

**Från:** Helene Sundström <helene.sundstrom@kva.se>  
**Skickat:** den 22 december 2022 10:46  
**Till:** Registrator  
**Kopia:** registrator  
**Ämne:** Yttrande betr Fud-program 2022 Dnr: SSM 2022-4839  
**Bifogade filer:** KVA yttrande betr Fud SKB 2022.docx; KVA yttrande betr Fud SKB 2022.pdf

**Kategorier:** Maria

Bifogat finner ni yttrande om SKB:s rapport *Fud-program 2022. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.*

Bästa hälsningar,  
Heléne

**HELÉNE SUNDSTRÖM** *Tekn.Dr/Ph.D.*  
Vetenskaplig sekreterare/Scientific secretary  
**Tel** +46 8 673 95 55  
**Mobil** +46 709 386 048

**KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN**  
**THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES**  
Box 50005, SE-104 05 Stockholm, Sweden  
**Besök/Visit** Lilla Frescativägen 4 A,  
SE-114 18 Stockholm, Sweden  
**Reception** +46 8 673 95 00  
**Web** [www.kva.se](http://www.kva.se)

-----  
**Kungl. Vetenskapsakademien** har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.

**The Royal Swedish Academy of Sciences** has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

The Royal Swedish Academy of Sciences is dedicated to the protection of your personal integrity. To find out more about how we process your personal data, visit [www.kva.se/privacypolicy](http://www.kva.se/privacypolicy)

This e-mail message including attachments, if any, is intended for the person to whom or the entity to which it is addressed and may contain information that is privileged, confidential or exempt from disclosure under applicable law. If you are not the intended recipient, please be notified that any use, disclosure, dissemination, distribution or copying of the information contained in this e-mail and its attachments, if any, is not allowed. If you have received this e-mail in error, please notify the above sender immediately and delete this e-mail and any copies of it. Thank you for your cooperation



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.  
The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

Stockholm 22 december 2022

Dnr: KVA/2022/474/76

Hans Ellegren/hs  
Ständig sekreterare  
Telefon: 08 - 673 95 55  
E-post: [helene.sundstrom@kva.se](mailto:helene.sundstrom@kva.se)

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM)  
[registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)

### **Yttrande om Fud-program 2022. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall (Dnr: SSM 2022-4839)**

Kungl. Vetenskapsakademien (KVA) har beretts tillfälle att yttra sig över SKB:s rapport *Fud-program 2022. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall*.

Fud-program 2022 består av tre delar:

Del I Verksamhet och handlingsplan.

Del II Avfall och slutförvaring.

Del III Utveckling av kärntekniska anläggningar.

I del I (avsnitt 1-5) beskrivs översiktligt avfallssystemen och anläggningarna, genomförandeplaner samt områden där fortsatt forskning och utveckling planeras, liksom arbetssätt, resurser och kompetens. I del II (avsnitt 6-13) beskrivs översiktligt de två huvudområdena, slutförvaring av långlivat avfall respektive låg- och medelaktivt avfall, samt olika delområden i detalj under separata rubriker. I del III (avsnitt 14-18) redovisas utvecklingsstrategin och fortsatta aktiviteter utgående från rådande förutsättningar.

Myndigheten önskar i första hand synpunkter på frågor kring

1. Planerad forsknings- och utvecklingsverksamhet
2. Redovisade forskningsresultat
3. Alternativa hanterings- och förvaringsmetoder
4. De åtgärder som avses bli vidtagna

KVA önskar framföra allmänna synpunkter och reflektioner och har några specifika kommentarer till rapporten, speciellt avseende redovisade forskningsresultat och planerad forsknings- och utvecklingsverksamhet mot ökad processförståelse och kunskap inom några områden.

#### **Allmänna synpunkter**

Fud-program 2022 kan ses som en fortsättning och uppföljning av Fud-program 2019 liksom tidigare Fud-program, med samma struktur och i huvudsak samma identifierade frågor och teman. Programrapporten är omfattande och detaljrik och åberopar totalt 524 referenser varav endast 8 är från perioden före år 2000. Det är uppenbart att betydande delar av den forskning och det utvecklingsarbete som föreslogs i Fud-program 2019 har initierats eller genomförts under den efterföljande 3-årsperioden, dokumenterade genom den omfattande publiceringen under perioden. Påpekas bör även, vilket indirekt kan utläsas i Fud-program 2022, att det finns en betydande kunskapsbas inom de flesta centrala och angränsande forskningsområdena efter snart 50 års forskning och utvecklingsarbete, vilket ej specifikt refereras. Antalet publicerade rapporter och artiklar fram till



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.  
The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

år 2000 bör rimligen överstiga 1000. Dessutom har KBS/SKB har delfinansierat över 100 doktorsarbeten sedan starten på 1970-talet.

Två principer och förhållningssätt i forsknings- och utvecklingsarbetet har konsekvent följts sedan starten, vilket också genomsyrar de senaste Fud-programmen:

- (1) Analyser av tänkbara händelser och utvecklingar liksom risk-och konsekvensanalys ska inte baseras på antagna sannolikheter utan på detaljerad processförståelse. Det innebär förståelse av vilka konsekvenser olika antagna förutsättningar eller omständigheter leder till, och därmed en förståelse hur dessa förutsättningar kan undvikas eller elimineras ("performance assessment"-strategi).
- (2) Varje ny frågeställning eller problem som uppdragas måste analyseras till dess att full förståelse och kunskap har uppnåtts. Ett exempel på detta är den omfattande satsningen på temat kopparkorrosion under olika betingelser, dokumenterad i Fud-program 2019 med totalt 93 referenser, varav 71 från 2017-19.

Det är naturligt att fokus successivt riktas mot aktuella och i tiden närliggande frågor, vilket för Fud-program 2022 är bland annat utbyggnad av mellanlagret Clab och inkapslingsanläggningen Clink, utformningen av slutförvaren för långlivat respektive kortlivat radioaktivt avfall, SFL och SFR, avslutning och nedläggning av Äspö-laboratoriet, samt givetvis nedläggningen av kärntekniska anläggningar inom ramen för tidigare beslutad avveckling av det svenska kärnkraftsprogrammet. Den förändrade nationella strategin för energiförsörjning i landet omfattar dock även möjlig utbyggnad av ny kärnkraft vilket på sikt kan komma att förändra förutsättningarna för kärnavfallsprogrammet i framtiden, och också komma att präglade kommande Fud-program.

## Detaljkommentarer

Kommentarer ges nedan till några valda avsnitt inom Del I som beskriver handlingsplaner (avsnitt 4-5) och Del II som beskriver kunskapsläget och allmänt om planerad forskning kring avfallet och slutförvaringen (avsnitt 6-12).

## 4 Fortsatt forskning och utveckling

### 4.1 Planerade insatser för respektive slutförvar och Clink

#### 4.1.2 Slutförvaret för långlivat avfall – SFL (sid 59)

#### 4.1.3 Kärnbränsleförvaret och Clink (sid 60)

Kunskapsbehov och planerade tekniska lösningar nämns, men en fråga som inte nämns är hur kraven på säkerhet kan uppfyllas mot sabotage och krigsaktiviteter. Detta är frågor som aktualiserats under senaste året och som därför skulle kunna omnämnas, även om dessa frågor ligger utanför SKB:s uppdrag.

### 4.2 Planerade insatser för låg- och medelaktivt avfall

#### 4.2.2 Radionuklidinventarium (sid 62; se även avsnitt 6)

Det anges att SKB avser att förbättra modeller för att beräkna nuklidinventarier. Nuklidinventariet i olika avfallsprodukter ligger till grund för beslut om avfallet kan anses vara konventionellt eller radioaktivt avfall. Eftersom det är stora avfallsmängder är det förståeligt att man vill använda nuklidvektorer kombinerat med indirekta mätningar och modellberäkningar för att få en kostnadseffektiv lösning i jämförelse med att mäta alla tänkbara radionuklider i en stor mängd prover. Speciellt kan man läsa att SKB har fokus på att uppskatta inventariet av så kallade "svärmätbara" radionuklider med hjälp av nuklidvektorer. Det är förvånande att SKB för närvarande inte har direkt tillgång till radioanalytiskt laboratorium med ledande kompetens inom radiokemisk separation för bestämning av just "svärmätbara" radionuklider.



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.  
The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

#### **4.4 Planerade insatser för kapsel för använt kärnbränsle**

##### **4.4.1 Processförståelse** (sid 64; se även avsnitt 8)

Frågor kring kopparkorrosion har framförts som kritik mot SKB-konceptet för slutförvaring under flera år, vilket lett till ett omfattande forskningsprogram sedan 2019. Kunskapsläget kan anses vara gott, men det är klart befogat att fortsätta studier av olika möjliga korrosionsprocesser vilket SKB avser att driva (sulfidkorrosion, spänningskorrosion, mikrobiella processers betydelse, effekter av oxiderande miljö etc.). Likaså är det motiverat att studera effekterna av strålningsinducerad diffusion av främst syre på grund av bildandet av Frenkelpar (interstitial och dess vakans) i koppars kristallgitter (även relevant för 8.1.4), men även eventuell accelererad rekristallisation av kopparmaterialet självt.

#### **4.5 Planerade insatser för cementbaserade material**

##### **4.5.1 Processförståelse** (sid 65; se även avsnitt 9)

Cementens betydelse för vattenkemin och för radionuklidens löslighet och transportegenskaper har studerats under många år och dokumenterats. Planerade studier av hur cementen kan påverkas under förvaringsbetingelserna och hur egenskaperna kan förändras är välmotiverade och kan uppfylla ett kunskapsbehov.

#### **4.6 Planerade insatser för lerbarriärer och förslutning**

##### **4.6.1 Processförståelse** (sid 66, se även avsnitt 10)

Kompletterande studier av bentonitbarriärens fysiska utveckling fram till vattenmättnad, svällning, strukturförändringar såsom kanalbildning mm är välmotiverade och motsvarar ett kunskapsbehov.

#### **4.7 Planerade insatser för berg**

##### **4.7.1 Processförståelse** (sid 68, se även avsnitt 11)

Berget måste ses som den viktigaste barriären. Planerade fortsatta generella studier av bergmekanik, sprickbildning, rörelser etc. liksom tillämpningar på platserna för slutförvaring (SFR, SFL) är givetvis viktiga och mycket välmotiverade.

#### **4.8 Ytekosystemet**

Det finns flera värdefulla erfarenheter att hämta från sammanställningar i tre böcker med långtidsstudier: "Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident", dito "The first Three Years", dito "After 7 Years", av Tomoko M. Nakanishi et al, Editors, Springer Open

#### **4.10 Äspölaboratoriets avslutande**

##### **4.10.1 Pågående långtidsförsök** (sid 71)

Äspölaboratoriet är i många avseende en unik anläggning som möjliggör kontrollerade in situ-studier av viktiga slutförvarsprocesser. Det är av största vikt att pågående långtidsförsök kan fullföljas och slutföras, vilket SKB planerar. Det är förvånande att fortsatt drift av Äspölaboratoriet med annat syfte än studier av kärnavfallsförvaringsprocesser ej kan förutses eftersom intresset är svagt från andra aktörer att ta över anläggningen.

#### **4.13 Övriga områden**

##### **4.13.1 Bevarande av information och kunskap genom generationer** (sid 76)

Det är viktigt att studier av långtidsminne för samhälle/samhällen fortsätter. Det är oklart om Vinnova beslutat om bidrag till sökt projekt.



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.

The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

#### **4.13.2 Andra metoder för slutförvaring (sid 77)**

Utvecklingen av andra metoder för slutförvaring är ett område som bör följas i Sverige för att möjliggöra jämförelser och säkerhetsanalyser, inte enbart Swedish Scientific Drilling Program. Upparbetning (återvinning) och transmutation är inte aktuella principer för att ta hand om det svenska använda kärnbränslet, enligt politiska beslut, och därmed ej heller relevanta forskningsområden för SKB i dagsläget. Det kan dock synas motiverat att SKB även framledes bevakar dessa områden, utan egna forskningsinsatser. Förändringarna i världen, liksom i Sverige, rörande kärnkraftens utbyggnad eller avveckling, utveckling av nya reaktortyper och nya kärnbränslen, liksom även fusionsforskningen, bör följas, även om det nationella kärnenergiprogrammet efter politiska beslut föreskriver en strategi som innebär deponering av kärnavfall och utbränt kärnbränsle i berggrundsförvar. En allmän erfarenhet är väl för övrigt, att nationella såväl som internationella politiska ställningstagande i så gott som alla frågor radikalt kan ändras med tiden, något som för närvarande är mycket påtagligt.

### **5 Arbetssätt, kompetens och resurser**

#### **5.6 Kompetens och resurser**

##### **5.6.1 Uppbyggnad, utveckling och bevarande av kompetens (sid 90)**

Det finns väldigt liten kompetens och expertis nationellt att bestämma och mäta "svärmätbara" radionuklider inom såväl universitet, myndigheter, tillståndshavare och andra privata aktörer. Detta medför att tillsynen vid avveckling av kärnreaktorer kan komma att bli bristfällig och det kan vara svårt för SSM att bedöma om rivningen uppfyller lagen (speciellt: Enligt 10 § i lagen om kärnteknisk verksamhet, KTL, SFS 1984:3, ska den som bedriver kärnteknisk verksamhet "svara för de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar samt hantera och slutförvara använt kärnbränsle och kärnavfall").

### **6 Låg- och medelaktivt avfall**

#### **6.1 Sorptionspåverkan (sid 99)**

Kunskapsläget rörande effekter av organiska komplexbildare på radionuklidens löslighet och mobilitet i förvaringsmiljön är generellt god. Ett flertal omfattande studier har gjort av cellulossens nedbrytningsprodukter (främst isosackarinsyra, ISA) vid högt pH (cementmiljö) liksom av organiska tillsattningsmedel som kan förekomma i SFR- såväl som SFL-miljöerna.

Humus- och fulvosyror av naturligt ursprung kan vara starka komplexbildare som bildar lättlösliga metallkomplex, speciellt vid höga pH (cementmiljö), då både karboxyl- och hydroxygrupper är aktiva. Här kan likheter finnas med ISA. Möjlig effekt av naturliga humusämnen på radionuklidens löslighet bör beaktas, eller avfärdas efter utredning om kunskapsläget kan bedömas vara tillräckligt gott. Det kan även finnas skäl att sammanställa kunskapsläget rörande grundämnen vars löslighet och mobilitet är starkt beroende av pH, framför allt genom bildning av anjoner vid högt pH motsvarande cementmiljön. I planen nämns Mo, Se och Tc, men det finns flera element av intresse. Det kan finnas relevant information från helt andra avfallssammanhang då lakning och frigörelse av lösliga anjoner har studerats i cement- och slaggmiljöer.

#### **6.4 Radionuklidinventarium**

##### **6.4.2 Metodutveckling för svärmätbara nuklider (sid 104)**

Vikten av representativ provtagning och användningen av nuklidvektorer vid uppskattning av inventariet bör betonas. Endast ett fåtal prov har analyserats med avseende på svärmätbara radionuklider i utländska laboratorium, t.ex. DTU (Risö) i Danmark. Att sända radioaktivt avfall utomlands har flera utmaningar, t.ex. kräver SSM att allt material måste sändas tillbaka till Sverige. De anlåtade laboratorier har troligtvis svårt att visa spårbarhet i sina mätningar då det inte finns tillgängligt referensmaterial vilket kan leda till förtroendebrist. Det är därför förvånande att SKB inte



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.

The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

har för avsikt att själv bygga upp kompetens och infrastruktur för att genomföra radioanalytiska analyser av svärmätbara radionuklider. Detta skulle öka förtroendet för avvecklingsprocessen och säkra att analyser kan genomföras med spårbarhet. Ett radioanalytiskt laboratorium skulle kunna analysera och verifiera nuklidvektorer för avveckling och avfallskontroll och därmed minska osäkerheterna i modellberäkningarna av nuklidinventarier.

## 7 Använt kärnbränsle

### 7.7 Bränsleupplösning (sid 114-116)

Bränsleupplösningstudier har bedrivits under många år och kunskapsläget måste ses som gott. Studier av lakning i sulfidmiljö liksom effekter av radiolys anges som planerade vilket är välmotiverat.

Lakning av uranoxid under naturliga betingelser (in situ, "naturliga analogier") har bedrivits i liten omfattning och skulle kunna återupptas om lämpliga platser kan identifieras. Uranoxidens låga löslighet i syrefritt grundvatten (reducerande betingelser) har en retarderande funktion, vilket är välkänt och studerat. Möjligheten att grundvattnet kring förvaret kommer i kontakt med luft måste beaktas i utvärderingar av platser och händelser. Exempel finns från Bergslagen (Stripa) hur djupt grundvatten i nedlagda gruvor genom tidigare luftkontakt skapat oxiderande miljöer vilket medfört att uranhalten i vattnet har ökat med en faktor 100 över bakgrundsnivån i ostörd grundvattenmiljö. Urankällan är här oxidmineral som är svårslösliga i syrefri miljö.

Alternativa (möjliga framtida) uranföreningar motiverar nya studier. Här märks urannitrid (UN), där grupper vid Chalmers är aktiva. UN har diskuterats som bränsle till blykylda små modulära reaktorer.

### 7.8 Radionuklidspeciering och lösligheter (sid 117)

Kunskapsläget är relativt gott vad beträffar radionuklidens speciering och lösligheter. Dock är fortsatta studier av komplexbildning med förekommande ligander i grundvattenmiljön välmotiverade, speciellt med beaktande av pH-variationer och närvaron av organiska komplexbildare (naturliga och artificiella), liksom av kolloider (bentonit, högmolekylärt organiskt material, järn och aluminium vid högt pH, silikater vid högt pH mm) för flertalet spärelement.

Studier av plutoniums rörlighet i mark/vattensystem (plutonium från nedfall) visar på en möjlig omfördelningsprocess, där plutonium(IV) kan reduceras till plutonium(III) i syrefri vattenmiljö och i närvaro av reducerande organiska syror (humus), för att sedan bilda humuskomplex som är mobila och i nästa led av transportkedjan oxideras till sannolikt plutonium(V) vid kontakten med syresatt vattenmiljö.

Nyliga studier från området runt Fukushima (2019) visar att vittrad biotit är effektivt att fixera <sup>137</sup>Ce genom interkalering (Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident (III) After 7 Years", av Tomoko M. Nakanishi et al, Editors, Springer Open (2019) Kapitel 7, sid 59-73). Denna bindning gör att växter inte lika enkelt tar upp denna långlivade radioisotop. Motsvarande studier av svenska markförhållanden runt kärnkraftverk avseende biotit och andra glimmersorter är motiverade.

## 8 Kapsel för använt kärnbränsle

### 8.1 Korrosion (jfr avsnitt 4.4)

#### 8.1.1 Sulfidkorrosion (sid 119)

#### 8.1.2 Korrosion under oxiderande betingelser (sid 121)

Viktig och trovärdig forskning, som kan leda till full förståelse av kopparkapselns hållbarhet och integritet.



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.

The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

## **8.2 Materialegenskaper kapselmaterial**

### **8.2.1 Kopparkrypning** (sid 127)

### **8.2.2 Vätesprödning i koppar, segjärn och stål** (sid 128)

### **8.2.3 Strålningseffekter på koppar, segjärn och stål** (sid 129)

Kvantkemiska beräkningar blir allt viktigare att implementera i varje materialfråga. Det är därför lämpligt att engagera/inspirera flera grupper än idag att delta i Fud-programmet.

## **9 Cementbaserade material**

### **9.1 Cementbaserade material – utveckling efter förslutning** (jfr avsnitt 4.5)

#### **9.1.1 Grundvattnets inverkan på cementbaserade material** (sid 137)

#### **9.1.3 Påverkan från nedbrytning av organiskt avfall** (sid 138)

Korrekt är, att cementbaserade material påverkas av grundvattnet, men minst lika viktigt är, att cementen skapar ett lokalt pH i vattnet, över 10-10,5 så länge cementen är intakt. Karbonatsystemets jämvikt är förskjutet från dominans av vätekarbonat till karbonat Därmed påverkas specieringen och mobiliteten hos spårmetaller och i förekommande fall radionuklider i den lokala vattenmiljön (hydroxid- såväl som karbonatkomplex, samt vid höga halter organiskt material även humuskomplex). En viktig fråga är alltså hur cementbaserade material påverkar grundvattnets kemiska sammansättning och reaktivitet, speciellt under vilka förhållanden (pH, totalhalt av karbonat, närvaro av organiska ämnen, naturliga såväl som tillsatser i cementen) påverkas aktuella metallers och radionuklidens löslighet och speciering. Detta bör vara kunskap som beaktas i performance assessment-analysen av olika tänkbara betingelser, konceptval och relaterade konsekvenser.

## **10 Lerbarriärer, pluggar och förslutning**

### **10.3 Bentonitmaterialers egenskaper i mättat tillstånd** (jfr avsnitt 4.6)

#### **10.3.3 Kolloidfrigörelse/erosion** (sid 159)

Viktig och välmotiverad forskning, men kolloider finns även i naturvattenmiljöer. Standardmetoden filtrering genom 0,45 µm filter är ej tillräcklig för avskiljning av suspenderad fas, ej heller 0,22 (eller 0,20) µm filter avskiljer hela den kolloidala fasen.

#### **10.3.5 Mineralstabilitet** (sid 161)

Här planeras för synkrotron[ljus]mätningar vid MAX IV av bentonitprover, vilket är viktigt. Synkrotronljusstudier bör uppmuntras i flera av materialfrågorna inom Fud-programmet, såsom för kopparkrypning och rekristallisation (jfr. 8.3.1.). En viktig resurs är det svenska materialvetenskapliga strålröret för in-situ-studier vid Petra III i Hamburg.

## **11 Berg**

### **11.4 Grundvattenflöde, grundvattenkemi och transport av lösta ämnen** (jfr avsnitt 4.7)

#### **11.4.2 Processer som påverkar den hydrokemiska miljön** (sid 184)

Viktig forskning med trovärdiga resultat. En god förståelse och beskrivning av grundvattnets kemi och rörelser är givetvis ett krav och nödvändig förutsättning för beräkning av radionuklidens spridning i geosfären och för säkerhetsanalysen. SKB befinner sig nära forskningsfronten inom dessa områden. Viktiga aspekter vad beträffar hydrokemin är bl.a. förekomsten av kolloider, förekomsten av organiska ämnen och förekomsten av och förutsättningarna för mikroorganismer.

#### **11.4.3 Transportegenskaper och processer som påverkar ämnestransport i berget** (sid 180)

Viktig forskning med trovärdiga resultat.



Kungl. Vetenskapsakademien har till uppgift att främja vetenskaperna och stärka deras inflytande i samhället.  
The Royal Swedish Academy of Sciences has as its aim to promote the sciences and strengthen their influence in society.

## 12 Ytekosystem

### 12.4 Radiologiska, biologiska och kemiska egenskaper hos betydelsefulla ämnen (sid 198)

Analys av ytekosystemen och konsekvenserna av spridningen av radionuklider under olika förutsättningar har ökat i omfattning och betydelse, vilket framgår av både nulägesbeskrivningen och föreslaget program. SKB tar upp viktiga aspekter av betydelse och stor relevans även i andra sammanhang, t.ex. spridning av toxiska ämnen till biogeosfären från samhällets aktiviteter. Information kan också hämtas från pågående och publicerade undersökningar av naturligt förekommande radionuklider i uranförande mark och berggrund (t.ex. alunskifferområden). Det finns även studier av migration och fördelning av radionuklider från nedfall (kärnvapenprov) och olyckor (Tjernobyl m.fl.), inklusive plutonium (i Sverige).

### Referenser

I listan, totalt 524 referenser, ingår 203 rapporter i SKB:s serier, varav 115 från 2019-22, 203 artiklar från internationella vetenskapliga tidskrifter, varav 149 från 2019-22, samt 14 doktorsavhandlingar och 104 övriga publikationer, artiklar från konferensproceedings och tekniska rapporter från myndigheter och i några fall från nationella och internationella konsultbolag. Det stora antalet referenser från 2019-22, dvs. perioden för Fud-program 2019, visar på hög forskningsaktivitet, inte minst antalet doktorsavhandlingar.

### Slutkommentar, slutsatser

Fud-program 2022 är i stora delar välstrukturerat och detaljerat. Avsnitten om pågående och planerade forsknings- och teknikutvecklingsinsatser ger en god nulägesbeskrivning som leder till logiska och välmotiverade programförslag för framtiden. Programmet vilar på en omfattande dokumentation.

Noteras kan dock, att ingenting nämns om alternativa strategier utöver slutförvaring av kärnavfall och kärnbränsle, men andra alternativ än slutförvaring är oförenliga med gällande politiska beslut och ligger utanför uppdraget till SKB. Ej heller berörs säkerhetsfrågor såsom risker för sabotage och krigsaktiviteter, vilket kan ses som en ny realitet i Sveriges närområde.

En fråga som är relevant men utanför SKB:s uppdrag och ansvarsområde är den framtida kärnbränsleförsörjningen som skulle kunna baseras på uranutvinning i Sverige. Tidigare har bedömts att Sverige har kanske Europas största urantillgångar, dock huvudsakligen i mineral och berg med låga halter. Frågan om utvinning av uran från svensk berggrund kommer med stor sannolikhet att utredas, och nuvarande förbud mot utvinning kan komma att omprövas. Utvinning av svenskt uran liksom upparbetning av använt kärnbränsle för utvinning av uran med flera element kommer, i förekommande fall, radikalt ändra förutsättningar och villkor för hanteringen av både råvaran och avfallet inom kärnbränslecykeln.

Beslut i detta ärende har fattats av ständige sekreteraren efter förberedande arbete av Bert Allard, ledamot av KVA:s klass för geovetenskaper, och Lars Hultman, ledamot av KVA:s klass för tekniska vetenskaper, båda ledamöter av KVA:s kommitté för miljö och energi, samt Mats Eriksson, ordförande Svenska nationalkommittén för strålskyddsforskning.

Hans Ellegren  
Ständig sekreterare