



PM

DISTRIBUTION

DOKUMENT-ID 1060135	VER 1.0	TILLHÖR	SIDA 1 (7)
ÄRENDE NR	GÄLLER FR O M	GÄLLER T O M	
FÖRFATTARE Bengt Leijon			DATUM 2006-09-15
GRANSKAD Anders StrömAnders Ström			DATUM
GODKÄND Olle OlssonOlle Olsson			DATUM 2006-09-15

## SKB:s kommentarer med anledning av R-06-64: Storregional grundvattenmodellering - fördjupad analys av flödesförhållanden i östra Småland

I maj 2006 redovisades resultaten av ett omfattande modelleringsarbete som genomförts med målen att:

- Utvärdera konceptuella förenklingar och modellosäkerheter vid storregional grundvattenmodellering
- Genomföra en fördjupad analys av regionala flödesförhållanden i östra Småland

Studien utfördes på SKB:s beställning av en expertgrupp bestående av Lars O Ericsson (Lars O Ericsson Consulting AB), Johan Holmén (Golder Associates) samt Ingvar Rhén och Niklas Blomqvist (SWECO VIAK). En referensgrupp bestående av Gerhard Barmen (Lunds tekniska högskola), Johan Andersson (J A Streamflow AB) och Per-Olof Johanson (Artesia Grundvattenkonsult AB) var också kopplad till projektet.

Detta PM redovisar kortfattat SKB:s synpunkter och slutsatser med anledning av den rapport som gruppen redovisat (R-06-64). Rapportens innehåll, liksom bakgrunden till dess tillkomst, förutsätts känt. Bilagan till detta PM återger ordagrant det avsnitt av rapportens sammanfattning där författarna redovisar sina samlade slutsatser.

### 1. Rapportens slutsatser

SKB instämmer i de slutsatser som redovisas i rapporten (se bilaga). Författarnas konklusioner har genomgående stöd i det modelleringsarbete som gjorts. Rapporten betonar också med rätta att resultat och slutsatser enbart gäller för den uppsättning av modeller och systemvariationer som analyserats, med de begränsningar detta innebär för tolkningen.

Bergets vattengenomsläpplighet är en av de systemparametrar vars effekter på flödesmönstret studerats. Data för vattengenomsläppligheten har hämtats från SGU:s databaser (brunnsdata) som relaterar vattengenomsläpplighet till bergart, för vissa

**Svensk Kärnbränslehantering AB**  
 Postadress Box 5864, 102 40 Stockholm  
 Besöksadress Brahegatan 47  
 Telefon 08-459 84 00 Fax 08-661 57 19  
 www.skb.se  
 Org nr 556175-2014 Säte Stockholm

bergarter kompletterat med data från den pågående platsundersökningen i Oskarhamn. De statistiska skillnaderna i hydraulisk konduktivitet mellan olika bergarter återspelas i viss mån i de parametrar som valts för att illustrera variationer i flödesmönster från hypotetiska förvarspositioner (bl a specifikt flöde och genombrottsid). Gynnsamma flödesförhållanden (små flöden, långa genombrottsider) tenderar att geografiskt korrelera med bergarter med låg konduktivitet. Detta är inget förvånande resultat, utan ska ses som en observation att foga till de slutsatser som presenteras i rapporten.

Grundvattenflödets storlek är starkt beroende av vattengenomsläppligheten i lokal skala, som i realiteten kan variera inom vida gränser. För enskilda platser kan detta påverka storlek och karaktär på flödet i betydligt större utsträckning än de variationer i olika systemegenskaper (inklusive vattengenomsläpplighet) som simulerats i studien. Att så är fallet poängteras i rapporten och har starkt stöd i data från många undersökningar, däribland de pågående platsundersökningarna. Detta är en viktig anledning till att studien inte medger några slutsatser om grundvattenströmningen på enskilda platser. Däremot bidrar den väsentligt till förståelsen för flödesmönstrets allmänna karaktär och hur det principiellt påverkas av en rad viktiga systemegenskaper.

Andra slutsatser som lyfts fram i rapporten är att:

- Huvuddelen av den grundvattencirkulation som berör förvarsdjup sker i lokala flödesceller. Andelen storregionala flödesceller är mycket liten.
- Ökad konceptuell komplexitet i systembeskrivningen tenderar att förstärka mönstret med lokala flödesceller.

Detta överensstämmer väl med den samlade erfarenheten från platsanknutna undersökningar och analyser. Ju mera fullständigt och detaljerat en plats kan karaktäriseras och förstås (och därmed modelleras) desto starkare framträder i regel dominansen av lokala komponenter i det totala flödesmönstret.

## **2. Implikationer för lokalisering**

### **2.1 Regional grundvattenströmning**

Kärnfrågorna i diskussionen om regional grundvattenströmning (i den bemärkelse begreppet kommit att användas) är:

- Kan regional grundvattenströmning ge fördelar för slutförvarets långsiktiga skyddsförmåga som kan och bör tas tillvara genom att välja en i det avseendet lämplig lokalisering?
- Kan detta motivera en inlandslokalisering, eller åtminstone att ett inlandsalternativ undersöks närmare?

SKB:s uppfattning är att undersökningar och analyser under en lång följd av år successivt har befast att lokala flödesmönster, styrda av lokala förhållanden, har avgörande betydelse för enskilda platsers lämplighet med avseende på grundvattenströmning. Den nu redovisade studien styrker denna uppfattning, i likhet med erfarenheterna från platsundersökningarna.

Detta hindrar inte att grundvattenströmningen från ett förvarsläge kan innefatta regionala komponenter som kännetecknas av långa strömningsvägar/tider. SKB ser dock inga möjligheter att tillgodoräkna sig några fördelar av detta med avseende på förvarets skyddsförmåga. Skälen är följande:

- Svårigheterna att, för specifika platser, genom beräkningar och verifierande mätningar påvisa och kvantifiera regional strömning.
- Svårigheterna att, för specifika platser, utesluta dominans av lokal strömning som blir dimensionerande för potentialen för radionuklidtransport.

Därmed kan regional grundvattenströmning i sig inte ses som en faktor som i någon generell mening talar för varken kust- eller inlandslägen. Till detta kan läggas att den studie som nu redovisats inte indikerar någon systematisk skillnad mellan kust- och inlandslägen, vad avser förekomsten av gynnsamma strömningsförhållanden.

## 2.2 Grundvattnets salthalt

Överlag förefaller det idag råda enighet om förekomsten av generella skillnader i grundvattnets salthalt mellan kust- och inlandslägen, liksom om orsakerna till dessa. I inlandslägen ovanför högsta kustlinjen kan man förvänta sig sötvatten ner till (och under) förvarsnivå. I kustlägen kan man däremot förvänta saltvatten med måttliga salthalter. Typområdesundersökningarna ger exempel på bådadera och platsundersökningarna har verifierat det senare. På större djup – som ökar med avståndet mot kusten – kan man förvänta sig en skarp övergång till vatten med mycket höga salthalter.

Den studie som redovisats i R-06-64 beaktar påverkan som variationer i grundvattnets salthalt (och därmed densitet) kan ge på flödesmönstret. Slutsatsen är att effekterna är obetydliga, särskilt i jämförelse med effekterna av andra systemegenskaper. Ur lokaliseringssynpunkt är emellertid frågan om grundvattnets salthalt intressant ur andra aspekter, nämligen möjlig påverkan på funktionen hos de tekniska barriärerna och återfyllningen.

Salthalten är en av de faktorer som påverkar utformningen av återfyllningen (material och applicering). De salthalter som påvisats vid platsundersökningarna i Simpevarp/-Laxemar och Forsmark begränsar alternativen för återfyllning, jämfört med miljöer där grundvattnet är, och kan förväntas förbli, sött. SKB ser detta som en konstruktionsfråga och bedriver utvecklingsarbete till stöd för kommande teknikval i enlighet med de planer som redovisats i Fud 2004. Betydelsen av grundvattnets sammansättning för återfyllningens funktion utvärderas som en av många faktorer i säkerhetsanalysen SR-Can.

Mycket höga salthalter i grundvattnet kan påverka buffertens funktion negativt. Tidigare angivna krav/önskemål på maximal salthalt med anledning av detta kvarstår. De preliminära säkerhetsbedömningarna baserade på resultaten från platsundersökningarna visar att dessa krav och önskemål med god marginal tillgodoses på nuvarande kandidatplatser för slutförvaret.

En annan viktig fråga är i vilken mån mycket låga salthalter (sött grundvatten) kan påskynda eventuell erosion av bufferten och bildning av kolloider. Detta kan tala

emot en lokalisering i sötvattensmiljö. Frågan är viktig även för bedömningen av de nuvarande kandidatplatserna, särskilt i ett långt tidsperspektiv då klimatrelaterade förändringar av grundvattnets sammansättning måste beaktas. SKB:s ställningstaganden i denna fråga kommer inom kort att redovisas i säkerhetsanalysen SR-Can.

### 3. Hultsfred östra

Hultsfred östra ingick i urvalsunderlaget för valet av platser för platsundersökningar. Platsen bedömdes alltså då ha meriter som i sig skulle motivera vidare studier. SKB:s motiv för att trots detta inte inleda en platsundersökning vid Hultsfred östra har ifrågasatts mot bakgrund av:

- Platsens läge i inlandet och ovanför högsta kustlinjen.
- De synpunkter som framförts beträffande möjliga fördelar med inlandslägen.

Den fråga som är aktuell i dagsläget är om det finns anledning att i något avseende omvärdera Hultsfred östra, i ljuset av:

- resultaten från modellstudier och andra insatser som gjorts för att öka förståelsen för faktorer som kan ha betydelse för värderingen av kust- kontra inlandslägen generellt sett,
- de kunskaper som modellstudierna har tillfört specifikt om Hultsfred östra,
- resultaten från de pågående platsundersökningarna.

SKB:s bedömning av platsens meriter som sådana har inte ändrats. Den platsanknutna kunskap som tillförts kommer från de modellanalyser av grundvattenströmning i regional skala som gjorts och som inkluderat Hultsfred östra. Det finns skillnader mellan olika experters syn på i vad mån dessa resultat ger underlag för en bättre bedömning av platsens lämplighet. SKB:s uppfattning är att det skulle krävas data från undersökningar i platsskala, inklusive borrningar, för att göra en utvärdering som är mera tillförlitlig än den som gjordes inför starten av platsundersökningsskedet. Det gäller förståelsen för de platsspecifika geohydrologiska förhållandena och – i än högre grad – en helhetsvärdering av platsens lämplighet.

Som framgått tidigare anser inte SKB att de analyser av regional grundvattenströmning m m som redovisats pekar på några generella fördelar med inlandslägen, vad avser ett slutförvars långsiktiga skyddsförmåga. Inlandsläget i sig motiverar därmed inte undersökningar av Hultsfred östra ur den aspekten.

Slutligen kan kandidatplatserna Forsmark och Laxemar idag värderas på ett helt annat sätt än vad som var fallet innan platsundersökningarna startade. Vi kan då konstatera att prognosen är gynnsam för båda alternativen vad gäller möjligheterna att tillgodose kraven på förvarets långsiktiga skyddsförmåga. Det står sedan länge klart att kandidatplatserna ger mycket goda förutsättningar ur andra aspekter. Det gäller faktorer som påverkar effektiviteten i genomförandet av slutförvarsprojektet och konsekvenserna för miljön. Även utan detaljerade jämförelser kan man konstatera att en lokalisering till Hultsfred östra skulle innebära jämförelsevis större olägenheter.

SKB:s samlade slutsats är att det inte är motiverat att överväga undersökningar av Hultsfred östra (eller någon annan plats, utöver de två som är föremål för platsunder-

sökningar). Det som kan förändra bilden är självfallet en utveckling där det nuvarande programmet inte leder till önskat resultat. I det läget kan ytterligare lokaliseringsalternativ bli aktuella. Av det skälet anser SKB att Hultsfreds östra bör kvarstå som ett möjligt alternativ att ta upp.

## Bilaga

# Utdrag ur sammanfattningen till R-06-64

---

## Allmänna slutsatser

Från den genomförda studien och med den metodik som tillämpats kan man dra följande generella slutsatser:

- Störst betydelse för det regionala flödesmönstret från förvarsdjup har topografien. Utströmningsområdena förekommer främst i topografins lägre delar, längs med dalgångar och inströmningsområdena förekommer på höjderna. Den topografiska undulationen är av större betydelse än konduktivitetens egenskaper. Olika litologiska enheter, regionala deformationszoner, lokal heterogenitet, kvartära avlagringar etc är av mindre betydelse än topografins undulation.
- Grundvattnets flödesmönster, för områden som beskrivs och analyseras med mest realistiska förutsättningar, kan beskrivas som en huvudsakligen lokal flödesprocess. Medianlängden på flödesvägarna är i studien av storleksordningen 2 km och andelen storregionala flödesvägar (längre än 10 km) är mycket liten.
- Om den hydrauliska konduktiviteten avtar mot djupet erhålls flödesceller med mer begränsad utsträckning än om så inte vore fallet.
- Anisotropi i konduktivitetens fält med större horisontell hydraulisk konduktivitet än vertikal ger relativt sett större flödesceller och långa flödesvägar förlängs.
- Anisotropi i konduktivitetens fält med större vertikal hydraulisk konduktivitet än horisontell ger relativt sett mer mindre flödesceller och flödesmönstret blir mer lokalt.
- Djupavtagande och horisontell anisotropi dominerar över litologiska enheters, deformationszoners, diabasgångars och kvartära avlagringarnas påverkan på flödesmönstret.
- Deformationszoner och diabasgångar har betydelse för det lokala flödesmönstret men liten betydelse för det regionala.
- Storregionala horisontella deformationszoner är ej tillräckligt hydrauliskt betydelsefulla för att påverka det storskaliga flödesmönstret.
- Lokal heterogenitet uppvisar samma allmänna flödesmönster som referensfallet (utan naturlig spridning i det hydrauliska konduktivitetens fältet). Dock är flödesvägarna och genombrottsiderna ca 30 % längre.
- Densitetseffekter får ringa betydelse i valda modellregionen. Enbart kustnära påverkan noteras.
- Förvarsområden i inlandet har generellt sett inte längre genombrottsider, längre flödeslängder eller mindre specifika flöden än förvarsområden närmare kustlinjen.

Studien visar sammanfattningsvis att ökad konceptuell komplexitet ger ökad tendens till att mer lokala flödesceller utvecklas. De genomförda modelleringarna visar inte att ett inlandsförvar skulle vara lämpligare än ett kustnära när verklighetens geohydrologiska förutsättningar vägs in i beräkningarna. Grundvattenflödets storlek beror t ex i hög utsträckning på den lokala vattengenomsläppligheten. Vattengenomsläppligheten varierar inom vida gränser och ger sannolikt, lokalt sett, mycket större flödesvariationer än vad de olika systemegenskaperna givit i denna studie.

---