

Fud-program 2019

Del II Avfall och slutförvaring  
Säkerhetsvärdering för  
Slutförvaret för långlivat  
avfall

*Jenny Brandefelt*

- Analys av säkerhet efter förslutning för ett föreslaget förvarskoncept för SFL
- Analysen genomfördes 2015-2019.
- Omfattande analys som dokumenteras i en **huvudrapport** samt fem **huvudreferenser**:
  - Post-closure safety for a proposed repository concept for SFL. Main report for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-01)\*
  - Features, events and processes for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-02)\*
  - Initial state for the repository for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-03)\*
  - Climate and climate-related issues for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-04)\*
  - Biosphere synthesis for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-05)\*\*
  - Radionuclide transport and dose calculations for the safety evaluation SE-SFL (TR-19-06)\*
- \* Publiceras under oktober 2019
- \*\* Granskning pågår, publiceras under december 2019
- En uppsättning underlagsrapporter, varav ett fåtal återstår att publicera 2019.

# SFL säkerhetsvärdering

## Sammanfattning i avsnitt 6.1 i Fud 2019



|          |                                                      |            |
|----------|------------------------------------------------------|------------|
| <b>6</b> | <b>Slutförvaret för långlivat avfall</b>             | <b>125</b> |
| 6.1      | SFL säkerhetsvärdering                               | 125        |
| 6.1.1    | Syfte med och nivå på analysen                       | 125        |
| 6.1.2    | Utgångspunkt för analysen                            | 126        |
| 6.1.3    | Metodik och tillämpning                              | 128        |
| 6.1.4    | Resultat                                             | 135        |
| 6.1.5    | Diskussion och slutsatser                            | 138        |
| 6.1.6    | Områden där kunskapsläget behöver förbättras         | 142        |
| 6.2      | Lokalisering av SFL                                  | 143        |
| 6.2.1    | Krav i lagar och föreskrifter rörande lokalisering   | 143        |
| 6.2.2    | Lokaliseringsfaktorer för SFL                        | 145        |
| 6.2.3    | Befintligt lokaliseringsunderlag                     | 149        |
| 6.2.4    | Principiella lokaliseringsalternativ                 | 156        |
| 6.2.5    | SKB:s slutsatser och föreslagen lokaliseringsprocess | 158        |

# SFL säkerhetsvärdering

## Långlivat radioaktivt avfall



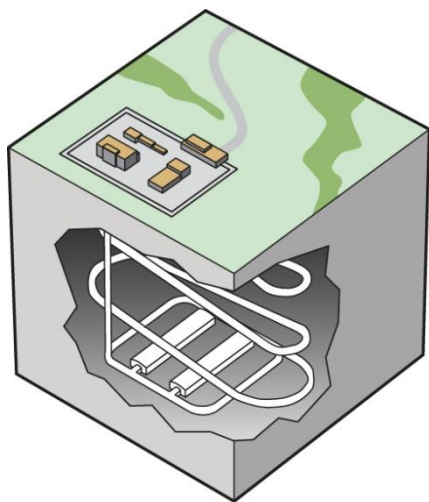
- Kraftigt neutronbestrålade hårdkomponenter och interndelar. Avfallet uppkommer både vid underhåll, nedmontering och rivning av reaktorer.
  - Reaktortankar från PWR och styrtstavar från BWR.
- 
- Historiskt avfall från forskning och utveckling inom de svenska kärnforskningsprogrammen. Detta avfall hanteras och mellanlagras av AB SVAFO.
  - Långlivat avfall från verksamheter i Studsvik samt från sjukvård, forskning och industri. Detta avfall uppkommer successivt och är inte knutet till driften eller avvecklingen av kärnkraftverken.
- 
- Långlivat avfall från European Spallation Source (ESS) i Lund.

# SFL säkerhetsvärdering

## Konceptstudie

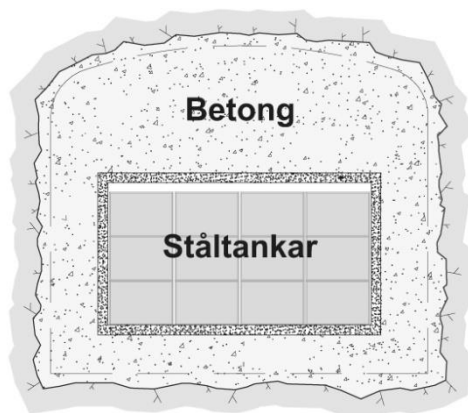
SFL Konceptstudie redovisade 2013 ett förslag på förvarsutformning för SFL:

- säkerhetsprincip *fördröjning*
- geologiskt slutförvar på 300–500 meters djup med två bergssalar

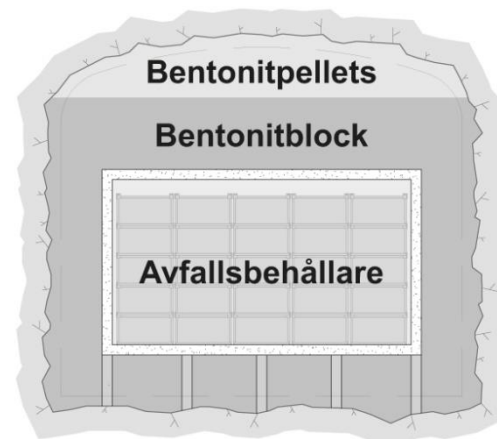


### Bergssal för hårdkomponenter

Metalliskt avfall från kärnkraftverken.



BHK



BHA

### Bergssal för historiskt avfall

Avfall från SVAFO, Cyclife Sweden och Studsvik Nuclear.

# SFL säkerhetsvärdering

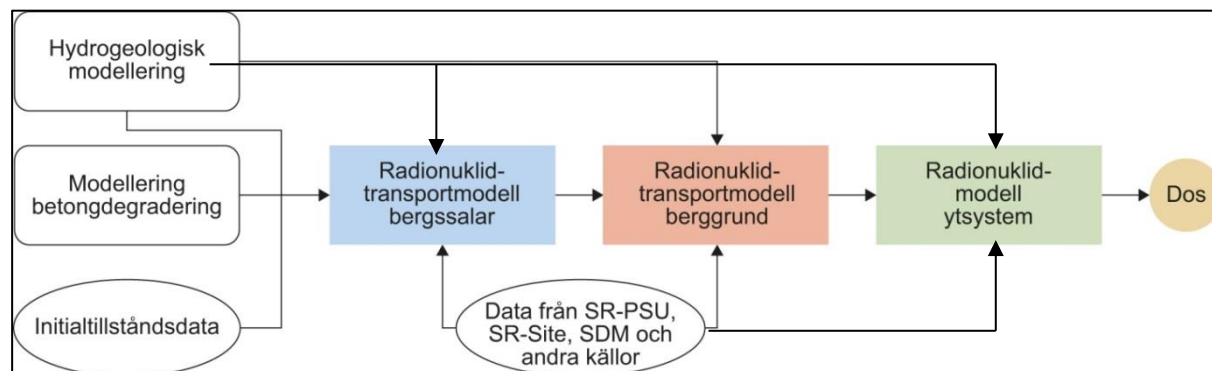
## Första uppskattning av radionuklidinventarium för det långlivade radioaktiva avfallet



- Vid förslutning är den totala radiotoxiciteten i SFL ungefär 10 gånger högre än i utbyggt SFR och något mindre än inventariet i en av cirka 6000 kopparkapslar i Kärnbränsleförvaret.
- Vid förslutning är den uppskattade radiotoxiciteten i avfallet från kärnkraftverken ungefär tre gånger högre än i det historiska avfallet.
- Redan hundra år efter förslutning är den uppskattade radiotoxiciteten i det historiska avfallet högre än i avfallet från kärnkraftverken, och skillnaden ökar med tiden.

- Att allsidigt belysa det föreslagna konceptets egenskaper och funktion och hur dessa utvecklas över tid
- Utvärdera under vilka förhållanden som det föreslagna förvarskonceptet har möjlighet att uppfylla myndighetskraven på säkerhet efter förslutning
- Identifiera områden där kunskapsläget behöver förbättras till stöd för framtida fördjupade analyser av säkerhet efter förslutning

- Utnyttja kunskap som SKB byggt upp under de senaste decennierna
- Anpassa SKB:s säkerhetsanalysmetodik för syfte och målsättningar för SFL säkerhetsvärdering
- Definiera och analysera en referensutveckling för förvaret och dess omgivningar
- Utveckla en modellkedja för att beräkna transport av radionuklider och stråldos för en representativ individ i den mest exponerade gruppen för en uppsättning *utvärderingsfall*.



Som utgångspunkt för analysen definieras ett **basfall** med i vissa avseenden förenklade antaganden:

### Platsen

- platsegenskaper från Laxemar (Oskarshamn) som ett relevant exempel på en anläggningsplats för ett geologiskt slutförvar i Sverige
- dagens förhållanden i förvarets omgivningar

### BHK

- betongbarriär med betong med liknande egenskaper som anläggningsbetong i befintligt SFR
- utveckling av förhållanden i avfall och betongbarriär baserad på dedikerad modellering för det föreslagna förvarskonceptet för BHK

### BHA

- barriär av bentonit med liknande egenskaper som bufferten i Kärnbränsleförvaret
- konstanta förhållanden i avfall och bentonitbarriär

Basfallet kompletteras med en uppsättning andra **utvärderingsfall** som utvärderar förvarets funktion och möjlighet att uppfylla kraven på säkerhet efter förslutning givet andra förhållanden än de som antas i basfallet:

### Andra klimatförhållanden

- förenklad glacialcykel med perioder av permafrost, inlandis och havstäckta förhållanden
- ökad växthuseffekt

### Andra förutsättningar i förvaret

- tätare betongbarriär i BHK
- långsammare stålkorrosion i BHK
- ingen effekt av komplexbildare i BHA

### Andra förutsättningar i förvarets omgivningar

- lägre grundvattenflöde än i basfallet
- placering under hav
- alternativa utsläppsområden
- alternativa retentionsegenskaper i berggrunden
- alternativa realiseringar av sprickor i berggrunden
- alternativt regionalt klimat
- borrarad brunn

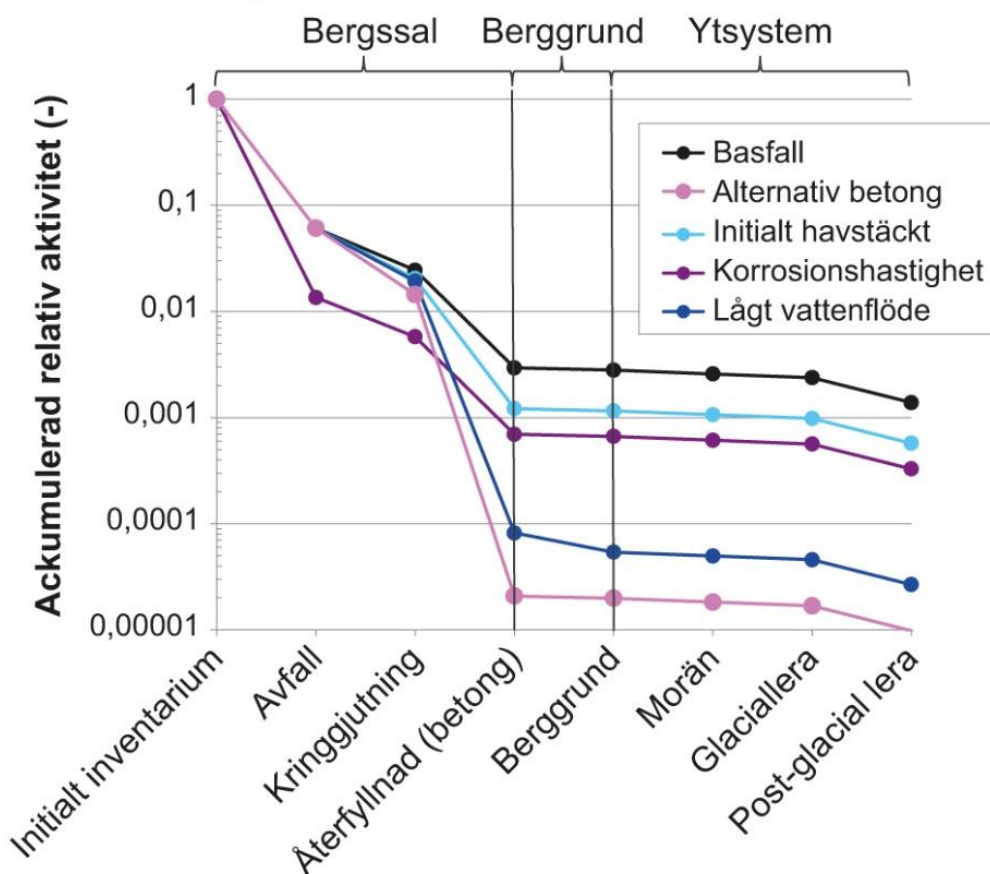
# SFL säkerhetsvärdering

Faktorer med stor inverkan på förvarskonceptets möjlighet att uppfylla myndighetskraven avseende säkerhet efter förslutning (avsnitt 6.1.5)



## Bergssal för hårdkomponenter

Molybden-93 radioaktivitet överförd från BHK



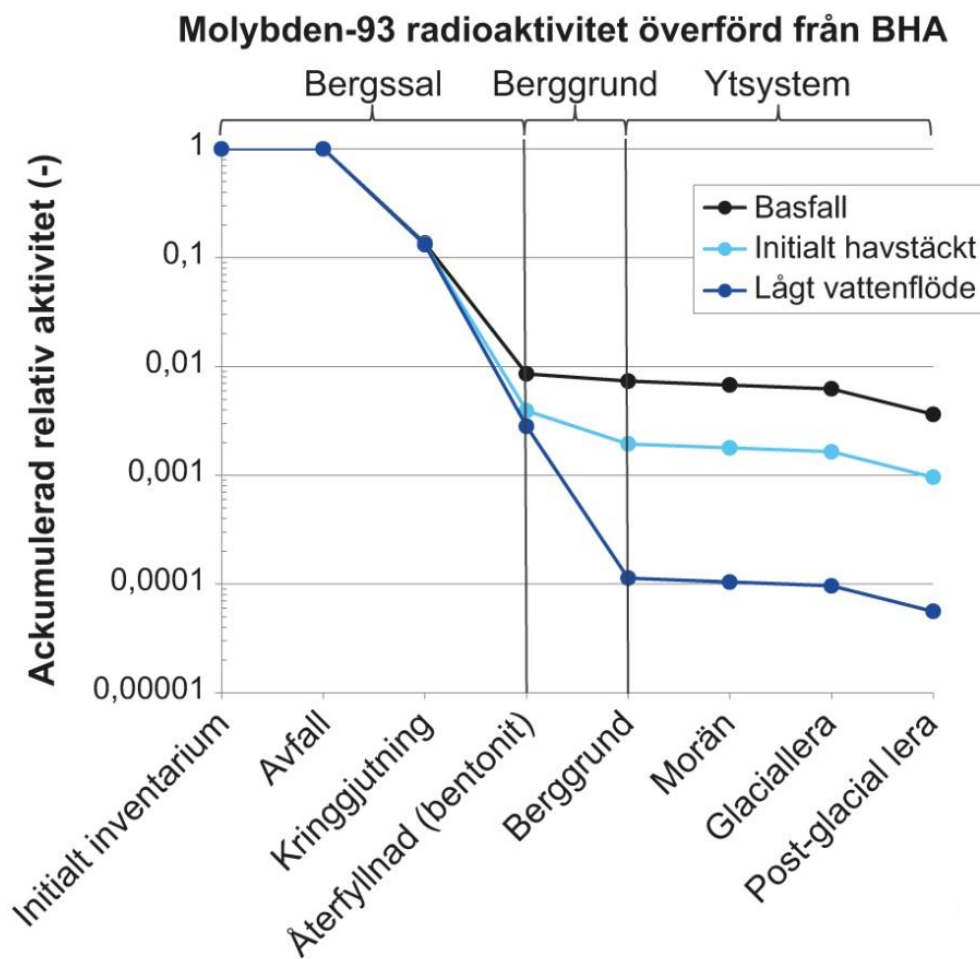
- Grundvattenflöde
- Betongens flödesbegränsande egenskaper
- Korrosionshastighet för rostfritt stål
- Andel av avfallet som är tillgängligt för uttransport vid förslutning
- Radionuklidinventarium

# SFL säkerhetsvärdering

Faktorer med stor inverkan på förvarskonceptets möjlighet att uppfylla myndighetskraven avseende säkerhet efter förslutning (avsnitt 6.1.5)



## Bergssal för historiskt avfall



- Grundvattenflöde
- Utveckling av bentonitens egenskaper
- Frigörelse av radionuklider från avfallet
- Radionuklidinventarium
- Förekomst och beständighet av komplexbildare

# SFL säkerhetsvärdering

## Slutsatser (avsnitt 6.1.6)



- Utvärderingen visar att förvarskonceptet för SFL har möjlighet att uppfylla myndighetskraven gällande risk för skadeverkningar efter förslutning under lämpliga förhållanden.
- Utvärderingen identifierar faktorer med stor inverkan på förvarskonceptets möjlighet att uppfylla myndighetskraven på säkerhet efter förslutning, som stöd för teknikutveckling, lokalisering och krav på avfallet.
- Resultaten indikerar att barriärsystemen för BHA och BHK har potential att motstå processer som kan påverka barriärernas funktioner efter förslutningen.
- Ytterligare analys och kvantifiering av effekter på dosen är emellertid nödvändiga i framtida analyser. Detta gäller särskilt bentonitbarriären i BHA.

Fud-program 2019

Del II Avfall och slutförvaring  
**Lokalisering  
av SFL**

*Mattias Elfving*

# Lokalisering av SFL



- Grundläggande förutsättningar och krav rörande lokalisering
- Metodik – lokaliseringsfaktorer
- Befintligt lokaliseringsunderlag
- SKB:s slutsatser och föreslagen process

# Grundläggande förutsättningar

SKB har sedan tidigare lagt fast grundläggande förutsättningar för lokalisering av slutförvar för radioaktivt avfall:

- Säkerheten under drift och efter förslutning samt påverkan på miljön måste uppfylla kraven i kärntekniklagen och miljöbalken.
- Det lokala politiska och opinionsmässiga stödet behöver vara brett och stabilt.

Dessa förutsättningar ligger också till grund för SKB:s arbete med lokalisering av SFL.

# Lagar och föreskrifter



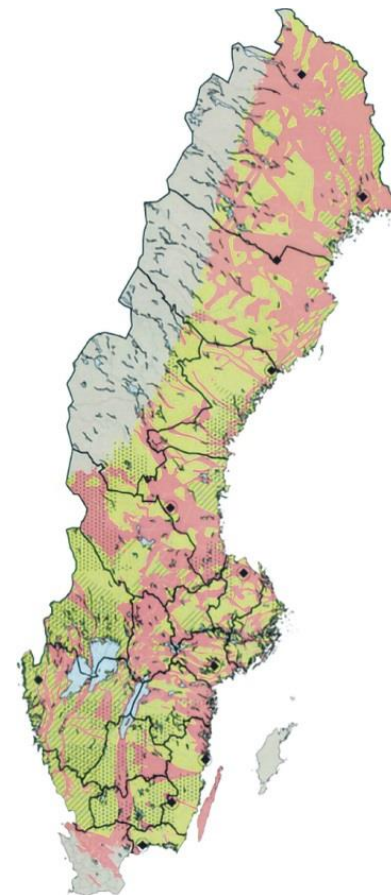
- Miljöbalken
- Kärntekniklagen
- Strålskyddslagen
- SSM:s föreskrifter

# Metodik – lokaliseringsfaktorer

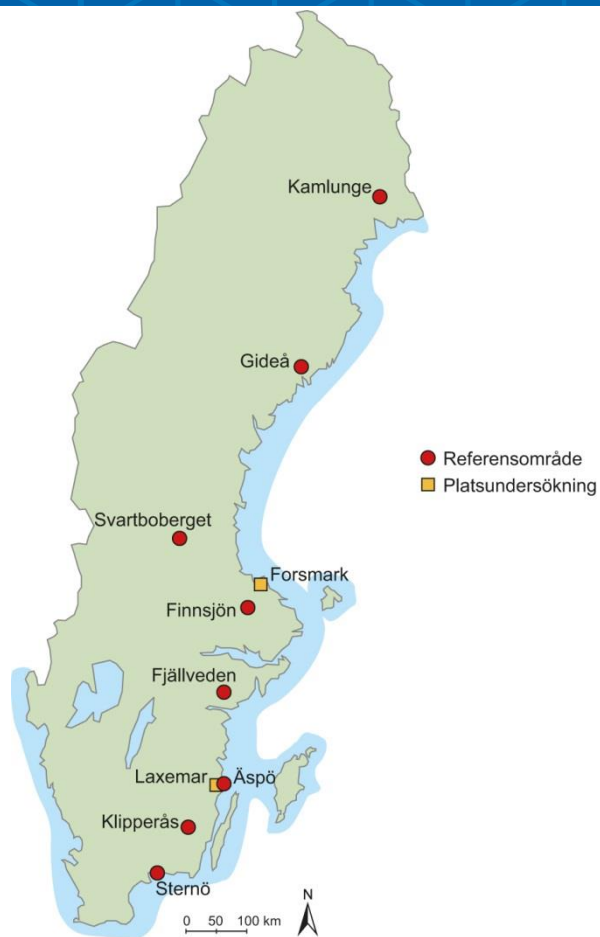
- En systematisk jämförelse mellan olika lokaliseringsalternativ planeras att genomföras med stöd av lokaliseringsfaktorer.
- Metodiken har tidigare använts av SKB såväl i ansökan för Kärnbränsleförvaret som för utbyggnad av SFR.
- Huvudgrupper av faktorer för värdering och jämförelse av lokaliseringsalternativ:
  - Säkerhet efter förslutning
  - Teknik för genomförande
  - Miljö och hälsa
  - Samhällsaspekter

# Befintligt lokaliseringsunderlag

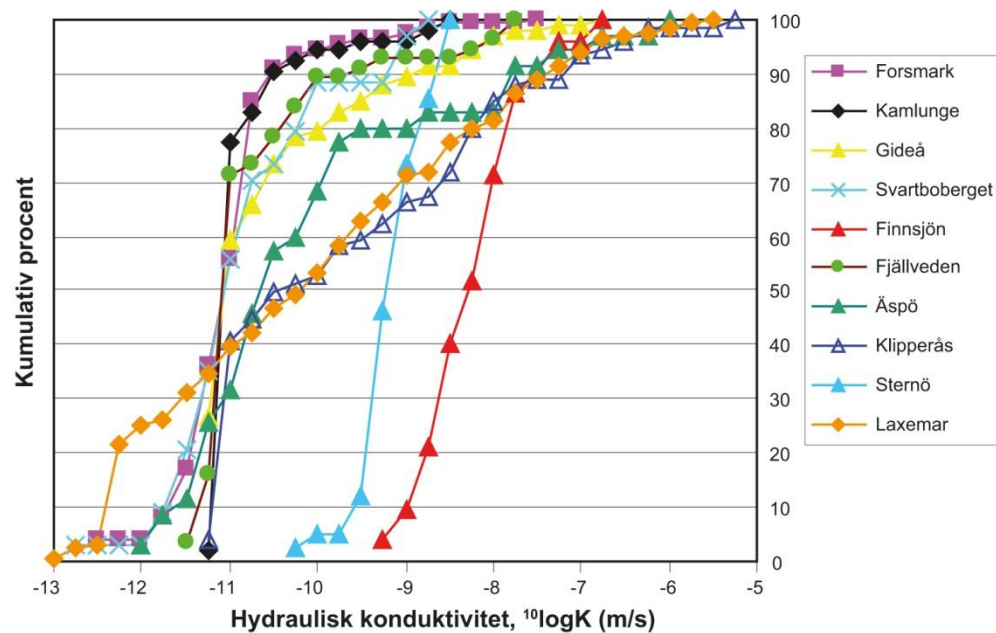
- **Typområdesundersökningar** som inleddes redan i slutet av 1970-talet i form av mätningar i 100-tals meter djupa borrhål.
- **Undersökningar inför lokalisering** och bygge av SKB:s och andra kärntekniska tillståndshavares berganläggningar; Centralt mellanlager för använt bränsle (Clab), SFR, Äspölaboratoriet samt mellanlagren BFA (OKG) och AM (Studsvik).
- **Förstudier** av förutsättningarna i olika avseenden för en lokalisering i en specifik kommun. SKB gjorde under 1990-talet åtta förstudier, alla i frivillig samverkan med de berörda kommunerna.
- **Översiktsstudier**, genomgångar av i första hand geologiska förutsättningar på nationell eller regional nivå.
- **Speciella studier**, utredningar av särskilda frågeställningar, exempelvis lokalisering i basiska bergarter och för- och nackdelar med lokalisering vid kust eller inland.
- **Platsundersökningar**, utredningar och geovetenskapliga undersökningar inkluderande borrhålsundersökningar på specifika platser.



# Exempel på underlag



Referensområden och platsundersökningar  
för Kärnbränsleförvaret



Kumulativa fördelningar av uppmätt  
hydraulisk konduktivitet för olika platser

- Lokaliseringsfaktorer för SFL är i allt väsentligt lika de som tillämpades vid lokaliseringsprocessen för Kärnbränsleförvaret.
- Platsundersökningar för SFL kan förmodligen omfatta mindre områden givet SFL:s ringa ytbehov.
- Sammanfattningsvis leder erfarenheter och faktaunderlag från undersökningarna från Kärnbränsleförvarets lokalisering till följande grundläggande slutsatser:
  - Att det förmodligen finns många områden med berggrund som kan betraktas som potentiellt lämpliga för SFL och att rangordning mellan dessa avseende väsentliga förhållanden av betydelse för säkerheten efter förslutning inte kan göras utan information från platsspecifika geovetenskapliga undersökningar inkluderande mätningar i djupa borrhål.
  - Att ett stabilt samhälleligt stöd krävs för att genomföra en platsundersökning och för tillstånd till uppförande av ett slutförvar.
- Platser som kan komma ifråga måste bedömas ha goda geologiska förutsättningar för att uppfylla kraven på säkerhet efter förslutning utifrån tillgänglig geologisk information.
- Vid en sådan bedömning kan det omfattande underlagsmaterial som tagits fram för Kärnbränsleförvarets lokalisering användas.

# Föreslagen lokaliseringsprocess

- Inledande förstudieskede
  - En jämförelsestudie genomförs mellan områden där det finns relevanta data från större djup.
  - Jämförelsestudien kommer inledningsvis att avse säkerhetsrelaterade lokaliseringsfaktorer. För områden där det finns potential för uppfyllande av dessa kommer även andra lokaliseringsfaktorer avseende teknik, miljö och samhälle att värderas.
  - Arbetet enligt ovan sker inom ramen för MKB-samråd med bland annat de berörda kommunerna och myndigheter. Skedet avslutas med utvärdering och bedömning inför val av områden för platsundersökningar.
- Platsundersökningsskede och platsval
  - Undersökningar, utredningar och samråd för att få fram underlag att välja plats. Efter genomförda platsundersökningar och värdering av säkerheten sker ett platsval som beaktar samtliga lokaliseringsfaktorer.
- Tillståndsansökan
  - För huvudalternativet tas all dokumentation fram som krävs för en ansökan. För den alternativa platsen/platserna tas dokumentation fram till en nivå så att den/de kan prövas jämförbart med SKB:s huvudalternativ.