

Fud 2010



**Peter Wikberg**  
**Forskning för långsiktig säkerhetsanalys**

# SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram har pågått under lång tid

## Fud - 89

- Studie av WP-cave metoden
- Studie av tunnlar under Östersjön
- Ny säkerhetsanalys, SKB 91

## Fud - 86

Riktlinjer för FoU-arbetet

- Genomgång av alternativ till KBS-3
- Förslag om bergrums-laboratorium

## Fud- 95

- Program för inkapsling- och djupförvarsprojekten
- Uppföljning och forskning alternativa metoder
- Mall för säkerhetsrapporter

## Fud-92-k

- Kriterier för platsval
- Program för inkapsling
- Program för säkerhetsanalyser

## Fud - 92

- Plan för djup geologisk förvaring
- Start för lokaliserings-arbetet

## Fud-98-k

- Beskrivning av nollalternativ och djupa borrhål
- Detaljerat program för platsundersökningar

## Fud - 98

- Redovisning av alternativa lösningar
- Lokaliseringsunderlag och platsvalskriterier
- Systemanalys

Fud  
1986

Fud  
1989

1991

Fud  
1992

Fud  
1995

Fud  
1998

## SKB 1991

- Kunskap om barriärernas funktioner
- Behov av platsspecifika data

# SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram har pågått under lång tid

## Fud - 04

- Fullskaleförsök vid Äspö och vid Kapsellab.

## Fud-2007-k

- Säkerhetsanalys SFR
- Djupa borrhål

## Fud -10

- Redo för ansökan
- Loma-program
- Metodik säkerhetsanalys

## Fud -01

- Redovisning av alternativa lösningar
- Lokaliseringsunderlag och platsvalskriterier
- Systemanalys

## Fud -07

- Avgörande steg för tillverkning och förslutning av kapsel
- Start samhällsforskning

Fud  
2010

Fud  
2007

Fud  
2004

Fud  
2001

## SR 1997

- Samtliga referensplatser klarar myndigheternas säkerhetskrav
- Mer forskning om bränsleupplösning
- Utveckling av biosfärmodellering
- Mer kunskap om effekter på kapsel vid tektoniska rörelser

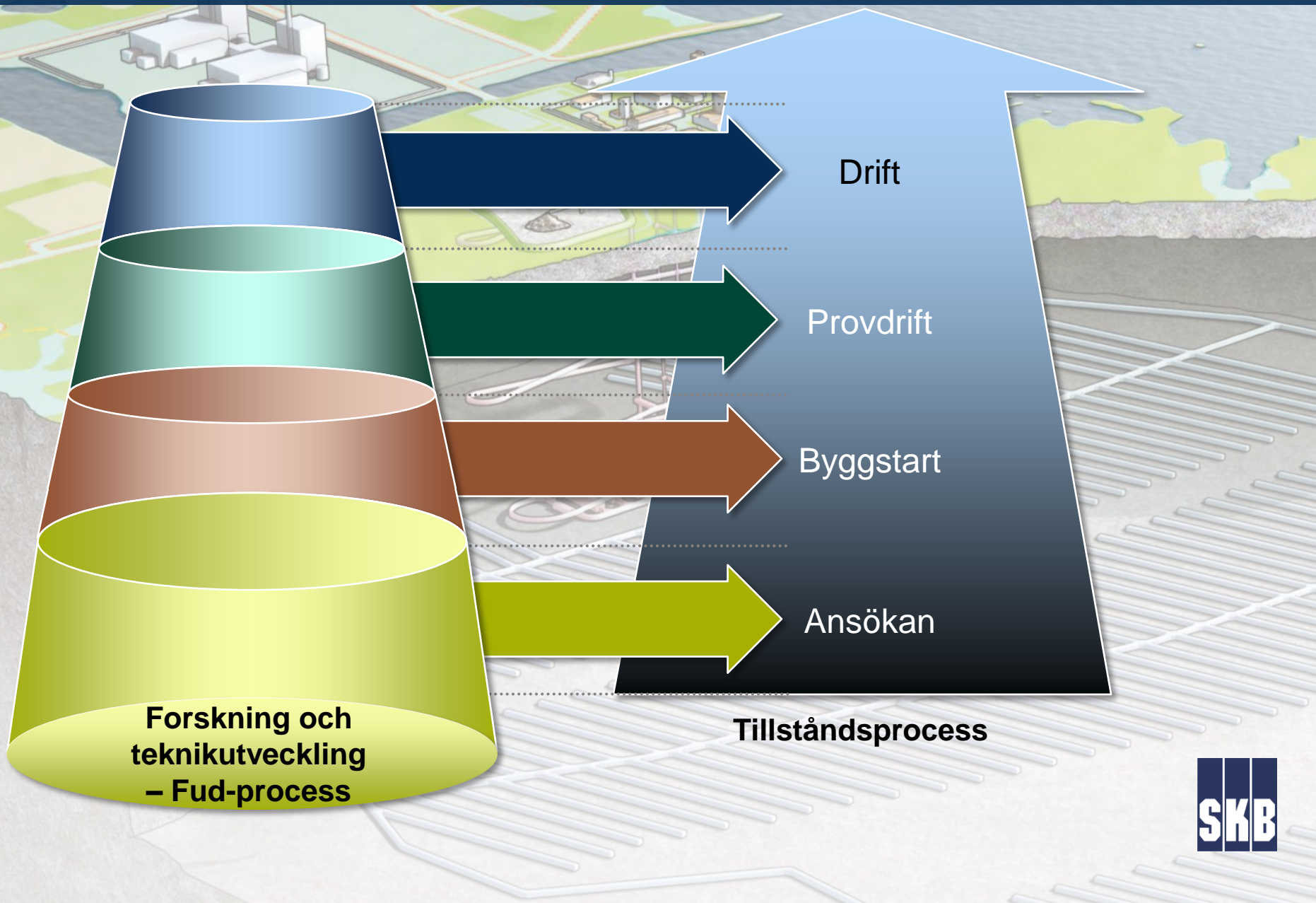
## SR-Can

- Kapseln klarar kraven
- Fördjupad kunskap om hydrologi under istid krävs
- Påverkan på bentoniten

## SR-Site

- Lämnas in i samband med ansökan
- Fullständiga platsspecifika data från Forsmark

...och kommer att fortsätta under lång tid



# Forskningsområden

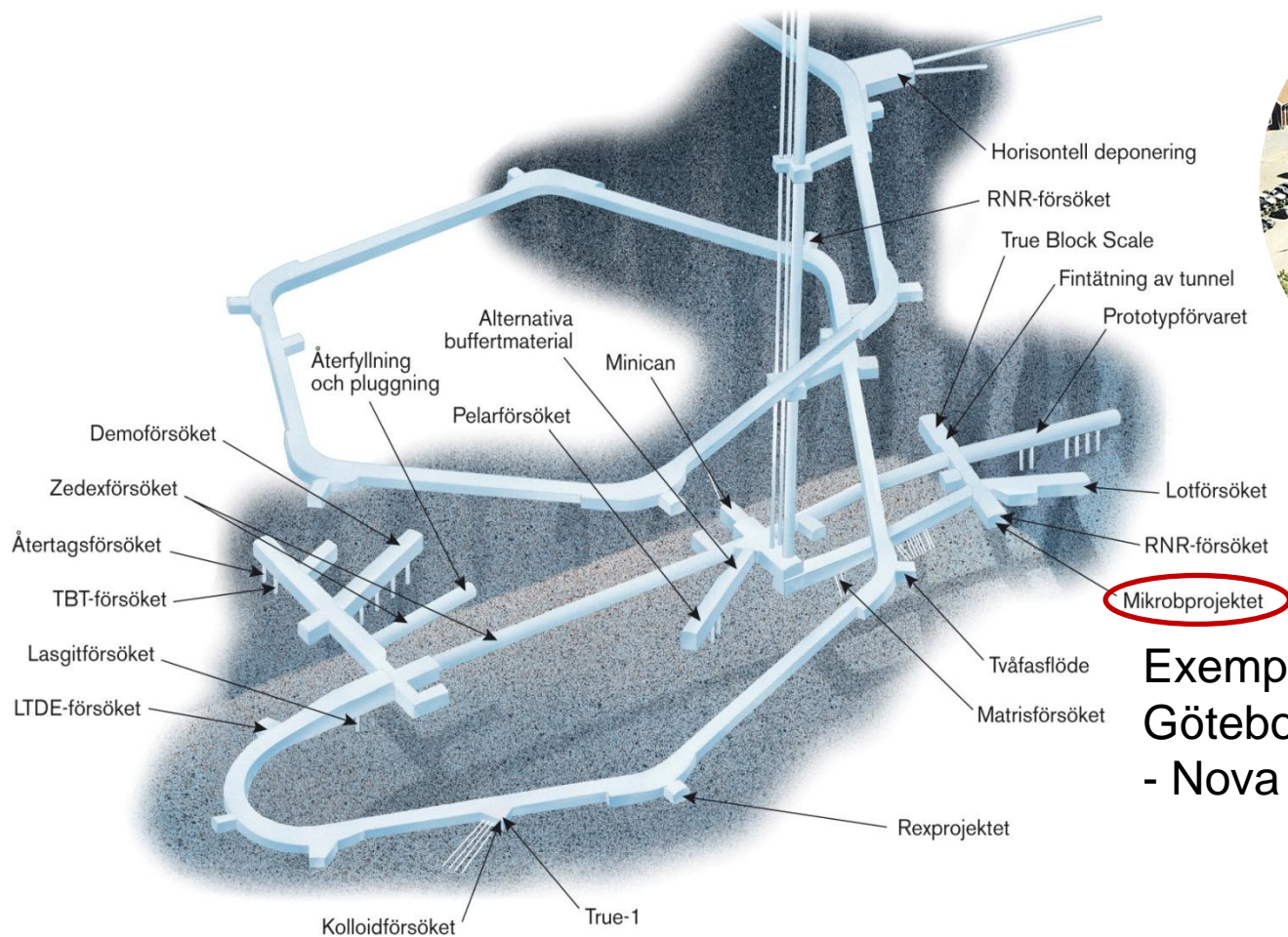
- Kopplat till förvarssystem



- Övergripande



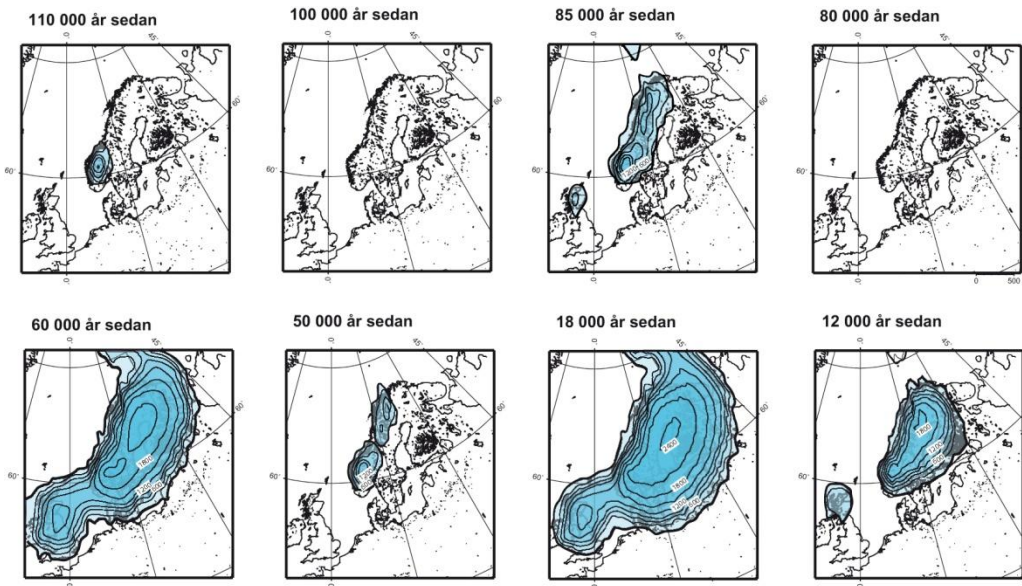
## Äspölaboratoriet & Nova FoU



Exempel  
Göteborgs universitet  
- Nova FoU i Äspö

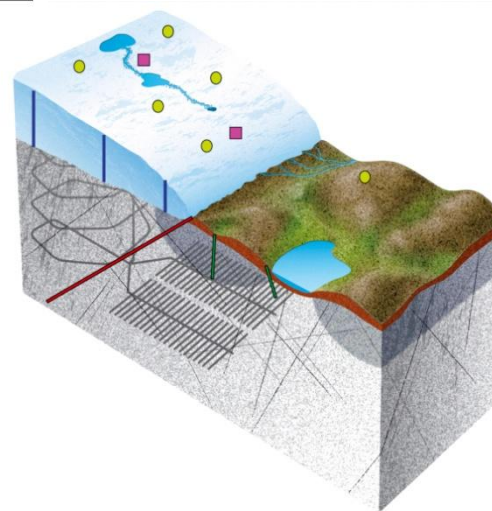


- Referensutveckling – upprepning av Weichsel



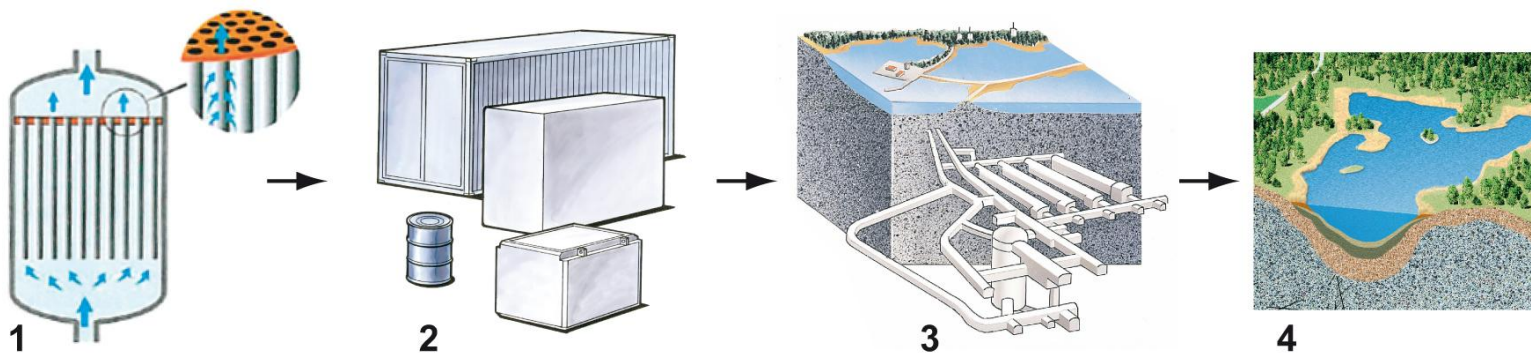
- Inlandsis-dynamik, glacial hydrologi
- Isostasi, strandlinjeförskjutning
- Permafrost
- Klimatvariationer

- GAP



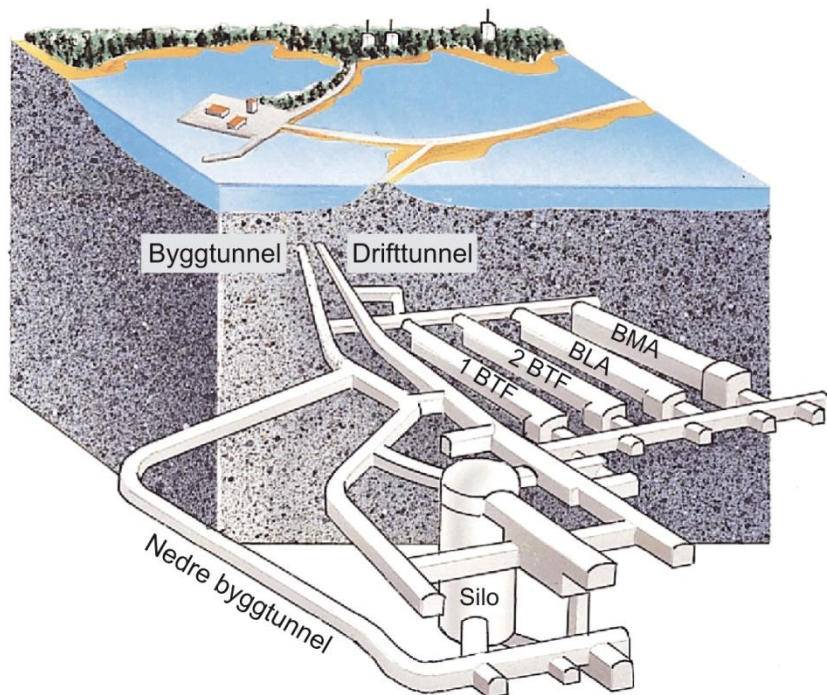
# Kortlivat låg- och medelaktivt avfall

- För utbyggnadsprojektets säkerhetsanalys
- Exempelvis kol-14:



1. Upptag på jonbytarmassor
2. Deponerad aktivitet
3. Retardation i förvaret
4. Konsekvenser av hypotetiskt utsläpp

# Tekniska barriärer i SFR



Fackinredd bergssal i SFR: Här förvaras medelaktivt avfall i fat eller kokiller.  
Foto: Bengt O Nordin

## Exempel:

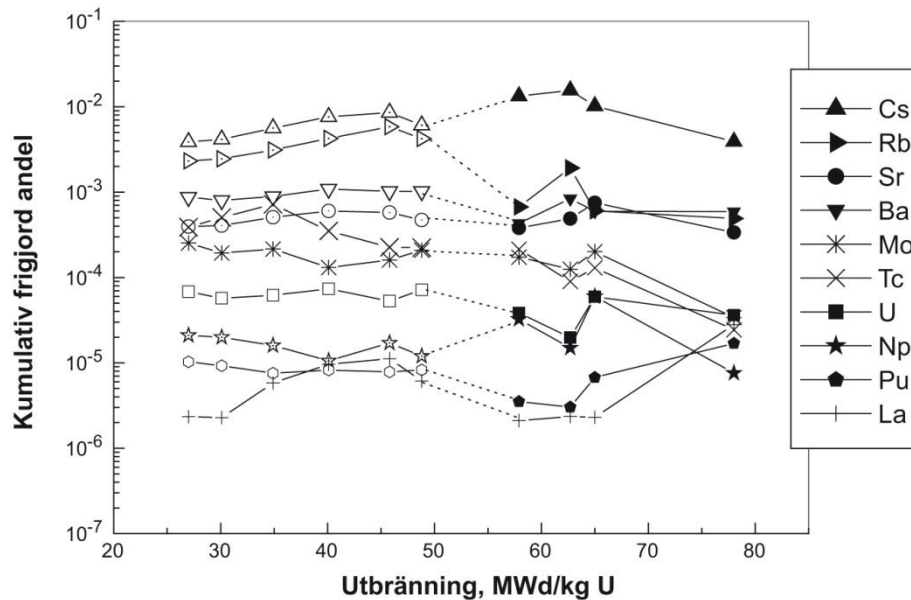
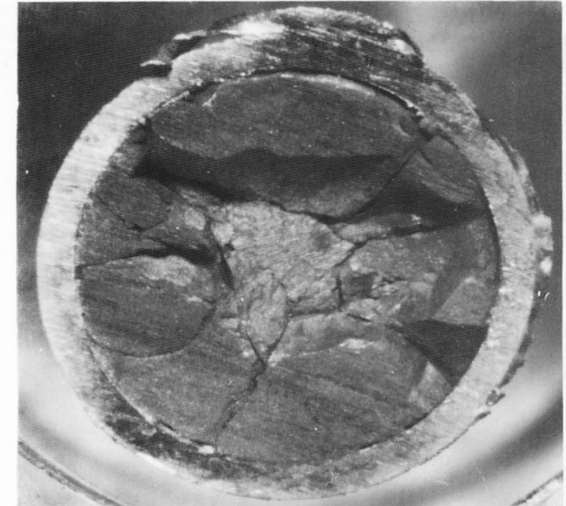
- kemisk cement- och betongdegradering: två nya omfattande projekt
- Sorption - närvaro av organiska komplexbildare

# Använt bränsle

- Bränsleupplösning
- Gapinventarium

Effekt av högre utbränning?

Mekanismer –  
processer vid bränsleytan

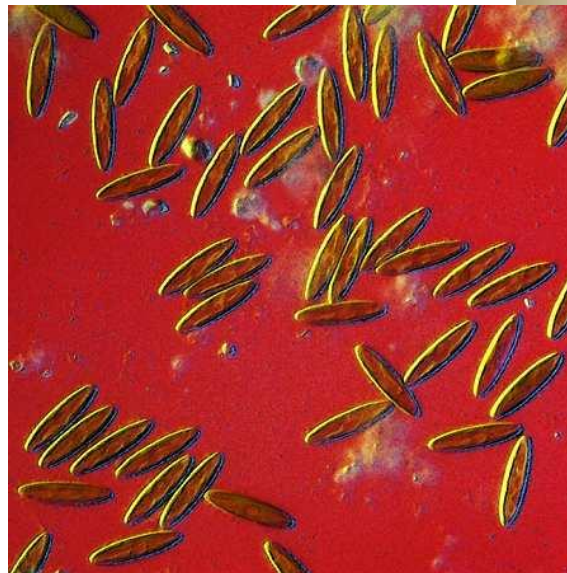


# Kapseln som barriär



Olika typer av:

- Deformation
- Korrosion

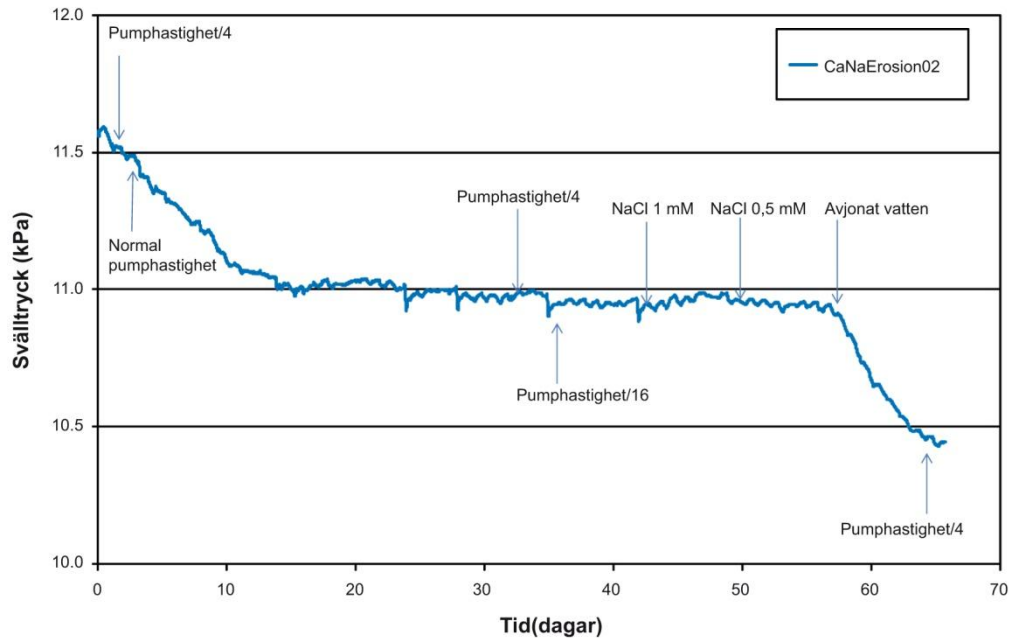


Mikrober

Naturlig kopparklump

# Buffert & Återfyllning I

- Exempel på processer:
- Vattentransport omättade förhållanden
- Kolloidfrigörelse/erosion
- Gastransport
- Mekaniska processer



Samband mellan bildning av kolloidal sol och jonstyrka



# Buffert & Återfyllning II

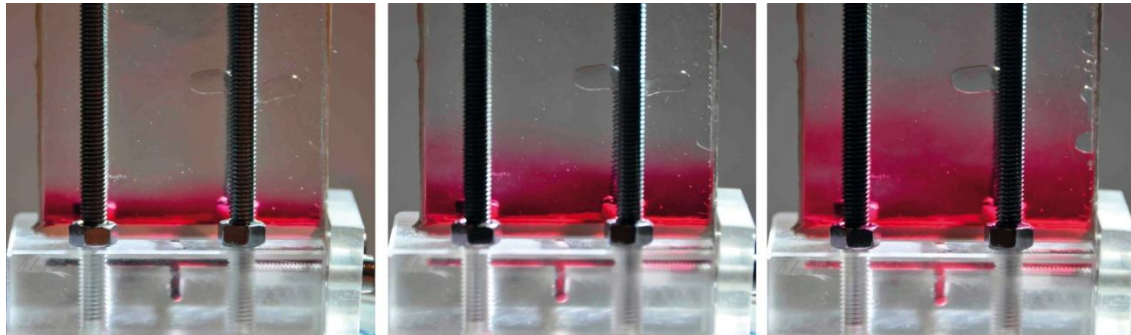
- Cementering
- Montmorillonitombildning
- Järn-bentonit-interaktioner
- Diffusion



Reaktionszon mellan järn och bentonit (ABM-försöket, Äspö)



Cementering: Effekt av temperatur undersöktes på bentonitkutsar i enaxliga tryckförsök

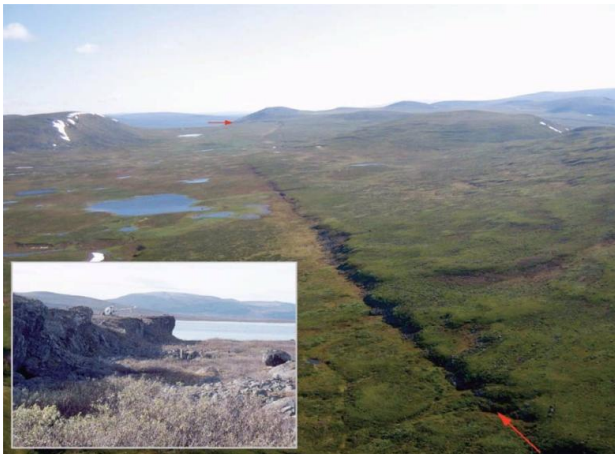


Preliminär studie av diffusion av ett färgämne.

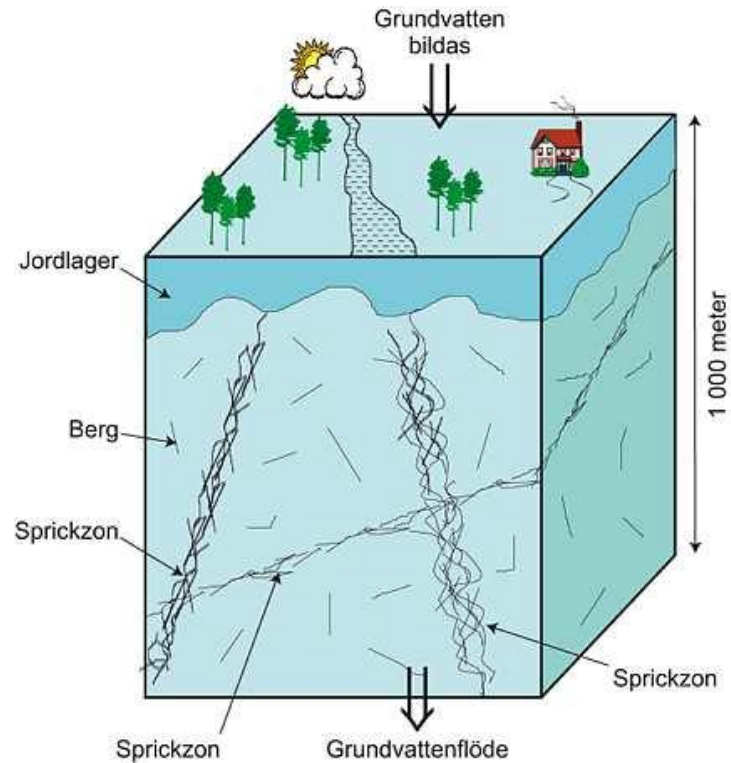
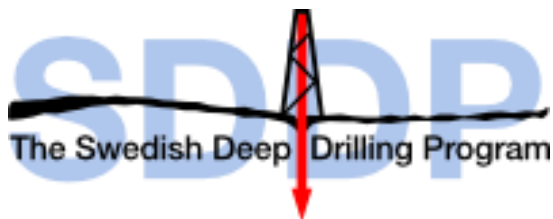
# Geosfären

Exempel på processer:

- Mikrobiella processer
- Grundvattenströmning
- Rörelser i berget och sprickbildning
- Reaktionen med berget – grundvattenkemi



Pärvie-förkastningen (foto: R. Lagerbäck and B. Lund)  
Postglacial Fault Drilling Project (PFDP)



Exempel på modellering:

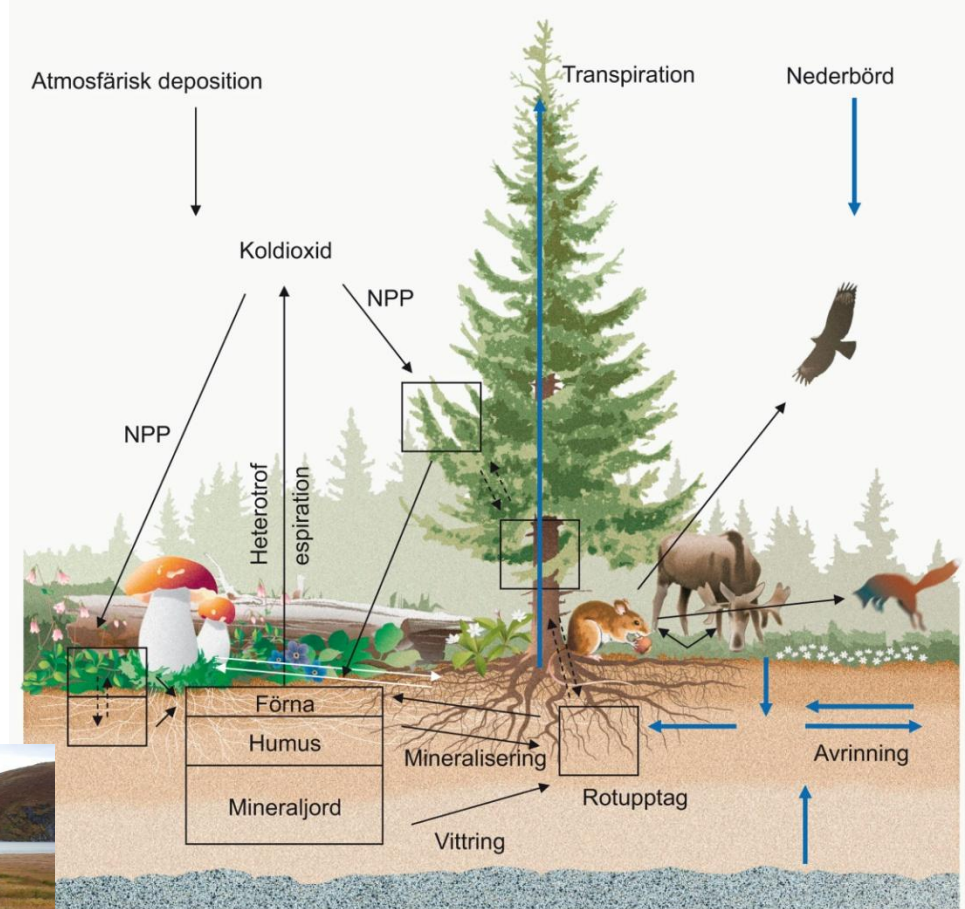
DFN – Discrete Fracture Network

THM-utveckling



# Ytsystemet

- Terrestra & akvatiska ekosystem
- Biogeokemi
- Hydrologi och transport
- Långtidsvariationer
- Landskapsutveckling & avlagringar
- Radionuklidmodellering
- Samarbeten och informationspridning



- Separation & Transmutation
- Djupa borrhål

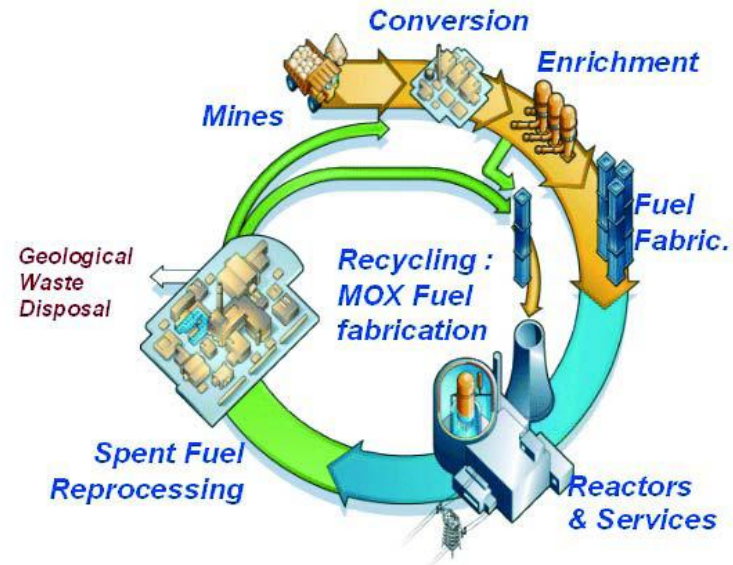


Bild från

Strategic Research Agenda

SNETP:

Sustainable Nuclear Energy Technology Platform







# Vad påverkar den långsiktiga säkerheten?

## Långsiktig säkerhet

