

### 1. Ökar osäkerheterna i modellberäkningarna angående avsänkning i Natura 2000-området Kallriga på grund av att denna avsänkning kopplas till det sista deponeringsområdet som kommer att byggas ut först om ca 50 år?

Nej, SKB anser inte att osäkerheterna ökar på grund av detta. Modellen baseras på hur området ser ut idag vi har samma geologi och jordartsfördelning om 50 år och även i stort sett samma landskap. Det medför att den modell som vi utgår ifrån, dvs den hydrologiska modell som beskriver dagens hydrologiska situation i Forsmark är en relevant referens. Vi har också i våra modellberäkningar undersökt känslighet för olika extremer vad gäller väder och havsnivåer. De förutsättningar som kan ändras är klimatet och då framförallt nederbörd och havsvattenstånd.

Vi har tittat på hur en havsnivåhöjning påverkar avsänkingsområdet. Det vi kan se i våra beräkningar är att avsänkingsområdet minskar med ökat havsnivå. Vi har tittat på ett fall med en havsnivåökning på cirka 0,5 m år 2100. I just detta fall minskar avsänkingsområdet med ca 10% jämfört med avsänkingsområdet med dagens havsnivå.

Vi har även studerat hur påverkansområdet förändras under våt- och torrår, där våt- och torråren har valts ut utifrån den nuvarande så kallade referensnormalperioden 1961–1990. Som komplement till dessa våt- och torrår så har vi med hjälp av data från SMHI's klimatforskningsenhet Rossby Centre studerat hur hydrologin förändras under den framtida referensnormalperioden 2071–2100. Syftet med dessa beräkningar är att analysera om modellresultaten fångar in förväntade klimatförhållanden under den tidsperiod som förvaret kommer vara i drift.

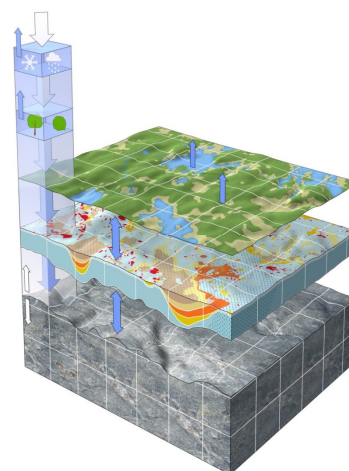
Till sist vill vi nämna att det faktum att utbyggnaden av sista deponeringsområdet ligger så långt fram i tiden snarare är en styrka. Vi har när vi kommer till detta deponeringsområde ca 40 års erfarenhet från bygget av Kärnbränsleförvaret i berget i Forsmark, och vi kan då använda denna kunskap för att anpassa våra metoder och placering av deponeringstunnlarna för att påverkan ska bli så liten som möjligt.

## Östhammars kommun: Vi vill ha en beskrivning av MIKE SHE och om det är en modell som använts i andra sammanhang

**MIKE SHE:** Grundvattenmodell som beräknar vattnets rörelser i hela hydrologiska cykeln på land inklusive evapotranspirationsprocesser.

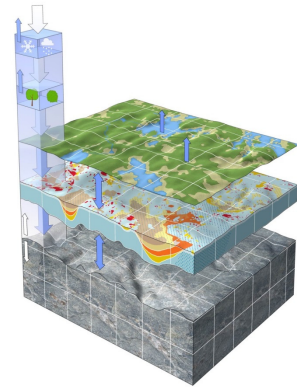
**MIKE 11:** 1D-kanalströmningsmodell för simulering av flöden och nivåer i bäckar. Vattenutbyte med både omgivande markyta och underliggande akvifär. Kopplad till MIKE SHE och utbyte av vatten sker kontinuerligt mellan modellerna i varje beräkningssteg. Även sjöar simuleras i MIKE 11 genom att "kanaler" går genom sjöar vars tröskelnivå beskrivs i MIKE 11.

**MOUSE:** Modelleringsverktyg för beräkning av vattenutbyte mellan ett "ledningsnät" och akvifär. Kärnbränsleförvarets tunnelsystem beskrivs i MOUSE. Utbyte sker mellan MOUSE och MIKE SHE kontinuerligt i varje beräkningssteg.



## Modelleringsverktyg: MIKE SHE, MOUSE, MIKE 11

- Väletablerade och testade programvaror.
- Utvecklas av Dansk Hydraulisk Institutt (DHI).
- Har använts i flera infrastrukturprojekt, bl. a. Citytunneln i Malmö, Södertunneln i Helsingborg, Kristianstadsslätten (underlag till ett flertal större vattendomsansökningar).
- Det finns även många internationella projekt i bl. a. USA, Canada och Sydafrika som man kan läsa om på DHI's hemsida:  
<https://www.dhigroup.com/reading-material>
- Modellen har även använts i ett flertal forskningsstudier och resultaten har publicerats i vetenskapliga tidskrifter  
<https://www.dhigroup.com/global/news/2006/1/16/mikesheresearchnews>



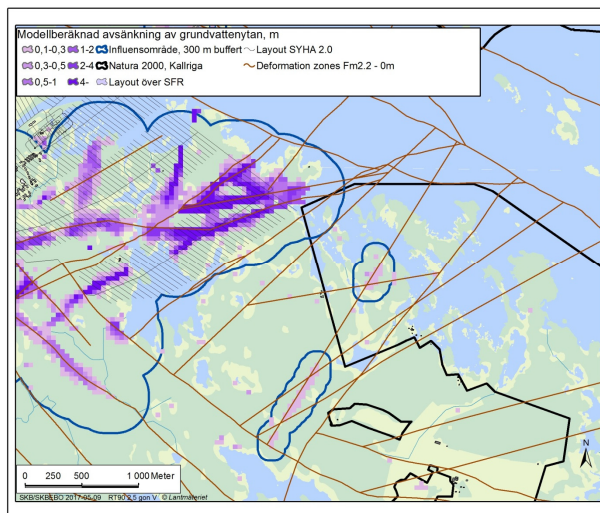
### Fråga från Länsstyrelsen Uppsala om vad pixlarna i avsänkningskartorna representerar

#### Bakgrund, modellbeskrivning

- Modellområdet avgränsas utefter större vattendelare i området. Ingen grundvattenströmning antas ske över modellgränserna på land. 56 km<sup>2</sup>, varav 31 km<sup>2</sup> på land.
- Modellområdet är indelat i ett stort antal beräkningsceller.
- I horisontalldet har beräkningscellerna samma storlek i hela modellområdet, 40·40 m.
- Varierande mäktighet på de s.k. beräkningslagren i jord och berg. Generellt sett är beräkningslagren tunnare nära markytan.

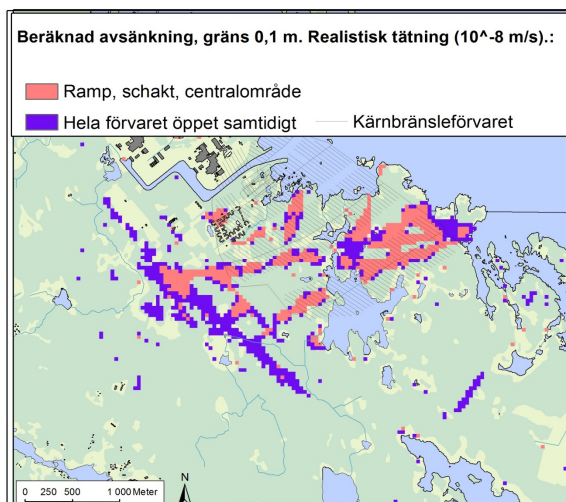


- Olika hydrauliska egenskaper i beräkningscellerna beroende på vilken jordart som representeras i cellen eller bergets egenskaper i den aktuella cellen. Rumsligt varierande egenskaper beskrivs alltså med en horisontell upplösning på 40·40 m.
- Grundvattenytans avsänkning är kopplad till var grundvattenförande sprickzoner har sitt utgående. Vi får ett avsänkingsmönster som speglar större sprickzoners utbredning på markytan.
- "Pixlarna" representerar alltså de beräkningsceller med storleken 40·40 m där avsänkningen är större än 0,1 m.
- Enskilda pixlar ska inte tas i beaktande utan kan tolkas som "numeriskt brus". Ett kluster på minst 15 pixlar har använts för att utgöra ett område som omringas av en buffertzona



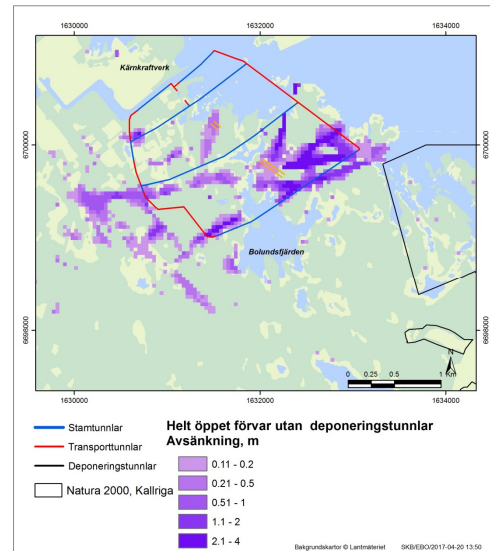
### Fråga från Länsstyrelsen Uppsala: Kan vi få se fler beräkningsfall och varianter på avsänkingsberäkningar?

- Samtliga beräkningsfall redovisas i R-10 18 tabell 4-5, 8-1 samt i R-10-19 tabell 3-2
- Två olika fall jämförs i kartan: Helt öppet förvar och fallet med Ramp+Schakt+Centralområde
- Rosa+lila område visar avsänkingsområdet för fallet helt öppet förvar
- Rosa området visar avsänkingsområdet för fallet ramp+schakt+centralområde
- Ingen påverkan i N2000 i fallet ramp+schakt+centralområde



### Fråga från Länsstyrelsen Uppsala: Kan vi få se fler beräkningsfall och varianter på avsänkingsberäkningar?

- Helt öppet förvar utan deponeringstunnlar
- Ingen påverkan i N2000 Kallriga
- I övrigt i stort sett samma område som i fallet med helt öppet förvar



- Beräknat avsänkt område enligt konventionell metodik, gräns för avsänkning 0,3 m
- Avsänkt område med hela förvaret öppet ca dubbelt så stort som fallet med ramp+schakt+centralområde
- I samtliga fall är det området mellan havet och Bolundsfjärden som påverkas mest

