

## Vattendelare

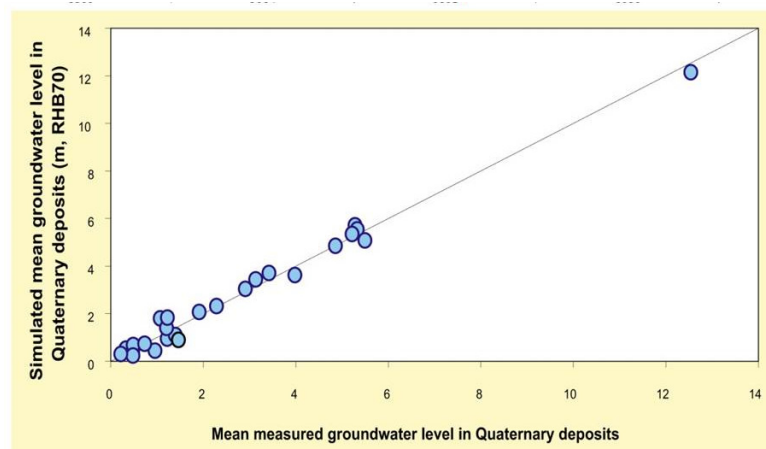
- En vattendelare följer antingen en höjdrygg i naturen eller ett dalstråk.
  - När nederbörden når markytan rinner vattnet från högre områden mot lägre. Därför passerar inte regnvattnet över en vattendelare som följer en höjdrygg.
  - När nederbörden når ett dalstråk kommer det vatten från båda sidorna och avrinningen koncentreras därför längs dalstråket och normalt uppstår ett vattendrag.
- Ett modellområde upprättas längs vattendelare för att flödet av grund- och ytvatten över en sådan rand är försumbar. I en modell ansätts sådana ränder som täta.
- Ett modellområde kan även skära ett vattendrag eller nå havet (Östersjön) och då ansätts i modellen en känd vattennivå eller ett känt flöde.
- Detta ger korrekta vattenbalanser i de använda modellerna.



## Tilltro till modellen – beräknade flöden och nivåer jämfört med observationer

### Grundvattennivåer i jord:

- Beräknade värden (y-axel)
- Jämfört med observationer (x-axel)
- Perfekt matchning om 1:1 förhållande

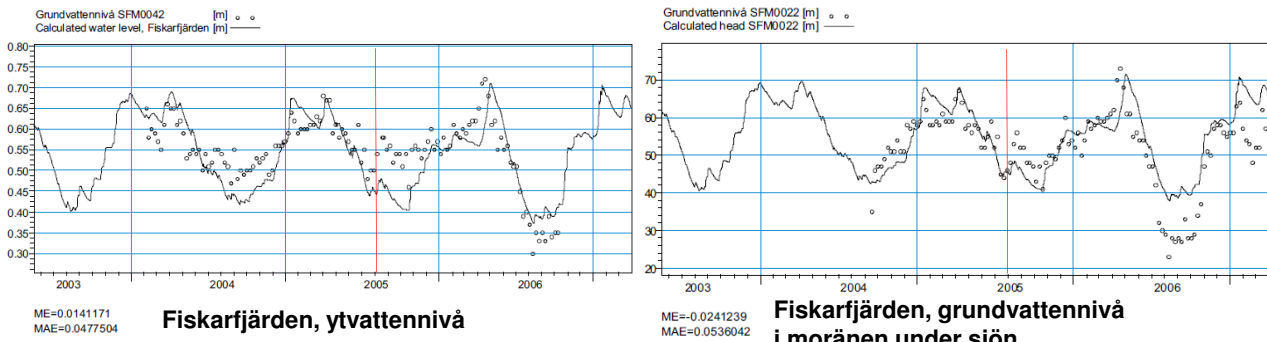


## Tilltro till modellen – ex beräknade yt- och grundvattennivåer Fiskarfjärden

Medelfel över simuleringsperioden **ytvatten**: 1 cm

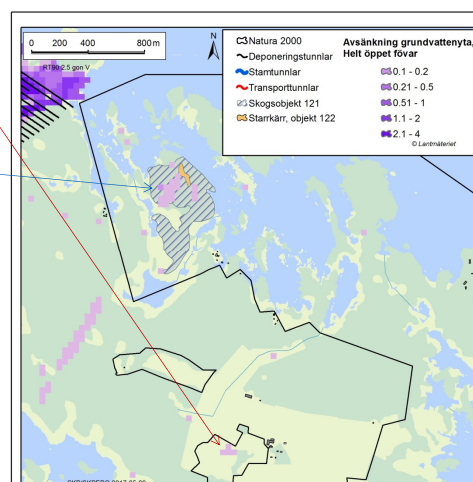
Medelfel över simuleringsperioden **grundvatten**: -2 cm

**Ingen beräknad påverkan i Fiskarfjärdens yt- eller underliggande grundvatten. Täta lerlager under sjön.**  
Motsvarande tidsserier för bäckflöden, grundvatten i berg och jord och ytvatten finns i R-08-09



## Beräknade avsänkningar i N2000 Kallriga och Storskäret

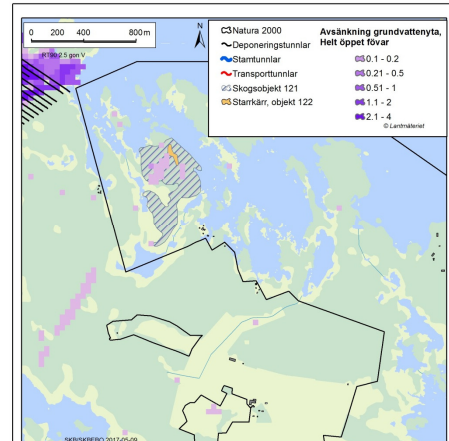
- Området vid Storskäret omfattar 4 pixlar och skall därmed inte tas i beaktande
- Det beräknade avsänkta området i N2000 Kallriga ligger inom en lokal höjd i skogsobjekt 121
- Generellt sett högre påverkan i lågpunkter där avståndet till grundvattenytan är mindre
- Låt oss därför studera grundvattenpåverkan i de lägst belägna punkterna inom det avsänkta området



## Beräknade avsänkningar i N2000 Kallriga och Storskäret

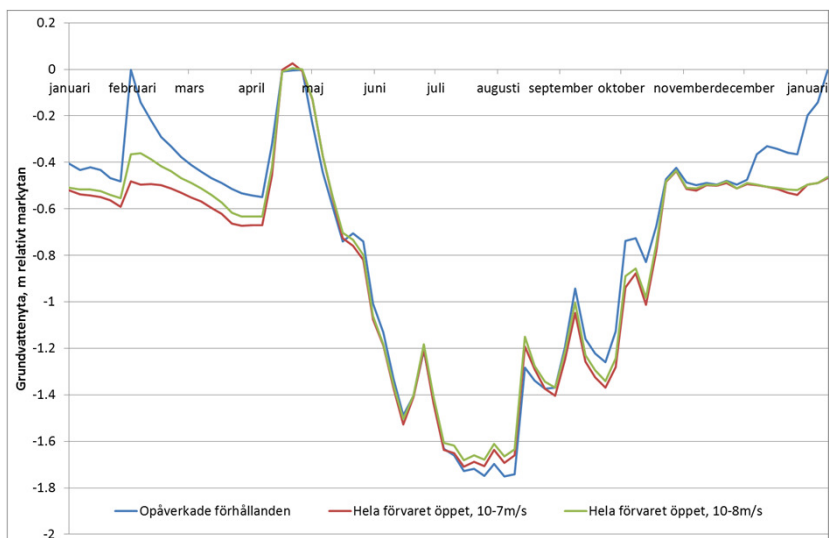
- De kartor vi hittills studerat representerar en genomsnittlig avsänkning av grundvattenytan på årsbasis.
- 1. Först beräknas årsmedelgrundvattenytan per cell.  
2. Sedan beräknas skillnaden i årsmedelgrundvattenyta för varje cell i hela modellområdet och det resulterar i de olika kartor vi presenterat.
- Låt oss nu studera inomårsvariationen i de avsänkta områdena i N2000 Kallriga:

Då störst eventuella konsekvenser uppstår i områden där grundvattenytan ligger nära markytan så studerar vi de lägsta områdena inom det avsänkta området.



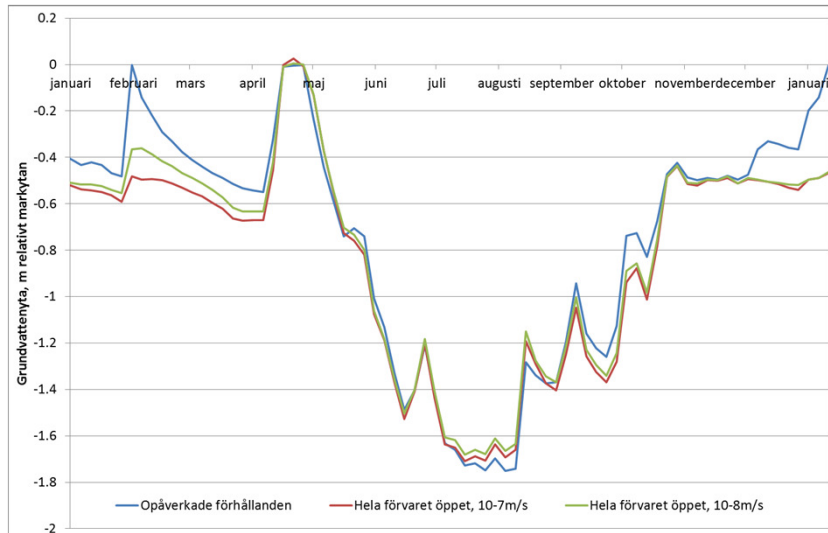
## Beräknade avsänkningar i N2000 Kallriga

- I denna cell (som är den lägsta punkten inom det påverkade området) är medelavsänkningen sett över hela året 10 cm
- Ökande avsänkning från november till februari, minskar efter snösmältning
- Liten påverkan under perioden maj till september
- Obefintlig påverkan sommartid vid injektering motsvarande  $10^{-8}$  m/s, trots att hela förvaret är öppet samtidigt



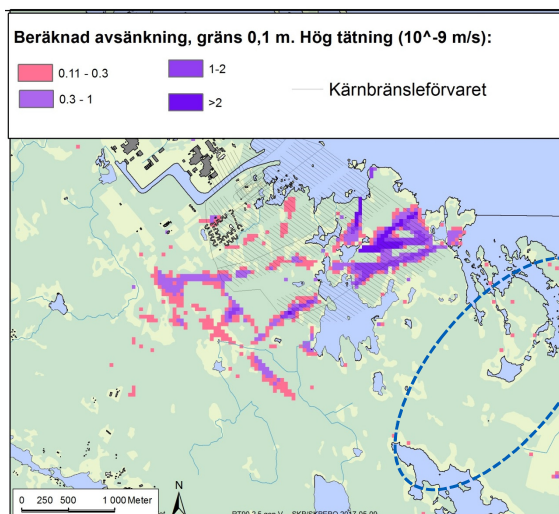
## Beräknade avsänkningar i N2000 Kallriga

- Inflödet till förvaret konstant över tid, förhållandena på ytan varierar.
- Naturligt sjunkande grundvattennivåer under sommaren. Naturliga påverkan större än påverkan från förvaret.
- Störst relativ påverkan under vintern. Naturliga påverkan mindre än påverkan från förvaret.



## Beräknade avsänkningar i N2000 Kallriga

- Den beräknade avsänkningen kan knytas till deponeringstunnlarna i sista deponeringsområdet
- På grund av det täta berget på förvarsdjup kan vi anta att den genomsnittliga vattengenomsläppligheten i deponeringstunnlarna ligger på  $10^{-9}$  m/s
- Givet punkten ovan uppstår inte någon avsänkning av årsmedelgrundvattentytan i N2000 Kallriga



## Rapporter, platsförståelse hydrologi Forsmark

- Bosson, E., m.fl., Numerical modelling of surface hydrology and near-surface hydrogeology at Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark, SKB R-08-09.
- Follin, S., m.fl., Hydrogeological characterisation and modelling of deformation zones and fracture domains, Forsmark modelling stage 2.2, SKB R-07-48.
- Follin, S., m.fl., Hydrogeological conceptual model development and numerical modelling using CONNECTFLOW, Forsmark modelling stage 2.2, SKB R-07-49.
- Follin, S., m.fl., Hydrogeological conceptual model development and numerical modelling using CONNECTFLOW, Forsmark modelling stage 2.3, SKB R-08-23.
- Follin, S., Bedrock hydrogeology Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark, SKB R-08-95.
- Gentzschlein, B., m.fl., A comparison between well yield data from the site investigation in Forsmark and domestic wells in northern Uppland, SKB P-06-53.
- Johansson, P.-O., Description of surface hydrology and near-surface hydrogeology at Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark, SKB R-08-08.

## Vetenskapliga publikationer kopplade till platsförståelse hydrologi Forsmark

- Berglund, S., Bosson, M., Selroos, J.-O., Sassner, M., 2013. Identification and characterization of potential discharge areas for radionuclide transport by groundwater from a nuclear waste repository in Sweden, *Ambio*, 42:435-446, DOI 10.1007/s13280-013-0395-5.
- Berglund, S., Bosson, E., Sassner, M. 2013. From site data to safety assessment: analysis of present and future hydrological conditions at a coastal site in Sweden, *Ambio*, 42:425-434, DOI 10.1007/s13280-013-0394-6.
- Bosson, E., Sabel, U., Gustafsson, L.-G., Sassner, M., Destouni, G., 2012. Influences of shifts in climate, landscape, and permafrost on terrestrial hydrology, *J. Geophys. Res.* 117, D05120. <http://dx.doi.org/10.1029/2011JD016429>.
- Bosson, E., Selroos, J.-O., Stigsson, M., Gustafsson, L.-G., Destouni, G., 2013. Exchange and pathways of deep and shallow groundwater in different climate and permafrost conditions using the Forsmark site, Sweden, as an example catchment, *Hydrogeology Journal*, 21:225-237, DOI 10.1007/s10040-012-0906-7.
- Follin, S., Stephens, M. B., Laaksoharju, M., Nilsson, A.-C., Smellie, J. A.T., Tullborg, E.-L., 2008. Modelling the evolution of hydrochemical conditions in the Fennoscandian Shield during Holocene time using multidisciplinary information. *Appl Geochem* 23(7):2004-2020, DOI:10.1016/j.apgeochem.2008.02.0.
- Follin, S., Hartley, L., 2014. Approaches to confirmatory testing of a groundwater flow model for sparsely fractured crystalline rock, exemplified by data from the proposed high-level nuclear waste repository site at Forsmark, Sweden, *Hydrogeology Journal*, 22: 333-349, DOI 10.1007/s10040-013-1079-8.
- Follin, S., Stigsson, M., 2014. A transmissivity model for deformation zones in fractured crystalline rock and its possible correlation to in situ stress at the proposed high-level nuclear waste repository site at Forsmark, Sweden, *Hydrogeology Journal*, 22: 299-311, DOI 10.1007/s10040-013-1078-9.
- Follin, S., Hartley, L., Rhén, I., Jackson, P., Joyce, S., Roberts, D., Swift, B., 2014. A methodology to constrain the parameters of a hydrogeological discrete fracture network model for sparsely fractured crystalline rock, exemplified by data from the proposed high-level nuclear waste repository site at Forsmark, Sweden, *Hydrogeology Journal*, 22: 313-331, DOI 10.1007/s10040-013-1080-2.
- Selroos, J.-O., Follin, S., 2014. Overview of hydrogeological site-descriptive modeling conducted for the proposed high-level nuclear waste repository site at Forsmark, Sweden, *Hydrogeology Journal*, 22: 295-298, DOI 10.1007/s10040-013-1077-x.
- Stephens, M. B., Follin, S., Petersson, J., Isaksson, H., Juhlin, C., Simeonov, A., 2015. Review of the deterministic modelling of deformation zones and fracture domains at the site proposed for a spent nuclear fuel repository, Sweden, and consequences of structural anisotropy, *Tectonophysics* 653 (2015) 68-94, DOI 10.1016/j.tecto.2015.03.027.
- Volume 42, Issue 4, May 2013; Special Issue: Humans and Ecosystems Over the Coming Millennia: A Biosphere Assessment of Radioactive Waste Disposal in Sweden/Guest Editor: Jack Valentin/Guest Editorial Board: Ulrik Kautsky and Tobias Lindborg, ISSN: 0044-7447 (Print) 1654-7209 (Online).