

Platsbeskrivande modellering Forsmark

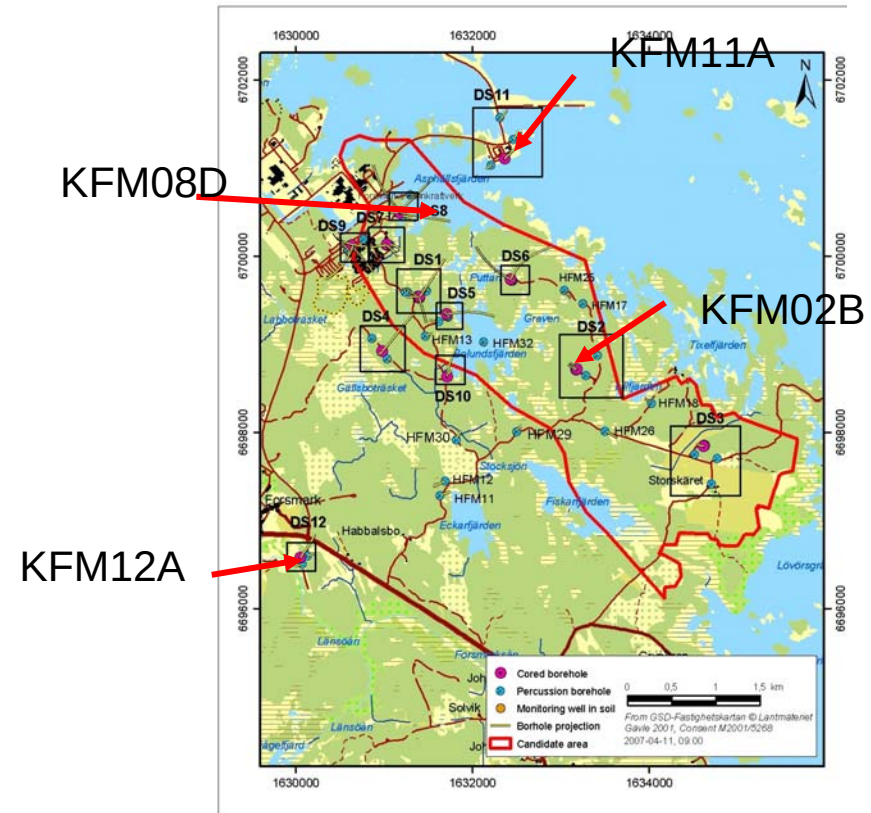


Aktuell status

Kristina Skagius, Michael Stephens, Assen Simeonov, Jan Sundberg, John Wrafter, Rolf Christiansson, Rune Glamheden, Sven Follin, Marcus Laaksoharju, James Crawford

Modellering under KPLU

- **DF 2.1**
 - Syfte; Identifiera databehov
 - Ingen komplett modellering
 - R-06-38
- **DF2.2**
 - Bas för modellering, leverans till projektering (D2) och SDM-Site.
 - Omfattar alla hål i prioriterat område förutom sent beslutat borrhål KFM08D.
- **DF 2.3**
 - Kompletterande/verifierande analyser
 - Nya hål; KFM08D, KFM02B, KFM11A, KFM12A



SDM-Site main report

R-07-45

R-07-31

R-07-47

Main references (level II)

Geology

Rock mechanics

Thermal properties

Hydrogeology

Hydrogeochemistry

Transport properties

Surface system

Evolutionary aspects

Confidence statement

**Delivery to
Repository
Engineering**

R-07-48

Other references (level III)

Geology

- Fracture domain report
- Stochastic modelling of fractures and minor DZ's
- Background complementary studies
- Complementary/verification analyses based on DF2.3
- Bedrock geological map at the surface

Hydrogeology

- Hydro DFN modelling and DZ Hydraulic properties
- Groundwater flow modelling

Hydrogeochemistry

- Fracture minerals and altered rock

Rock mechanics

- Forsmark insitu stress
- Complementary/verification analyses based on DF2.3

Transport

- Retardation model
- Flow related transport properties

Thermal

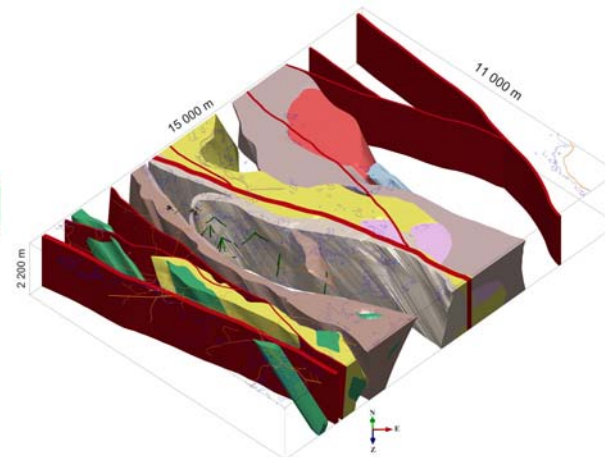
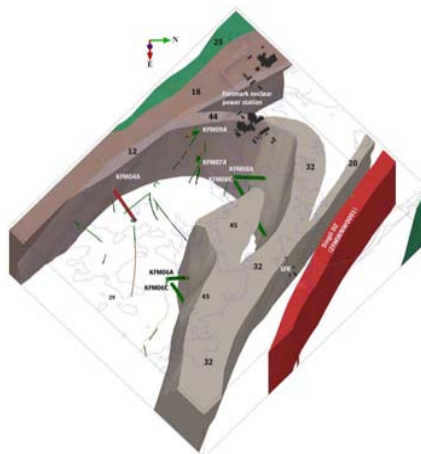
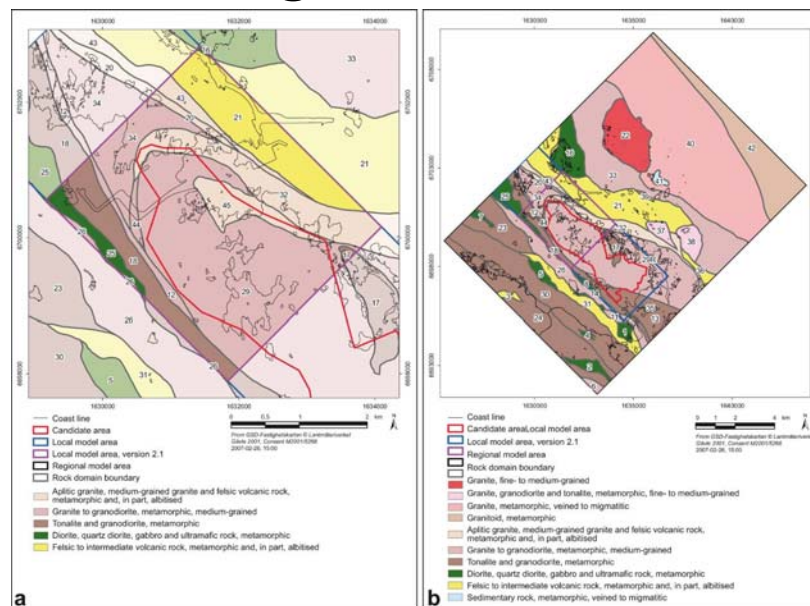
- Complementary/verification analyses based on DF2.3

Surface system

- Hydrology
- Chemistry
- Regolith
- From bedrock to surface transport
- Ecosystems (3)

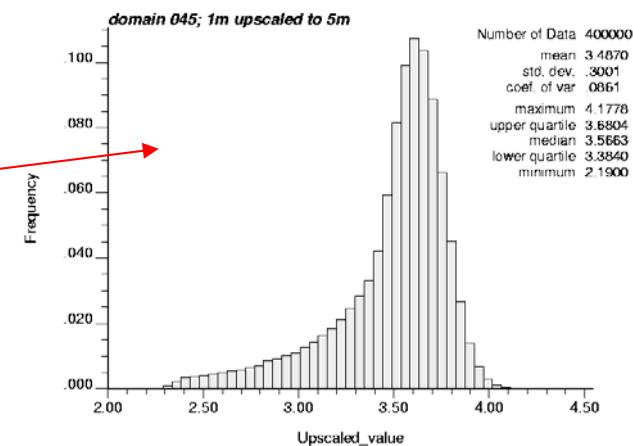
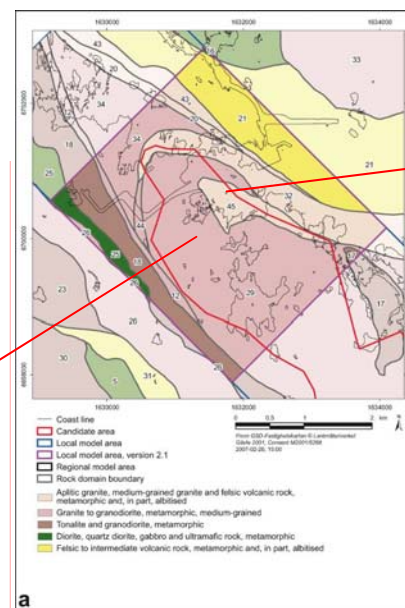
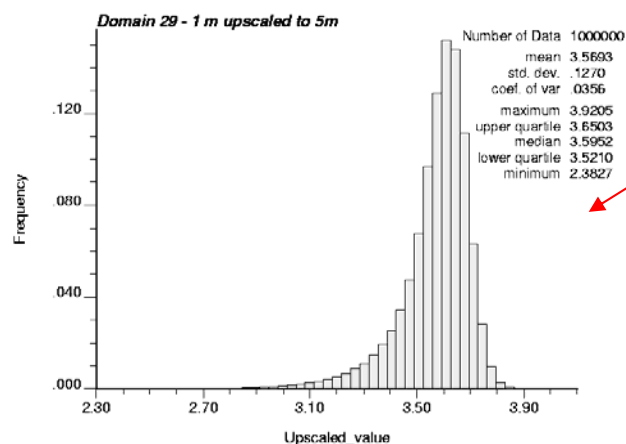
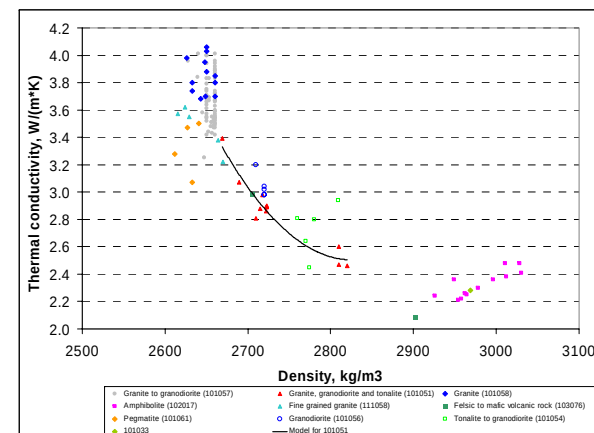
Bergdomäner/bergarter

- Bergdomäner
 - Sammansättning, kornstorlek, grad av plastisk deformation
 - Data från ytkartering, geofysikdata, borrhålsdata
- RFM029, RFM045
- Metagranit och omvandlad (albitiserad) metagranit
- Hög kvartshalt
- Underordnade bergarter ; t ex amfibolit
- Verifikation av tidigare modell
- R-07-45

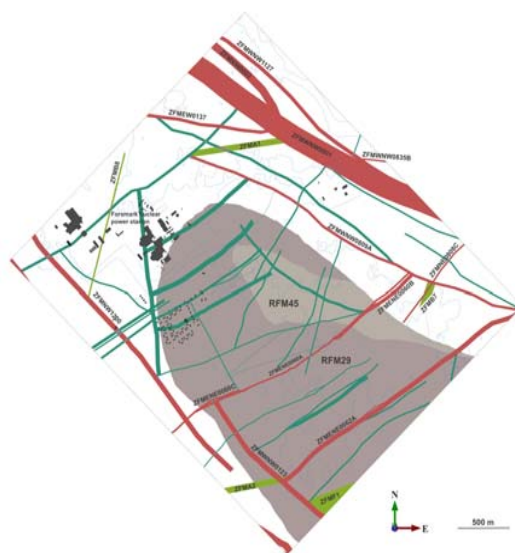
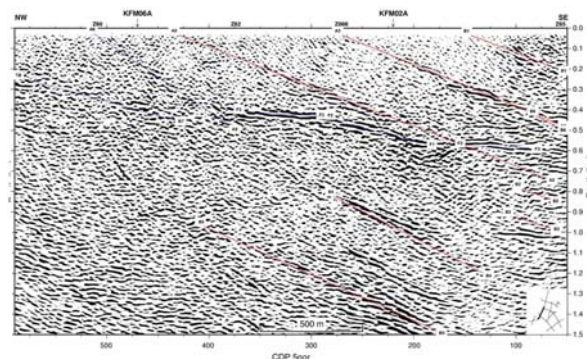
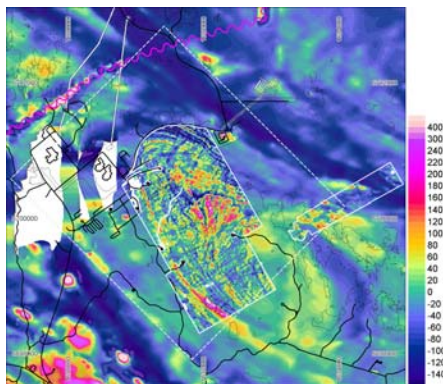


Bergarter och termisk konduktivitet

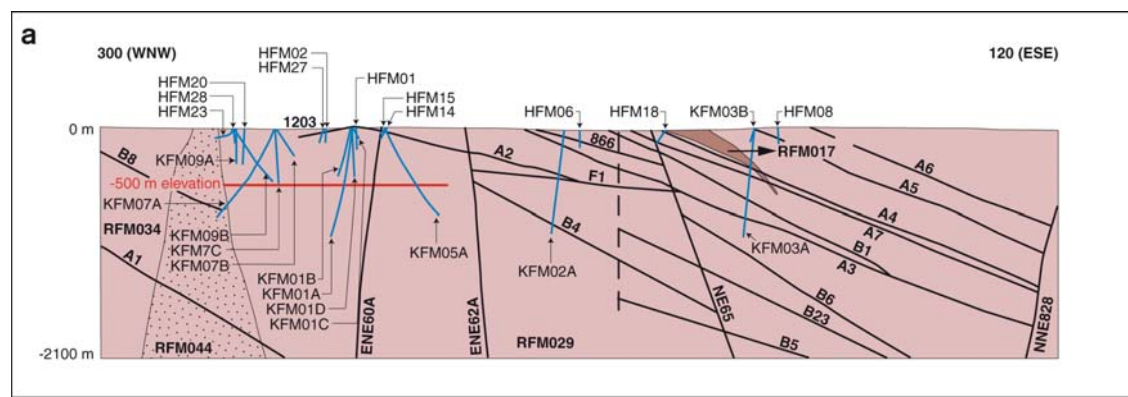
- Data
 - Laboratoriemätningar
 - Beräknade; mineralsammansättning (modalanalyser) och referensvärden
- RFM029, RFM045
 - Höga medelvärden ~3.6, 3.5 W/(m,K)
- R-07-47



Deformationszoner

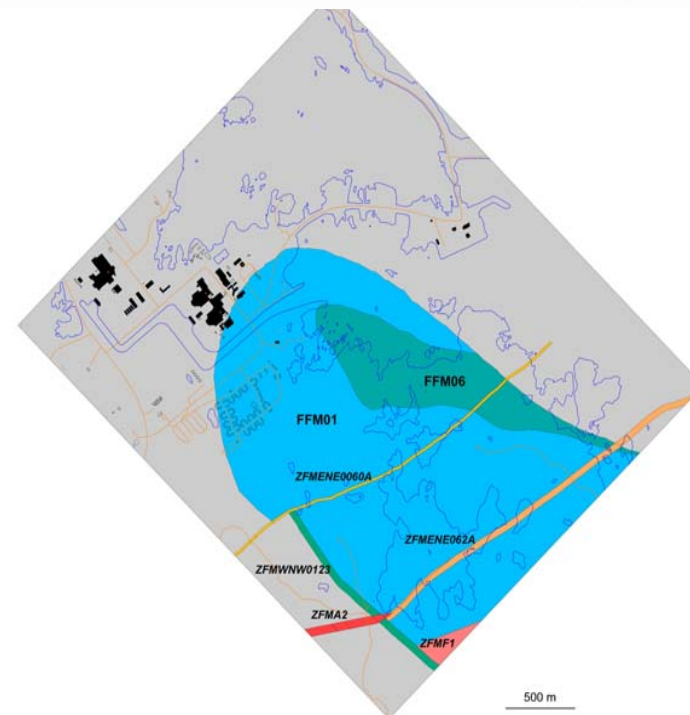
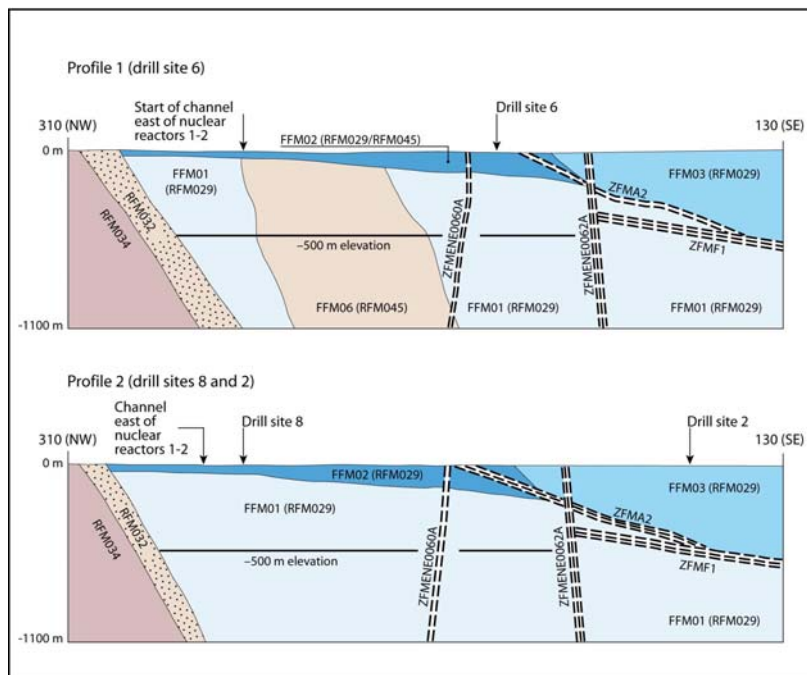
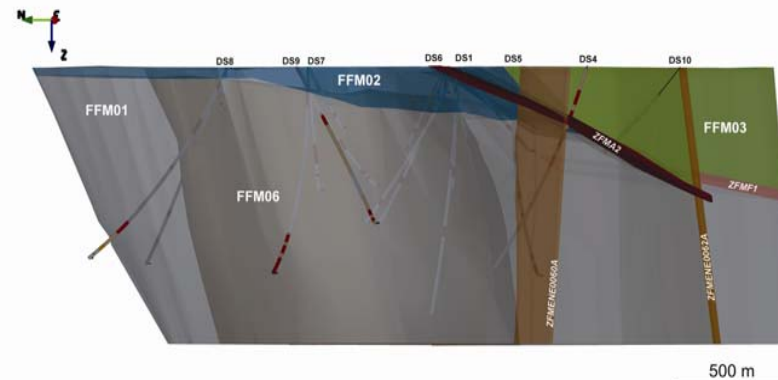


- Data: Geofysik (helikopter), markmagnetiska, reflektion, refraktion, borrhål, mm
- Vertikala och flacka zoner
- Konceptuell modell för zonernas bildning och utveckling
- Stabil modell för vertikala zoner > 3km
- Få ändringar vertikala zoner 1 – 3 km (NNO och ONO)
- Få ändringar i flacka zoner (A2/F1)
- R-07-45



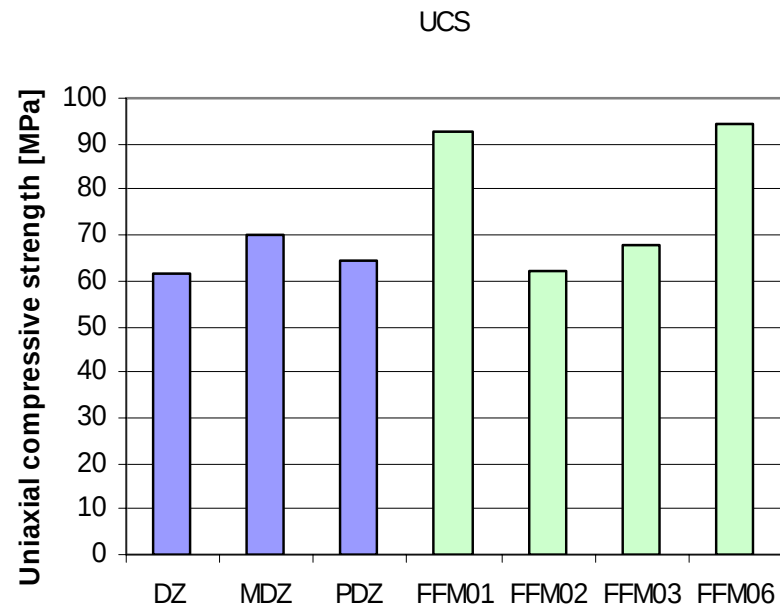
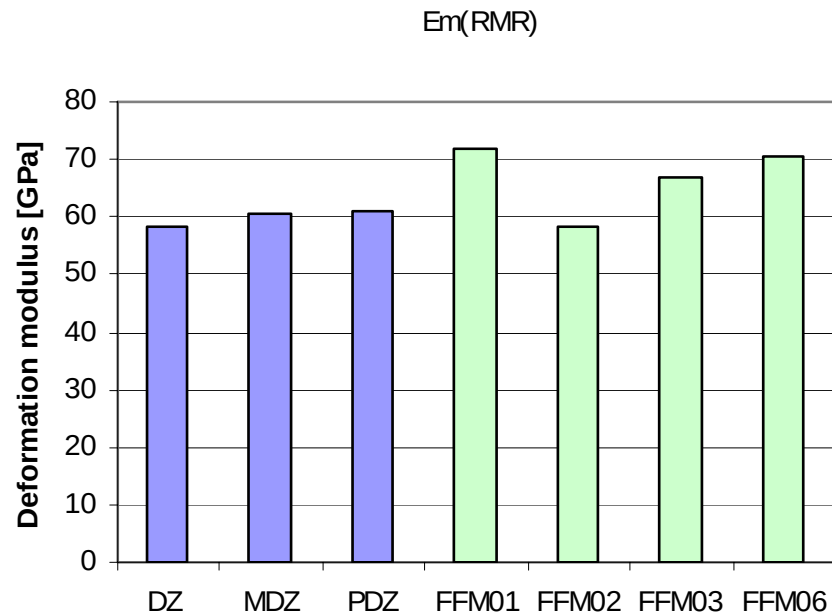
Sprickdomäner

- Prioriterat område; FFM01, FFM02 och FFM06
- Ytnära berget (FFM02) skiljer sig från berget på djupet (FFM01, FFM06)
- Geologisk definition av FFM's; integrerat med andra data (R-07-15)
- Stokastisk modellering av sprickor (DFN) för varje domän (R-07-49)



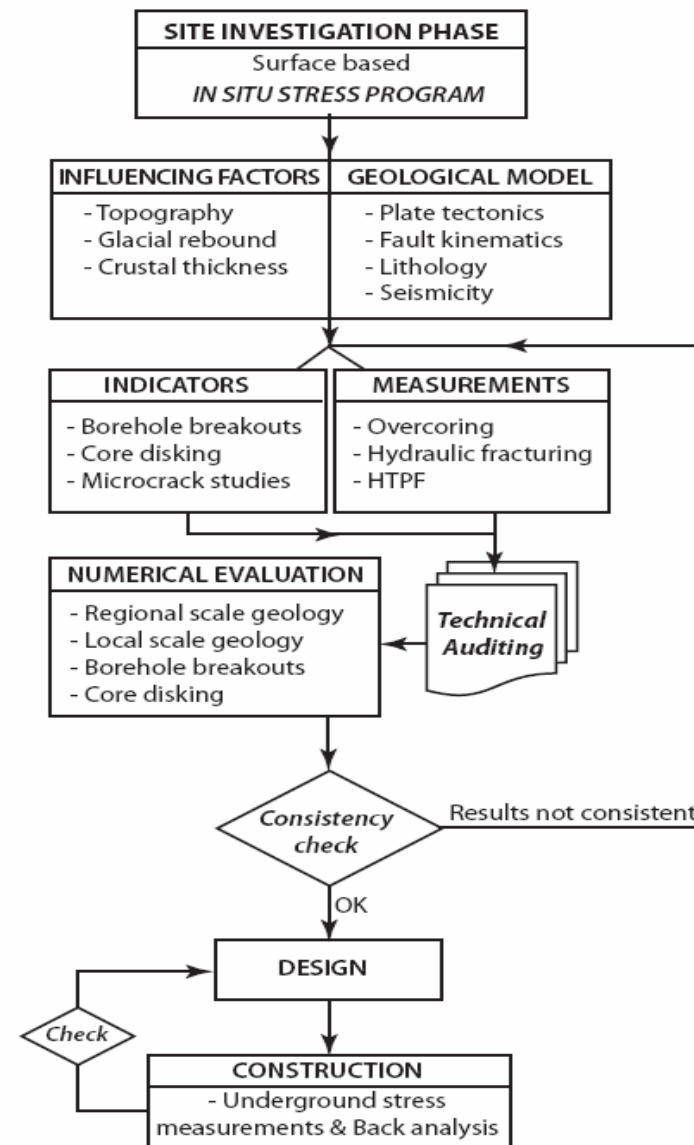
Bergmassans egenskaper

Medelvärden – Empirisk metod



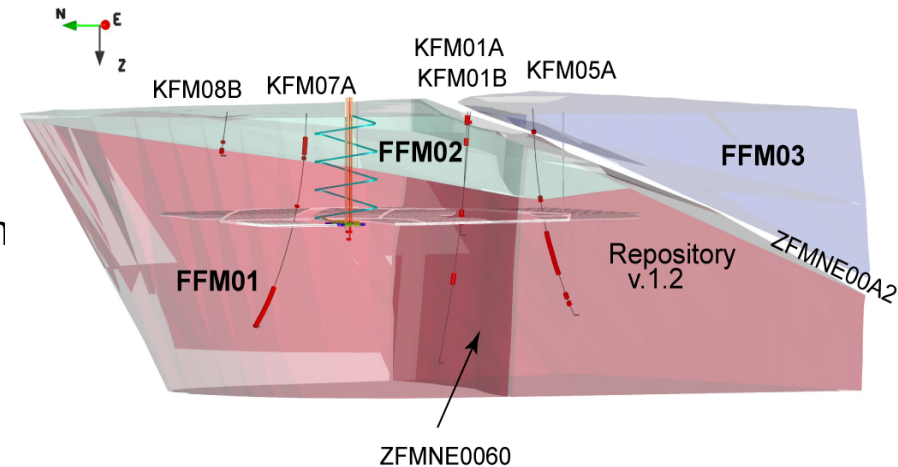
Methodology applied to establish a stress model for the Forsmark site /Martin, 2007, in prep./

- Extensive study of geological conditions and other influencing factors
- Auditing of measuring results and indirect stress indicators
- Numerical evaluations
- Conclude sufficient confidence to give recommendations for design.
- In preparation for construction and verification of the design assumptions, the following Design Step should prepare a plan for stress measurements during construction.

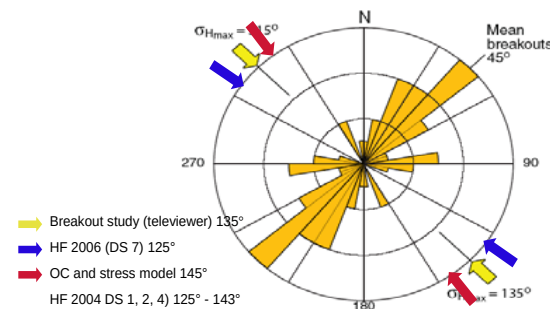


Tilltro till spänningsmodellen

- Mycket homogen geologi i sprickdomän FFM01
- Stor spridning och variabilitet i spänningstillstånd inom den övre delen av bergmassan, sprickdomän FFM02
- Orientering av största horisontalspänningen mycket konsistent inom prioriterat område, oavsett metod. Sammanfaller med största deformationsriktningen i området
- Inga signifikanta tecken på spänningsinducerade brott i borrhälsväggar ner till 1 000 m djup hjälper att gränssätta den största möjliga spänningsnivån

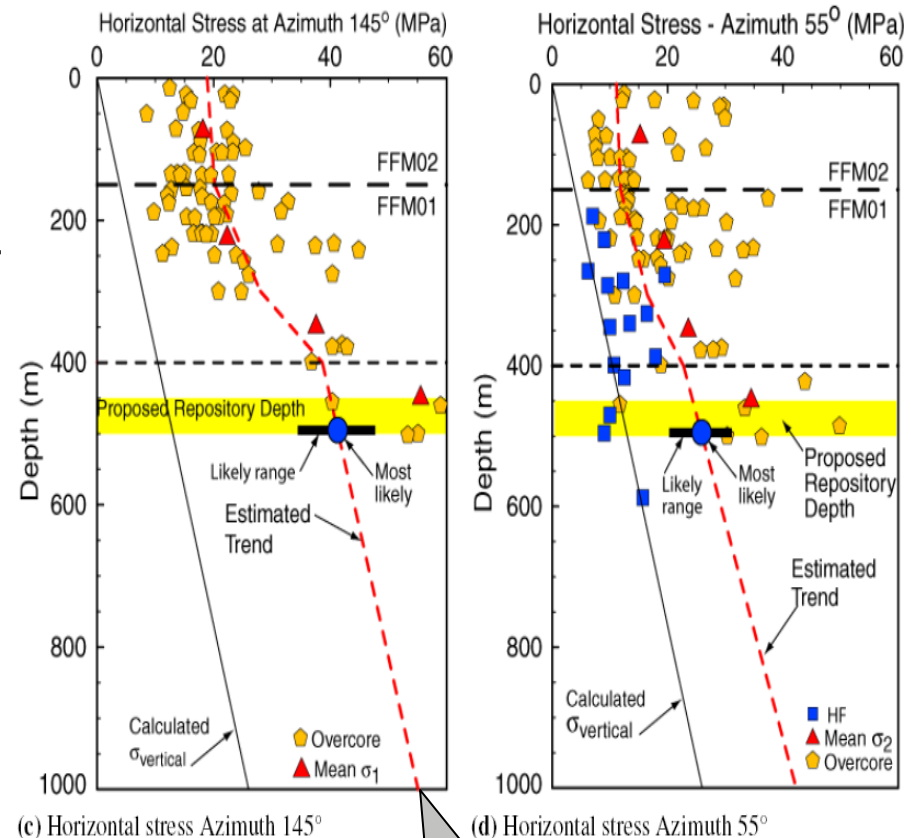


Orientation of major horizontal stress

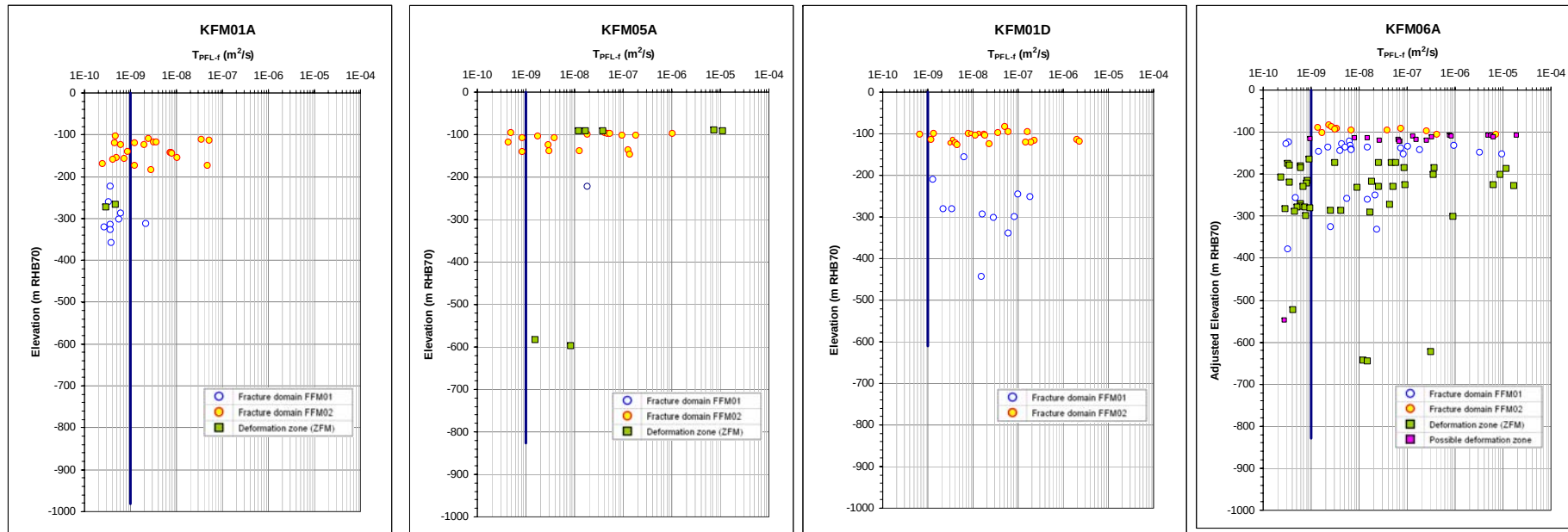


Spänningsmodell

- Spänningsgradienten är kopplad tiill den minskade frekvensen öppna sprickor mot djupet.
- Osäkerheten är störst i det mer uppspruckna berget i sprickdomän FFM02
- Spänningsmagnituden är hög redan på 100 m djup, men gradienten mot djupet är liten.
- Stor spridning i data beror på olika osäkerheter i använda metoder

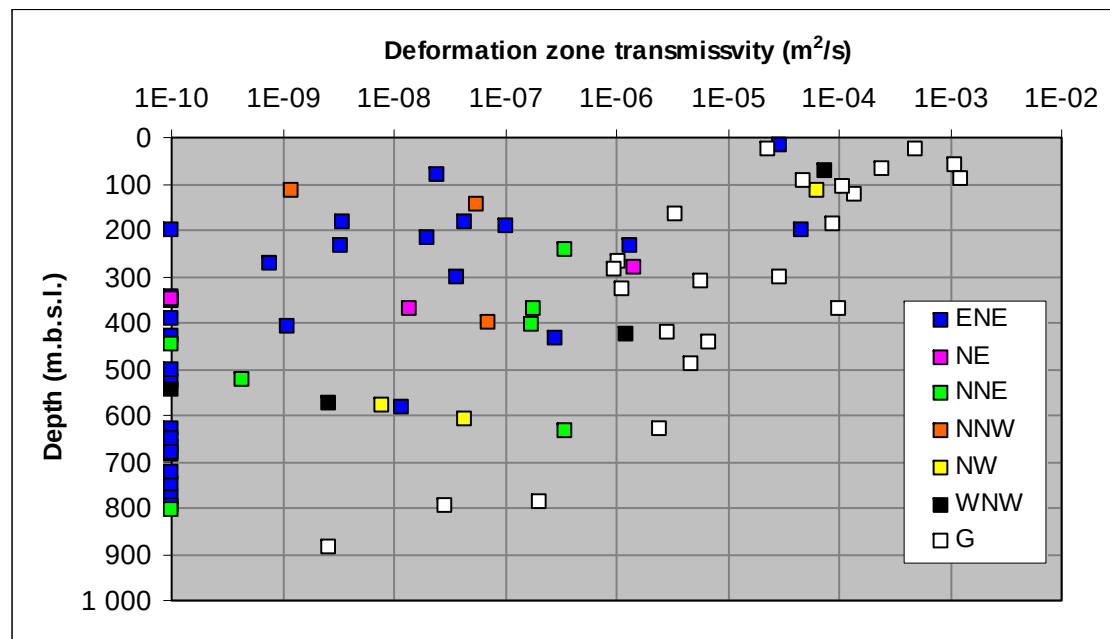
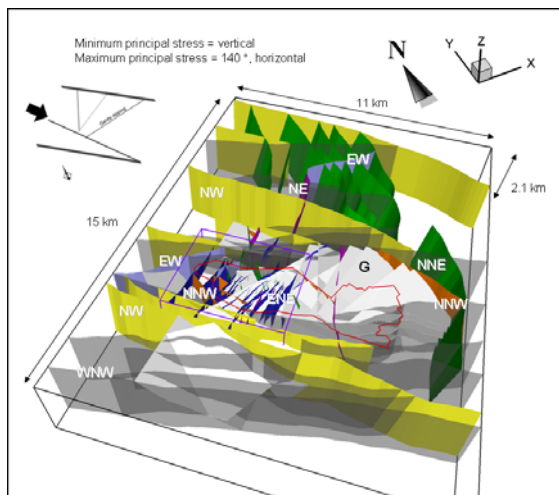


Hydrogeologiska egenskaper (1)

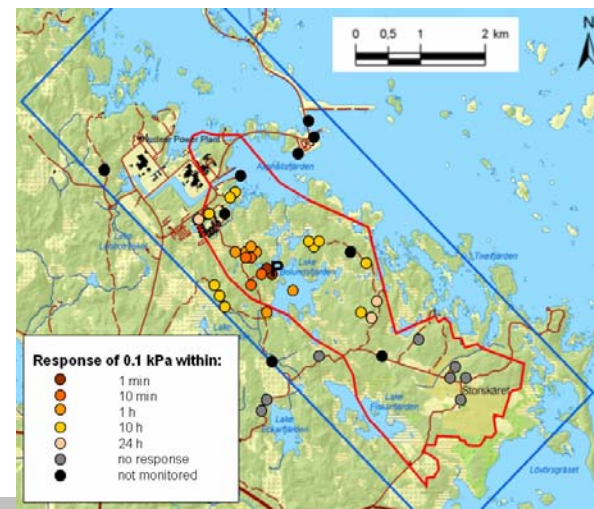
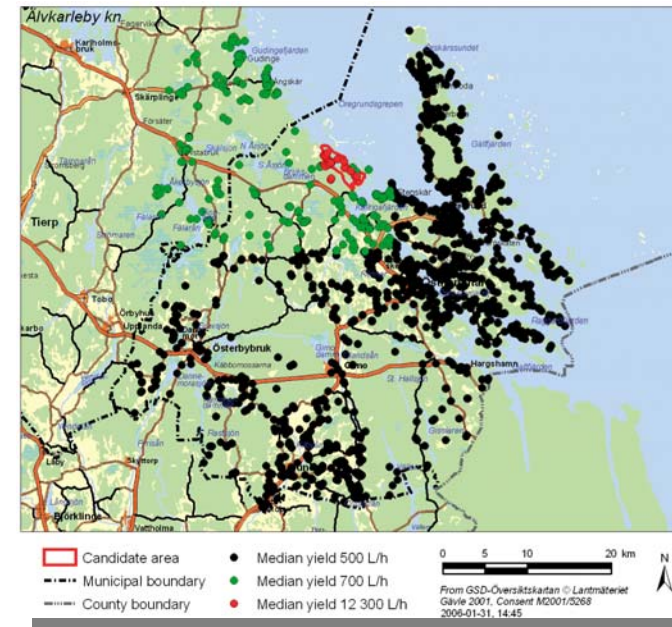
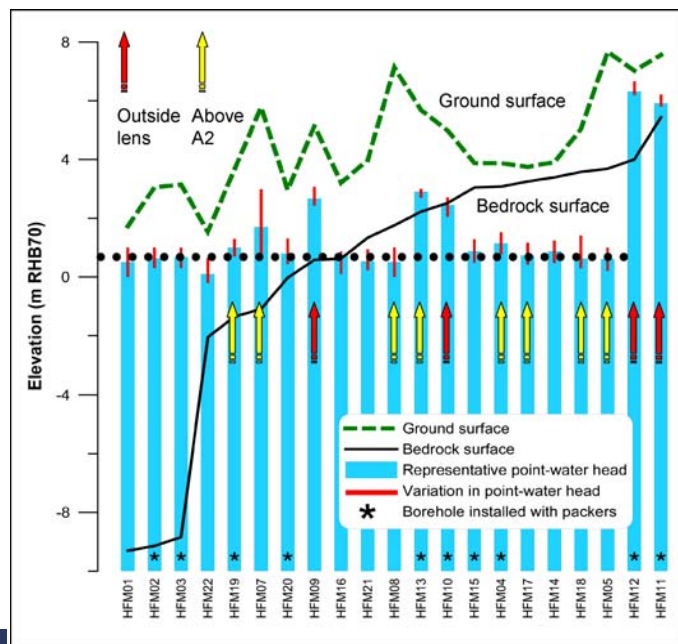


- Stokastisk modell för vattenförande sprickor (hydrogeologisk DFN)
- FFM01 uppdelad i 3 nivåer:
 - Ned till – 200 m
 - Mellan -200 och -400 m
 - Under 400 m

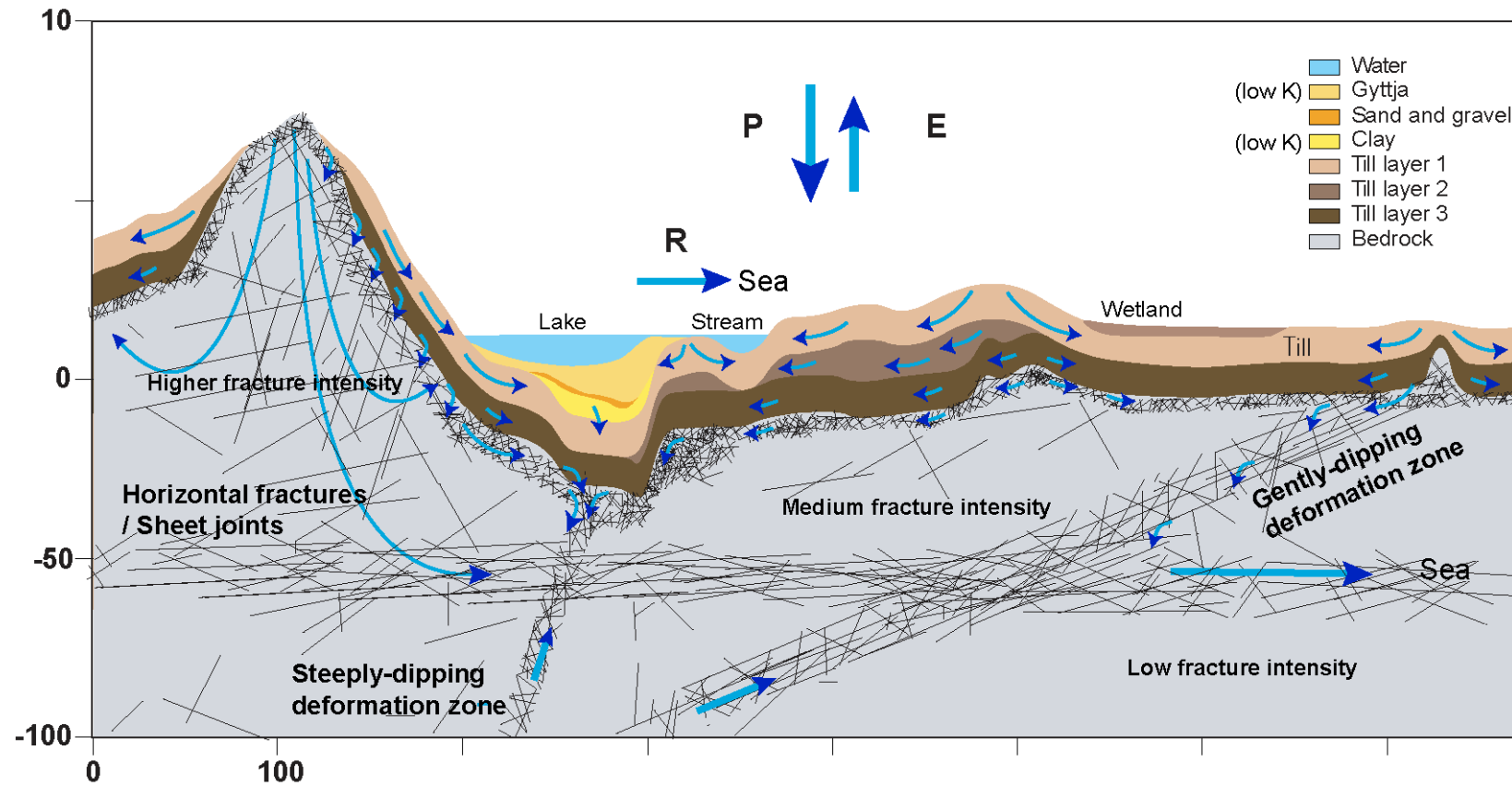
Hydrogeologiska egenskaper (2)



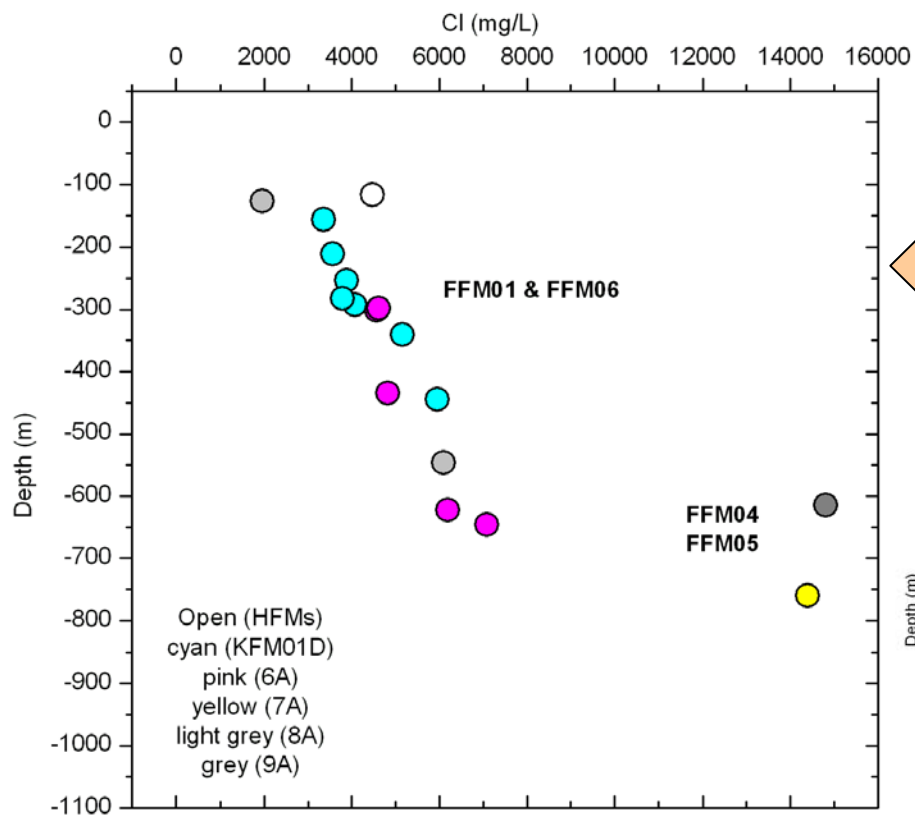
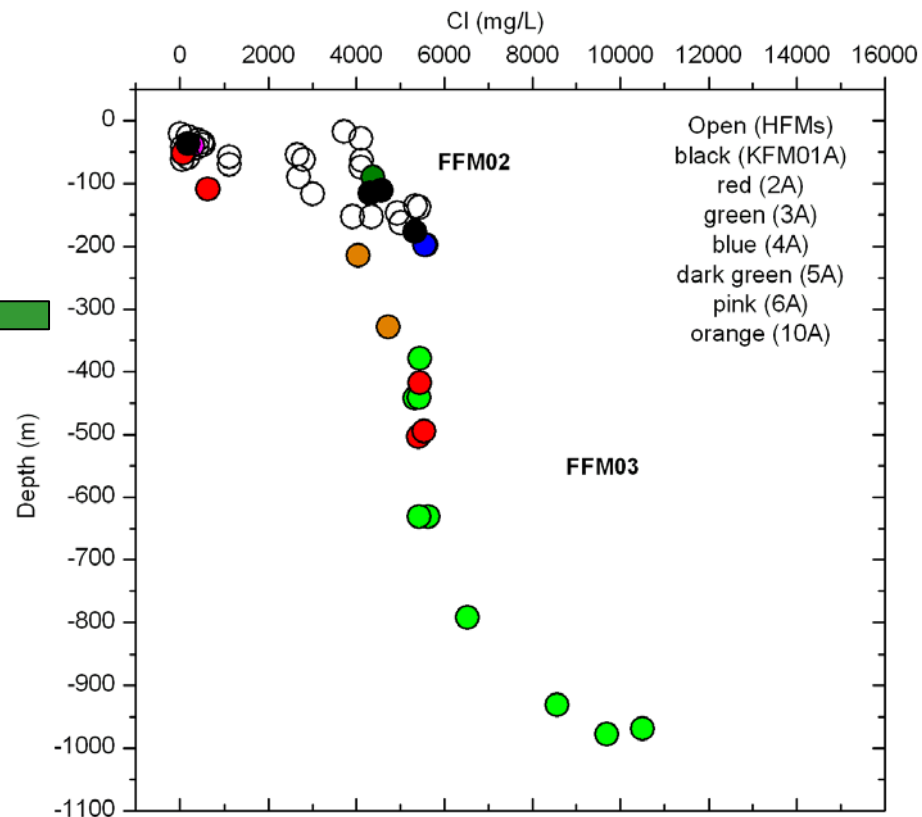
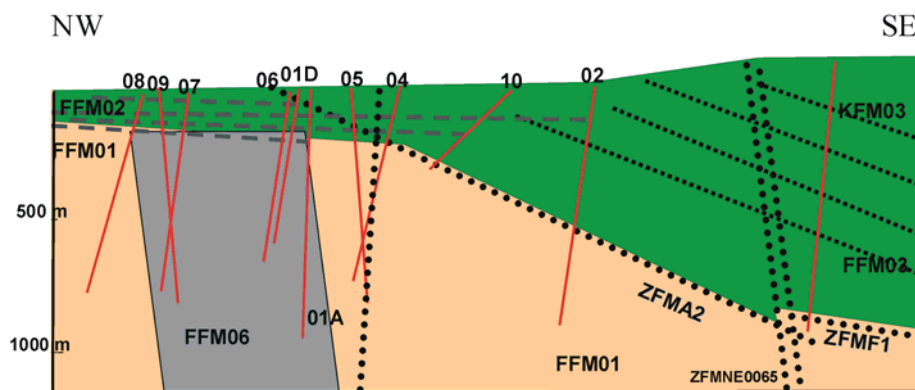
Hydrogeologiska egenskaper (3)



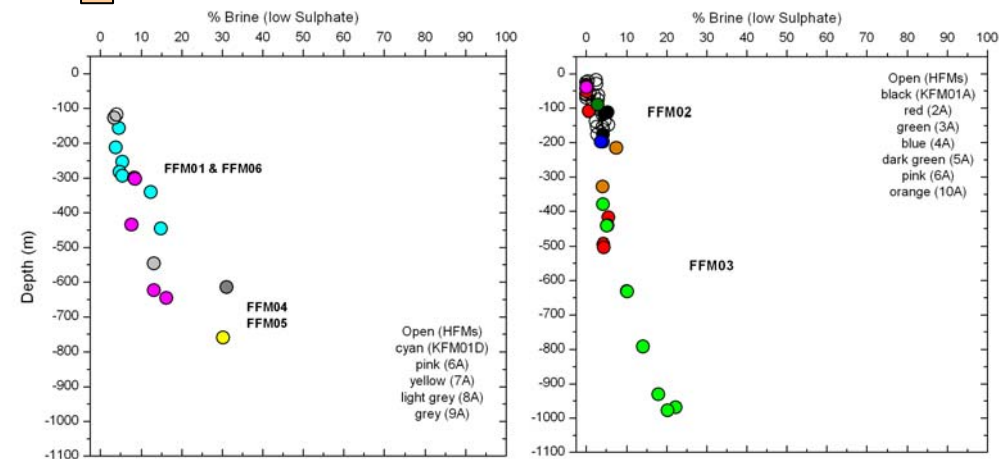
Grundvattenflöde - koncept



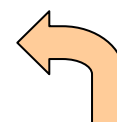
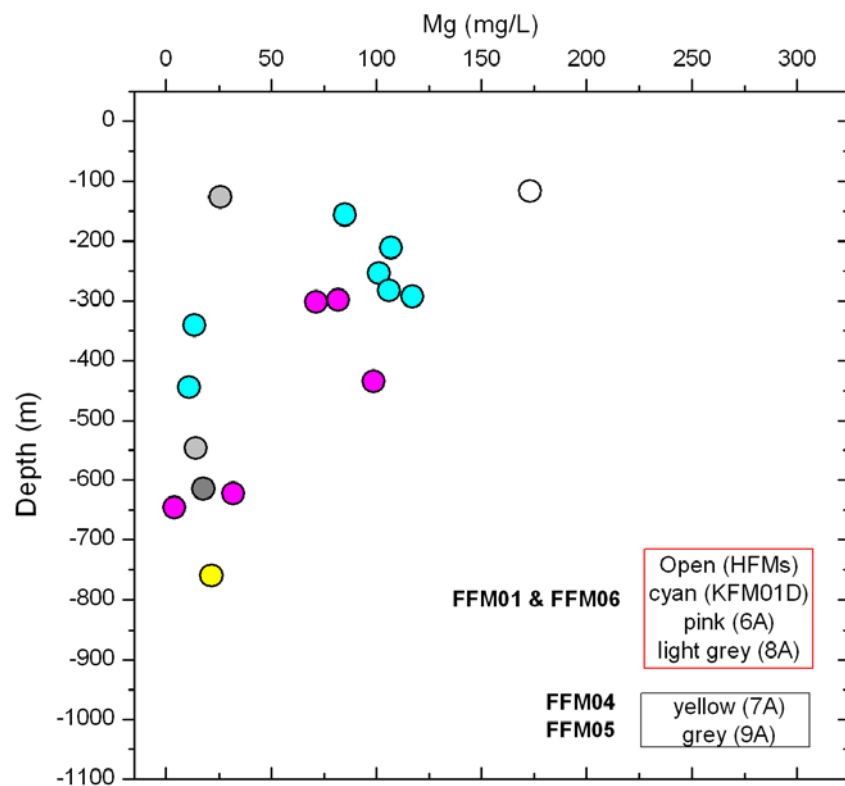
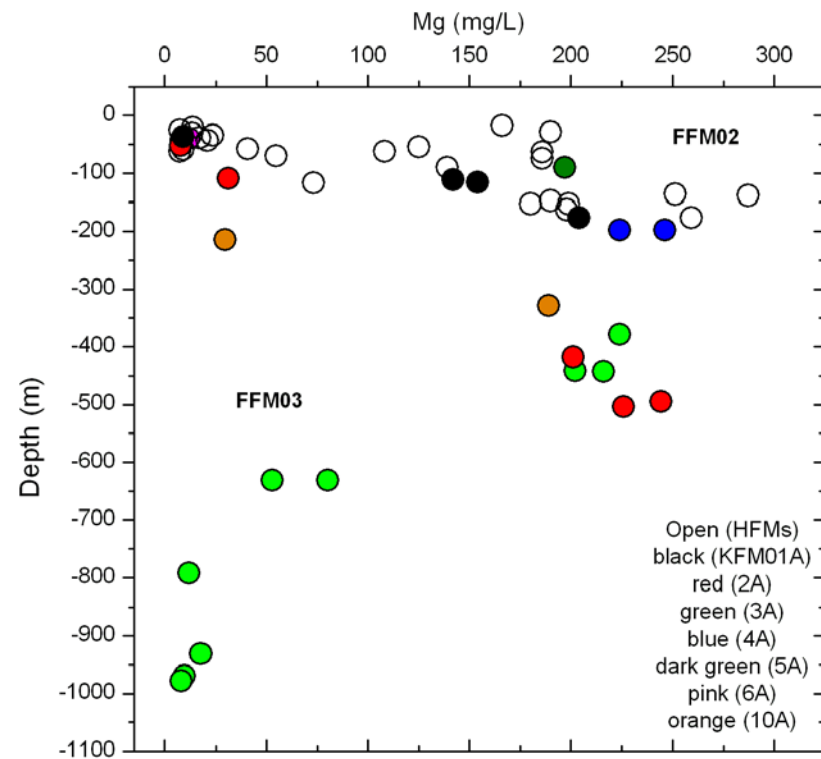
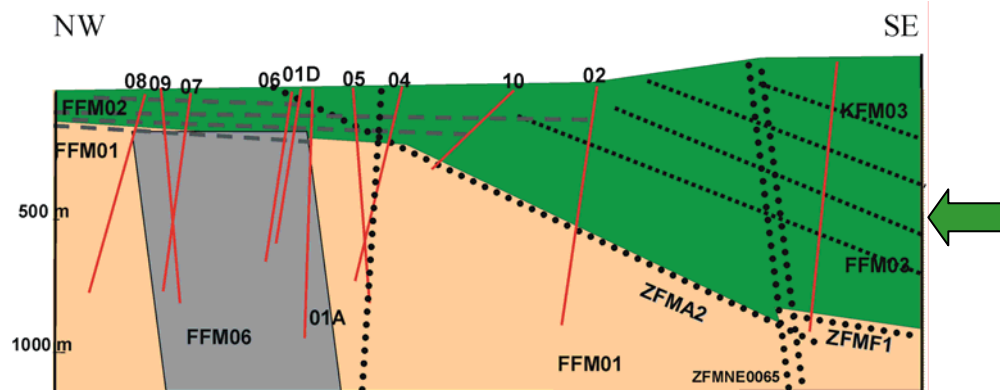
Cl, Ca, Na



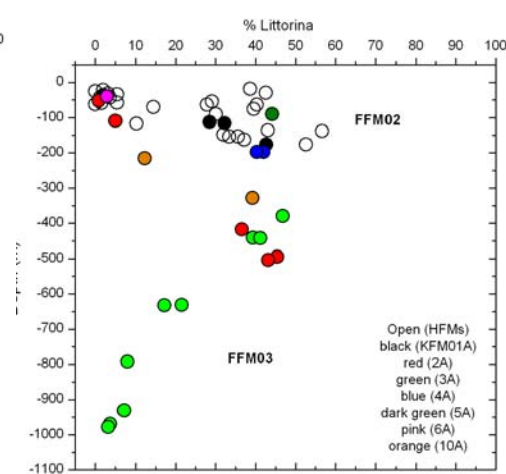
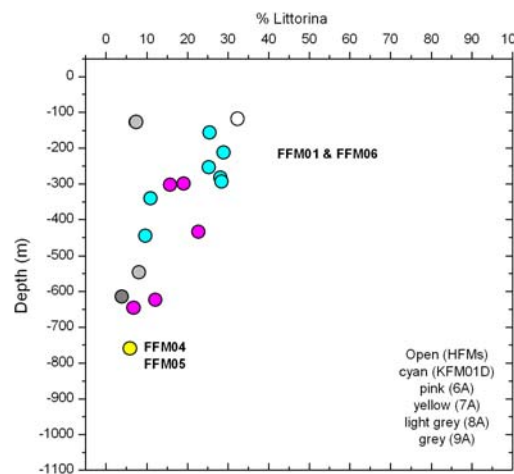
% BRINE



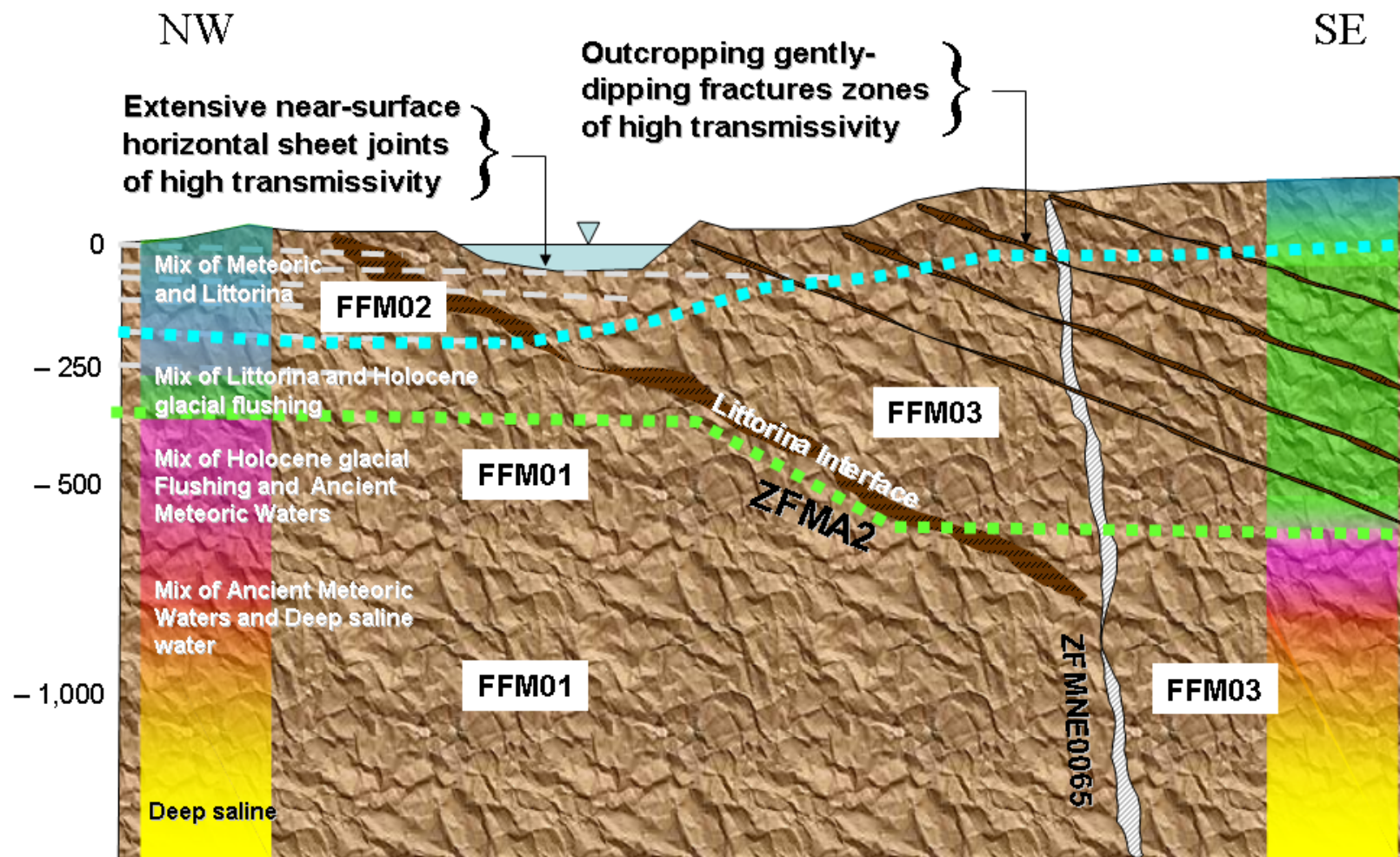
SO_4^{2-} , Mg



% LITTORINA



Hydrogeologisk simulering av grundvattnets historiska utveckling



Ytsystemet i Forsmark

Området präglas av:

- Närhet till havet
- Platt topografi + landhöjning ⇒ "unga" landområden (<2000 år)
- Havspåverkan på landområden
- Kalkrika avlagringar, ofta med låg vattengenomsläpplighet
- Hydrologin präglas av platt topografi och horisontella spricksystem i berget
 - små avrinningsområden, små vattendrag, grunda sjöar
 - korta flödesceller för grundvattnet
 - liten inströmning av gv till djupet
 - inga indikationer på regional gv-utströmning i landområden
- Ovanliga naturtyper och förekomst av skyddsvärda arter

Platsbeskrivning / modellering

detaljerade underlagsrapporter på gång:

- Hydrologi
 - Ytvatten och ytligt grundvatten (ytvattenavrinning, grundvattennivåer, modellerade flöden)
- Avlagringar
 - Yttäckande karaktärisering, mäktighet och stratigrafi
- Kemi i yt- och grundvatten
 - Förhållanden, processer och ämnestransporter på landskapsnivå
- Transport – berg till yta
- Ekosystemen
 - terrestra, limniska och marina

Till SDM-Site kommer vi att ha god kunskap om förhållanden och processer i ytsystemet, liksom om transporter på landskapsnivå

Tack

