

**Från:** Isabelle Staub <isabelle.staub@sgi.se>  
**Skickat:** den 20 januari 2023 08:18  
**Till:** Registrator  
**Kopia:** SGI  
**Ämne:** remiss SKB:s Fud-program, SSM 2022-4839  
**Bifogade filer:** SGI Yttrande SSM SKB Fud 2022.pdf

**Kategorier:** Maria

Hej,

Översänder SGI:s yttrande avseende granskningen av SKB:s Fud-program.  
SGI:s Dnr: 5.0-2208-0793

Med vänliga hälsningar  
Isabelle Staub

Isabelle Staub (Bergtekniker, Tekn. Dr)  
**Statens geotekniska institut**  
Avd Georisker och geodata

Sankt Göransgatan 66  
112 33 STOCKHOLM  
Telefon: +46 8 57845500  
Mobil: +46 709371469

*SGI - På säker grund för hållbar utveckling*

[www.sgi.se](http://www.sgi.se) | [Twitter](#) | [Linkedin](#)

Datum  
2022-01-19

Diarie nr  
2208-0793

Ert datum  
2022-10-03

Er beteckning  
SSM 2022-4839

Vår referens  
Isabelle Staub

Strålsäkerhetsmyndigheten  
registrator@ssm.se

## SKB:s Fud-program 2022

### Sammanfattning

Statens geotekniska institut (SGI) har av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) beretts möjlighet att lämna synpunkter på Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Fud 2022.

SGI är en myndighet med övergripande ansvar för geotekniska och miljögeotekniska frågor. SGI har i detta remissvar valt att fokusera på bergtekniska frågor, både gällande undersökningar av berget och dess egenskaper samt bergproduktion, teknik och utveckling.

Överlag anser SGI att SKB har ett välunderbyggt Fud-program, och att strukturen förtydligats jämfört med Fud 2019, då det tydligare framträder vilken forskning som har bedrivits, vilka resultat som har publicerats samt vilka frågeställningar som forskningen ska fokusera på de kommande tre åren. SGI ser positivt på SKB:s grundprincip att forskningsresultaten ska vara öppna men önskar se en större tydlighet för hur företaget kan bidra till de nationella målsättningarna gällande öppen tillgång till forskningsresultat.

SGI:s synpunkter är generella för SKB:s utveckling av anläggningar för geologiskt slutförvar för kort- respektive långlivat radioaktivt avfall samt använt kärnbränsle. SGI:s viktigaste synpunkter och förslag rör följande delområden inom planerad forskning:

- Utformningen av detaljundersökningsprogrammet är av yttersta vikt. SGI önskar en tydligare beskrivning av kopplingen mellan vilka undersökningar som planeras, resultaten från forskningen som stödjer vilka egenskaper som behöver uppnås för att säkerställa kraven på berget som barriär, och hur dessa kan användas som underlag för beslut under uppförandet om t.ex. injektering och förstärkning, men också som underlag till verifiering och vidare-utveckling av den platsbeskrivande modellen.
- Hantering av osäkerheter i modeller och i bergets egenskaper är värdefulla att förstå och beskriva för att kunna fatta beslut under uppförandet och utbyggnaden av de olika förvaren. Ett sätt att hantera osäkerheter under byggnation är att tillämpa observationsmetoden. SGI:s kommentar i remissvar på Fud 2019 avseende tillämpning av observationsmetoden, processer och kvalitetssäkring under uppförandet kvarstår. SGI saknar en tydlig beskrivning av hur forskningsaktiviteter och deras resultat kommer att implementeras i teknikutvecklingsprocessen och bidra till att kraven på anläggningen kan säkerställas.
- Forskningsprogrammet är omfattande. SGI anser att en beskrivning av prioriterade forskningsaktiviteter/-frågeställningar skulle vara värdefull tillsammans med en redovisning av motiveringen för denna prioritering.

## SGI:s synpunkter

### Del I avsnitt 5 Arbetssätt, kompetens och resurser

#### Avsnitt 5.2.3 Granskning, öppenhet och insyn

Öppen tillgång till forskningsresultat, och att skapa förutsättningar för vidareutnyttjande, är en del av omställningen till ett öppet vetenskapssystem som gynnar både forskningen och ett kunskapsintensivt samhälle.

I avsnittet uppmärksammar SKB att öppenhet och insyn är viktiga frågor i ett forsknings- och utvecklingsområde. Enligt Fud-programmet är grundprincipen att SKB:s forskningsresultat ska vara öppna. SGI ser positivt på detta, men konstaterar att frågor som rör öppenhet till publikationer och data endast behandlas mycket översiktligt i Fud-programmet.

- SGI anser att en så viktig forskningsaktör som SKB bör tydliggöra i Fud-programmet på vilket sätt man kan vara en aktiv part i omställningen till ett öppet vetenskapssystem.
- SGI vill därför rekommendera att SKB tydliggör hur företaget kommer att arbeta mot de nationella målsättningarna gällande öppen tillgång till forskningsresultat.

### Del II, avsnitt 10 Lerbarriärer och förslutning

#### Avsnitt 10.7. Borrhålsförslutning

I programmet beskrivs en del aktiviteter som planeras för vidareutveckling av en tillförlitlig metod för förslutning av varierande typer av borrhål.

- SGI anser att en metod för utvärdering av borrhålsförslutning bör inkluderas i forskningsprogrammet. In-situ monitorering av grundvattentrycket i förslutningssektioner på lämpliga borrhål skulle kunna jämföras med modelleringsresultat för att verifiera att metoden uppfyller funktionen att förhindra transport längst borrhålet och återställa de ursprungliga hydrauliska förhållandena av in-situ berg.

### Del II, avsnitt 11 Berg

SGI anser att kopplingen mellan forskningsaktiviteterna beskrivna i detta kapitel och byggbarhet, dimensionering av slutförvaren samt detaljundersökningarna inte är tydlig. I många fall saknas en beskrivning av hur forskningsresultaten kommer att implementeras under byggskedet, och användas som underlag för dimensionering samt utveckling av beslutsverktyg och upprättandet av utvalda scenarier inom ramen för observationsmetoden. Processen för användning av undersökningsdata till verifiering av ämnesspecifika platsmodeller bör beskrivas, liksom SKB:s strategi för minskning av osäkerheter inför framtida säkerhetsredovisningar.

Specifikt skulle den inledande text i en sådan redovisning kunna innehålla vilka parametrar tas fram och vilka metoder ska användas. Det är avgörande för minskning av osäkerheter i platsbeskrivande modeller att en plan för en robust undersökningsstrategi är implementerad innan uppförandefasen av ramp och tillfarter.

#### **Avsnitt 11.1.1 Bergets mekaniska egenskaper och beteenden**

Programmet beskriver ett antal aktiviteter som ämnar att beskriva hur bergspänningssituationen kan påverka sprickapertur och transmissivitet, vilket är grundläggande för att förbättra den hydro-mekaniska förståelsen av sprickor.

- SGI ser gärna att det finns en plan för hur denna kunskap kan översättas till en robustare modell för att kunna sätta egenskaperna på sprickor identifierade från borrhål, där undersökningsdata enbart avspeglar en begränsad yta (extrapolering från punktskala till den 3D strukturen), och hur denna modell kan ta hand om variabiliteten och osäkerheter i tolkningen.

#### **Avsnitt 11.1.2 Inducerad rörelse i bergmassan orsakad av termisk, seismisk eller glacial belastning**

En pågående studie har för mål att identifiera bergmekaniska omständigheter som kan förklara den observerade spridningen av sprickor i Forsmark. Att förstå sprickegenskapernas variabilitet är ytterst viktig för den långsiktiga säkerhetsanalysen av förvaren, men är också nödvändig för att kunna karakterisera sprickorna under uppförande och på detta sätt minska osäkerheten.

- SGI ser gärna att det finns en tydligare beskrivning av hur denna kunskap kan stödja en identifiering av t.ex. kritiska strukturer.

I Fud 2019 planerades en studie över transmissivitetsförändringar i bergmassan som orsakas av bergguttag eller av seismisk, termisk eller glacial last. I nuvarande Fud kvarstår denna frågeställning och aktiviteterna kopplade till denna kretsar kring spjälkningsprocess samt modellering med olika koder.

- SGI anser att analysen av inverkan på transmissiviteten, samt utvecklingen av processförståelse för att omsätta den lokala inverkan på "stor skala" bör ingå som aktivitet.

#### **Avsnitt 11.1.3 Bergspänningar**

Den uppdaterade 3D spänningsmodellen är ett viktigt steg mot en bättre förståelse av spänningarnas variabilitet som är styrande för förvarslayouten.

- SGI anser att det bör tydliggöras om inverkan av mindre deformationszoner på bergspänningsmodellen och variabiliteten av spänningarna ingår i analysen.

SKB:s 3D modellering visar att även om överensstämmelsen mellan mätningar och simuleringar är relativt god, kan det förekomma stora skillnader punktvis, både med lägre och högre spänningar. Spänningsmätningar kommer att utföras under uppförandeskedet, och det kan förväntas en del variation i resultat med mer eller mindre avvikande mätvärden. Slutsatsen från den uppdaterade 3D modellen visar att dessa "avvikande" mätningar inte per automatik kan förkastas.

- SGI anser att SKB bättre bör beskriva metodiken för att kvalitetssäkra mätdata och bedöma rimligheten i mätresultaten samt att inverkan av mindre deformationszoner bör studeras för att bättre rama in spänningsfältets variation inom förvarsvolymen.
- SGI anser också att det kan finnas behov att studera andra möjliga deviatoriska fält som avspeglar andra spänningsregimen, samt hur detta skulle påverka förvarets stabilitet och utformning, och vilka anpassningsbehov som eventuellt skulle bli nödvändiga.

### Avsnitt 11.2 Modellering av diskreta spricknätverk

Utvecklingen av diskreta spricknätverk som tar hänsyn till både bergmekaniska och hydrogeologiska egenskaper är ett positivt steg mot mer realistiska spricknätverksmodeller. Det fortsatta arbetet med kopplingen mellan DFN och Marfa är en spännande utveckling, dock blir resultatet inte bättre än de egenskaper som används som indata, vilket leder till tidigare kommentarer kring osäkerheter i deformationszonsmodellen samt ingående parametrar för deformationszonerna.

- SGI saknar en övergripande redovisning av strategi för bedömning av dessa modeller samt användningsområden, och huruvida vissa modeller kan utnyttjas under uppförande som stöd till dimensionering av t.ex. injektering.

De preliminära resultaten visar att koppling mellan sprickstorlek och -apertur är viktiga komponenter för att återspegla den naturliga flödeskaraktären. Sprickstorleksfördelningen (sprickradie) bedöms utifrån antagande från undersökningsdata i borrhål, som under uppförandet kommer att kunna kompletteras med observationer i tunnelskala, och är behäftad med en viss osäkerhet, och en viktig fråga är hur detta antagande kan verifieras. Mer information skulle kunna presenteras kring hur data från detaljundersökningsprogrammet för SFR alternativt SFK kan bidra till ökad förståelse av sprickegenskaper från borrhål och hur dessa kan påverka DFN modellerings metodiken.

- SGI anser att olika koncept och metodiker för DFN-modellering behöver utvärderas och att begränsningar och möjligheter för de olika metodikerna tydligt sammanställs. SKB bör beskriva hur effekten av den hydromekaniska kopplingen i nya DFN modelleringsmetodik jämförs med antagandet av djuptrend i hydraulisk transmissivitet som presenterades i SDM-Site. Vidare bör SKB beskriva kopplingen mellan detaljundersökningsprogram, in-situ hydrauliska data, och verifiering av djuptrend i hydraulisk transmissivitet.

#### Avsnitt 11.3.1 Seismisk övervakning

Det är positivt att ett lokalt seismiskt nätverk byggs upp i Forsmark, som kan mäta de ostörda seismiska förhållandena innan utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret. SGI tycker att det vore intressant att ta fram en plan för användning av detta system och uppföljning av mätningarna under uppförandet och utbyggnaden.

#### Avsnitt 11.4.1. Utveckling av beräkningsverktyg för grundvattenflöde och transport av lösta ämnen

Den hydrogeologiska modelleringsmetodik delas i två delar, en för platsmodellering och en för säkerhetsanalysens applikationer. Det är dock svårt att urskilja vilka programdelar som gäller för vidareutveckling eller utvärdering/verifiering av modellen för platsmodelleringen. Vilka kvarstående osäkerheter och hur de eventuella "nya" komplexa DFN-modellerna kan minska osäkerheten. Att relativt snabbt kunna verifiera platsmodellens robusthet under uppförandet samt vid behov uppdatera den är viktigt både för att kunna fatta rätt beslut men också för säkerhetsanalysens applikationer.

- SGI saknar en beskrivning av hanteringen av kvarstående osäkerheter och hur vidareutvecklingen av modelleringsverktygen kommer att bidra till att minska dessa. Huruvida Task 10 i samarbetsprojekt Åspö Task Force GWFTS som beskrivs i avsnitt 11.2 kommer att bidra till detta är inte klarlagt. Även en bedömning av nyttan av förenklade modeller kontra mer komplexa modeller beroende på syfte och fas i projektet är önskvärt.

Fortsatt utveckling av beräkningsverktyget DarcyTools fokuserar på integrering av yhydrologiska processer och utveckling av storheter som används i säkerhetsanalysberäkningar.

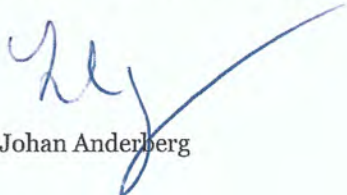
- SGI anser att det vore önskvärt att beskriva behovet av utveckling med hänsyn till uppdateringen av DFN modelleringsmetodik, för att kunna bemöta utmaningar kring (a) hantering av spricktermineringar samt geometri av sprickorna med en "grown" DFN, (b) uppskalning samt begränsning av geometriska uppskalningsmetoder i DarcyTools jämfört med flödesbaserade uppskalningsmetoder, (c) begränsningar i DarcyTools med hänsyn till hantering av cellstorlek och antal sprickor per cell samt (d) utveckling och integration av yhydrologiska moduler inom DarcyTools där SKB kan specificera hur verifiering av yhydrologiska beräkningar i DarcyTools ska ske.

Enligt beskrivningen i programmet tillämpas två primära hydrogeologiska modeller för modellering av bergets hydrauliska egenskaper.


- SGI saknar en beskrivning som illustrerar SKB:s strategi för parallell modellering inom säkerhetsredovisningar med dessa två verktyg och jämförelser för att upprätthålla en tillfredsställande modellrobusthet.
- SGI saknar även en redovisning över hur utvecklingen av beräkningsverktygen förväntas minska osäkerheter i modeller och hur detta kan verifieras. Avvecklingen av Äspö HRL, med återfyllnad av grundvatten i anläggningen, ger upphov till en unik möjlighet för att studera hydrauliska processerna och jämföra med modellresultat. Monitering av kvalitetssäkrade grundvattentrycksdata samt uppföljning av modellering skulle kunna tas fram som ett underlag för att bättre förstå osäkerheter i hydrogeologiska modeller, vilket skulle kunna stödja modelleringsarbete för alla slutförvaren. En utförlig beskrivning av hur ett monitorings- eller kontrollprogram ska användas för att verifiera de platsbeskrivande modellerna före och under uppförandet bör inkluderas. I denna beskrivning bör det ingå vilka parametrar som ska övervakas och hur verifieringen ska ske.

Beslut i detta ärende har fattats av generaldirektören Johan Anderberg efter föredragning av bergteknikern Isabelle Staub. I ärendets slutliga handläggning har även forskningschefen David Bendz, avdelningschefen Mats Eriksson, avfalls- och deponiteknikern Peter Flyhammar och hydrogeologen Robert Earon deltagit.

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT



Johan Anderberg



Isabelle Staub