013-02-25  
Ert datum  
2012-12-10  
Kvalitetssäkrad datum  
2013-03-26  
2013-03-26  
Godkänd datum  
2013-03-28

## Svar till SSM på begäran om komplettering rörande förvarsdjup

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2012-12-10 begärt kompletterande information angående SKB:s strategi för val av förvarsdjup enligt:

- 1. En redovisning av optimeringen av förvarsdjup relaterad till långsiktig säkerhet, driftsäkerhet och ekonomi för att nå fram till valet av djupet på ca 470 m för referensutförningen i slutförvarsansökan.*
- 2. En specificering av det maximala djupintervallet runt 470 m (dvs. referensutförningen) som säkerhetsanalysen SR-Site hanterar.*
- 3. Program för hur man kvantitativt kommer att hantera optimeringen av förvarsdjup baserat på långsiktig säkerhet, driftsäkerhet och ekonomi med beaktande av ny platsspecifik information för olika delmoment i uppförande, provdrift och drift av slutförvarsanläggningen.*

### SKB:s bemötande:

SKB gör bedömningen att SSM:s begäran om komplettering kan hanteras genom att förtydligande information lämnas avseende de uppgifter som sedan tidigare redovisats i ansökan eller dess underlag, enligt följande.

### Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 250, 101 24 Stockholm  
Besöksadress Blekholmstorget 30  
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10  
www.skb.se  
556175-2014 Säte Stockholm

### ***1. Redovisning av optimeringen av förvarsdjup***

Utförliga motiv till valet av förvarsdjup ges i avsnitt 15.3.5 i SR-Site (SKB 2011). Den genomgång av bergets säkerhetsfunktioner som redovisas i detta avsnitt, visar att de säkerhetsfunktioner som kopplar till bergets vattengenomsläpplighet förbättras med djupet ner till cirka 400 m, men att en placering på väsentligt större djup inte ger ytterligare fördelar. Även övriga säkerhetsfunktioner bedöms inte bli väsentligt mer gynnsamma på större djup. I avsnittet konstateras även att byggbarheten däremot i huvudsak beror på bergmekaniska faktorer, exempelvis sannolikheten för spjälkning och omfattningen av spjälkning i deponeringshålen före deponering. Slutsatsen dras att det valda förvarsdjupet är tillräckligt och ett ändrat djup bedöms inte kunna signifikant minska den beräknade risken. En ytligare placering, exempelvis grundare än 400 m, skulle kunna öka risken eftersom förekomsten av vattenförande sprickor är högre där. Att placera förvaret något hundratal meter djupare ner skulle förmodligen resultera i en risk som är jämförbar med den för det valda djupet. En mycket djupare placering av förvaret skulle innebära ett behov av att beakta ytterligare faktorer, exempelvis mycket höga spänningsnivåer.

En mer tydlig redovisning av att det valda förvarsdjupet innebär en avvägning (optimering) mellan säkerhet och byggbarhet ges i de studier som legat som underlag för framtagandet av slutförvarets layout. Förutsättningarna avseende vilket djupintervall som skulle ligga till grund för projekteringsarbetet angavs i rapporten *Site engineering report Forsmark. Guidelines for underground design Step D2*, (SKB 2009, kapitel 8). Där görs bland annat följande konstateranden:

- Generellt tenderar spänningsnivåerna öka med djupet. Eftersom spjälkning är en funktion av spänningsnivåerna i relation till bergets hållfasthet bör därmed även potentialen för spjälkning öka med djupet. Utifrån den analys av spänningsnivåerna i Forsmark som redovisas i platsbeskrivningen (SKB 2008), med underliggande referenser, finns det dock inget som tyder på en signifikant ökning av horisontalspänningarna under nivån 300 m. En placering av förvaret på 400 m eller 500 m djup påverkar därmed inte signifikant risken för spjälkning.
- Både byggkostnader och miljöpåverkan avseende resursanvändning är i viss grad en funktion av förvarsdjupet. Ett ökat djup innebär större bygg- och driftskostnader, dessutom måste förvaret göras större vid större djup, se rapporten *Strategy for thermal dimensioning of the final repository for spent nuclear fuel*, (Hökmark m fl. 2009) eftersom avståndet mellan deponeringshål måste ökas för att säkerställa att bufferten inte får för hög temperatur eftersom omgivningstemperaturen ökar.

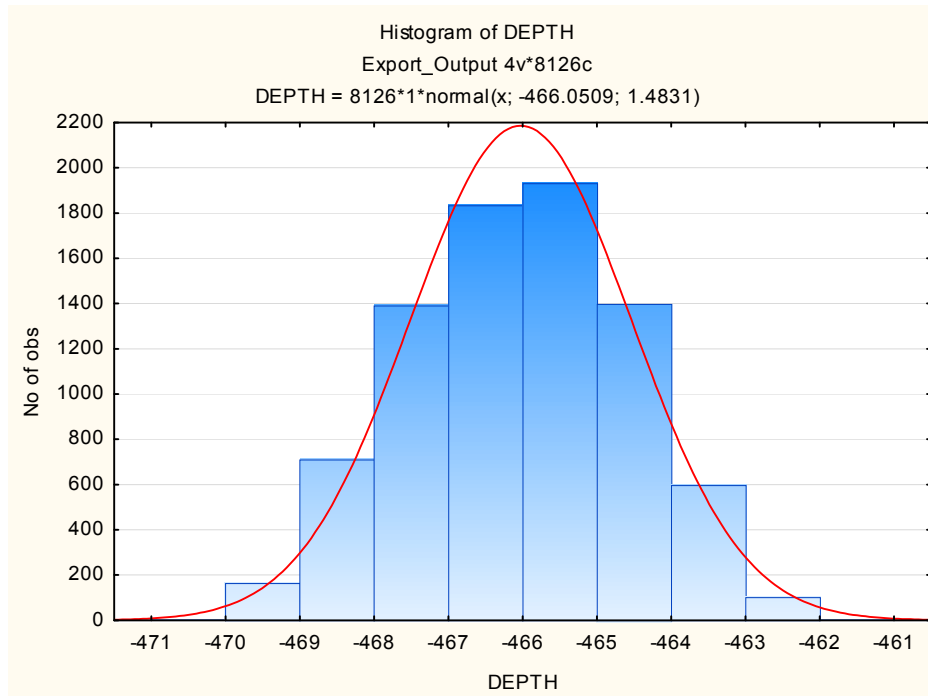
Sammanfattningsvis görs bedömningen att förvaret bör placeras djupare än 450 m för att signifikant minska risken att påträffa vattenförande sprickor. Med hänsyn till bergspänningar bör dock förvaret inte placeras djupare än 500 m. Den exakta placeringen av förvaret i djupintervallet 450 m till 500 m kan överlåtas på konstruktören, men med restriktionen att taket för deponeringstunnlarna inte någonstans får ligga på mindre djup än 450 m. Konstruktören måste dessutom ta hänsyn till de praktiska restriktioner som finns till exempel i form av minsta tunnellutning för att åstadkomma tillräcklig dränering.

I rapporten *Underground design Forsmark Layout D2. Rock mechanics and rock support* (Eriksson m fl. 2009, avsnitt 2.5.4) sägs:” ... *the total volume of the final repository facility should be situated between a depth of 450 and 500 m (RHB 70). To minimize*

*length of the access to the underground facility and also to minimize the risk of increased water pressure and increased risk of spalling, the highest point (tunnel roof) in the deposition area has been placed at -457 m. The depth of the facility at 470 m coincides with the bottom of the transport tunnels out from the central area, which leaves about 20 m margin for tunnel height and tunnel slope".* Förslag på dränering ges i avsnitt 3.5.1. Man föreslår hög- och lågpunkter i transporttunnlar med ca 1 km avstånd. Lokala pumpgröpar arrangeras i lågpunkter, se rapportens Figure 3-25. Med detta förslag blir nivåskillnaden mellan högsta punkt (deponeringstunnels tak) och lägsta (deponeringshåls botten) drygt 20 m.

## 2. Specificering av det maximala djupintervallet runt 470 m

Beräkningarna i SR-Site utgår från den förvarslayout som tagits fram inom projekteringen och finns detaljerat dokumenterad som en CAD-ritning. I Figur 1 redovisas i histogramform, utifrån informationen i CAD-filen, det djupintervall inom vilket deponeringshålen är belägna. I strikt mening är det för detta djupintervall som beräkningarna i SR-Site gäller, men med tanke på den i huvudsak statistiska modell av sprickfördelningen som används har samma sprickfrekvens och hydrauliska egenskaper under nivån 400 m, bedöms resultaten vara representativa för ett betydligt större intervall. Den hydrauliska gradienten utjämnas och transportvägarnas längd ökar med större djup, men denna inverkan är måttlig. Resultaten från SR-Site bedöms därför åtminstone vara representativa för ett förvar i ett djupintervall i storleksordningen 450 m till 500 m. Även om förvaret placerades 100 m djupare förväntas inga dramatiska skillnader i beräknade grundvattenflöden eller transportmotstånd.



Figur 1 Djupintervall inom vilket deponeringshål är belägna

## 3. Program för hur man kvantitativt kommer att hantera optimeringen av förvarsdjup

Dräneringsförslaget från preliminär projektering enligt rapport *Underground design Forsmark, Layout D2. Layout and construction plan* (Hansson m fl. 2009) är ett exempel

på en praktisk lösning, andra möjligheter finns. Att inte planera för lokala lågpunkter inom deponeringsområdet medför dock att förvaret totalt sett kommer att placeras inom ett större djupintervall. En frågeställning som kan kräva fördjupad analys är risken för långvarigt elavbrott och vilken marginal som kan behövas för att inte få vatten in i deponeringstunnlar om deponerings- eller återfyllningsverksamhet pågår. Baserat på dagens kunskap om frekvens och fördelning av transmissivitet av vattenförande sprickor på förvarsdjup bedöms den marginalen som god.

Osäkerhet i hydrauliska egenskaper och bergspänningssituation kommer att finnas kvar tills mer information om bergförhållanden under 450 m djup föreligger. Sådan information kan tidigast erhållas inom kommande detaljprojekteringskede, då bl a behov av ett kärnborrhål i läge för planerat sänkschakt bedöms. Ett sänkschakt är den första anläggningsdel som kommer ner till förvarsnivå. Först då kan bergspänningssituationen bekräftas, vilken bedöms vara mycket homogen inom hela tektoniska linsen. Däremot kan naturligtvis den hydrogeologiska situationen bara bekräftas i sänkschaktets närområde. Det bedöms finnas frihetsgrader att justera val av anläggningsnivå mot slutet av schaktsänkingsarbetet, men bara inom ett 10-tal meter, och då för centralområdets bergrum.

Detaljundersökningar genom pilotborrhål i tänkta transporttunnlars lägen bidrar till ökad kunskap om hydrogeologiska förhållanden inom 100-tals meter från Centralområdet, och på dessa grunder slås slutlig strategi för utveckling av deponeringsområdet, inklusive detaljerad höjdsättning, fast. I detta läge är frihetsgraderna för justering av djupläge tämligen små. Acceptansnivåer för i förväg valda djupnivåer för sänkschakt, centralområde respektive angränsande delar av deponeringsområdet läggs fast under detaljprojekteringen enligt principerna för Observationsmetoden.

Med vänlig hälsning

**Svensk Kärnbränslehantering AB**  
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg  
Projektledare Tillståndsprövning

## Referenser

### *Dokument och referenser i ansökan*

**Hansson B, Magnusson J, Söderlund P, 2009.** Underground design Forsmark, Layout D2. Layout and construction plan. SKB R-08-113, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Hökmark H, Lönnqvist M, Kristensson, O, Sundberg J, Hellström G, 2009.** Strategy for thermal dimensioning of the final repository for spent nuclear fuel. SKB R-09-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2008.** Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2009.** Site engineering report Forsmark. Guidelines for underground design. Step D2. SKB R-08-83, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2011.** Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

### *Övriga referenser*

**Eriksson M, Petersson J, Danielsson P, Leander M, 2009.** Underground design Forsmark Layout D2. Rock mechanics and rock support. SKB R-08-115, Svensk Kärnbränslehantering AB.