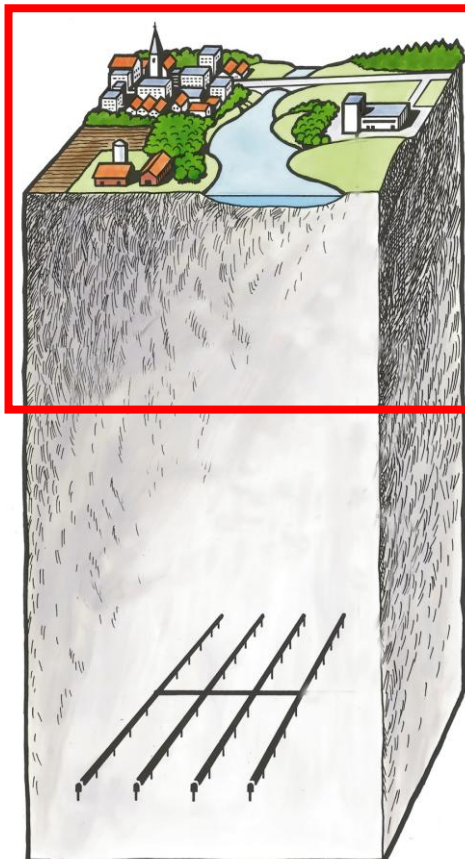


## DHI utför modellering av områden för slutförvar av uttjänt kärnbränsle – på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB)

DHI har sedan 2005 utfört ett stort antal projekt med syfte att beskriva och modellera den ytnära hydrologin i de två områden som utreds för slutförvar av uttjänt kärnbränsle; Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar i Oskarshamns kommun. 2009 lade SKB fram sin ansökan kring slutligt val av placering av slutförvaret i Forsmark och i mars 2011 lämnades ansökan in om tillstånd enligt kärntekniklagen för hela slutförvarsanläggningen.



Figur 1 Principiell skiss av förvaret

Hela den hydrologiska cykeln från nederbörd, avdunstning, ytavrinning, omättad zon, infiltration till grundvatten och den mättade zonen modelleras utgående från ett antal av DHI:s produkter, såsom:

- MIKE SHE Water Movement
- MIKE 11 HD
- MIKE 11 RR (NAM)
- MIKE URBAN
- FEFLOW
- GeoModel

För att beskriva transportvägar och spridning av ämnen och partiklar från ett djupförvar har MIKE SHE:s tilläggsmoduler "Particle tracking" (PT) och "Advection/dispersion" (AD) använts.

Fokus i modelleringen har varit de översta 500 m av jord och berg, men beräkningsmodellerna sträcker sig ned ca till 1000 m under markytan.

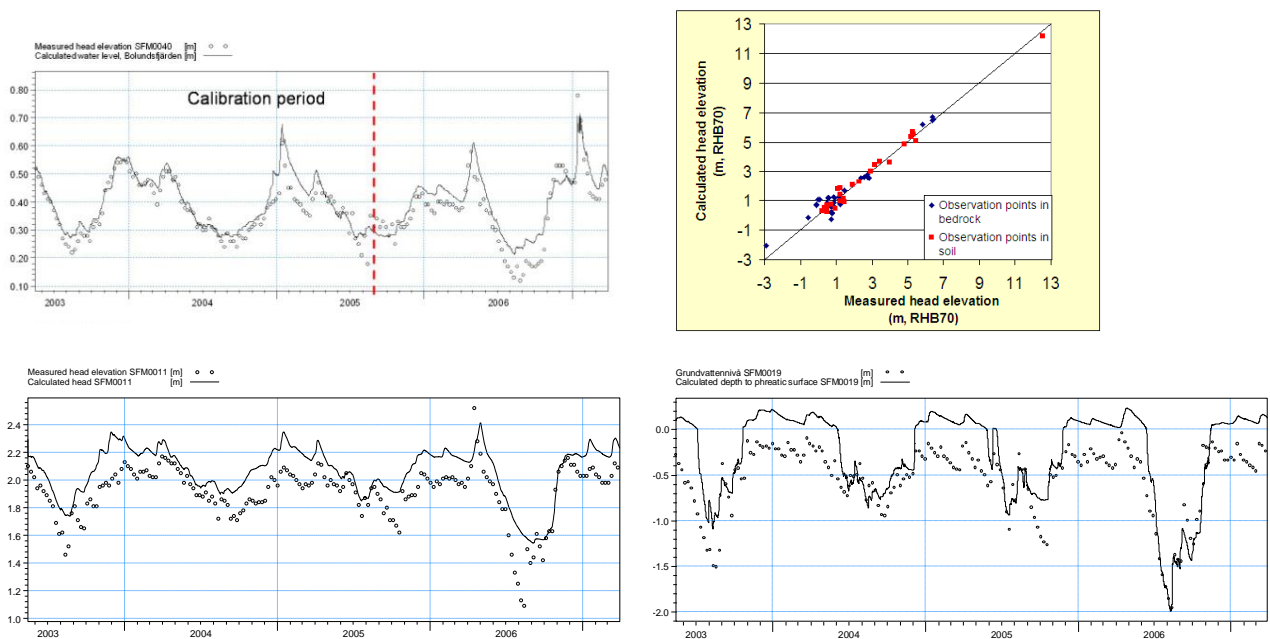
Det planerade slutförvaret i Forsmark kommer att ligga på ca 500 m djup från markytan.

## Omfattande mätdata för kalibrering

Inom Forsmarks avrinningsområde utförs ett stort antal mätningar av såväl meteorologi, grundvattennivåer i jord och berg, flöden i vattendrag och ytvattennivåer.

I arbetet med kalibrering och validering av en grundmodell för Forsmark har det funnits tillgång till data från flera års kontinuerliga mätningar. Fokus har legat på att beskriva de ytliga grundvattennivåerna och processerna så väl som möjligt.

Resultaten av kalibreringen och valideringen visar på ett medelfel i MAE (Mean absolute error) mellan beräknade och uppmätta grundvattennivåer på 25 cm i jordlagren och 45 cm i berget.



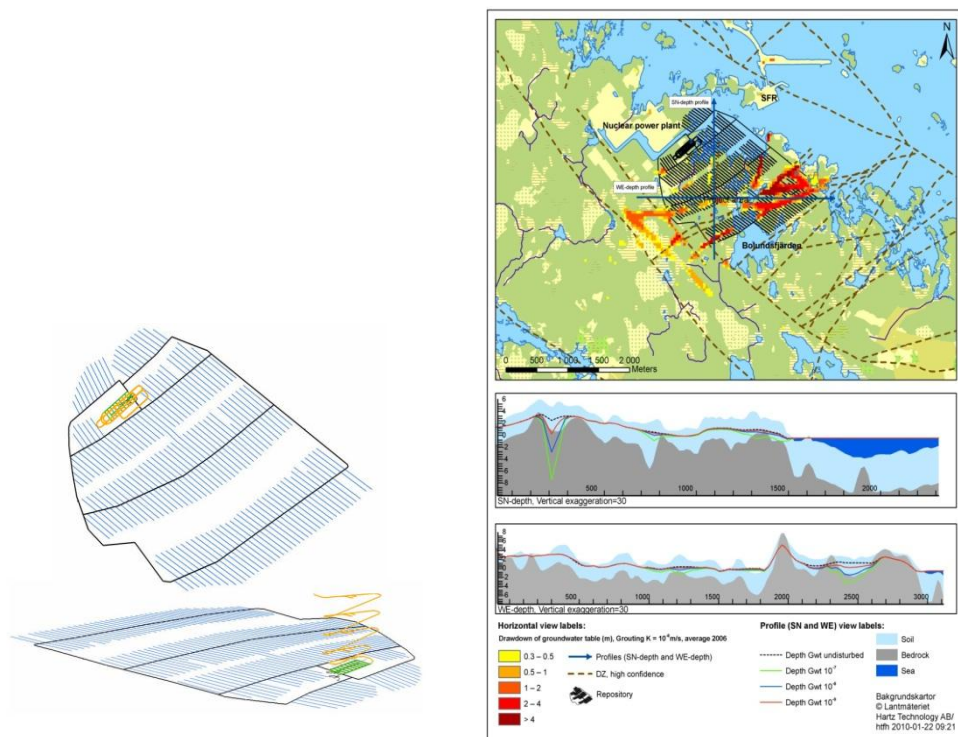
**Figur 2** Exempel på resultat från kalibrering och validering av modellen för Forsmark. Den streckade röda linjen visar brytpunkten mellan kalibrerings- och valideringsperioden.

## Modellering med nutida meteorologiska förhållanden

Den kalibrerade modellen används för att studera olika tänkbara scenarier, t.ex. hur byggandet av förvaret påverkar hydrologin inom området. Förvaret och tillfartstunnlar har beskrivits i MIKE Urban och inflödet av omgivande grundvatten har beräknats för olika konstruktionsfaser. Modellen används även för att titta på tänkbara utsläppsscenarier från ett förvar.

Ett urval av de studier där MIKE SHE-modellen använts är:

- Platsbeskrivningar med syfte att beskriva den ytnära hydrologin i både Forsmark och Laxemar
- Öppet förvar – beräkningar av hur hydrologin påverkas under olika konstruktionsfaser av förvaret
- Utbyggnad av SFR (slutförvaret för det kortlivade radioaktiva avfallet)
- Långsiktig säkerhetsanalys

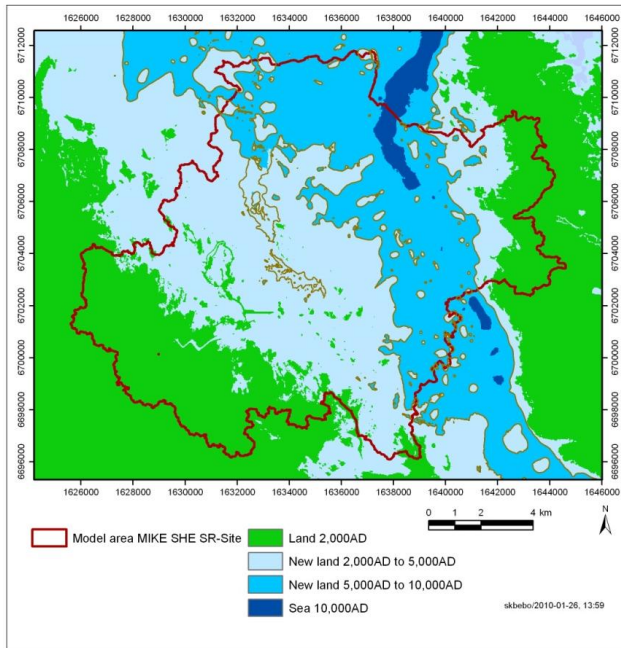


**Figur 3** 3D-bild av förvaret och tillfartstunnlar samt beräknat djup till grundvattenytan för två profiler genom området.

### *Modellering med framtida meteorologiska förhållanden*

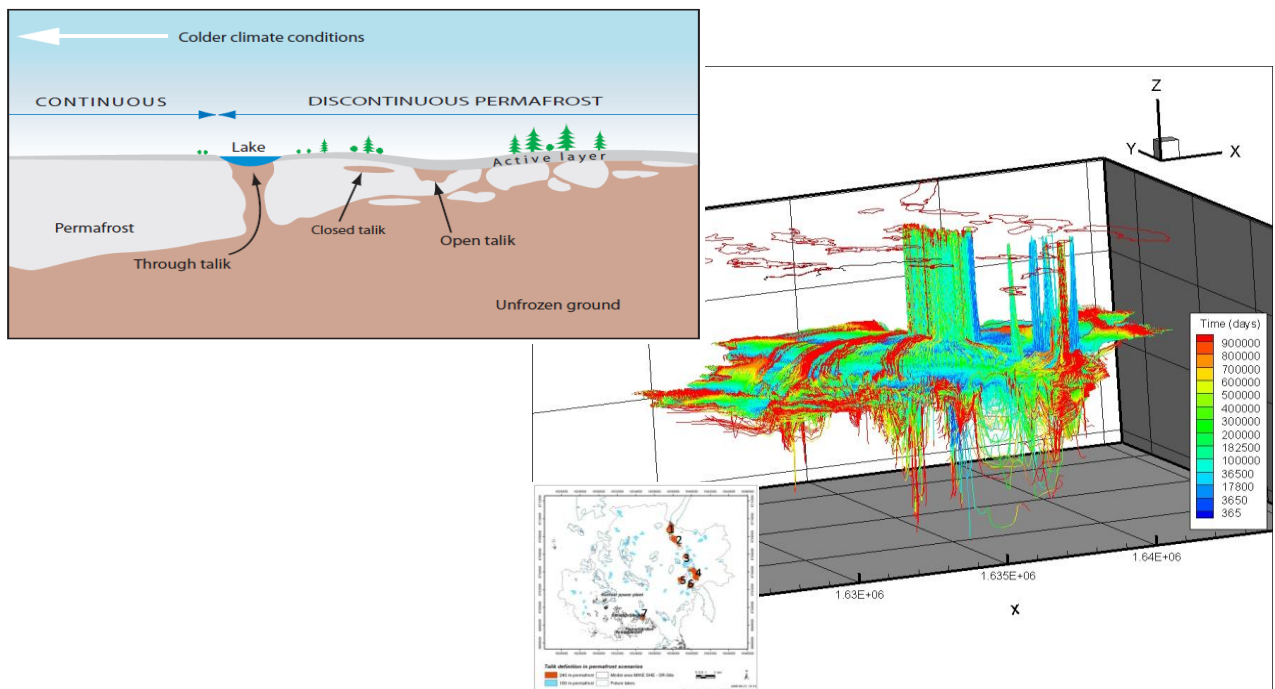
Modellen har även använts för att blicka in i framtiden, dvs. för att beskriva hur hydrologin kommer att påverkas av de förväntade klimatförändringarna under de kommande 10 000 åren. Modifierade modeller som beskriver förhållandena om 3000 respektive 8000 år har byggts upp, med hänsyn tagen till förändrade kustlinjer på grund av landhöjning, förändrad vegetation och jorddjup, samt ett förändrat klimat.

Detaljstudier av t.ex. förväntade framtida områden för våtmarker och gölar har genomförts.



**Figur 4** Förflyttning av kustlinjen om 3000 respektive 8000 år.

Modellen har även använts för att studera periglaciala förhållanden, dvs. en ny istid. Exempelvis kan partikelspårningar visa på att ett tänkt utsläpp från förvaret transporteras främst till s.k. talikar som bildas i området (ett område av icke frusen mark i ett område med permafrost).



**Figur 5** Resultat från partikelspårningar under periglaciala förhållanden. En tydlig uppåtgående transport kan ses där s.k. talikar bildas.

**Vill du veta mer?**

Kontakta Mona Sassner eller Maria Aneljung på e-post [mona.sassner@dhi.se](mailto:mona.sassner@dhi.se) / [maria.aneljung@dhi.se](mailto:maria.aneljung@dhi.se).