



Fud-program 2013

Information för SSM:s remissinstanser

Nalen, den 23 oktober 2013



Fud-program 2013

- Kraven enligt kärntekniklagen (12§)
 - Den som har tillstånd [för] en kärnkraftsreaktor ska ... låta upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall ... och att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar ... till dess [allt] ... placerats i ett slutförvar som slutligt förslutits.
 - Programmet skall dels innehålla en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga, dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst sex år.
 - Ska inlämnas till SSM senast i september vart tredje år.

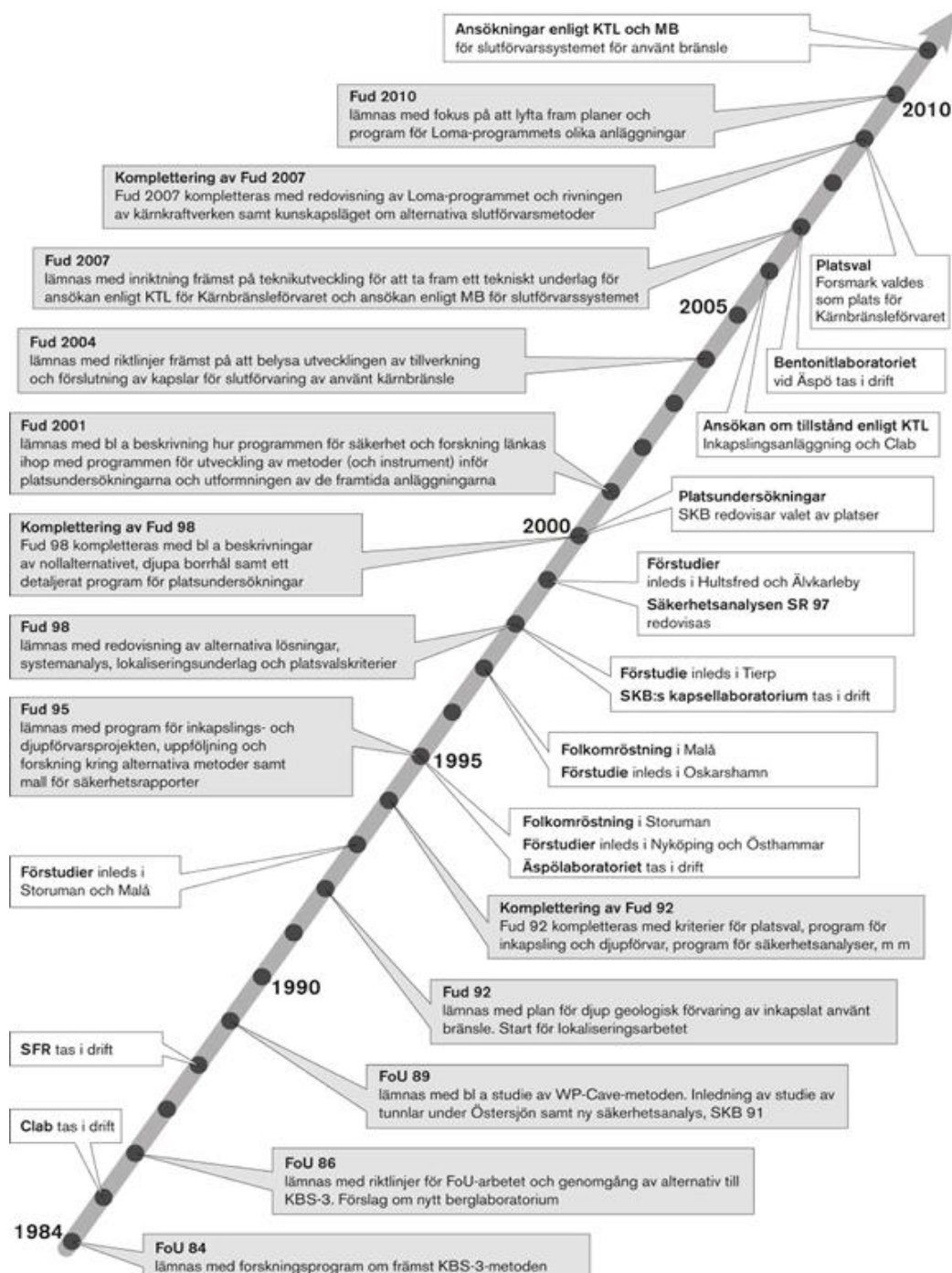


Fud-programmet och andra redovisningar

- Andra redovisningar (1.3)
 - Ansökningar om KBS-3-systemet
 - Kommande ansökan om utbyggnad av SFR
 - Studier och planer för avveckling av kkv och andra KTA
 - Säkerhetsprogram, återkommande helhetsbedömningar och SAR för tillståndsgivna anläggningar (Clab och SFR)
 - Planrapporter
- För att undvika dubbel redovisning görs hänvisningar till dessa redovisningar i Fud-programmet



Fud-historiken



Fud-program 2013

- Del I SKB:s verksamhet och handlingsplan
- Del II Låg- och medelaktivt avfall
- Del III Använt kärnbränsle
- Del IV Forskning för analys av långsiktig säkerhet
- Del V Samhällsvetenskaplig forskning



Del I - SKB:s verksamhet och handlingsplan

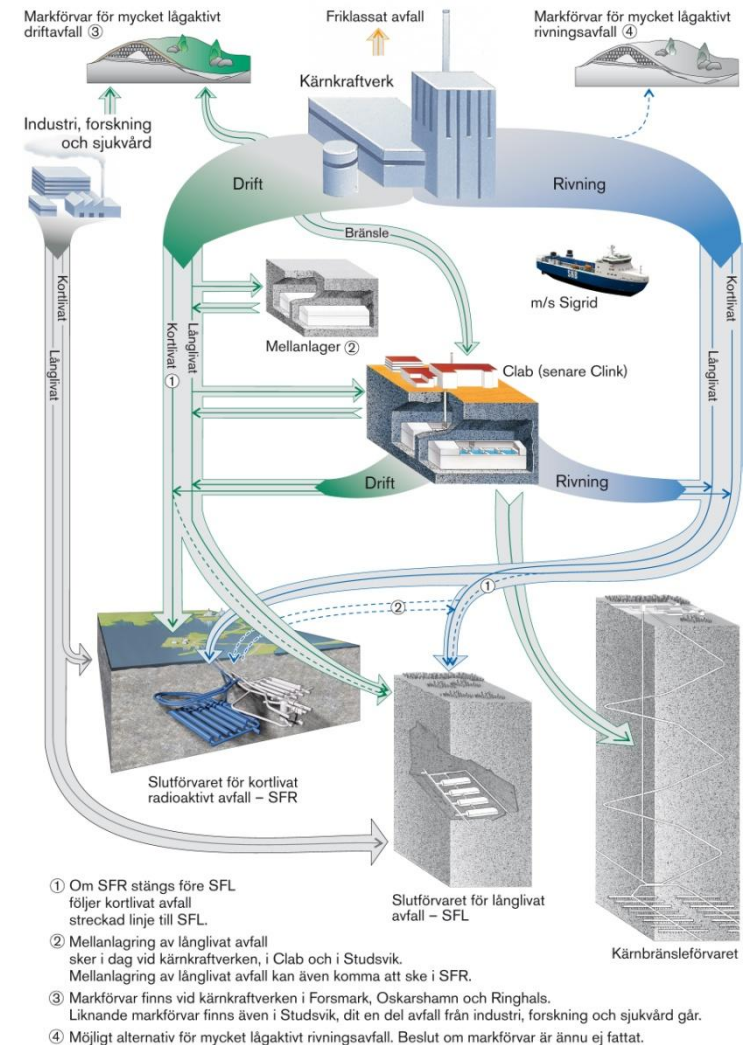
1. Hanteringen av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle
2. Handlingsplan
3. Flexibilitet vid ändrade förutsättningar



Hanteringen av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle

Kärnkraftsverken aktuella planering:

- Referensscenario
 - 60 år för samtliga reaktorer i drift förutom R1 och R2 där planeringshorisonten är 50 år
- Använt kärnbränsle
 - Cirka 6 300 kapslar
- Låg- och medelaktivt avfall
 - Uppkommer både under drift och rivning
 - Cirka 170 000 m³ kortlivat avfall
 - Cirka 16 000 m³ långlivat avfall



Handlingsplan

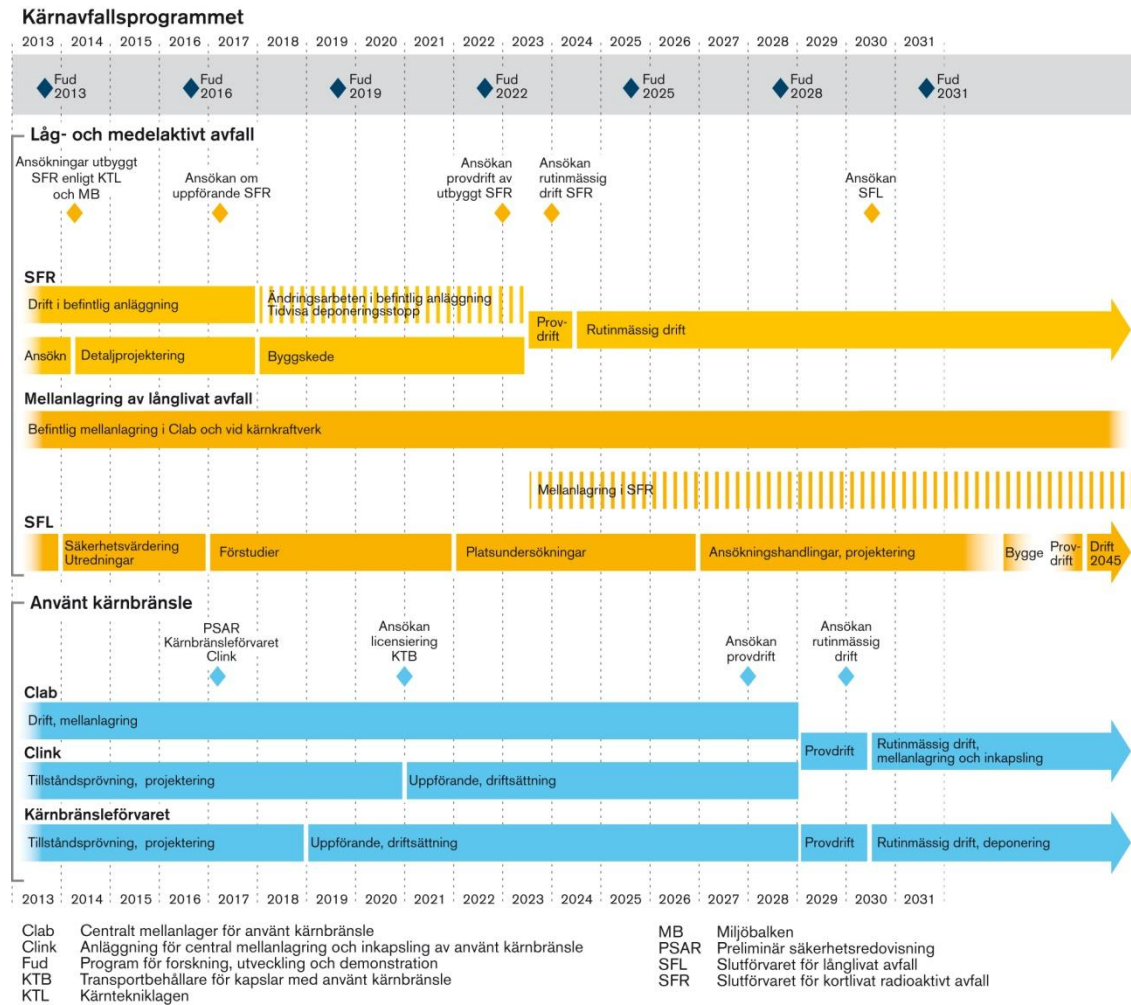
Viktiga milstolpar

Låg- och medelaktivt avfall

- Ansökan för utbyggnad av SFR planeras lämnas in under våren 2014.
- Utbyggnadnaden av SFR påbörjas år 2018.
- Provdrift 2023, rutinmässig drift 2024.
- Konceptstudie SFL 2013/2014
- Säkerhetsvärdering SFL 2016
- Ansökan om att få bygga SFL cirka 2030.

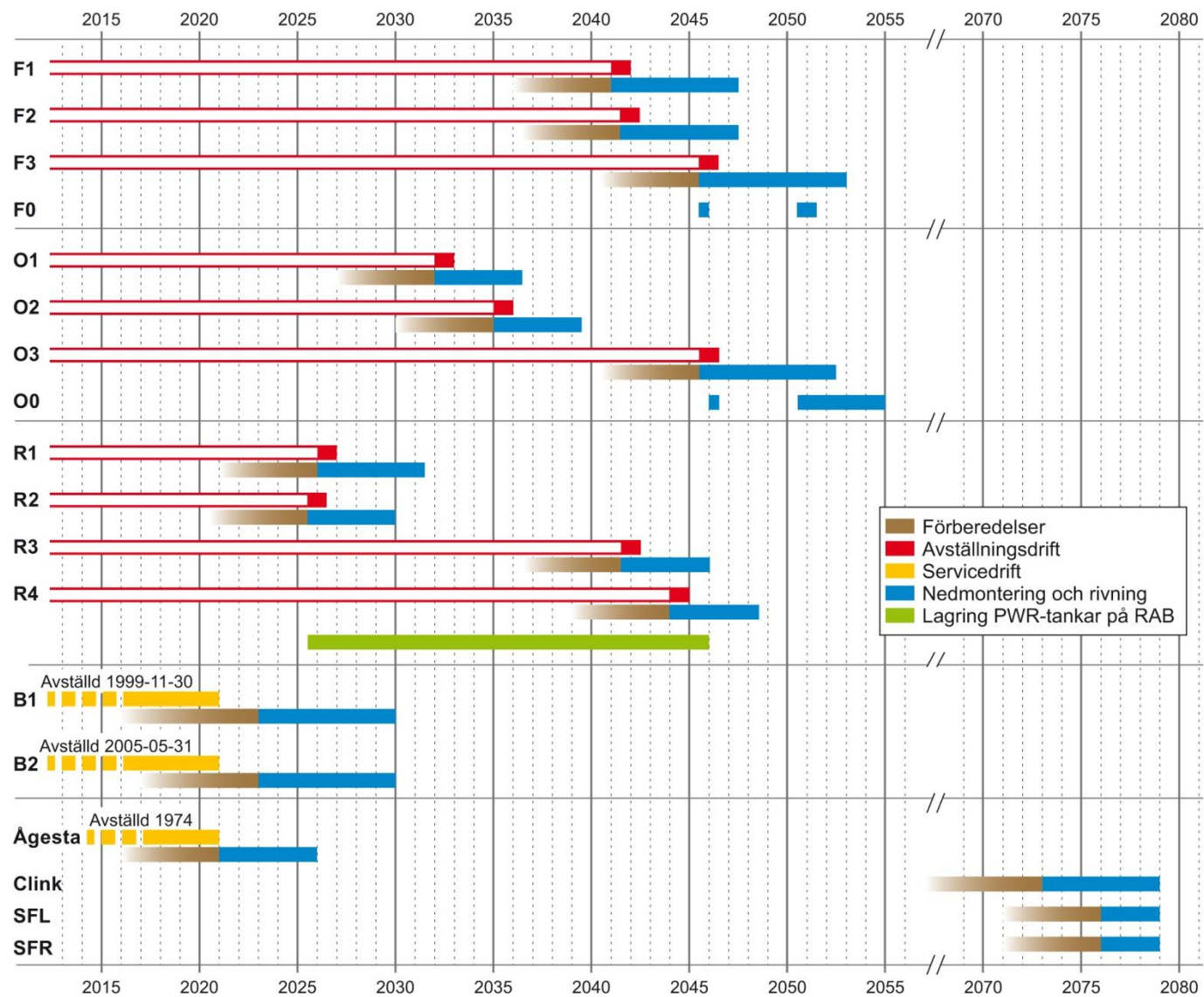
Använt kärnbränsle

- Tillståndsprövningen av KBS-3-systemet
- Teknikutveckling – till industriell drift
- Kärnbränsleförvaret - byggstart 2019, provdrift 2029, rutinmässig drift 2030
- Clink - byggstart 2021, provdrift 2029, rutinmässig drift 2030
- Planering för utökad kapacitet i Clab 2018
- Säkerhetsredovisningar för KBS-3-systemet
- Projekt som ansvarar för planering, projektering, uppförande och driftsättning av:
 - Clink, Kärnbränsleförvaret samt produktionssystemet för kapslar.



Handlingsplan

Referenstidsplan för avveckling av kärntekniska anläggningar



Flexibilitet vid ändrade förutsättningar

1. Kärnkraftsreaktorerna drifttider
2. Drifftagning av det utbyggda SFR
3. Drifftagning av Kärnbränsleförvaret och Clink
4. Nya kärnkraftsreaktorer



Flexibilitet vid ändrade förutsättningar

Drifttagning av Kärnbränsleförvaret och Clink

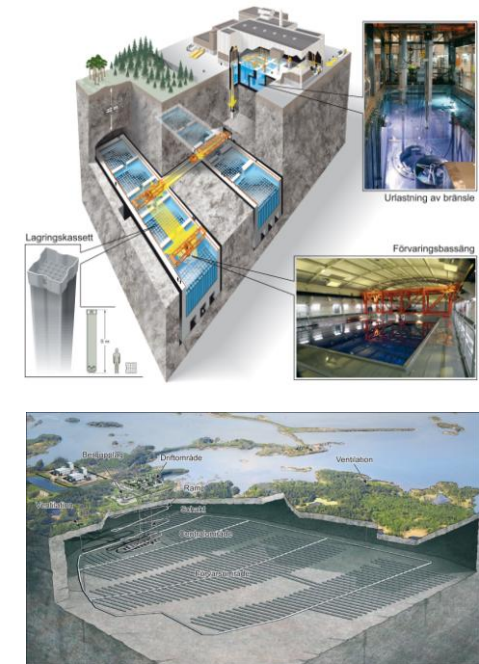
SKB planerar för att kunna inleda provdrift av Clink och Kärnbränsleförvaret år 2029.

• **Licensierad lagringskapacitet**

- Clab har tillstånd för 8 000 ton vilket enligt dagens prognoser uppnås cirka 2023.
- SKB behöver vidta åtgärder för att öka Clabs tillåtna lagringskapacitet. Detta kräver nytt tillstånd.
- SKB planerar om att ansöka om att utöka lagringskapaciteten 2018.
- Clab rymmer cirka 11 000 ton (2 550 positioner).

• **Åtgärder för att utnyttja Clab mer effektivt**

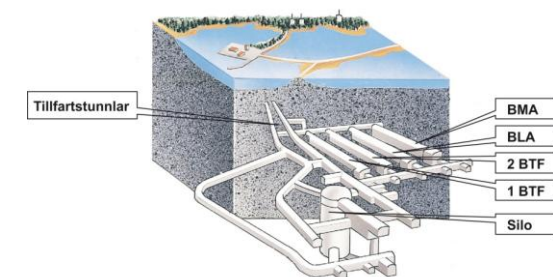
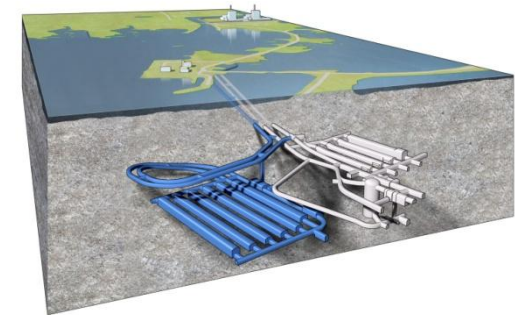
- **övergång från normalkassetter till kompaktkassetter för det använda bränslet**
 - Kommande bränsle placeras i kompaktkassetter - lagringspositionerna fyllda år 2026 (bränsle redan placerade i normalkassetter är kvar).
 - Övergång till enbart kompaktkassetter ger lagringskapacitet till 2029
- **styrstavar och härdkomponenter lagras tätare eller förvaras på annan plats.**
 - Lasta om härdkomponenter till ståltankar för torr mellanlagring (frigör 200 ton)
 - Kompaktering av styrstavar för våt eller torr mellanlagring (frigör 600 respektive 1 200 ton).
- **Lagringspositionerna i Clab räcker 2036 om härdkomponenterna och styrstavarna mellanlagras torrt samt att allt bränsle förvaras i kompaktkassetter.**
- **Om det skulle visa sig nödvändigt kan Clab byggas ut med ett tredje bergrum (ger ytterligare 5 000 ton)**



Flexibilitet vid ändrade förutsättningar

Drifftagning av det utbyggda SFR

- SKB planerar för att kunna ta emot rivningsavfall från Barsebäck, Ågesta och från anläggningarna i Studsvik år 2023.
- För att nå detta mål planerar SKB för att lämna in ansökningar under våren 2014.
- Utbyggnaden planeras att kunna påbörjas år 2018.
- En eventuell försening av drifftagningen skulle kunna innebära att rivningen av Barsebäck och Ågesta blir försenade i motsvarande grad.
- Barsebäck undersöker därför om olika möjligheter att kunna mellanlagra rivningsavfallet för att kunna påbörja rivningen tidigare.
- Deponeringen av driftavfall kan också komma påverkas av en försening av utbyggnaden av SFR. Kan komma behöva mellanlagras på kraftverksområdena.
- Utrymme för avfall i BLA (bergrum för lågaktivt avfall) förväntas att bli först fyllt, i övriga utrymmen finns det relativt stora marginaler.





Låg- och medelaktivt avfall

Fud-program 2013



Låg- och medelaktivt avfall

- Kortlivat låg- och medelaktivt avfall
 - Hantering
 - SFR
 - SFR-utbyggnad
 - Teknikutveckling
- Långlivat låg- och medelaktivt avfall
 - Hantering
 - SFL
 - Teknikutveckling
- Markförvar
- Avveckling



Kortlivat avfall



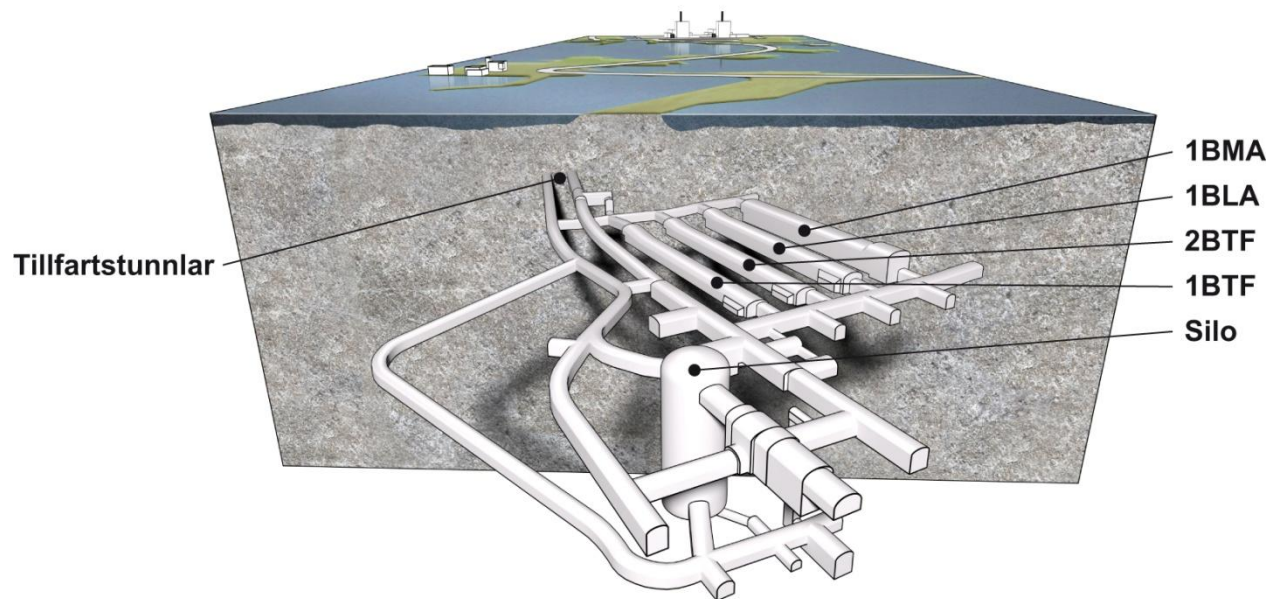
Hantering av kortlivat låg- och medelaktivt avfall

- Reducering av avfallsmängder
 - Friklassning
 - Dekontaminering
- Markförvar
- Avfallsgenererande reningsteknik för vatten och luft
- Konditionering av avfall
- Reducering av komplexbildande ämnen

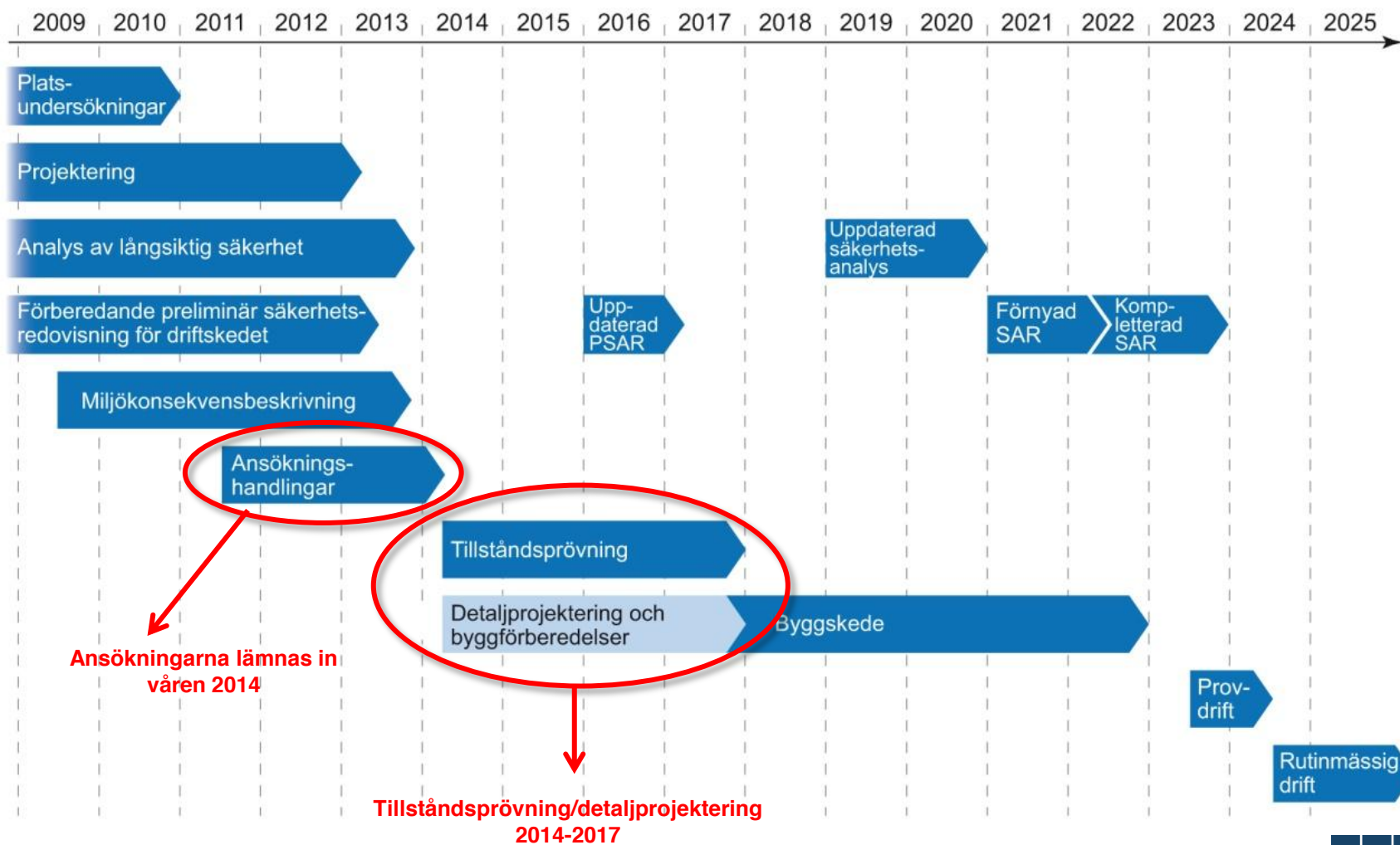


SFR

- Deponeringsregler
- Acceptanskriterier



Tidsplan för arbete med SFR-utbyggnad

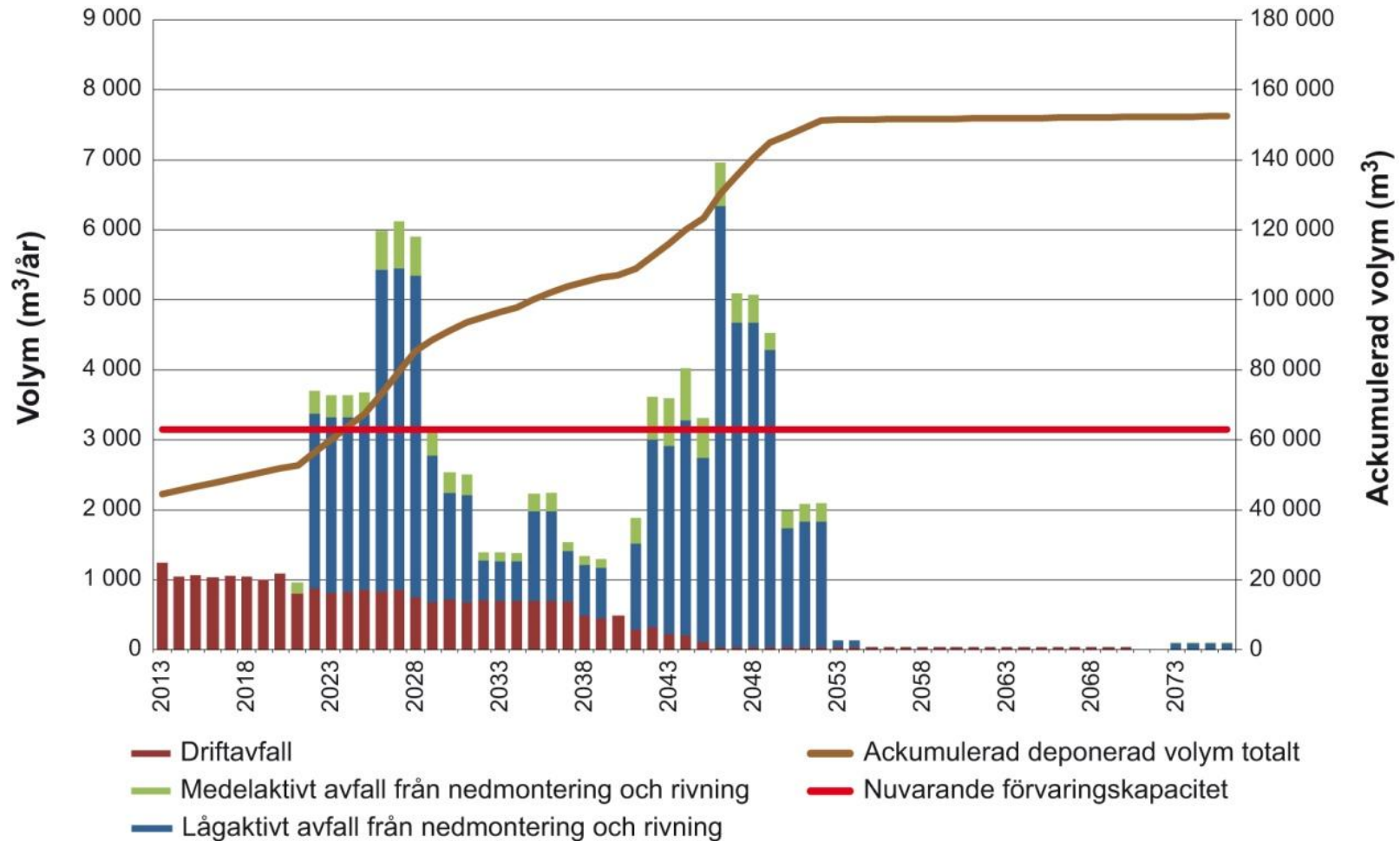


Kortlivat låg- och medelaktivt avfall

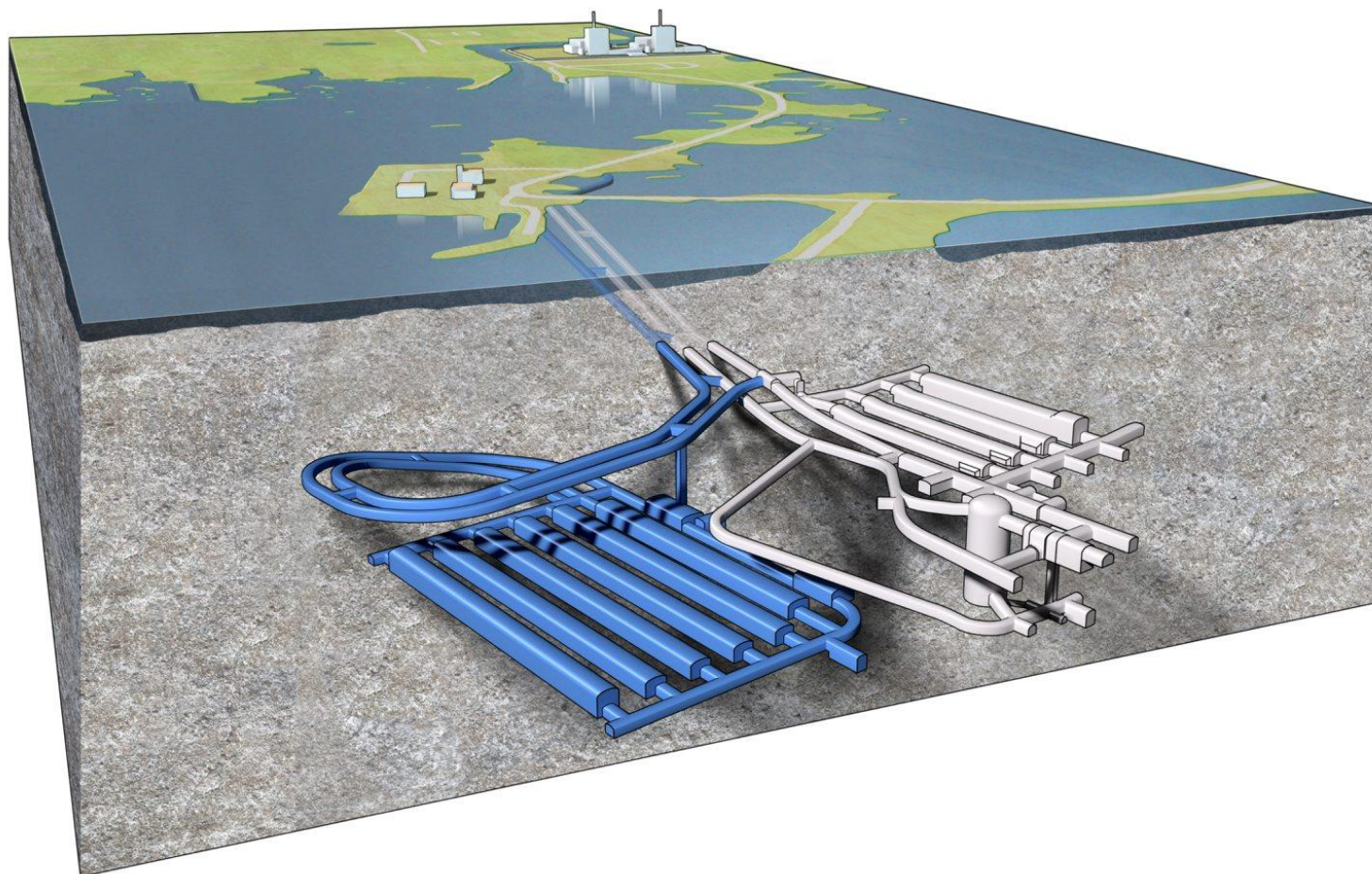
- SFR-utbyggnaden på 110 000 m³ ska inrymma:
 - Framtida driftavfall som resultat av kärnkraftverkens förlängda drifttider
 - Kortlivat avfall från nedmontering och rivning av kärnkraftverken
 - Driftavfall från Clab respektive Clink
 - Avfall från nedmontering och rivning av Clink
 - Prognostiserade avfallsmängder från Studsvik Nuclear och SVAFO
- Plats för nio BWR-reaktortankar
- Möjlighet till mellanlagring av långlivat avfall



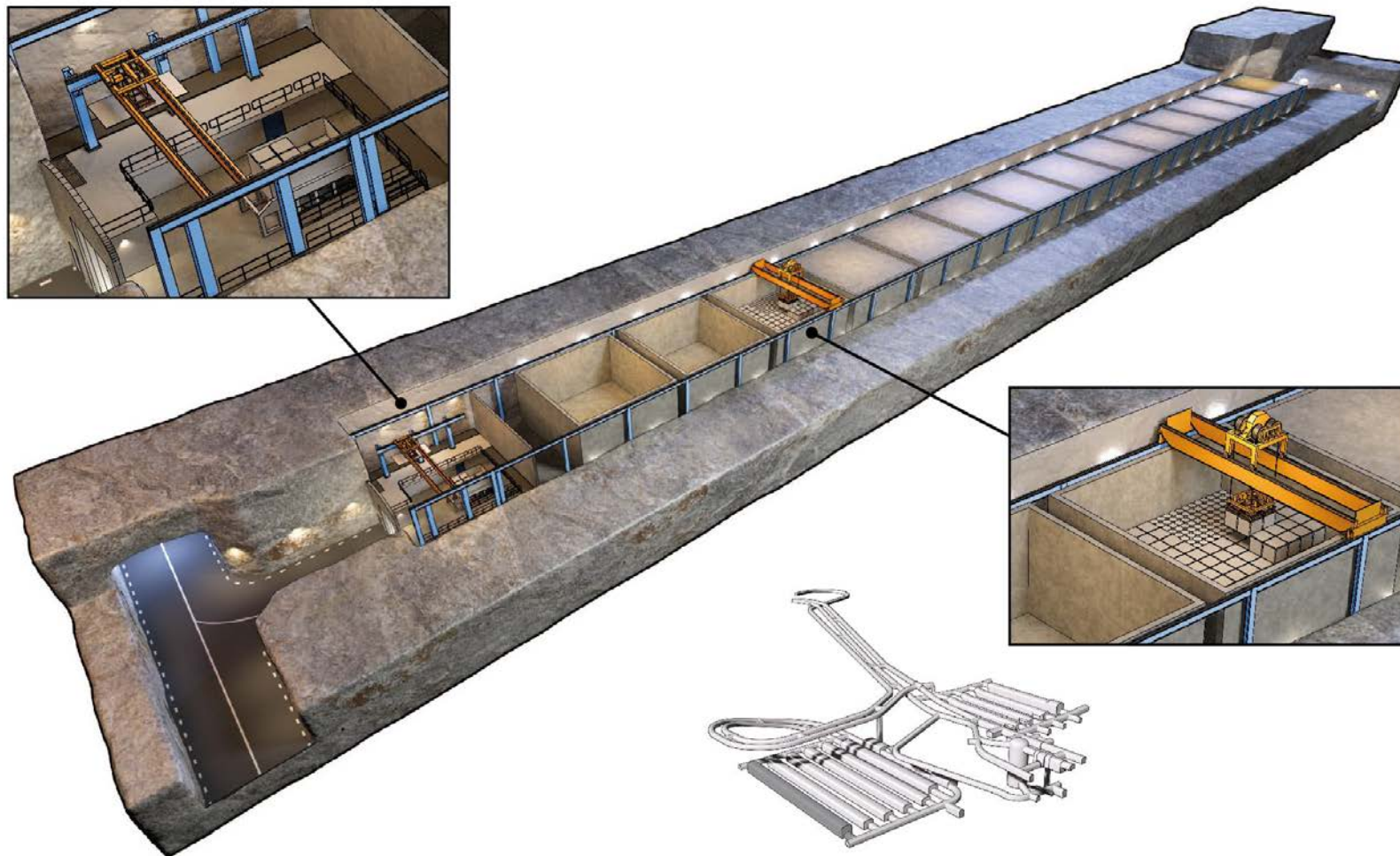
Avfallsmängder i SFR



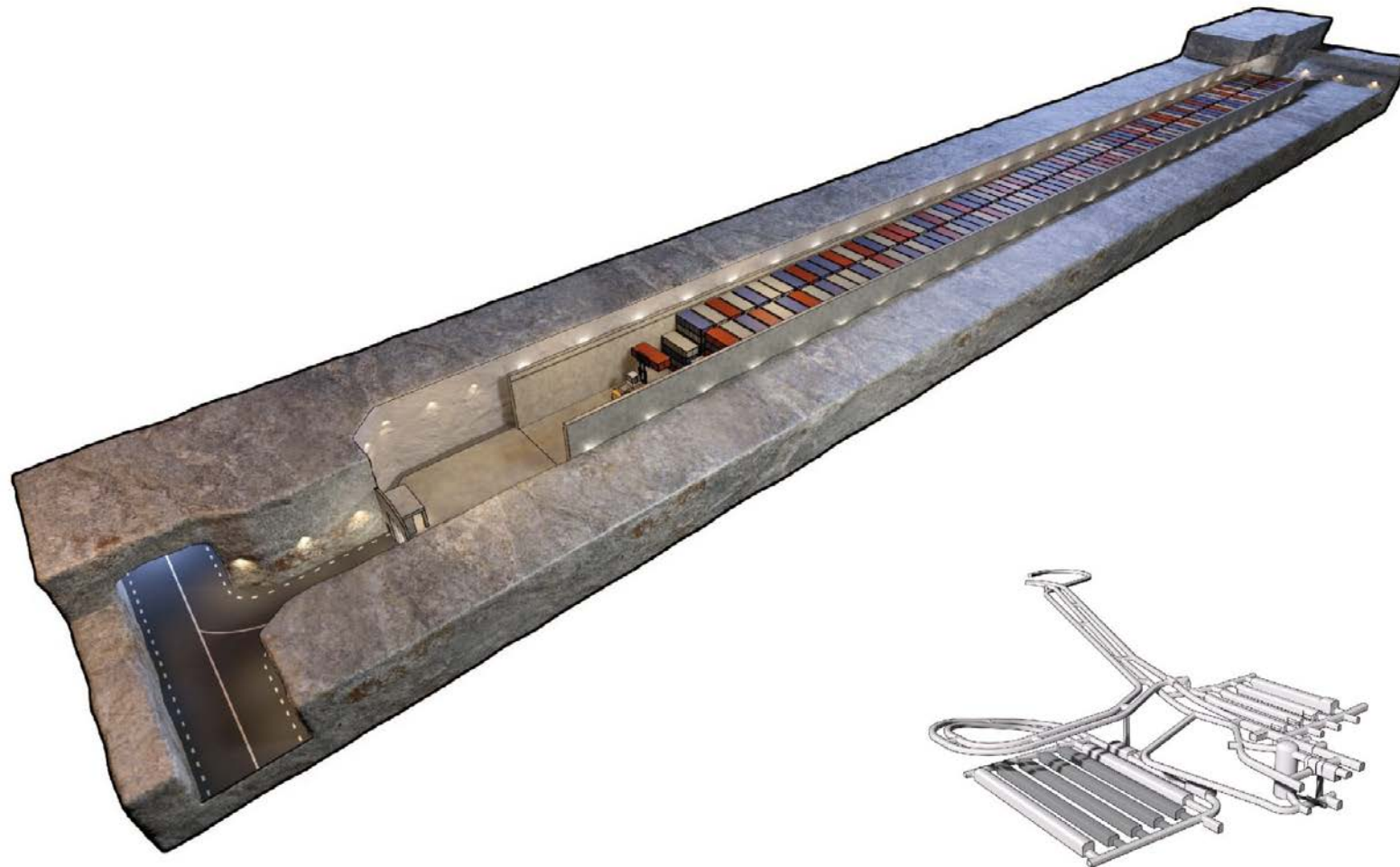
Layout för utbyggnaden



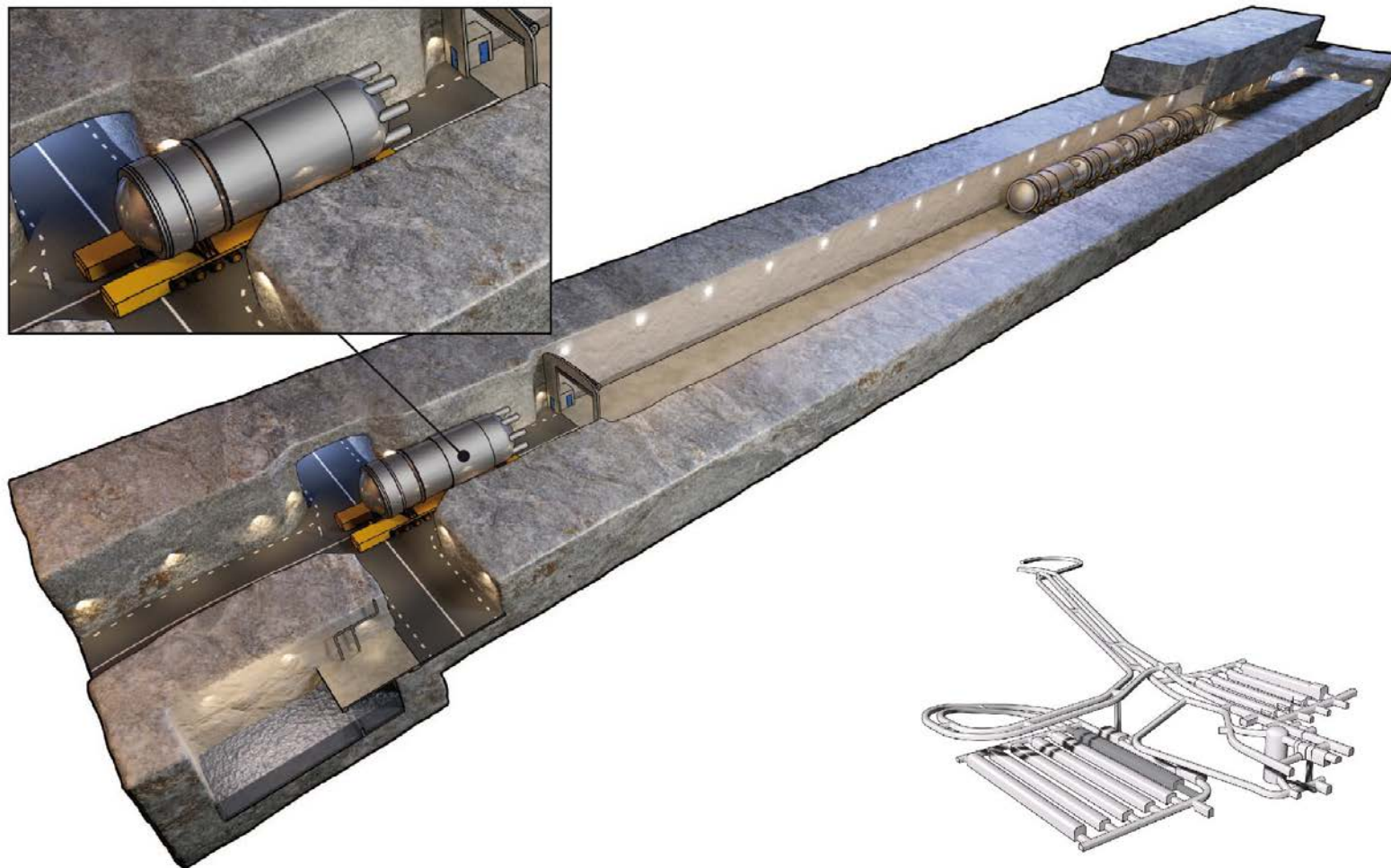
Teknikutveckling – bergssal för medelaktivt avfall



Teknikutveckling – bergssal för lågaktivt avfall



Teknikutveckling – bergssal för reaktortankar



Långlivat avfall



Långlivat låg- och medelaktivt avfall

- Avfallet till SFL innefattar:
 - Kraftigt neutronbestrålad härdkomponenter
 - Styrstavar från BWR-reaktorer
 - Reaktortankar från PWR-reaktorer
 - Långlivat avfall från Studsvik Nuclears verksamheter samt från sjukvård, forskning och industri
 - Historiskt avfall från forskning och utveckling inom de svenska forskningsprogrammen för kärnkraft
- Samråd har genomförts enligt regeringsbeslutet av Fud-program 2010

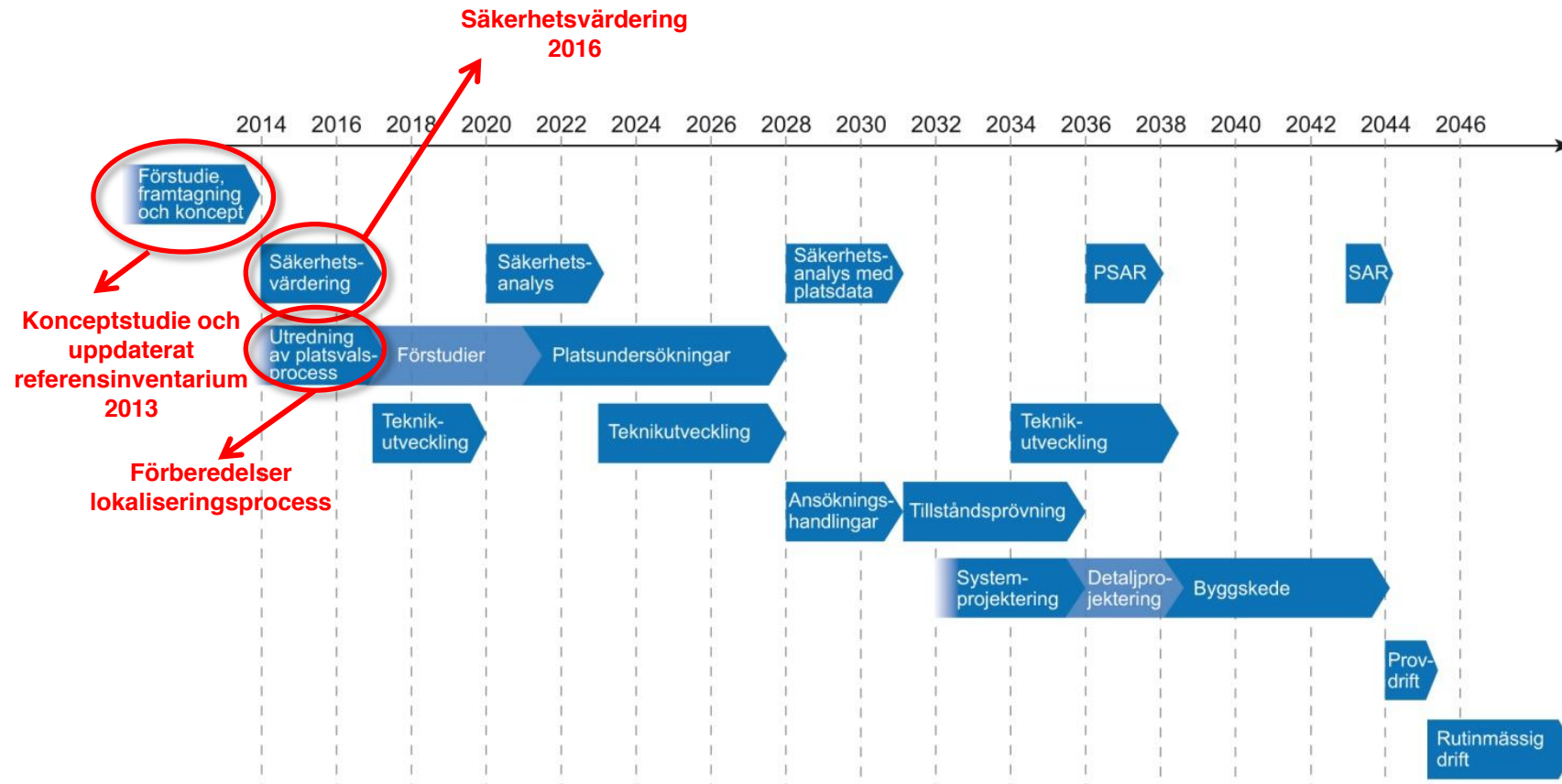


Hantering av långlivat låg- och medelaktivt avfall

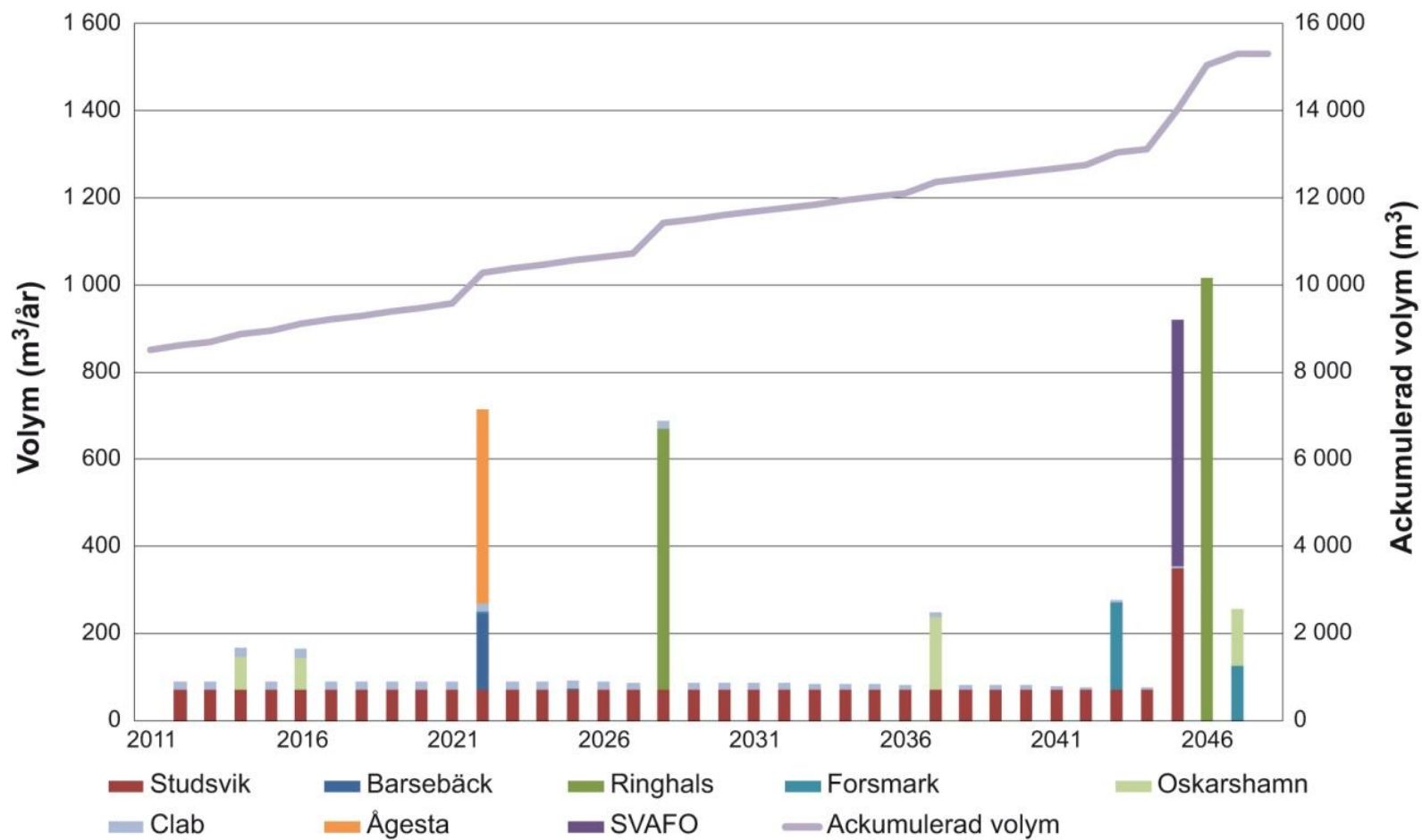
- Mellanlagring idag
 - Clabs eller kärnkraftverkens förvaringsbassänger
 - Torrt i behållare
 - SVAFO och Studsvik Nuclear
- Ytterligare platser för mellanlagring i framtiden
 - SFR
 - Annan plats



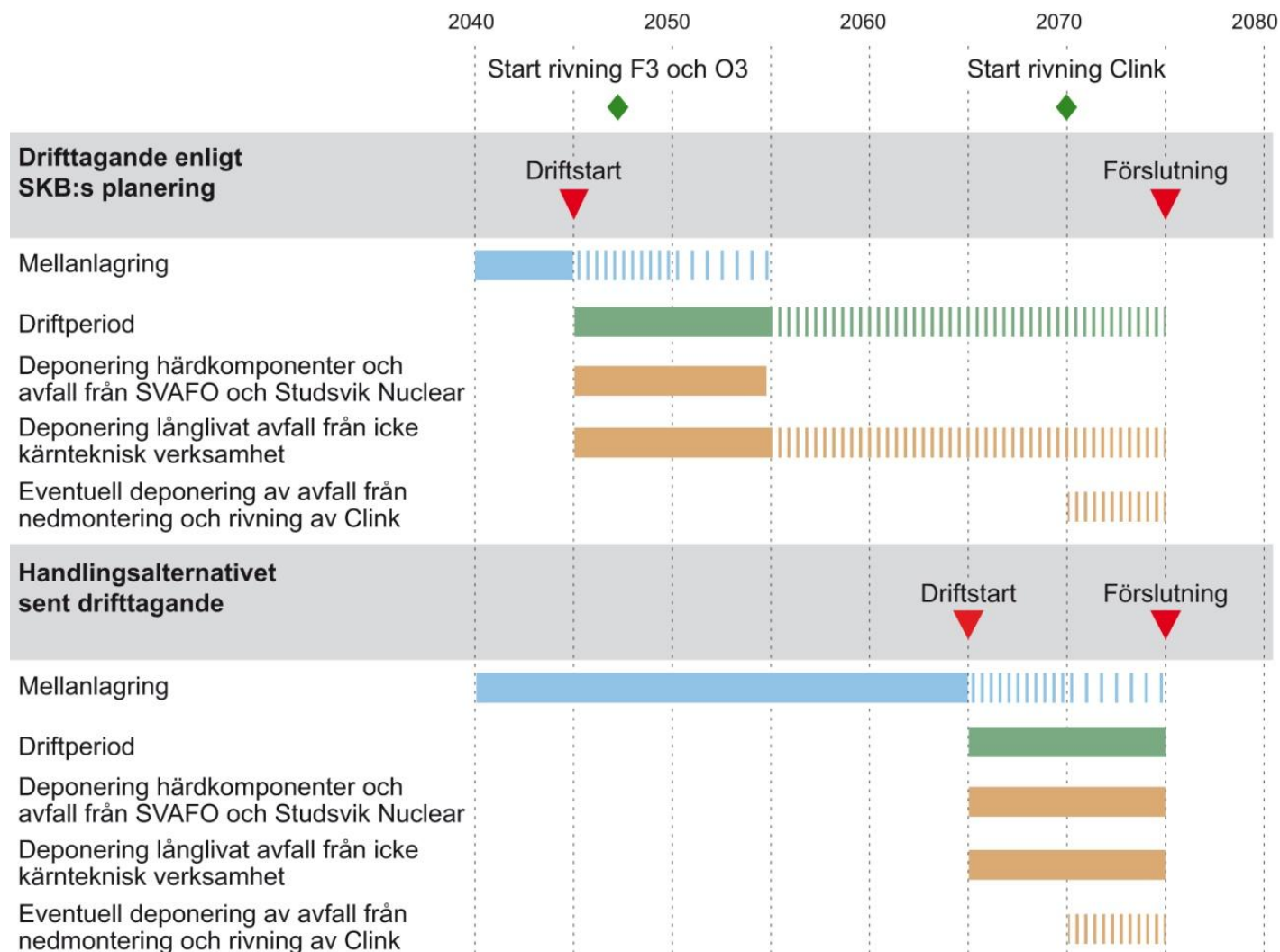
Tidsplan för arbete med SFL



Avfallsmängder i SFL

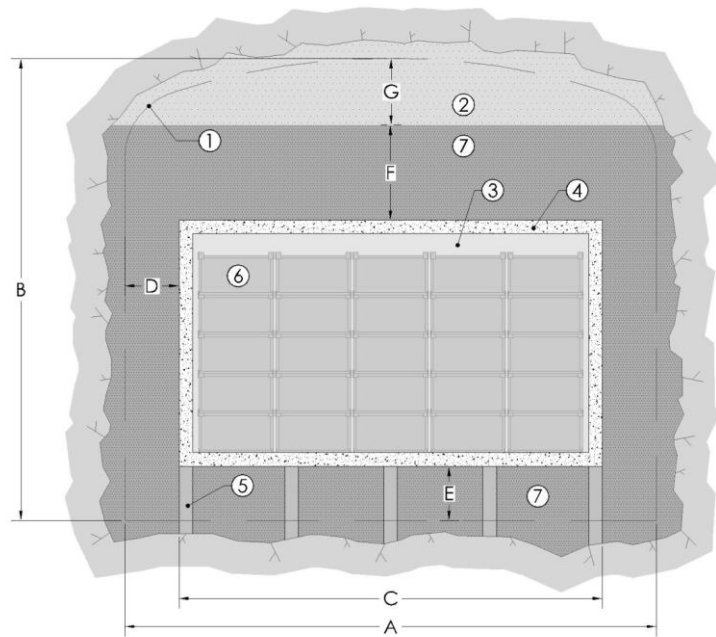


Handlingsalternativ för drifttagande av SFL

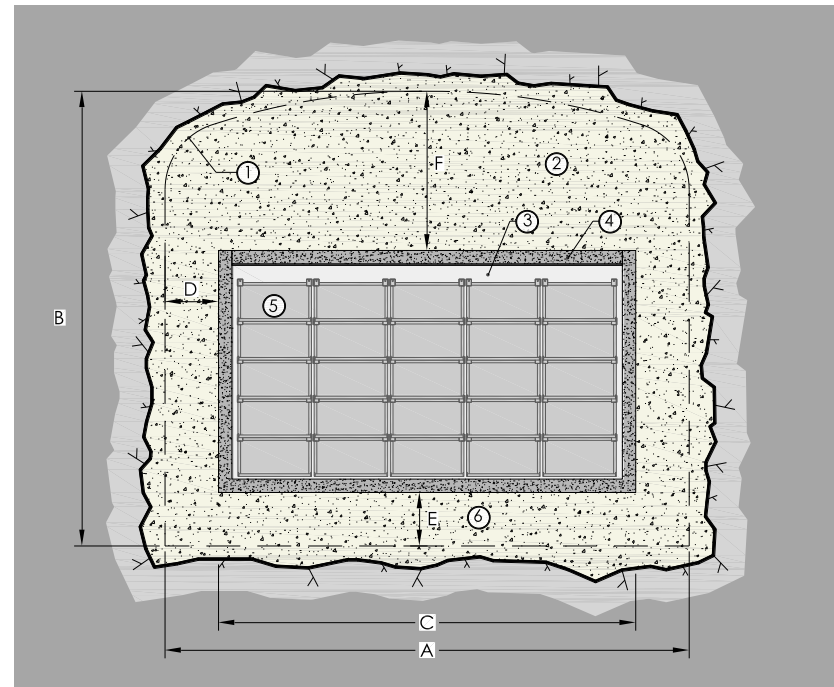


Teknikutveckling – möjliga förvarsutformningar

Bergssal med barriärer av lera



Bergssal med barriärer av betong



Teknikutveckling – möjliga behållare

- En serie behållare för SFL-avfall med samma sidomått har utvecklats på konceptnivå
- Gemensamt hanteringssystem (som lyftverktyg och transportbehållare) möjliggör en rationell hantering i alla led



Behållare för fyra kokiller, lastad.

Behållare för 16 fat
(200 liter), lastad.

Behållare för 16
skyddsfat (280
liter), lastad.



Markförvar



Markförvar

- Huvudplanering för tillståndshavarna baseras på att markförvar finns tillgängligt för deponering av mycket lågaktivt avfall från nedmontering och rivning
- Projekt uppstartat som syftar till att kunna avgöra om markförvar kan vara ett alternativ till SFR
- Om markförvar är fördelaktigt ska beslut fattas om detta ska bedrivas centralt eller om deponering ska fortsätta i befintliga markförvar

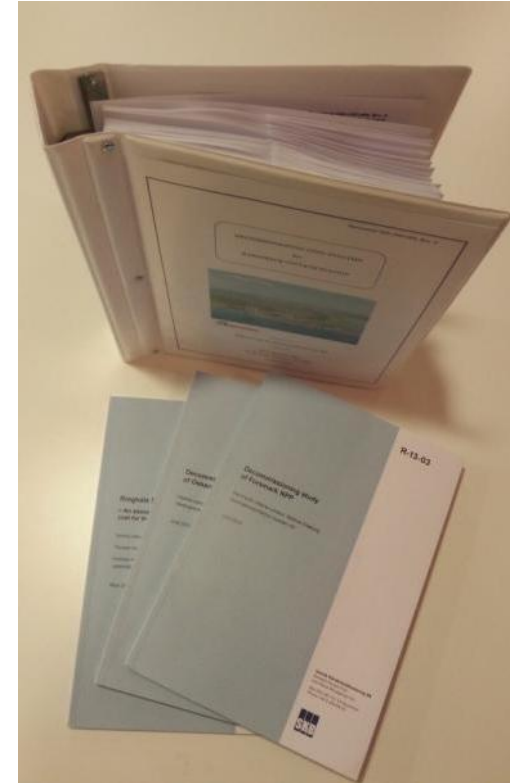


Avveckling



Avveckling

- I Fud 2013 redovisas ansvar, planering och utveckling för avveckling av kärnkraftsreaktorerna (FKA, OKG, RAB, BKAB, Ågesta) samt SKB:s verksamhet
- Studier för avveckling har färdigställts (FKA, OKG, RAB, Ågesta):
 - Uppskattade avfallsmängder, kostnader och tidsplaner
 - Kostnadsredovisning enligt OECD/NEA:s uppdaterade struktur
- Samråd har genomförts enligt regeringsbeslutet av Fud-program 2010



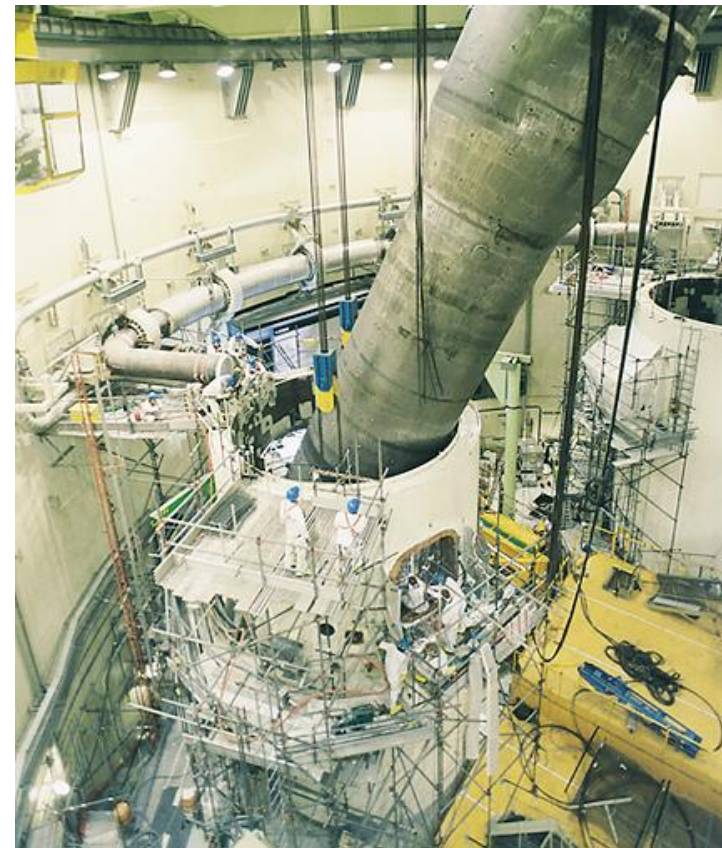
Ansvarsfördelning för avveckling

- Tillståndshavaren (TH) för en kärnteknisk anläggning bär alltid ansvaret för avvecklingen
- Kärntekniska anläggningar ska avvecklas på ett säkert sätt
- TH ska redovisa avvecklingsplaner samt finansiera avvecklingen
- TH ansvarar för avfallet tills det är friklassat eller slutförvar har förslutit
- SKB har i uppdrag att bistå kärnkraftverken att uppfylla sitt ansvar:
 - Delta i planering och genomförande av kommande avveckling
 - Samordna användandet av gemensamma metoder/rutiner
 - Beräkning av avfallsvolymer och kostnader



Planering inför avveckling och utveckling av metoder

- Varje TH har beskrivit sin planering och strategi utifrån respektive avvecklingsplan
- SKB:s målsättning är att kunna tillgodose denna planering
- SKB fortgår med sin samordnade funktion inom Sverige samt sitt deltagande i internationella forum
- Arbeten som SKB bedriver tillsammans med TH omfattar exempelvis:
 - Ta fram typbeskrivningar för avfall från nedmontering och rivning
 - Uppdatera riktlinjer för framtagande av avvecklingsplan
 - Ta fram en handbok för friklassningsprocessen vid avveckling





Del III Använt kärnbränsle



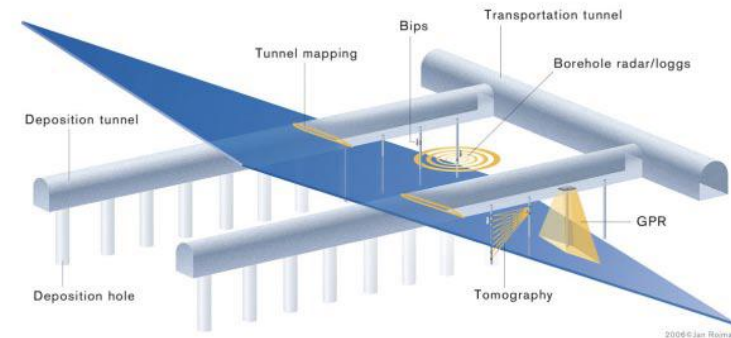
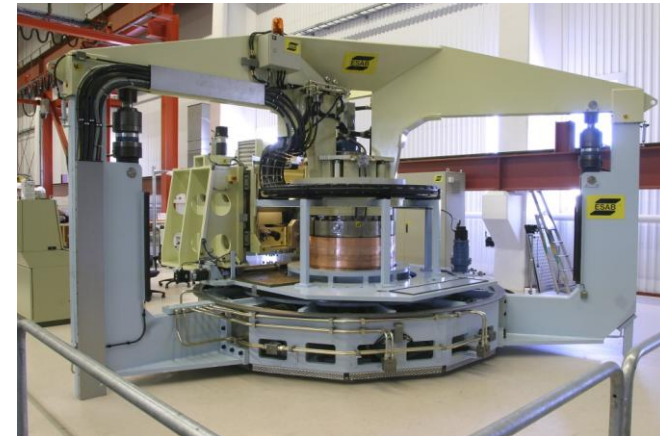
Del III – Använt kärnbränsle

- Översikt teknikutveckling
- Teknikutveckling bränslehantering
- Teknikutveckling kapsel
- Teknikutveckling buffert, återfyllning och förslutning
- Teknikutveckling berg
- Tekniska system
- Horisontell deponering



Utgångspunkter

- Från koncept till färdiga anläggningar en stor uppgift
 - I ansökan redovisade SKB referensutförande av de olika anläggningarna och förvarlayout som är tekniskt genomförbar och som ska kunna uppfylla och verifieras mot gällande krav.
 - Detaljkonstruktioner anpassade till en **industrialiserad process** och som uppfyller specifika krav på **kvalitet**, **effektivitet** och **kostnader** behöver fortfarande tas fram och implementeras.
 - Förvarets layout måste anpassas till de detaljerade lokala bergförhållanden som påträffas när förvaret byggs.
 - Måste resultera i minst lika säkra lösningar som de som redovisas i ansökan
- Var genomförs utvecklingen?
 - Äspölaboratoriet förblir en viktig resurs för forskning, utveckling och demonstration.
 - Intensifierat samarbete mellan SKB och Posiva gör att vissa försök kan komma att genomföras i Onkalo.
 - Externa experter och laboratorier



Konstruktionsförutsättningar

- Avser
 - krav som KBS-3-systemets anläggningar med sina barriärer behöver uppfylla för att säkerställa säkerhet både under drift och efter förslutning.
- Kan bara tas fram iterativt
 - Första version lämnades med ansökan
 - Revideras nu baserat på erfarenheter från arbetet med produktionsrapporterna och de säkerhetsanalyser som gjordes inför ansökningarna samt relevanta synpunkter som framkommit under tillståndsprövningen.
 - Läggs fast och redovisas som en del av PSAR
- Grundläggande principerna för avvägning av krav som berör flera barriärer
 - Sammantagna ska konstruktionsförutsättningarna leda till uppfyllda krav som avser hela Kärnbränsleförvarets säkerhet.
 - Konstruktionsförutsättningarna ska vara praktiskt uppnåeliga och verifierbara för samtliga berörda barriärer.
 - Konstruktionsförutsättningar som innebär enkla, robusta och effektiva lösningar är att föredra



Kvalitetsstyrning och kontroll

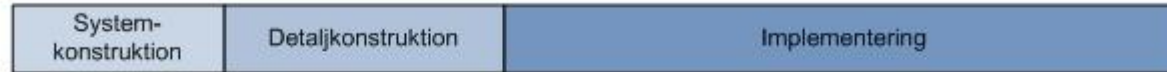
- De åtgärder som behöver utföras för att säkerställa och ge tilltro till att de krav som ställs på anläggningarna under drift och efter förslutning av Kärnbränsleförvaret uppfylls.
 - Planerad produktion samt styrning och kvalitetskontroller i produktionen av barriärerna för långsiktig säkerhet har övergripande redovisats i produktionsrapporterna.
 - I takt med att produktions och provningsmetoder utvecklas vidare, kommer även arbetet med kvalitetsstyrning och kontroll att fortskrida.
 - System för kvalitetsstyrning och kontroll kommer att upprättas och implementeras för att kvalitetssäkra produktionen av barriärerna.
- Viktiga aktiviteter i denna process:
 - Fastställa principer för säkerhets- och kvalitetsklassning.
 - Fastställa vad som ska kvalitetsstyras och kontrolleras, när kvalitetsstyrning och kontroll ska genomföras och av vem i termer av första, andra och tredje part.
 - Fastställa och kvalificera processer, metoder, utrustningar och personal för tillverkning och installation, provning och kontroll.
 - Fastställa de rutiner som ska tillämpas i produktionen för att försäkra sig om att Clink och KBS-3-förvaret uppfyller kvalitetskrav.



Inlämning PSAR och Suus Byggstart tillfarter Byggstart Inkapslingsdel av Clink Byggstart deponeringsområde Start samfunksprovning Förnyad SAR Start provdrift

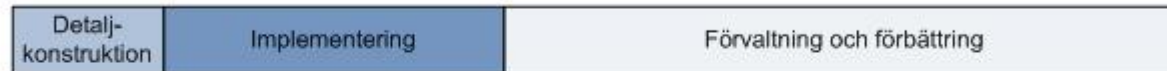
Bränsle

System för hantering av bränsle



Kapsel

Utformning och analys av kapsel



Produktionssystem kapsel



Hantering och deponering av kapslar



Buffert, återfyllning och förslutning

Produktion av buffert och återfyllningskomponenter



Installation av buffert, återfyllning och plugg



Berg - tillfarter

Metodik för bergprojektering



Detaljundersökningar, utförandemetoder och resultatkontroll



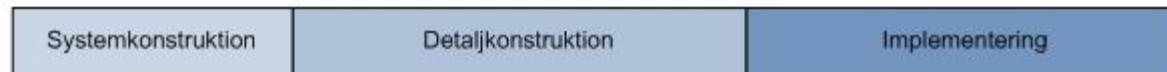
Berg - deponeringsområde

Detaljundersökningar, utförandemetoder och resultatkontroll



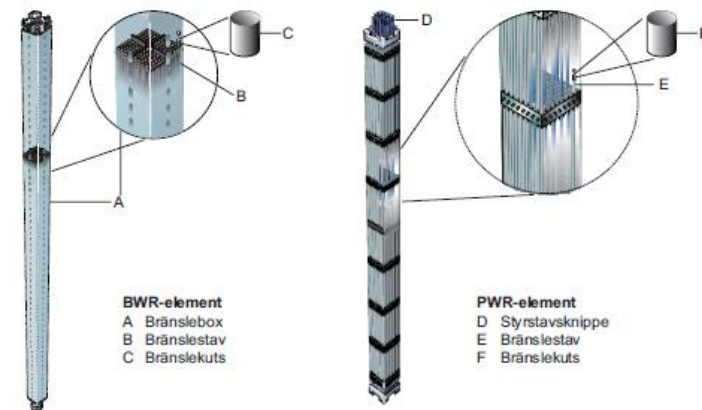
Tekniska system

Tekniska system



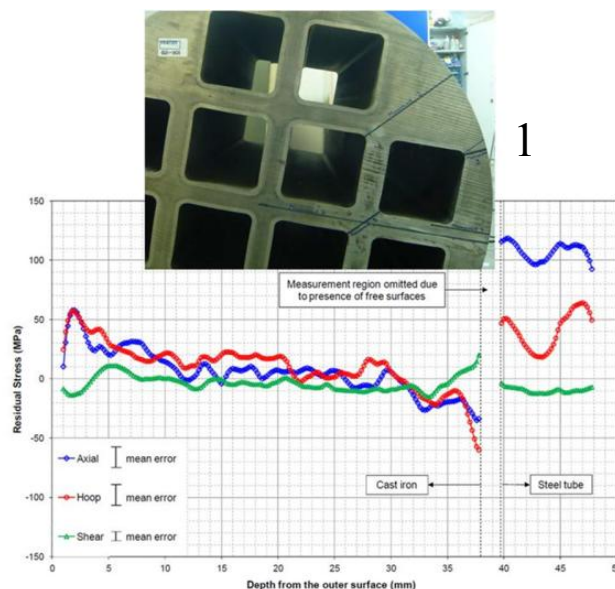
Teknikutveckling bränslehantering

- SKB
 - avser öka sammanordningen av bränslefrågor
 - samlar löpande in kunskap om och utvecklar metodik och teknik
- Bränslet indelas i **bränsle** och **bränsle som kräver särskild hantering**.
 - bränsle som kräver särskild hantering avser udda respektive skadat bränsle
 - hanteras i en separat process där speciallösningar tas fram och analyseras.
- Utveckling planeras under kommande Fud-period inom:
 - Bränsle som kräver särskild hantering
 - Dokumentation av bränsle
 - Källstyrkor och källtermer
 - Strålskydd och dosuppskattningar
 - Resteffekt
 - Vatten och vattenånga
 - Kriticitet
 - Bränsle och kapseloptimering
 - Kärnämneskontroll



Kapselutformning - analyser av kapseln

- Verifiering av segjärns plastiska egenskaper
- Utredning av belastningsfall på kapseln orsakad av ojämn svällning av omgivande bentonit
- Undersökning av effekten av strålningspåverkan på brottseghet på segjärn
- Analys av restspänningar och dess effekter
- Krypprovning av provstavar med typdefekter som bedöms vara representativa för t.ex. defekter som uppkommer vid hantering med lyftverktyg. Resultaten kommer att användas för att beskriva tillåtna intrycksdjup för ytdefekter.



Resultat från
restspänningsmätningar längs linje
markerad med 1 i fotot ovan



Tillverkning och provning av insatser

- Utveckling av gjutprocessen har resulterat i ökad kvalitet och tillförlitlighet i materialegenskaper. Fortsatt arbete fokuserar på att uppdatera och verifiera processen. Utveckling av flera gjuterier görs i ett senare skede.
- Utveckling av teknik för tillverkning av provobjekt med relevanta defekter
- Vidareutveckling av OFP teknik för karakterisering och storleksbestämning av defekter
- Utveckling av teknik för provning av insatsens ytor och utveckling av teknik för ultraljudprovning av insatsens botten



Ultraljudprovning av området mellan kanalrören på BWR-insats



Komponenter i koppar

- Tillverkning
 - Vidareutveckling av kopparrör tillverkade genom dornpressning för att godkänna denna som alternativ referensmetod
 - Fastställande av värmebehandlingscykel för att avlägsna restspänningar i lock och botten
 - Vidareutveckling av smidesprocessen för tillverkning lock och botten med syfte att öka utbytet inför framtida serieproduktion
- Provning
 - Fortsätta undersökningen vilken effekt varierande ljuddämpning har på detekteringsförmågan vid ultraljudprovning
 - Identifiera behov av och teknik för provning av koppargöt
 - Initiera förstudie med syfte att ta fram metodik för att tillverka defekter i koppar på ett kontrollerat sätt
 - Vidareutveckling av teknik för provning av kopparhöljets ytor
- Förslutning och provning av svetsen
 - Fortsatt arbete kring foglinjeböjning
 - Fortsatt arbete med gasskydd vid förslutningssvetsning



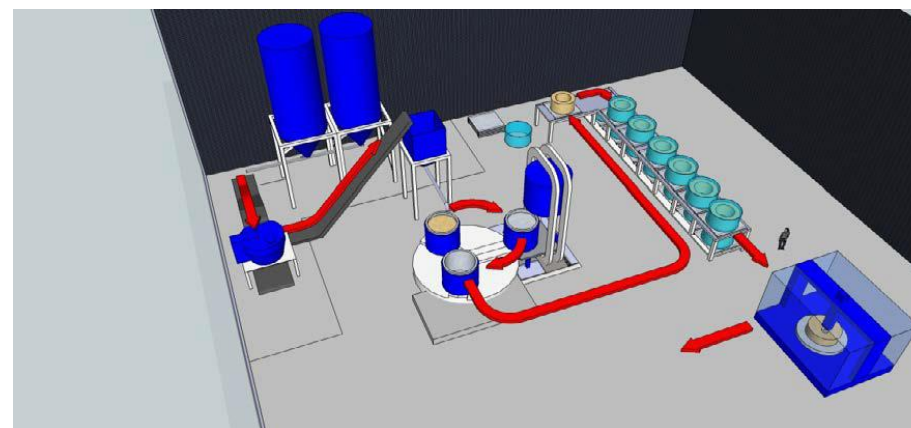
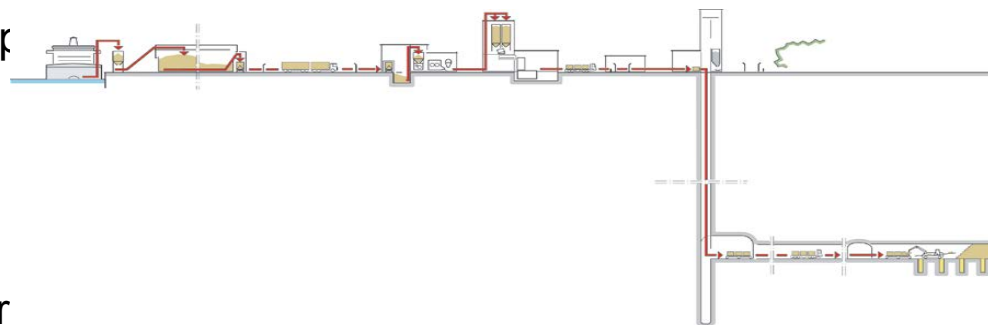
Buffert och återfyllning

- Förbättra och vidareutveckla referensutformningen för buffert och återfyllning
- Processerna för tillverkning, hantering och installation av buffert, återfyllning och plugg vidareutvecklas.
 - Utvecklingen av enaxlig pressning av buffertblock drivs av SKB och isostatisk pressning drivs av Posiva. SKB kommer att utvärdera båda pressteknikerna för att säkerställa att den teknik som SKB kommer att använda är den mest fördelaktiga.
 - Ett fullskaligt test av en valvplugg har installerats i Äspölaboratoriet. Testet kommer att moniteras, brytas och utvärderas under kommande Fud-period.
 - Nya integrerade tester i full skala under jord planeras
- Resultat från brytningen av prototypförvaret kommer att presenteras i ett antal publika rapporter 2013/2014.



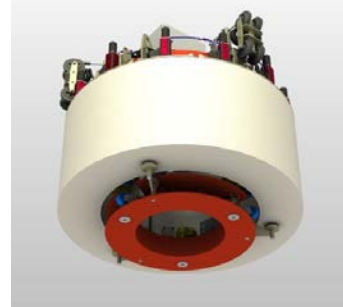
Bentonitproduktion - Kvalitetsstyrning och kontroll

- Materialstudier bentonit
 - Säkerställa att metoder och kunskap finns för att kunna specificera, analysera och kontrollera de egenskaper som krävs för buffert- och återfyllningsmaterial
 - Både parametrar som är viktiga för långsiktig säkerhet samt parametrar som är viktiga för att åstadkomma en robust produktion av buffert och återfyllningskomponenter kommer att hanteras.
- Kvalitetsstyrning och kontroll av buffert och återfyllning
 - Utreda och beskriva behovet av kvalitetsstyrning och kontroll för hela processen från gruva till genomförd installation av buffert och återfyllning.



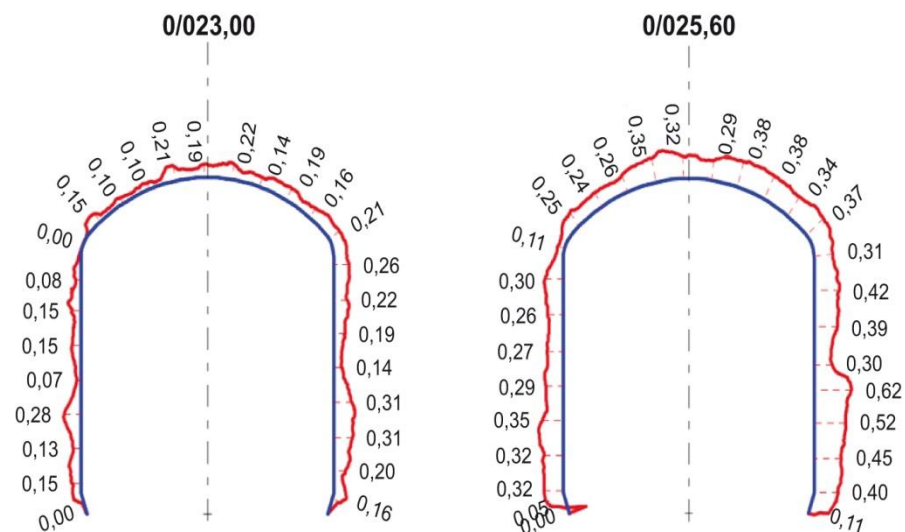
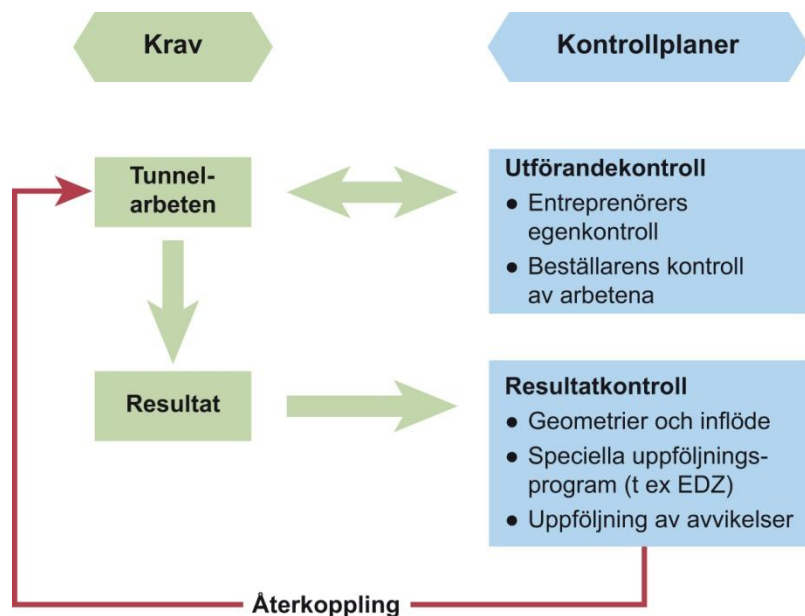
Buffert- och återfyllningsinstallation

- Återfyllningsinstallation kommer att testas i fullskala i Äspölaboratoriet i början på nästa år.
- Resultat och erfarenheter kommer att ligga till grund för fortsatt utveckling av installationsprocessen.
- Metoder för att hantera vatten under installationsskedet kommer att fortsätta under Fud-perioden.



Teknikutveckling berg

- Äspöutbyggnad som slutfördes i januari 2013 har gett möjlighet att för första gången integrera detaljundersökningar, projektering inklusive tillämpning av observationsmetoden och bergarbeten där kvalitetskrav på utförande tillämpats i produktion.

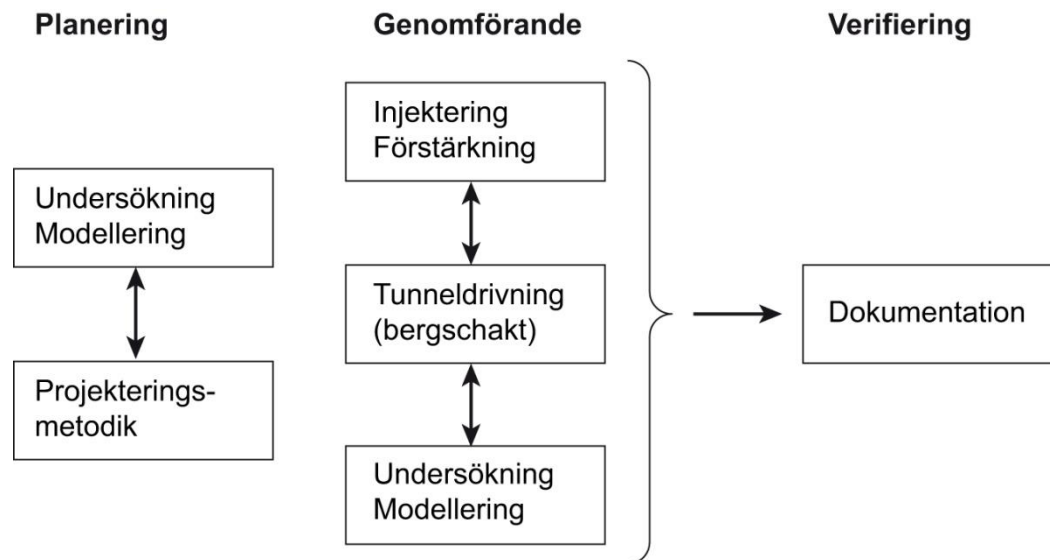


Exempel på uppföljning av utförd tunnelarea mot ställda krav. Blå kontur; teoretisk sektion. Röd kontur; utförd kontur.



Teknikutveckling berg - program

- Vidareutveckla metoder och utrustning för detaljundersökningar med tillhörande modellering, i ett första steg inför bygget av tillfarterna, och i ett andra steg inför utbyggnaden av deponeringsområden.
- Vidareutveckla produktionsmetoder anpassade till de krav som ställs avseende berguttag, stadga och täthet.
- Vidareutveckling av recept för låg-pH-injekteringsbruk.



Översikt över de huvudaktiviteter som behövs för ett integrerat och kvalitetssäkrat byggande av Kärnbränsleförvaret.



Tekniska system

- Utveckling av tekniska system unika för SKB:s verksamhet utförs stegvis och tar lång tid. Ofta behöver prototyper tas fram för att visa att en viss funktion kan utföras på ett önskat sätt.
- Viktiga aktiviteter under kommande Fud-period är:
 - Fortsatta logistikstudier
 - Genomföra design av bufferhanteringsutrustning, återfyllningsutrustning och transportsystemet för buffert och återfyllning.
 - Påbörja utvecklingen av produktionskontrollsystemet.



Transportsystemet

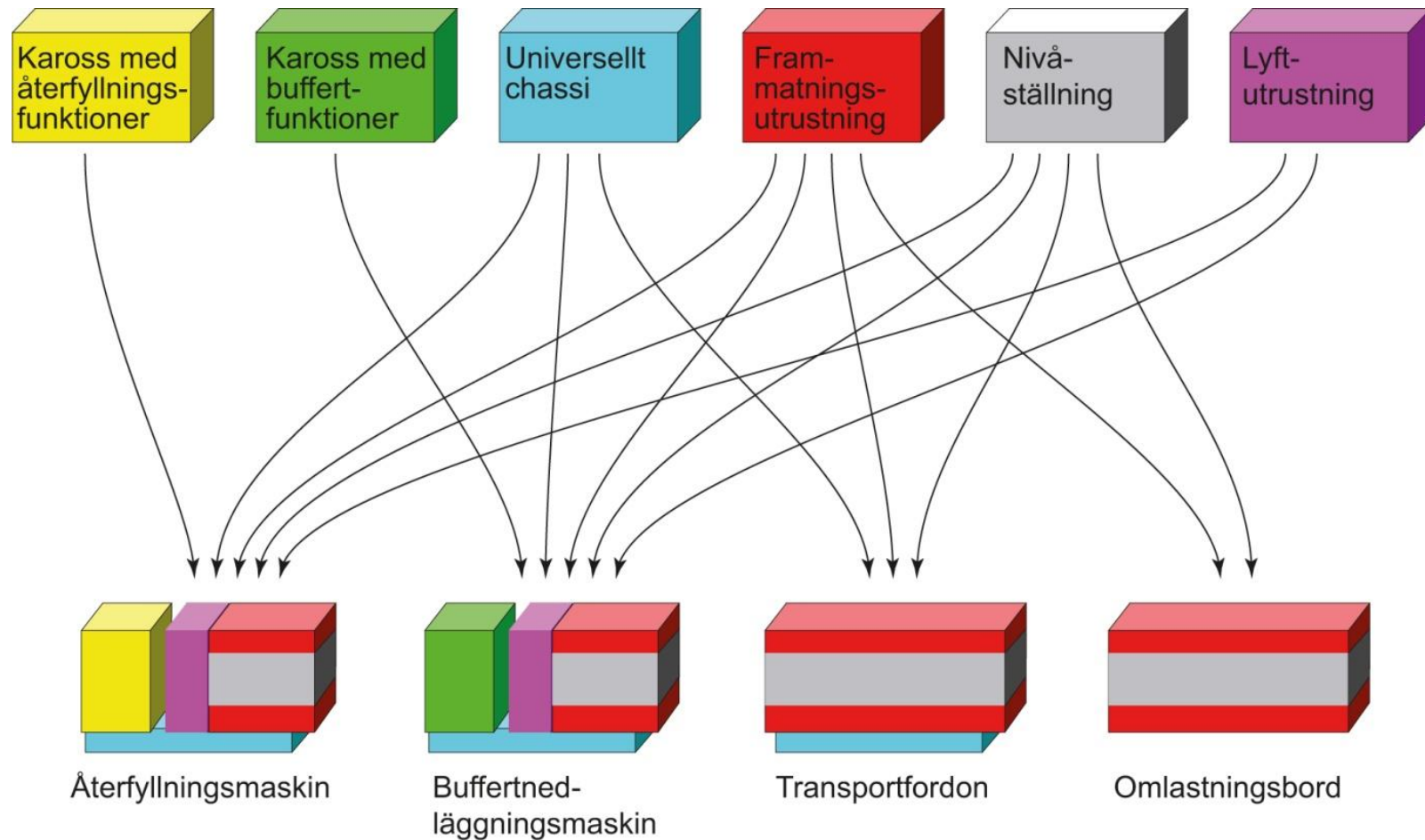


Illustration av transportsystemets olika moduler. Figuren visar den principiella uppbyggnaden av utrustningarna och vilka moduler som ingår i respektive utrustning.



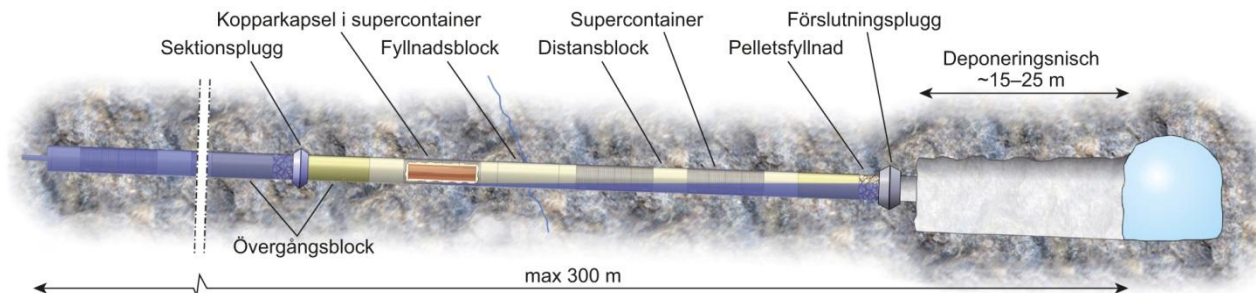
Horisontell deponering - KBS-3H

Projektfas "KBS-3H Complementary studies" har avrapporterats i SKB TR-12-01.

Ny projektfas har påbörjats där huvudaktiviteterna är:

- Genomföra tester av systemkomponenter i fullskala
- Genomföra en bedömning av den långsiktiga säkerheten för ett tänkt KBS-3H förvar i Forsmark baserat på resultat från SR-site och kompletterande analyser för KBS-3H specifika delar.

Efter genomförd projektfas 2016 kommer KBS-3H att utvärderas. Utvärderingen kommer att ligga till grund för beslut om fortsatt utveckling av KBS-3H.





Del IV Forskning för långsiktig säkerhet



Forskningsfrågor med stort fokus idag:

- **Kopparkorrosion**
- **Bufferterrosion**
- **Kapselns konstruktion och egenskaper**
(t.ex. segjärnsinsatsens hållfasthet)
- **Gränssättning av klimatscenarier**
(t.ex. hur tjock kan en inlandsis bli?, när kan permafrost som tidigast nå SFR-djup?)



Klimatutveckling

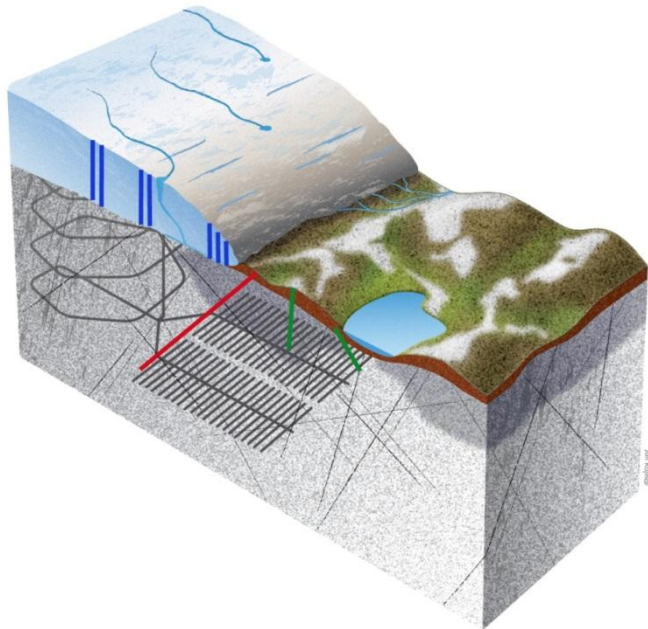
- Inlandsisar och permafrost påverkar:**
- Havsyttans nivå
 - Grundvattenflöde
 - Grundvattenkemi
 - Spänningar i jordskorpan
 - Livsbetingelser vid markytan

Fokus:

- ✓ Tänkbara klimatutvecklingar - identifiering och beskrivning
- ✓ Gränssättning av klimatscenarier för att täcka in osäkerheter
 - hur tjock kan en inlandsis bli?,
 - när kan permafrost som tidigast nå SFR-djup?

Grönlandsprojektet - GAP

- Huvudfokus:
 - hur påverkas grundvattenflöde och grundvattenkemi av en inlandsis?
- Pågått sedan 2009
- Närmaste åren främst data-sammanställning och avrapportering
- Har genererat mycket värdefull kunskap inom hydrogeologi, hydrogeokemi och ytnära ekosystem



Ytnära ekosystem

- Öka förståelsen för processer som påverkar transport och ackumulation av radionuklider i ytsystemen
- Utveckla metodiken för att beräkna och bedöma den radiologiska risken för människa och miljö

Aktuella forskningsinsatser:

- ✓ Transport och ackumulation i våtmarker och jordbruksmarker
- ✓ Transport från terrestra områden till sjöar och vattendrag
- ✓ Retention och biologiskt upptag
- ✓ Landskapsutveckling
- ✓ Förståelse för viktiga processer vid förändrat klimat

Forskningsprogram för kortlivat avfall

- *Bättre uppskatta radionuklidinventarium*, svärmätbara nuklider såsom C-14.
- *Sorption* på cement.
- *Kemisk degradering av organiska ämnen* för att studera nedbrytningen av avfallet samt hur nedbrytningsprodukterna transporteras i betongmaterial. Jonbytarmassor har deponerats i Äspölaboratoriet.
- *Vattenupptag/svällning* för bitumenstabiliserat avfall.
- *Metallkorrosion* för den miljö avfallet och dess behållare befinner sig i.
- *Speciering av radionuklider*, teoretiska studier och modelleringar.



Forskningsprogram för betongbarriärer

- *Fasändring/frysning* , påverkan av yttre tryck runt betongkonstruktionerna.
- *Vattentransport under mättade förhållanden* i förvarets närzon.
- *Tryck från svällande avfall*, strukturmekaniska beräkningar.
- *Accelererad degradering av cement*, mekaniska egenskaper.
- *Interaktion mellan cement och andra konstruktionsmaterial*.



Forskningsprogram för långlivat avfall

- *Upplösning, utfällning och omkristallisation*
- *Sprickbildning (samordnas med forskningen rörande betongbarriärer)*
- *Kemisk degradering av organiska ämnen*
- *Metallkorrosion*
- *Säkerhetsvärdering av valda koncept 2014-2016*



Bränsle

- Intakt kapsel i Kärnbränsleförvaret → radionuklider kan inte spridas
- Om det går hål på en kapsel är bränslets egenskaper avgörande för om och när det kan komma ut radionuklider i berget
- **Bränsleupplösning** centralt forskningsområde
 - Data för bränsleupplösning under slutförvarsliknande förhållanden
 - Belysa mekanismer för de processer som bidrar till bränsleupplösning
 - Egenskaper hos högutbrända bränslen
 - Egenskaper hos nya typer av bränslen



Kapsel


- Två situationer kan orsaka skador på en kapsel
 - **mekaniska belastningar och kopparkorrosion**
- Mekaniska laster
 - Hur stora isostatiska laster tål kapseln?
 - Hur stora skjuvrörelser i berget kan kapseln stå emot?
- Kopparkorrosion
 - Kopparkorrosion i syrgasfritt vatten
 - Sulfidkorrosion
 - Spänningskorrosion



Buffert och återfyllning

- I Kärnbränsleförvaret omges kapseln av en skyddande buffert av bentonitlera
 - Ska begränsa grundvattenflödet in till kapseln
 - Om kapseln går sönder ska den även fördröja transporten av radionuklider ut i berget
- Forskning främst kring buffererosion – under vilka förhållanden är leran inte stabil
- Utveckling av program för lerkaraktisering
- Forskning för Kärnbränsleförvaret tillämplig även för SFR



A close-up photograph showing a hand holding a white pipette with a glass tube, dispensing a small amount of clear liquid onto the end of a cylindrical rock core sample. The rock core is light-colored with some darker mineral veins and is resting on a wooden surface. The background is blurred.

Fud-program 2013

Geosfären

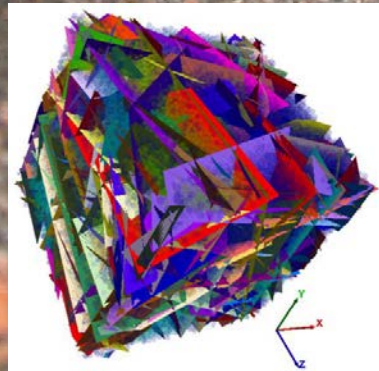
Geologi, hydrogeologi, hydrogeokemi och
bergetts transportegenskaper

Sprickbildning och propagering

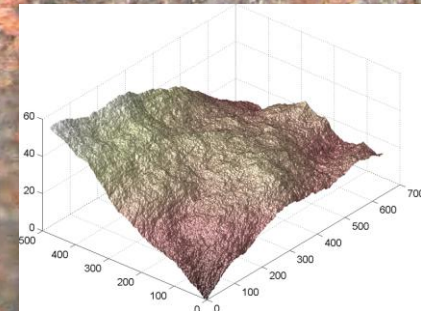
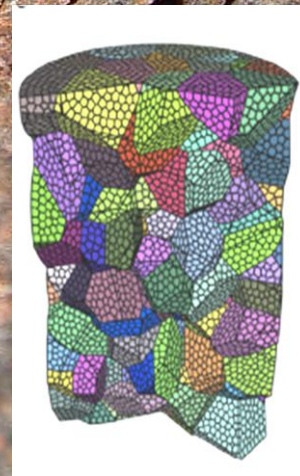
- Spänningsinducerad spjälkning, hantering och åtgärder.
- Syntetisk bergmassa för kristallina bergarter och utifrån denna syntetiska bergmassa (SRM) modellera hållfasthetsegenskaper.
- Hållfasthetens skalberoende och variabilitet över sprickytor
- DFN-metodik



2013-10-23



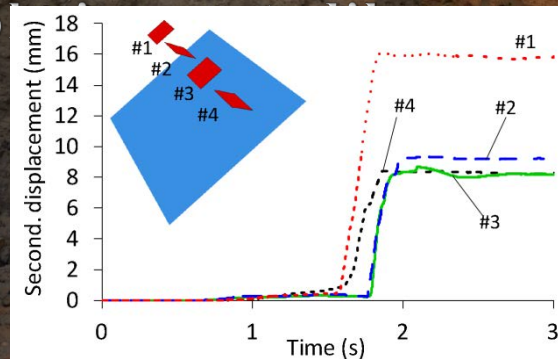
Fud-program 2013



69

Jordskalv

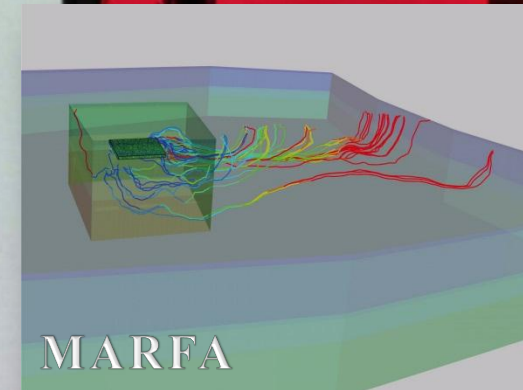
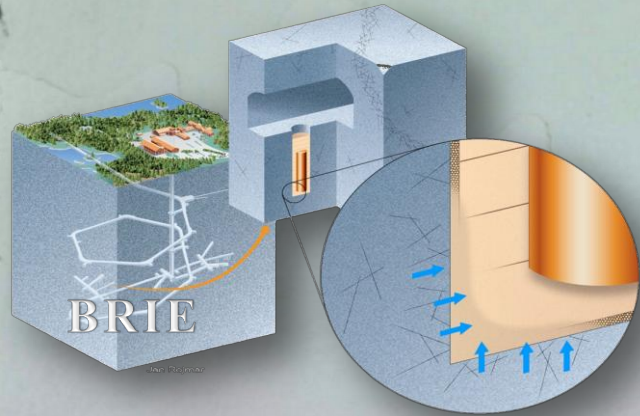
- Vidareutveckla och validera metodik för numerisk simulering av jordskalv
- Mätningar och analyser
 - Fortsatta studier av aktiva förkastningar: Skellefteå
 - Efterskalvsstudier: Empiriskt stöd för simuleringar
 - Samlad analys av SNSNs data
 - 3D hastighetsstruktur och omlokalisering av skalv
 - Uppdatering av fokalmekanismer och jordskalvshärledda spänningar



Hydrogeologi

- Omfattar hela det hydrologiska kretsloppet men har starkt fokus på grundvatten (djupt och ytnära grundvatten)
- Grundvattenflöde vid permafrost och glaciala förhållanden (Ökad processförståelse)
- Kodutveckling och underhåll av koder (DarcyTools, ConnectFlow, MikeShe)
- Viktiga kopplingar mellan hydrogeologi och andra ämnesområden:
 - Grundvattenkemi
 - Radionuklidtransport
 - Klimat
 - Geologi och bergmekanik (DFN)

Transport av lösta ämnen

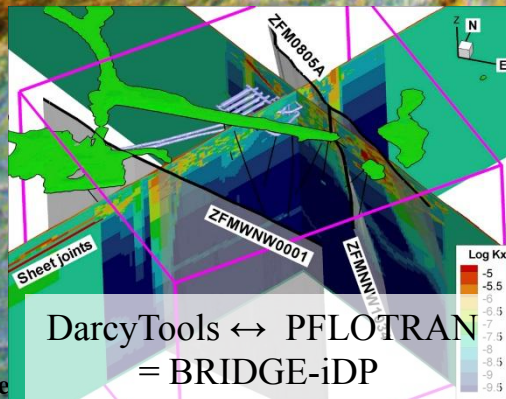


Geokemi och mikrobiella processer

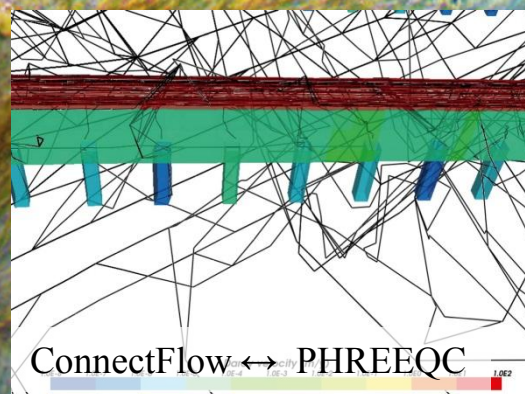
- Experimentella undersökningar av jonbytesprocesser
- Mikrobiella processer: acetogenes, påverkan av biofilmer
- Gasanalyser
- Modellering av syre- och sulfatreduktion
- Kopplade hydrogeokemiska modeller



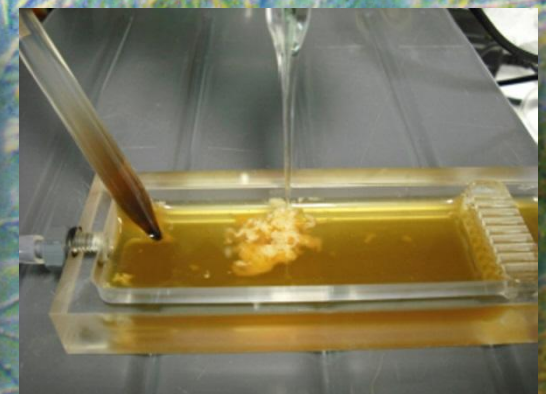
2013-10-23



DarcyTools ↔ PFLOTRAN
= BRIDGE-iDP



ConnectFlow ↔ PHREEQC



Fud-program 2013



Fud-program 2013

Del V Samhällsvetenskaplig forskning

Kapitel 29 SKB:s program för samhällsforskning
Kapitel 30 Informationsbevarande över generationer



29. SKB:s program för samhällsforskning

- **Genomfördes åren 2004 – 2011 (numera avslutat).**
- **Tillkom som svar på behov som upplevts i samband med 1990-talets förstudier i åtta kommuner och som även tidigt uppmärksammades av Kärnavfallsrådet.**
- **Syfte:**
 - **Bredda perspektivet på kärnbränsleprogrammets samhällsaspekter.**
 - **Ge djupare kunskaper och bättre underlag för plats- och projektanknutna utvärderingar och analyser.**
 - **Bidra med underlag och analyser till forskning som rör samhällsaspekter av stora industri- och infrastrukturprojekt.**
- **Fyra forskningsområden:**
 - **Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska aspekter.**
 - **Beslutsprocesser.**
 - **Opinion och attityder – psykosociala effekter.**
 - **Omvärldsförändringar.**



29. SKB:s program för samhällsforskning

Konkreta resultat:

- **18 beslutade och genomförda projekt, kostnad cirka 25 miljoner kr.**
- **Successiva avrapporteringar åren 2005 – 2010 i SKB-publikationen ”Samhällsforskning 200X – Betydelsen för människorna, hembygden och regionen av ett slutförvar för använt kärnbränsle”.**
- **Slutrapporter publicerade i SKB:s R-serie (i ett fall i bokform).**
- **Sammanfattningar av slutrapporter successivt publicerade i Fud-programmen 2007, 2010 och 2013.**
- **Beredningsgruppens sammanfattande kommentarer till forskningsprogrammet samt översiktliga presentationer av projekten publicerades av SKB i en särskild skrift 2009. En aktualiserad version utgavs 2010.**
- **En oberoende utvärdering gjordes 2011-2012 på uppdrag av SKB; utvärderingsrapporten finns publicerad i SKB:s P-serie.**



29. SKB:s program för samhällsforskning

Slutsatser:

- **Forskningsresultaten har bidragit till en djupare förståelse av historiska, ekonomiska och opinionsmässiga aspekter på frågor relaterade till slutförvaring av använt kärnbränsle.**
- **Insikten om behovet och värdet av denna forskning har blivit spridd inom forskarsamhället, liksom bland allmänheten och politiska beslutsfattare.**
- **Fortsatt forskning inom detta område bör i första hand finansieras på sätt som är gängse inom universitet och högskolor, det vill säga genom att olika forskare ansöker om medel hos olika forskningsfinansierande organ (statliga eller privata forskningsråd och motsvarande).**



30. Informationsbevarande över generationer

- **Frågan om hur informationsbevarande kan ske och vem som har ansvaret har kommit upp i samråden för Clink och Kärnbränsleförvaret samt i samband med ansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen.**
- **Frågorna behöver lösas först när slutförvaret för använt kärnbränsle ska förslutas (2085?).**
- **Övergripande mål idag: Att hitta arbetssätt och kanaler för att fortsatt hålla frågorna aktuella och levande.**
- **Forskningsuppdrag till Linnéuniversitetet (Kalmar) om kulturarv och framtid samt till Centrum för teologi och religionsvetenskap (Lund) kring frågor om språk.**
- **Deltagande (tillsammans med 11 andra länder) i OECD-NEA-projektet Records, Knowledge and Memory.**
- **Samarbete med Andra i Frankrike som driver ett program med inriktning på kulturarv och sociala frågor.**

