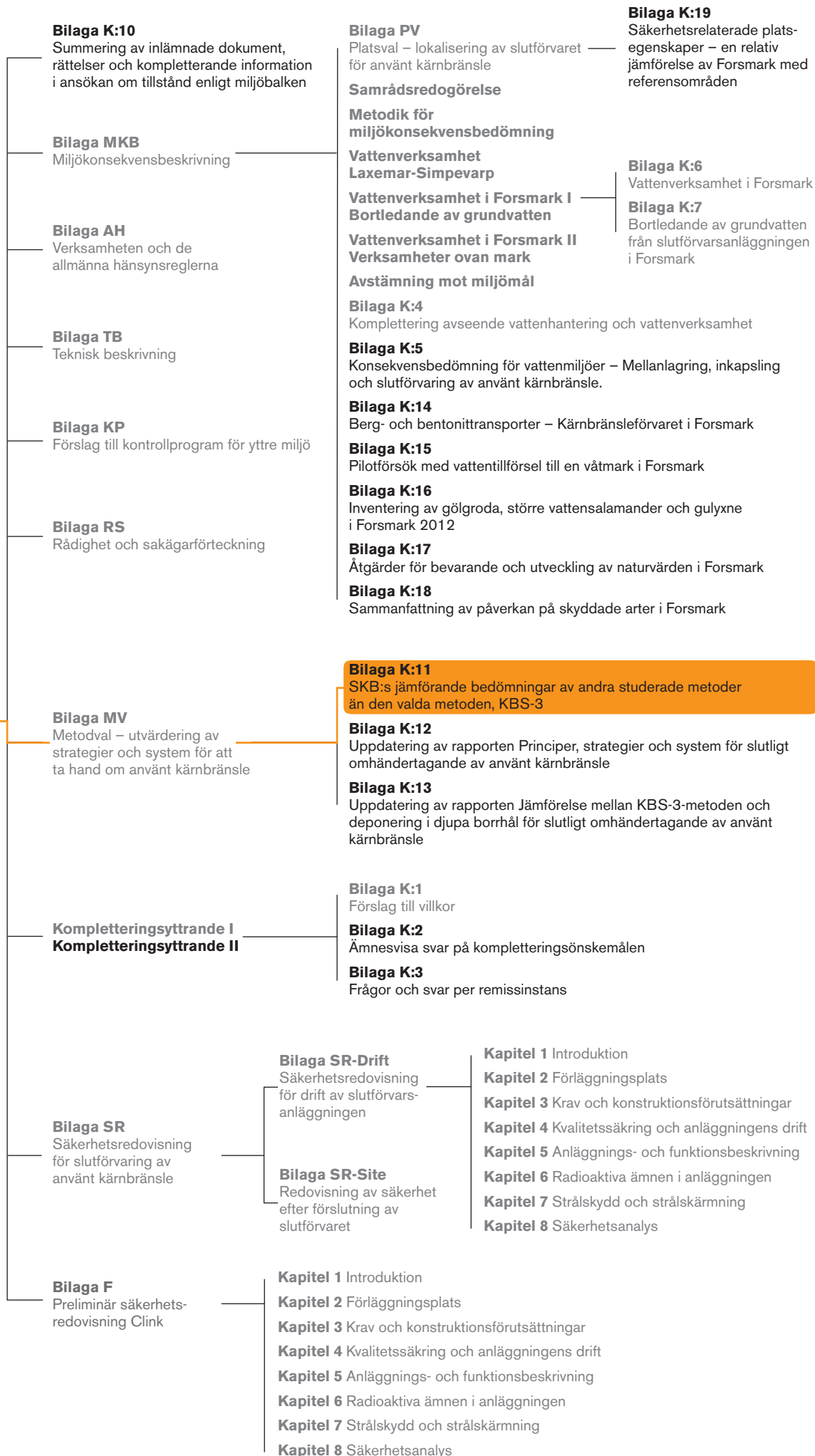


Ansökan enligt miljöbalken – komplettering II – september 2014

Toppdokument Begrepp och definitioner





Öppen

Promemoria (PM)

DokumentID 1440497	Version 1.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (24)
Författare Claes Thegerström			Datum 2014-06-19	
Kvalitetssäkrad av Saida Engström Olle Olsson Helene Åhsberg			Kvalitetssäkrad datum 2014-09-03 2014-09-03 2014-09-03	
Godkänd av Martin Sjölund			Godkänd datum 2014-09-04	

SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3

Sammanfattning

De ansökningar, enligt miljöbalken och kärntekniklagen, som SKB lämnade in i mars 2011 bygger på tre förutsättningar av grundläggande natur:

- Det använda bränslet ska direktdeponeras utan annan behandling än inkapsling
- Slutförvaringen ska ske enligt den så kallade KBS-3-metoden
- Slutförvaringen ska ske på den plats som undersökts i Forsmark

I ansökningshandlingarna redovisar SKB bakgrunden till och skälen för denna inriktning av SKB:s ansökningar. Vissa remissinstanser har framfört kompletteringsönskemål vad gäller underlaget kring ovanstående förutsättningar. I kompletteringsyttrandena i april 2013 och november 2013 har SKB besvarat dessa önskemål och understrukit som sin uppfattning att prövningen bör fokuseras på den sökta verksamheten och dess miljöpåverkan. Vidare har SKB i yttrandet den 18 november 2013 åtagit sig att ge in kompletterande underlag i form av en uppdatering av rapporterna Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB 2014a¹) och Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB 2014b²).

Avsikten med denna PM³, som bygger på de ovan nämnda rapporterna, är att ge en samlad överblick av SKB:s underlag och skäl för att, vid jämförelse med andra metoder, välja den metod som ansökan avser. Fokus ligger på de kompletteringsönskemål som Strålsäkerhetsmyndigheten framställt dels i sina remissyttrandena till mark- och miljödomstolen dels i kontakter med SKB. SKB:s syn på och avvägning mellan olika principer för metodvalet redovisas också i denna PM.

Vad gäller möjligheterna till upparbetning och återcyklning av klyvbara ämnen i det använda bränslet framgår av redovisningen att det finns industriellt utvecklad teknik i andra länder. En rad förutsättningar av såväl teknisk som politisk natur skulle behöva uppfyllas för att, som allra tidigast från 2020, kunna ställa om det svenska kärnkraftsprogrammet till upparbetning/återcyklning. Det skulle som mest kunna spara cirka 20 procent av uranbehovet. Kärnavfallshanteringen skulle bli mer komplex och kostnaderna ökar väsentligt. SKB bedömer att osäkerheterna i ett sådant scenario är så stora att det är orealistiskt att förverkliga.

Den princip som i första hand styr valet av metod för slutförvaringen är kravet på säkerhet på kort och lång sikt. Koncept för byggda förvar, såsom KBS-3, har efter flera decenniers utvecklingsarbete, enligt SKB nått en sådan mognad (tekniskt och vetenskapligt) att det går att visa att säkerhetskraven uppfylls. Detta är i dag inte möjligt för konceptet för deponering i djupa borrhål, som är det som framför allt tas upp i remissyttrandena. SKB bedömer att det skulle krävas flera decenniers fokuserat utvecklingsarbete för att nå erforderlig kunskapsnivå för en ansökan byggd på konceptet djupa borrhål. Även efter en sådan insats kvarstår troligen grundläggande svagheter i konceptet bland annat vad gäller uppfyllande av flerbarriärprincipen och kraven på säkerhet, kvalitetskontroll och återtagbarhet under hantering och deponering. Mot denna bakgrund har SKB fattat beslutet att välja ett slutförvar som baseras på KBS-3-metoden.

¹ Utgör bilaga K:12 i SKB:s komplettering II till MMD, september 2014.

² Utgör bilaga K:13 i SKB:s komplettering II till MMD, september 2014.

³ Utgör bilaga K:11 i SKB:s komplettering II till MMD, september 2014.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	SKB:s redovisning.....	4
1.2	Remissorganens synpunkter och ytterligare önskemål om komplettering	5
2	SKB:s syn på och värdering av utgångspunkter och krav för metodvalet.....	7
2.1	Allmänna förutsättningar för metodval	7
2.2	Grundläggande frågeställningar.....	7
2.3	Tillämpning av säkerhetsprincipen och ansvarsprincipen	8
2.4	Hushållnings- och kretsloppsprincipen.....	8
2.5	Autonomiprincipen.....	9
3	Valet av KBS-3-metoden.....	10
3.1	Tekniska/ geologiska aspekter.....	10
3.2	Beslutsläget.....	10
4	Metodjämförelser – möjligheter och begränsningar	12
5	Bedömning av återanvändning av bränslet och jämförelse med SKB:s val av direktdeponering	13
5.1	Allmänt	13
5.2	Återcykling inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram	13
5.3	Återcykling i ett program för långsiktig användning av ny kärnkraft i Sverige	15
5.4	Separation/transmutation inom ramen för nya kärnkraftsanläggningar i Sverige	16
6	Bedömning av djupa borrhål i jämförelse med KBS-3 för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle.....	17
7	Referenser	22

Bilaga 1

Beslutsläget rörande val av metod i andra länders program

1 Inledning

I samband med prövningen av SKB:s tillståndsansökan enligt miljöbalken har flera remissinstanser framfört kompletteringsönskemål rörande olika delar i redovisningen av metodvalet. I yttranden till mark- och miljödomstolen (MMD) den 2 april 2013 och den 18 november 2013 har SKB tagit ställning till dessa önskemål och dessutom lämnat en del ytterligare information och underlag. I yttrandet den 18 november 2013 med bilaga K:9 har SKB åtagit sig att i en kommande komplettering ... *redovisa en jämförande bedömning av konceptet djupa borrhål och den sökta metoden KBS-3*. SKB anger också att *eftersom teknik och geovetenskapligt underlag för konceptet djupa borrhål inte finns tillgängligt annat än i mycket begränsad omfattning kommer detaljeringsgraden i en jämförelse att anpassas till detta*. Vidare har SKB åtagit sig att i kompletteringen *ta upp möjligheterna att utifrån ett hushållningsperspektiv återanvända det använda kärnbränslet i framtida kärnreaktorer* samt att den ska ge SKB:s syn på avvägningen mellan olika principer för metodvalet. Föreliggande PM, som baseras på uppdateringen av rapporterna Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB 2014a) och Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB 2014b), utgör den utlovade kompletteringen. Dessutom behandlar denna PM och de ovan nämnda rapporterna frågeställningar som framförts av SSM i kontakter med SKB. En avsikt med denna PM är därmed att ge en samlad överblick av SKB:s underlag och skäl för att, vid jämförelse med andra metoder, välja den metod som ansökan avser. Redovisningen bygger i huvudsak på det som finns med i ansökansmaterialet med nu gjorda uppdateringar samt en del rapporter som publicerats därefter. Fokus ligger på de frågor kring metodvalet som tagits upp i remissyttrandena till mark- och miljödomstolen.

1.1 SKB:s redovisning

I den ansökan enligt miljöbalken som SKB lämnade in den 16 mars 2011 redovisas bakgrunden till och skälen för SKB:s val av KBS-3-metoden för slutförvaring av det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet. Redovisningen finns dels i toppdokumentet, dels i bilaga MV, Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle. Bilaga MKB – Miljökonsekvensbeskrivning innehåller också en beskrivning av metodvalet med bland annat en jämförande redovisning i avsnitt 3.6, Andra metoder.

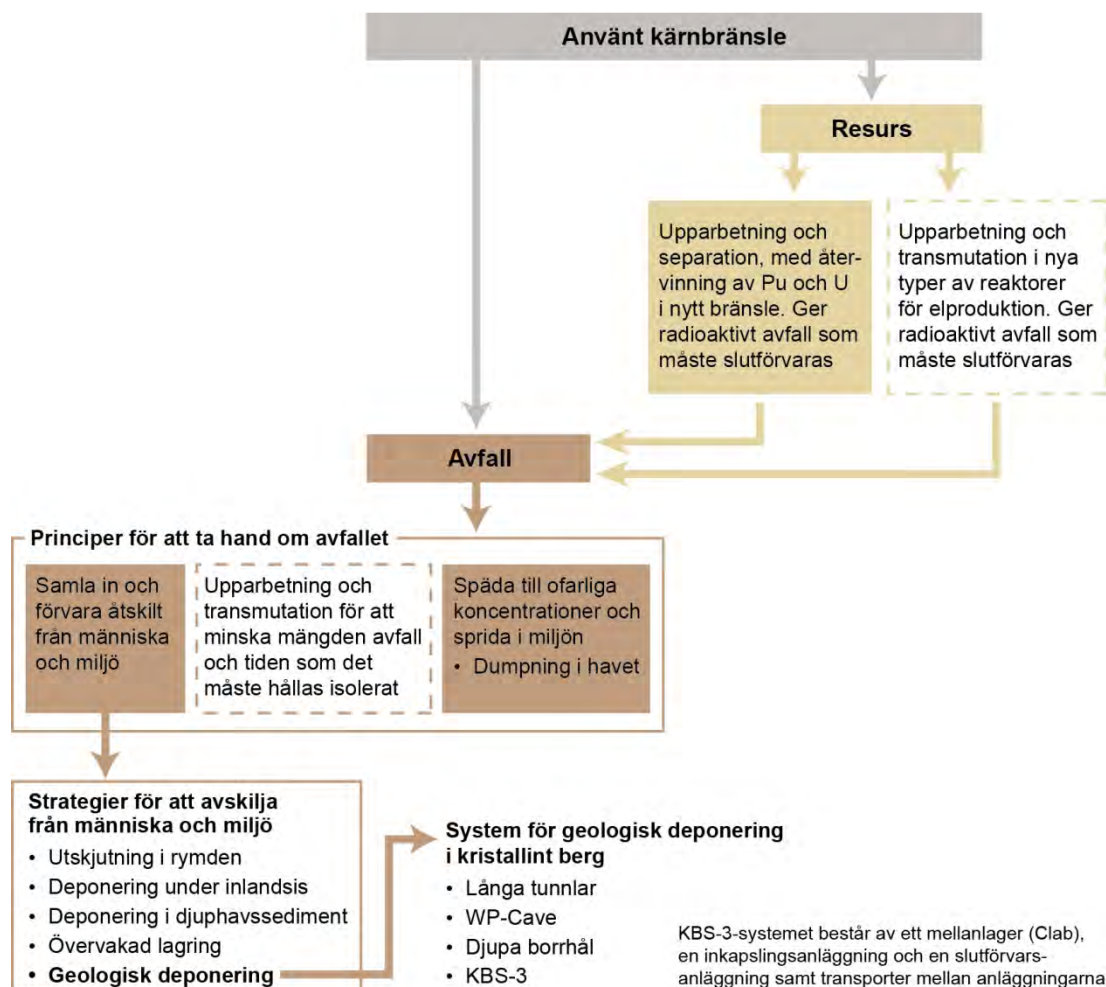
Sammanfattningsvis har SKB angett att den metod som väljs måste innebära att kärnbränslet slutförvaras så att:

- människors hälsa och miljön skyddas mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet nu och i framtiden
- olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras
- detta sker inom Sverige och med berörda kommuners medgivande
- slutförvarets säkerhet efter förslutning baseras på ett system av passiva barriärer och utformas så att det förblir säkert även utan underhåll eller övervakning
- slutförvaret etableras av de generationer som dragit nytta av den svenska kärnkraften.

Dessa utgångspunkter och krav baseras på svensk lagstiftning (särskilt miljöbalken, kärntekniklagen och strålskyddslagen) och internationella överenskommelser. Av redovisningarna i ansökan framgår bland annat att det är olika varianter av slutförvar av typen byggda förvar på 500–1 000 meters djup som finns så långt utvecklade att de kan göras till föremål för tillståndsprövning och kan uppfylla alla kraven. Detta är fallet också i ett internationellt perspektiv. I Sverige och Finland har ansökningar för KBS-3 i kristallint berg lämnats till myndigheterna och i Frankrike utarbetas en ansökan för ett byggt förvar i en lerformation, samtliga på ett djup av ungefär 500 meter. I ett antal andra länder drivs också

projekt för lokalisering av slutförvar och i samtliga fall rör det sig om byggda förvar, se vidare bilaga 1.

De principer, strategier och system för omhändertagande av använt kärnbränsle som SKB har bedömt i ansökan framgår av figur 1-1. Inom ramen för det program för forskning och utveckling (Fud – programmet) som krävs enligt kärntekniklagen följer SKB utvecklingen framför allt när det gäller ”upparbetning med separation/transmutation” samt ”deponering i djupa borrhål”. Det är också dessa alternativ som främst tas upp av remissorganen och som behandlas i denna PM.



Figur 1-1. Principer, strategier och system för omhändertagande av använt kärnbränsle

1.2 Remissorganens synpunkter och ytterligare önskemål om komplettering

Remissorganen har framfört kompletteringsönskemål till MMD i två omgångar, dels under 2012 med ansökan som underlag, dels som svar på SKB:s kompletteringsinlaga till MMD den 2 april 2013. Frågor och önskemål om kompletteringar framgår av respektive remissinlaga och SKB:s bemötanden finns i bilagorna K:2 Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen (SKBdoc 1382754), K:3 Frågor och svar per remissinstans (SKBdoc 1356032) och K:9 SKB:s inställning till önskemål om ytterligare kompletteringar (SKBdoc 1406922). SKB har uppfattat att de ytterligare kompletteringsönskemål som förs fram framförallt gäller:

- En mera ingående motivering av valet av direktdeponering av det använda bränslet i jämförelse med återvinning av en del av energiinnehållet genom upparbetning och återföring av därvid återvunnet uran och plutonium till reaktorerna i så kallat MOX-bränsle.
- En mera ingående redovisning av vilka möjligheter som teknikutvecklingen kan komma att erbjuda i form av ännu bättre utnyttjande av energiinnehållet i det använda bränslet genom återcykling av separerat plutonium i snabba reaktorer, eventuellt kombinerat med separation/transmutation av långlivade aktinider.
- En mera grundlig och uppdaterad redovisning av konceptet för deponering i djupa borrhål och en mera ingående jämförelse mellan detta koncept och den valda KBS-3-metoden.

Vidare efterfrågas av några remissinstanser en fördjupad redovisning av SKB:s syn på den inbördes vikten av olika, och potentiellt motstridande, krav och utgångspunkter för metodvalet inklusive tillämpningen av principer för säkerhet, autonomi, ansvar, hushållning och kretslopp.

Mycket av diskussionen kring kravuppfyllelse handlar om bedömningar av hur väl, med vilka marginaler och med vilken tillförlitlighet, kraven kan bedömas vara uppfyllda. Så är i synnerhet fallet för den långsiktiga säkerheten efter förslutning. Av den anledningen har Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) i sitt ”Delyttrande till Mark- och miljödomstolen (2013-09-30 Doknr SSM2013-31169/SSM2013-4183) angående inkomna kompletteringar” också tagit upp vikten av att tillämpa strålskyddsoptimering och BAT (Best Available Technology eller Bästa möjliga teknik) vid val av metod för slutförvaringen.

Myndigheten framhåller att:

En särskild faktor vid prövning av slutförvarsansökan är säkerhetsanalysens extrema tidsperspektiv (100 000-tals år). En sådan tidshorizont medför stora osäkerheter i vilka faktorer som kan påverka slutförvarets framtida utveckling och i förlängningen skyddet av människors hälsa och miljön. Eftersom osäkerheter i samband med utvärderingen av dos/risk ökar med tiden har myndigheten angett att SKB ska tillämpa strålskyddsoptimering och BAT. Kravet på BAT innebär att plats och metod bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt. BAT innebär också krav att begränsa sannolikheten för, och konsekvenserna av till exempel oavsiktligt intrång. Det är inte tillräckligt att enbart basera metodvalet på uppfyllelse av kriteriet för dos/risk.

Innebörden av detta är att metodvalet, enligt SSM, behöver prövas ur två aspekter, dels med avseende på kravuppfyllelse vad gäller gränserna för stråldoser och framtida risker för människor och miljö dels med avseende på en jämförelse med andra metoders prestanda ”för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt.” Den första aspekten handlar om att med hjälp av säkerhetsanalys visa att den valda metoden ger lägre doser och risker än föreskrivna gränser. Den andra aspekten innebär en relativ jämförelse av olika metoders prestanda för att ”förhindra, begränsa och fördröja utsläpp”.

2 SKB:s syn på och värdering av utgångspunkter och krav för metodvalet

2.1 Allmänna förutsättningar för metodval

Utgångspunkterna för metodvalet och den uppsättning krav som ska visas vara uppfyllda har delvis olika karaktär. Kravet att slutförvaringen ska ske inom Sverige kan visas vara uppfyllt på ett entydigt sätt, medan det för krav som har att göra med strålsäkerhet på lång sikt handlar om att genom analyser och beräkningar visa att metoden uppfyller kraven, vilket ger ett visst utrymme för tolkningar och värdering. En annan aspekt gäller avvägningen mellan att påbörja genomförandet i närtid för att så väl som möjligt uppfylla kravet på att den generation som dragit nytta av kärnbränslet etablerar slutförvaret eller att avvakta och driva forskningen vidare för att få ännu djupare kunskap inför genomförandet. Ytterligare en aspekt kopplar till det faktum att det inte funnits en uppsättning färdigutvecklade metoder för slutförvaring att jämföra och välja mellan. Detta har lett till att metodvalet måste ske som en integrerad del i olika stadier av programmet för forskning och utveckling. Det principiella metodvalet har då gjorts på ett relativt tidigt stadium baserat på jämförelser mellan olika tänkbara metoder och deras förutsättningar. Utvecklingen av vald metodinriktning har därefter fortsatt med fördjupning av kunskapen och precisering av utformningen samtidigt som ny forskning kring de olika metoderna beaktats för att löpande avgöra om resultaten föranleder någon ändring i bedömningarna av dessa metoder.

Ju mer omfattande underlag – vetenskapligt, tekniskt och platsspecifikt – som finns för en viss metod desto tillförlitligare bedömningar kan göras. Detta måste beaktas vid en jämförelse mellan metoder som är olika långt utvecklade vad gäller till exempel tekniken för ett genomförande eller där tillgången av vetenskapligt underlag för säkerhetsanalysen skiljer sig åt på ett markant sätt. Idealt sett, för att få så tillförlitliga jämförelseresultat som möjligt, borde de metoder som jämförs dels underbyggas med en säkerhetsanalys som visar att de uppfyller de grundläggande kraven vad gäller dos och risk samt står på en likartad nivå av tekniskt/vetenskapligt underlag. I praktiken föreligger flera hinder för att kunna göra jämförelserna på denna ideala nivå annat än för olika varianter av i grunden samma metod, till exempel olika utformningar av ett byggt förvar i en viss typ av geologisk formation. De resurser, den tidsåtgång, den platsspecifika inverkan - socialt såväl som fysiskt – och den kostnad som det innebär att fullt ut utveckla en slutförvarsmetod är så omfattande att det bara kan motiveras om den föredragna metoden, det vill säga KBS-3-metoden, på objektiva grunder kan befaras inte uppfylla de föreskrivna kraven eller om redan konceptuella studier av andra slutförvarsmetoder visar att dessa har klara fördelar från strålsäkerhetssynpunkt jämfört med den föredragna metoden samt att konceptet bedöms ha hög potential för att kunna utvecklas så att det kan genomföras med stor tillförlitlighet. I Sverige, liksom i de flesta andra länder, har detta inneburit att en specifik metod för slutförvaring – i regel ett byggt geologiskt förvar - har stegvis utvecklats fram till en platsspecifik utformning med tillhörande underlag för en tillståndsansökan. Utvecklingen i vårt land har genomförts av SKB under SSM:s och Kärnavfallsrådets överinseende med remisshantering och granskning följt av regeringens ställningstagande till programmets inriktning och innehåll inom ramen för de krav kärntekniklagen ställer på ett allsidigt kärnavfallsprogram.

2.2 Grundläggande frågeställningar

Den grundläggande frågan vad rör metodvalet som behöver behandlas i ansökan och i tillståndsprövningen är

- Uppfyller den valda metoden, KBS-3, de uppställda kraven på säkerhet och miljöskydd?

SKB:s svar på den frågan är att det underlag som redovisas i ansökan visar att så är fallet. Om svaret på den frågan skulle bli nej i tillståndsprövningen, är det SKB:s och dess ägares ansvar att återkomma

med en ny ansökan, vars närmare innehåll kommer att bero på skälen till avslag. Det kan då komma att innebära val att utveckla en annan metod eller modifierad utformning av KBS-3.

Om svaret blir ja – det vill säga KBS-3 bedöms uppfylla de grundläggande kriterierna – så återstår (med hänvisning till kravet på BAT) att också bedöma följande fråga

- Finns det en alternativ metod med bättre strålsäkerhetsrelaterade prestanda än den valda metoden?

Enligt SKB är det uppenbart att det saknas någon sådan alternativ metod till KBS-3. Eftersom någon alternativ metod inte utvecklats vare sig i Sverige eller i andra länder så bör frågan ovan snarare formuleras som

- Finns det någon alternativ metod som redan på konceptstadiet visar på klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden och som kan utvecklas till en industriellt användbar metod?

Så som SKB redovisat i ansökan och som ytterligare utvecklas nedan finns det inte heller anledning att besvara denna fråga jakande.

2.3 Tillämpning av säkerhetsprincipen och ansvarsprincipen

I SKB:s beslutsprocess som resulterat i att förorda att anlägga och driva ett slutförvar enligt KBS-3-metoden har de ovan nämnda grundläggande frågeställningarna hanterats enligt följande:

- Uppfyllande av kravet på att människors hälsa och miljön skyddas mot skadlig verkan av joniserande strålning har högsta prioritet och utgör ett absolut krav. SKB anser att det genom säkerhetsanalyser och det övriga underlag som ingår i tillståndsansökan framgår att kravet är uppfyllt för KBS-3-metoden på den valda platsen i Forsmark.
- Ansvarsprincipen, som innebär att slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av den svenska kärnkraften, väger därpå tungt därför att det finns en risk med att avvakta med genomförandet för att utveckla en alternativ metod i ett läge där det finns en metod som uppfyller de grundläggande kraven. Risken är att möjligheterna att kunna genomföra en säker slutförvaring inte kvarstår över tiden till exempel därför att kompetens, resurser, engagemang eller politiska förutsättningar urholkas. Det är därför, enligt SKB:s uppfattning, endast i ett läge där a) den föredragna KBS-3-metoden visar sig vara förenad med strålskyddsmässiga tillkortakommanden eller b) en alternativ metod redan på konceptstadiet visar på klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden och att detta koncept med säkerhet kan utvecklas till en industriellt användbar metod som det kan vara motiverat att inte tillämpa ansvarsprincipen.

2.4 Hushållnings- och kretsloppsprincipen

I 2 Kap 5§ miljöbalken anges att *Alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd skall hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand skall förnybara energikällor användas.*

Flera remissinstanser tar upp dessa principer och vill att SKB ger sin syn på hur denna kretslopps- och hushållningsprincip hanteras i samband med metodvalet. SKB menar att principen behöver beaktas ur två aspekter. Den ena är ur ”konventionellt” projektperspektiv, det vill säga att de stora anläggningsprojekten i sin detaljutformning vad gäller materialval, energilösningar, metoder för berguttag mm planeras och genomförs i enlighet med kretslopps- och hushållningsprincipen. Detta redovisas också i ansökningshandlingarna och kommer att kontrolleras och följas upp vid ett genomförande. Den andra aspekten gäller synen på själva det använda bränslet som ett avfall eller som en energiresurs som, enligt hushållningsprincipen, borde återanvändas. Den aspekten aktualiserar grundläggande frågor inte bara kring slutförvaringsmetod utan också vad gäller Sveriges

energiförsörjning nu och i framtiden. I den frågan är SKB:s grundinställning att beslut om att återcykla eller inte återcykla kvarvarande energiråvara (uran/plutonium) i det använda bränslet är ett beslut som hör hemma inom ramen för hur svensk energipolitik utformas. Historiskt har det, sedan början av 1980-talet, inneburit att avstå från återcykling. Skälen har varit såväl politiska som tekniskt/ekonomiska. Att utifrån strikt tillämpning av hushållningsprincipen - vad gäller just val av lösning för slutförvaringen - låta detta krav slå igenom så att det inverkar på en betydande del av systemet för svensk elförsörjning förefaller orimligt. Det kan dock vara värt att påpeka att en slutförvaring enligt KBS-3-metoden trots allt inte innebär att det potentiella energivärde som finns i använt kärnbränsle förskingras. Det finns kvar i det använda bränslet och kan i en framtid tas tillvara, antingen inom ramen för ett utbyggt kärnkraftsprogram och innan det kommit att deponeras eller också senare från ett slutförvar, om än i det fallet till en betydande kostnad och i ett omfattande återtagsprojekt. Se vidare avsnitt 5 för en närmare genomgång av hushållningsaspekterna.

2.5 Autonomiprincipen

Ytterligare en aspekt i detta resonemang kring beslut om val av och genomförande av en metod har kommit till uttryck i den så kallade KASAM⁴-principen, eller autonomiprincipen, enligt vilken beslut om en viss lösning måste präglas av insikten av att andra lösningar *kan* bli aktuella i framtiden. Denna öppenhet inför en okänd framtid uttrycks i autonomiprincipen på följande sätt: *ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder. Vår generation bör med andra ord inte lägga ansvaret på senare generationer men bör å andra sidan inte heller beröva kommande generationer deras möjlighet att ta ansvar.*

SKB ser ett värde i att söka uppfylla KASAM-principen vid metodvalet och i sättet att genomföra slutförvaringsprojektet så länge det inte komprometterar målet att uppfylla kraven på långsiktig passiv säkerhet och på att olovlig befattning med kärnämne och kärnavfall ska förhindras.

⁴ KASAM heter numera Kärnavfallrådet.

3 Valet av KBS-3-metoden

Den ansökan som lämnades in i mars 2011 redovisar på vilka grunder SKB valt KBS-3-metoden och ger en ingående beskrivning av dess platspecifika utformning i Forsmark med en analys av säkerheten och miljöpåverkan.

3.1 Tekniska/ geologiska aspekter

KBS-3-metoden är en metod för så kallad direktdeponering. Den omfattar två grundläggande strategiska val

- Det använda bränslet betraktas som ett avfall och ska slutförvaras, det vill säga det upparbetas inte, ej heller demonteras det i sina komponenter utan bränsleknippena kapslas in i befintlig form inför slutförvaringen.
- Det inkapslade bränslet ska deponeras för slutförvaring i ett byggt förvar på cirka 500 meters djup i svensk kristallin berggrund.

De alternativ som framför allt tas upp i kompletteringsönskemålen till miljöbalksansökan rör, som framgår av avsnitt 1.2, båda dessa strategiska val. Dels efterfrågas mer ingående motivering av varför inte upparbetning av bränslet och återcyklning av Uran/Plutonium tillämpas dels efterfrågas mer jämförande underlag om metoden djupa borrhål, som innebär deponering på flera kilometers djup i borrhål från ytan. En viktig distinktion är att de två strategiska valen är oberoende av varandra. Man kan mycket väl välja strategin upparbetning/återcyklning för bränslet men hålla fast vid slutförvaring i ett byggt förvar enligt KBS-3-modellen, eftersom det även efter upparbetning/återcyklning återstår högaktivt avfall som kräver långsiktig slutförvaring. Upparbetning/återcyklning är således inte ett alternativ för slutförvaring utan ett alternativ för hur det använda bränslet ska behandlas och utnyttjas.

3.2 Beslutsläget

Valet av och utvecklingen av KBS-3-metoden för slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet från de svenska reaktorerna har sedan 1984 skett inom ramen för det ansvar enligt kärntekniklagen som SKB:s ägare åläggs. Det innebär bland annat krav på att vart tredje år redovisa ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram för granskning av SSM och Kärnavfallsrådet (eller dess föregångare) och regeringens ställningstagande. En sammanfattning av detta utvecklingsarbete, inklusive hur alternativ studerats och värderats och vilka ställningstaganden som myndigheter och regeringen gjort, finns i (SKB 2014a), avsnitt 2.3 och en ingående redovisning finns i (SKB 2010). Enligt SKB:s uppfattning har detta förfarande utgjort en stor tillgång för utvecklingen av det svenska kärnavfallsprogrammet. Det har inneburit insyn för alla parter i SKB:s planer, arbete och resultat och det har givit SKB tillgång till kvalificerad utomstående vetenskaplig/teknisk granskning och politisk återkoppling på programmets upplägg. Även om regeringen och berörda myndigheter varit noga med att understryka att SKB:s metodval kan slutligt godkännas först i samband med en ansökan om att få uppföra ett slutförvar så har processen inneburit att SKB:s inriktning på KBS-3-metoden har godtagits och vid två specifika tillfällen har explicita regeringsbeslut fattats rörande KBS-3-metoden.

- I samband med att regeringen i juni 1984 gav tillstånd att starta de två sista reaktorerna (Forsmark 3 och Oskarshamn 3) i kärnkraftsprogrammet tog regeringen också ställning till det underlag (den så kallade KBS-3-rapporten) rörande möjligheterna till säker slutförvaring av det använda bränslet som ingick i reaktorägarnas ansökan. Av regeringsbeslutet framgick att regeringen vid en samlad bedömning funnit att metoden *i sin helhet i allt väsentligt befunnits kunna godtas med hänsyn till säkerhet och strålskydd* även om påpekanden hade gjorts om enskildheter vid granskningen. Vidare påpekade regeringen *att slutlig ställning i fråga om hanteringsmetod för använt kärnbränsle kommer att tas först sedan erfarenheter vunnits och slutsatser kunnat dras från den kunskap och förbättrade teknik som svenskt och internationellt utvecklingsarbete ger.*

- I samband med att regeringen i november 2001 tog ställning till SKB:s så kallade Fud-K rapport – Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet – angav regeringen att *Utan att föregripa ställningstaganden till framtida tillståndsansökningar bedömer regeringen att Svensk kärnbränslehantering AB bör använda KBS-3-metoden som planeringsförutsättning för de platsundersökningar som nu avses. Bolaget bör även fortsättningsvis bevaka teknikutvecklingen avseende olika alternativ för omhändertagande av kärnavfall. (Reg. Beslut 22; 2001-11-01).*

Sammanfattningsvis har således SSM eller dess föregångare och regering:

- godkänt KBS-3-rapporten som tillräckligt underlag för att få starta reaktorerna F3 och O3,
- löpande godtagit programmets inriktning på KBS-3-metoden samt
- angivit denna metod som planeringsförutsättning för platsundersökningarna,

samtidigt som de understrukt att ett slutligt ställningstagande inte kan göras förrän vid prövningen av en ansökan om att få uppföra ett slutförvar. De har också i anslutning till besluten begärt att SKB ska följa teknikutvecklingen och redovisa utvärderingar av andra metoder, men detta har inte inneburit krav på att utveckla någon sådan alternativ metod. Inte heller internationellt eller i andra länder har det skett någon egentlig metodutveckling för andra inriktningar än för byggda förvar på 500–1 000 meters djup. Vad gäller metodval för slutförvaring står, som tidigare nämnts, således inte valet mellan byggda förvar, typ KBS-3 och andra koncept, typ djupa borrhål utan valet gäller om man ska inleda tillämpningen av KBS-3 eller om man i stället ska välja att utveckla en annan metod som djupa borrhål, varvid framtagandet av ett fullgott underlag för att avgöra om utvecklingen leder till en metod som kan uppfylla säkerhetskraven bedöms ta minst ett par decennier.

4 Metodjämförelser – möjligheter och begränsningar

Eftersom det inte finns några system eller anläggningar i drift för slutförvaring av använt kärnbränsle och ej heller någon marknad med utbud av licensierade metoder blir en jämförelse av olika förslag en fråga om att jämföra den valda metoden KBS-3, som är utvecklad och genomarbetad fram till färdiga ansökningshandlingar med metoder för vilka det mesta av erforderligt utvecklingsarbete återstår innan de kan bedömas med samma precision. Detta innebär att jämförelserna kommer att halta på det sättet att prestanda för KBS-3 kan bedömas med större säkerhet än för andra metoder.

En rad aspekter behöver beaktas vid en jämförelse av förslag till hur använt kärnbränsle ska hanteras och slutförvaras. Förutom tänkt teknisk utformning med en beräknad, uppskattad eller bedömd miljö- och hälsoeffekt behöver man också beakta de sociala, politiska och ekonomiska förutsättningarna för att kunna genomföra ett förslag. Till detta kommer att varje aspekt eller parameter kan vara olika väl belyst och underbyggd för olika förslag. Det är också viktigt att den valda metoden ger stabila förutsättningar för att anläggningen ska kunna byggas och drivas med uppfyllande av de höga strålsäkerhets- och miljömässiga krav som gäller för en verksamhet vid ett slutförvar och för att slutförvaret i praktiken ska få de egenskaper som krävs för att uppfylla kraven på långsiktig säkerhet. Vidare är i regel varje förslag till slutförvaring beroende av stödjande verksamheter och det finns därmed inget givet svar på vad som ska betraktas som en del av det tekniska system som ska bedömas och jämföras med ett annat. Slutligen kan det också finnas aspekter som har att göra med tänkbara följd effekter av ett förslag eller hur väl det kan passa ihop med alternativ för framtida utveckling, till exempel inom energiförsörjningen. Sammantaget innebär allt detta att det är en komplex uppgift att göra jämförelserna. Det är därför viktigt att redovisningen anger utgångspunkter och systemgränser och tar upp de osäkerheter som kan vara förknippade med förslagen som jämförs. Hur detta har gjorts i underlaget till SKB:s ansökan framgår närmare av redovisningen i (SKB 2014a) och (SKB 2014b). Sammanfattningsvis har redovisningen följande centrala utgångspunkter och systemgränser:

- Bedömningarna görs utifrån de krav som kan utläsas av relevant lagstiftning, med tillhörande föreskrifter, och internationella konventioner, se avsnitt 2 ovan. Särskild fokus läggs på bedömningar av långsiktig säkerhet för hälsa och miljö eftersom detta är det grundläggande målet med en slutförvaring. Dessutom redovisas översiktligt jämförelser med avseende på graden av återtagbarhet och handlingsfrihet resp. handlingsbörda för framtida generationer.
- Avfallet utgörs av cirka 12 000 ton använt kärnbränsle från det nuvarande svenska kärnkraftsprogrammet i enlighet med vad som anges i ansökan. Det har framställts kompletteringsönskemål om att metodvalet ska beakta också olika fall med utbyggd kärnkraft och vilken påverkan det kan ha. Ett allmänt resonemang som illustrerar hur införande av ny kärnkraft kan påverka metodvalet tas upp i avsnitt 5. Detta är dock spekulationer som SKB inte kan lägga till grund för sitt beslut om metod.
- Redovisade system omfattar endast översiktligt anläggning och teknik för preparering/inkapsling av det använda bränslet inför en slutförvaring samt mera i detalj anläggning och teknik för genomförande av slutförvaringen. Dessutom redovisas översiktligt jämförelser med avseende på eventuell inverkan på hela kärnbränslecykeln.

En central aspekt, som behöver anges i jämförelsematerialet och som måste beaktas vid en bedömning av hur väl en metod kan förväntas uppfylla kraven, är vilken nivå av teknisk tillämpbarhet en metod uppnått och vilka insatser som krävs i form av tillkommande utvecklingsinsatser för att, vid ett lyckat utvecklingsresultat, kunna tillämpa den för eventuell behandling och slutförvaring av använt kärnbränsle.

5 Bedömning av återanvändning av bränslet och jämförelse med SKB:s val av direktdeponering

5.1 Allmänt

KBS-3-metoden är en metod för direktdeponering. Det använda bränslet betraktas som ett avfall och ska slutförvaras, det vill säga det upparbetas inte, inte heller behandlas det på annat sätt utan bränsleknippena kapslas in i befintlig form inför slutförvaringen. De alternativ till valet av direktdeponering som tas upp här är:

- Tillvaratagande av energiinnehållet i det uran och plutonium som finns kvar i det använda bränslet inom ramen för nuvarande kärnkraftsprogram genom upparbetning och tillverkning/ användning av MOX-bränsle.
- Separation av uran, plutonium och eventuellt några andra aktinider med syftet att i särskilda så kallade snabba reaktorer förbränna dessa ämnen för att ta tillvara energiinnehållet i bränslet fullt ut och ge det högaktiva avfall som återstår en mindre volym och kortare halveringstid.

Dessa aspekter har behandlats av SKB i bilagorna K:2 och K:3. En rapport (Forsström 2013) har också tagits fram som behandlar återanvändning av svenskt använt kärnbränsle i befintliga reaktorer såväl som, på längre sikt, i nya lättvattenreaktorer eller i snabba reaktorer. Sammanfattningsvis framgår följande av detta underlag:

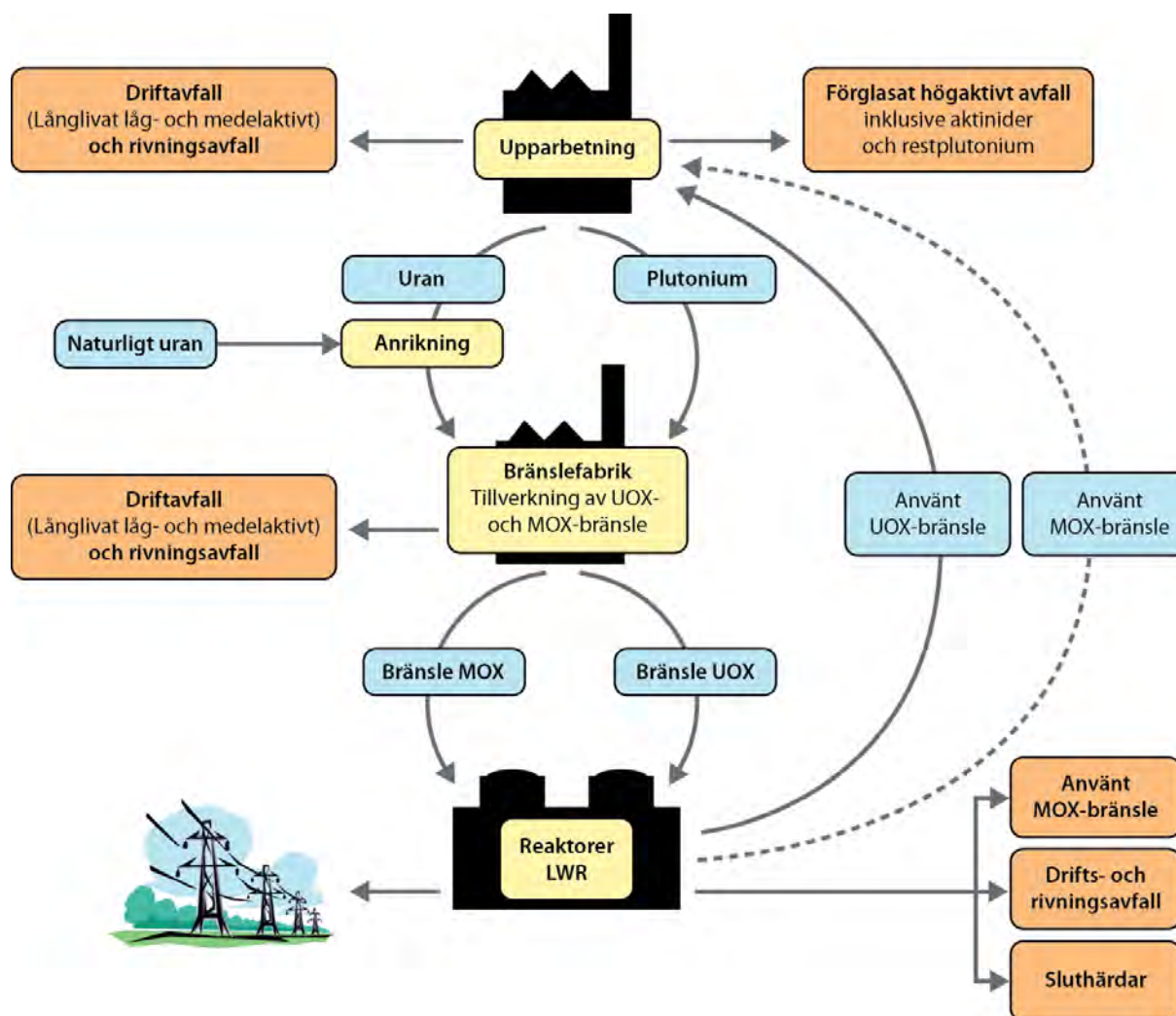
- Det är endast upparbetning med åtföljande så kallade MOX-bränsletillverkning och återföring av detta till de befintliga reaktorerna som kan betraktas som industriellt tillgänglig teknik. Det är i första hand i Frankrike som detta sker i industriell skala sedan ett par decennier.
- Snabba reaktorer – om projekten i andra länder för utveckling och industriell tillämpning ger lyckade resultat – bedöms kunna införas i Sverige i större skala tidigast någon gång efter 2050-talet. Det råder dock stor osäkerhet om snabbreaktorens utveckling och eventuella introduktion på kärnkraftsmarknaden.

5.2 Återcykling inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram

Återanvändning av MOX-bränsle i svenska reaktorer kan tidigast införas i större skala efter 2020. Ett flertal svårbedömda faktorer är avgörande för om sådan återanvändning ska kunna ske:

- Politisk och industriell acceptans för ändrad strategi i den svenska kärnkraftens bränslecykel.
- Tillgång till kontrakterad upparbetningskapacitet i ett annat land (Frankrike).
- Tillgång till kapacitet för tillverkning av MOX-bränsle (Frankrike).
- Tillstånd till och bygge av mellanlagringsanläggning för förglasat högaktivt avfall och annat långlivat avfall som upparbetningen ger upphov till.
- Anpassning av slutförvaret till ändrade mängder och typer av använt bränsle och högaktivt avfall inklusive senareläggning av deponeringen med minst 20 år.

En illustration av en bränslecykel med återcykling av uran och plutonium som MOX-bränsle så som det tillämpas i Frankrike ges i figur 5-1.



Figur 5-1. Bränslecykel med återcyklning av uran och plutonium som MOX-bränsle så som det tillämpas i Frankrike. Återcyklning av använt MOX-bränsle har streckats för att markera att detta teoretiskt kan vara en möjlig väg. I dag lagras dock använt MOX-bränsle för eventuell framtida användning av dess innehåll av klyvbbara ämnen i snabba reaktorer.

En modellberäkning, baserad på en rad osäkra antaganden, indikerar att effekterna på det svenska kärnbränslesystemet vad gäller resursbehov och slutförvaring skulle maximalt kunna bli så som framgår av tabell 5-1.

Tabell 5-1. Effekter av återcyklning av det använda bränslet inom ramen för befintlig kärnkraft på det svenska kärnbränslesystemet vad gäller resursbehov och slutförvaring.

	Planerat system med direktdeponering	System med återcyklning genom upparbetning och användning av MOX-bränsle (från 2020)
Resursbehov		
Natururan	90 000 ton	72 000 ton
Anriktat uran	12 000 ton	10 800 ton
Restprodukter		
Använt UOX-bränsle	12 000 ton	1 300 ton
Använt MOX-bränsle	24 ton	1 200 ton
Förglasat högaktivt avfall	-	1 300 m ³
Låg- och medelaktivt avfall från upparbetning	-	1 400 m ³

Fördelarna med att införa upparbetning och återanvändning av uran och plutonium i MOX-bränsle ligger således i en viss naturresurshushållning med minskat behov av brytning av natururan samt ett visst minskat behov av anrikning. Enligt tabell 5-1 handlar det om en minskning av natururanbehovet på cirka 20 procent för hela programmet över tid.

Nackdelarna ligger i en betydligt mera komplex hantering i alla led efter uttag av det använda bränslet ur reaktorerna. Till det kommer stora osäkerheter om, och i så fall i vilken utsträckning, erforderliga tjänster för upparbetning och tillverkning av MOX kan bli tillgängliga. Förutsättningarna för politisk acceptans av en sådan omläggning av bränslecykelstrategin är svåra att bedöma och kan snabbt påverkas av opinionssvängningar. Slutligen innebär återcyklning inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram med stor sannolikhet kraftigt ökade kostnader jämfört med direktdeponering av det använda bränslet. (En uppskattning av kostnaderna för införande av återanvändning av MOX-bränsle enligt antagandena ovan indikerar en kostnadsökning i storleksordningen 35 miljarder kronor, vilket innebär en ökning med 75 procent jämfört med det valda alternativet med direktdeponering av allt bränsle, se (Forsström 2013)).

Sammantaget menar därför SKB att alternativet att inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram nu frångå valet av direktdeponering innebär så många nackdelar och osäkerheter att det är helt orealistiskt.

5.3 Återcyklning i ett program för långsiktig användning av ny kärnkraft i Sverige

En realistisk förutsättning för återcyklning av uran och plutonium från använt bränsle är en fortsatt användning av kärnkraft i Sverige. Ett scenario som innebär att nuvarande kärnkraftverk efter hand ersätts med nya lättvattenreaktorer (Gen III) och på sikt med så kallade snabba reaktorer har behandlats i (Forsström 2013). De snabba reaktorerna skulle potentiellt kunna radikalt förbättra utnyttjandet av kärnbränsleresurserna dels genom återcyklning i flera led av uran och plutonium dels genom att utarmat uran, som finns i stor mängd från tidigare anrikning, kan användas. Analysen visar att utsikterna för en industriell introduktion av snabba reaktorer är mycket osäkra trots ett omfattande pågående utvecklingsarbete i bland annat Frankrike och Ryssland. Vid en eventuell introduktion i ett svenskt kärnkraftssystem någon gång efter 2050, är det tillräckligt att planera för återvinning av plutonium från det använda kärnbränsle som då ännu inte lagts i slutförvaret. Plutonet behövs för starthärdarna till de nya reaktorerna varefter dessa kan försörjas med återvinning av det egna använda bränslet och utarmat uran. Möjligheten att utvecklingen av snabba reaktorer lyckas och så småningom

kan införas i ett framtida svenskt kärnkraftssystem utgör därför inget motiv för att avvakta med att påbörja slutförvaring av svenskt använt kärnbränsle. Således begränsas inte handlingsfriheten även om slutförvaring påbörjas som planerat enligt ansökan.

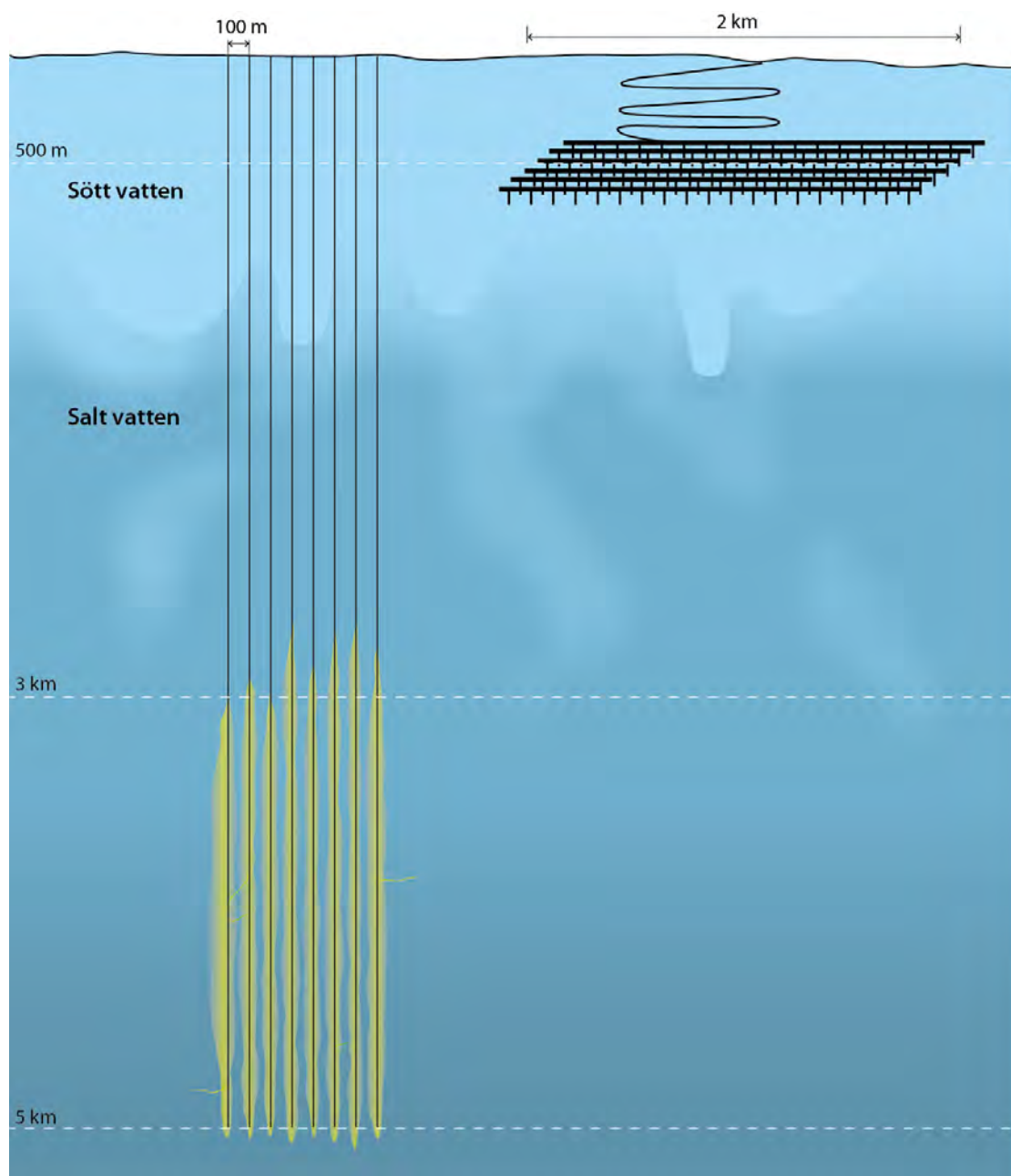
5.4 Separation/transmutation inom ramen för nya kärnkraftsanläggningar i Sverige

Genom så kallad transmutation i snabba eller acceleratordrivna reaktorer kan långlivade aktinider, främst americium och curium, omvandlas till mera kortlivade ämnen. Därmed minskar det återstående avfallsets radiotoxicitet på lång sikt. Separation-/transmutations-tekniken befinner sig på forsknings- och utvecklingsstadiet och införandet skulle tidigast kunna ske i de mest avancerade länderna något decennium efter att snabba reaktorer tagits i industriell drift. För att uppnå påtagliga vinster - i form av minskad radiotoxicitet och lägre värmeutveckling i det högaktiva avfallet på lång sikt - måste ett kärnkraftssystem med transmutation drivas i sekelskala följt av en särskild behandling av sluthärdarna över en liknande tidsperiod för det fall att man tänker sig att kärnkraften någon gång i framtiden avvecklas. Till nackdelarna med ett system med transmutation av aktinider hör att det innebär att mycket mera starkt radioaktiva material måste hanteras i varje led av kärnbränslecykeln och vid transporterna vilket ställer tillkommande krav på säkerhet och strålskydd jämfört med i dag. Sammantaget gör SKB bedömningen att möjligheterna till liksom de eventuella vinsterna med transmutation i industriell skala är så pass osäkra att de inte kan motivera att arbetet med slutförvaring av det använda bränslet från nuvarande kärnkraftsprogram fördröjs.

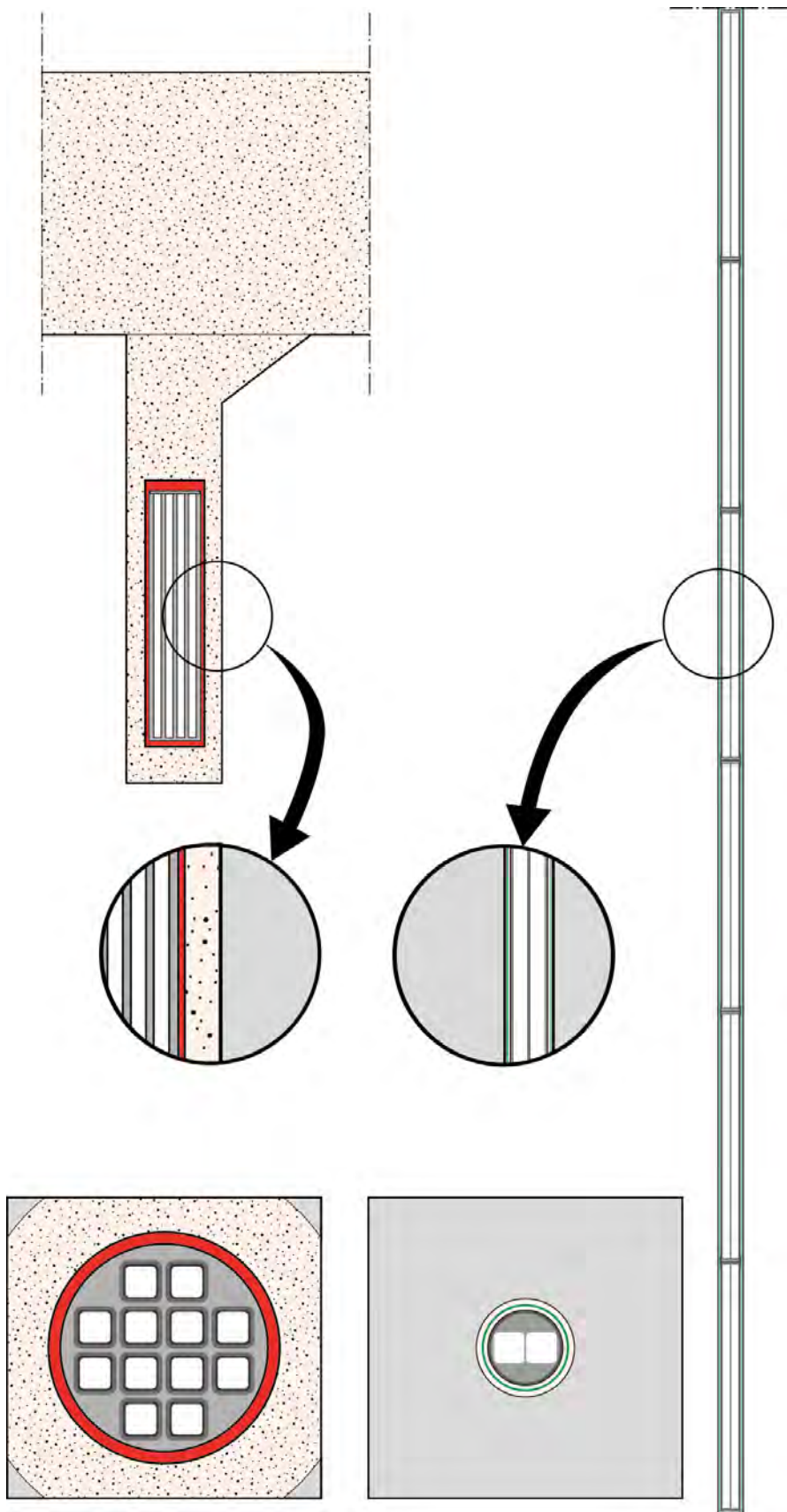
6 Bedömning av djupa borrhål i jämförelse med KBS-3 för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle

Bland de andra metoder som SKB redovisat i ansökan är det främst konceptet för deponering i djupa borrhål som har varit föremål för frågor och tas upp i remissyttrandena. SKB har uppdaterat rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-13) till (SKB 2014b).

Utformningen av KBS-3-metoden respektive konceptet för deponering i djupa borrhål illustreras schematiskt i figur 6-1 och figur 6-2.



Figur 6-1. Trolig framtida aktivitetsspridningssituation för KBS-3-förvar respektive vid deponering i djupa borrhål.



Figur 6-2. Utformning av närområdet för deponering av 12 bränsleelement (BWR) för KBS-3-metoden och konceptet för deponering i djupa borrhål.

Utifrån det underlag som presenterats i (SKB 2014b) har SKB kommit till följande slutsatser om konceptet för deponering i djupa borrhål och dess relativa för- och nackdelar i förhållande till KBS-3-metoden:

Fördelar

- Konceptet för deponering i djupa borrhål innebär längre transportvägar upp till markytan för radionuklider som läcker ut från närområdet till vattnet i berget. Detta kan i sin tur innebära långa transporttider upp till biosfären nära markytan såvida inte snabba transportvägar skapats via deponeringshålet eller via icke identifierade transportvägar i berget kombinerat med drivkrafter på grund av till exempel gasutveckling.
- Sannolikheten för oavsiktligt intrång är lägre på grund av det större djupet, vilket leder till lägre risk för att man i framtiden till exempel oavsiktligt borrar sig in i deponeringsområdet.
- Avfallet/bränslet är svårare att återta i illvilligt syfte på grund av att det ligger så djupt ned i berget.

Potentiella fördelar

- Grundvattnet på flera kilometers djup kan vara i det närmaste stillastående och skiktat så att näst intill inget utbyte sker med mera ytliga och mindre salta grundvatten. Detta måste dock verifieras genom plats specifika undersökningar samt analyser och modellering av i vad mån en sådan situation kommer att bestå över tiden, inklusive i samband med en glaciationscykel.
- Lokaliseringen av ett förvar kan vara mindre beroende av plats specifika variationer hos berget om grundvattnets skiktning i ett djupare och stillastående salt grundvatten är allmänt förekommande. Det kan i sin tur ge större frihet för val av plats.

Nackdelar

- Risken för att något inträffar under deponeringen är större än för KBS-3. Det är svårare att kontrollera deponeringsoperationen och att, om något oförutsett inträffar, kunna återföra en kapsel under deponering till säkert läge på markytan. En fastnad och skadad kapsel kan förorsaka utsläpp innan den kan säkras och tas om hand.
- Det är svårare att åstadkomma och verifiera kvaliteten på närområdesbarriärerna i form av kapsel med omgivande buffert. Vanligen tillgodoses därför, i hittills gjorda analyser, inte någon egentlig barriärfunktion för kapsel och buffert utan man måste anta att dessa barriärer kollapsar i ett tidigt skede av slutförvaringen. Detta står i kontrast till KBS-3 där närområdesbarriärerna med hög sannolikhet förblir intakta under lång tid.
- Bränslet är svårare att återta i vällovligt syfte. Konceptet för deponering i djupa borrhål kan knappast sägas uppfylla den så kallade autonomiprincipen, enligt vilken det ligger ett värde i att framtida generationer kan återta det deponerade materialet för att åtgärda det eller utnyttja ämnen som finns i bränslet.
- Det mesta av utvecklingen av specifik teknik för bormning, infodring, deponering och förslutning återstår att göra för konceptet för deponering i djupa borrhål, särskilt med tanke på de krav som normalt gäller för kärntekniska anläggningar och kärnteknisk drift. Tekniken är i dag inte tillräckligt utvecklad för att läggas till grund för ansökan om tillstånd till slutförvaring och det går inte i dag att säkert bedöma om det skulle vara möjligt i framtiden efter ytterligare teknikutveckling.

- Underlag, i form av koncept- och plats specifika databaser och modeller, behöver utvecklas för att kunna göra kvantitativa och tillförlitliga säkerhetsanalyser. Generellt vetenskapligt underlag om berggrunden, grundvattenkemin och hydrologin på de stora djupen är inte lika omfattande som för byggda förvar på 500 till 1 000 meter.

Potentiella nackdelar är:

- Konsekvenserna av ett oavsiktligt intrång kan för vissa scenarier bli större än för KBS-3 på grund av att deponeringszonen för djupa borrhål med större sannolikhet innehåller kontaminerat grundvatten som exempelvis ett inträngande borrhål skulle kunna träffa på.
- De mindre och lättare kapslarna kan möjligen vara enklare att föra bort eller avleda i illvilligt syfte innan deponering än de stora och tunga KBS-3-kapslarna

De skillnader mellan KBS-3-metoden och djupa borrhål som utgör främsta grunden för SKB:s val av KBS-3-metoden är:

- Ett KBS-3-förvar kan uppföras med väl beprövad teknik för bergbygge och driften bygger på hanteringsmetoder som redan tillämpas inom kärntekniska anläggningar eller har utprovats i full skala i Äspölaboratoriet. Djupa borrhål kräver vidareutveckling av tekniken för att borra fem kilometer djupa borrhål med säker infodring av dessa. Teknik för att föra ned kapslar till deponeringsdjup utan att skada dem och utan att de fastnar på vägen måste också utvecklas till en hög nivå av tillförlitlighet. Ett sätt att föra ned material till förvarsdjup torde i och för sig kunna utvecklas med konventionella metoder, men det som komplicerar bedömningen är att det material som ska föras ner är höggradigt radioaktivt. Sannolikt kommer undantag från nuvarande krav på hantering av höggradigt radioaktivt material att behöva inhämtas.
- De kritiska momenten för att få varje kapsel och omgivande barriärer på plats och att verifiera kravuppfyllelse underlättas för KBS-3-metoden av att deponering, instrumentering och kontroller kan göras på plats nere i förvaret och i deponeringstunnlarna. För djupa borrhål måste detta, om möjligt, ske på flera kilometers avstånd med hjälp av hanterings- och mätutrustning vilket knappast kan ge samma nivå på kvalitetskontrollen.
- Vid ett missöde under pågående deponeringssekvens kan för KBS-3-metoden en kapsel återföras till säkert läge, kontrolleras och om nödvändigt tas tillbaka för att bytas ut. En sådan operation för djupa borrhål är betydligt mera komplicerad och riskabel, om ens möjlig i alla lägen.
- Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:21) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall ställer krav på "... ett system av passiva barriärer" (2§). Systemet ska innehålla "... flera barriärer så att så långt som möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots enstaka brist i en barriär" (7§). KBS-3 utgör ett sådant flerbarriärsystem, medan det föreligger stor osäkerhet om man i fallet djupa borrhål kan åstadkomma, kvalitetssäkra och bevisa någon barriärfunktion för kapslar och buffert längs en 3–5 kilometer djup deponeringszon. Också ur denna aspekt kan därför djupa borrhål komma att behöva beviljas undantag från föreskriften, vilket i sig är en möjlighet. Säkerheten för djupa borrhål bygger därför helt eller delvis på en barriär, berget, och dess olika barriärfunktioner. Som SKB ser det innebär detta att kunskapen om berget och grundvattnet vid en deponeringsplats med djupa borrhål måste vara så ingående att det otvetydigt går att visa att den isolerande funktion som ska ges av att inget utbyte sker mellan grundvattnet på deponeringsdjup och på ytligare nivå består över långa tidsperioder och vid yttre störningar som en glaciation. Detta bidrar till osäkerhet om möjligheterna att åstadkomma en analys av den långsiktiga säkerheten med den kvalitet på det vetenskapliga underlaget och den tillförlitlighet som krävs.

Sammantaget menar SKB att de ovan angivna svagheterna i konceptet djupa borrhål och det omfattande arbete, över minst ett par decennier, som skulle krävas för att fullt ut eventuellt kunna skapa klarhet vad gäller såväl genomförbarhet som långsiktig säkerhet inte kan motiveras av de potentiella fördelar, i form av extra långa transportvägar till biosfären och minskad sannolikhet för intrång, som följer av det större djupet. Vad gäller omvändbarheten under driften bedömer SKB det som en klar fördel för KBS-3. Återtagbarheten efter förslutning, även att den kräver omfattande insatser, värderas som en tillgång i KBS-3 då den ligger i linje med autonomiprincipen.

7 Referenser

Forsström H, 2013. Utveckling av snabba reaktorer. Påverkan på det svenska systemet för hantering av använt bränsle. SKB P-13-33. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB 2010. Utveckling av KBS-3-metoden. Genomgång av forskningsprogram, säkerhetsanalyser, myndighetsgranskningar samt SKB:s internationella forskningssamarbete. SKB R-10-40, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB 2014a. Uppdatering av principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. SKB P-14-20, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Ersätter SKB R-10-12).

SKB 2014b. Uppdatering av jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. SKB P-14-21, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Ersätter SKB R-10-13.)

Opublicerade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1382754, ver 2.0	K:2 Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen	SKB, 2014
1356032, ver 2.0	K:3 Frågor och svar per remissinstans	SKB, 2014
1406922, ver 3.0	K:9 SKB:s inställning till önskemål om ytterligare kompletteringar	SKB, 2014

Bilaga 1

Beslutsläget rörande val av metod i andra länders program

Den här bilagan ger en kort överblick av vilka val andra länder har gjort i fråga om hur det använda bränslet från kärnkraftverken ska behandlas och hur slutförvaringen ska ske.

Använt bränsle – upparbetning eller direktdeponering?

Synen på använt bränsle som en resurs eller som ett avfall har varierat genom åren. När kärnkraften infördes som en energikälla i många länder på 1970/80-talet utgick man ifrån att bränslet skulle upparbetas. Teknik och anläggningar för detta fanns (delvis som en del av militära program) redan i några länder och byggdes ut, som till exempel i Frankrike och Storbritannien. Också i Sverige fanns planer på en egen upparbetningsanläggning, som dock aldrig blev verklighet. I början av 1980-talet togs direktdeponering upp som ett seriöst alternativ bland annat i de svenska, finska och amerikanska programmen. Skälen till detta var flera:

- Komplexiteten i en bränslecykel med upparbetning.
- Känsligheten ur icke-spridningssynpunkt och politiskt/opinionsmässigt.
- Kostnadsbilden som innebar att med gällande uranpriser gick det inte att ekonomiskt motivera upparbetning.

I praktiken har detta lett till att endast en mindre del av allt använt kärnbränsle i världen hittills har upparbetats. Frankrike är det land där detta skett i störst omfattning, cirka 70 procent sedan början av programmet och i dagsläget med återcyklning av hela mängden tillkommande bränsle. Sverige och Finland har sedan länge en entydig inriktning på direktdeponering medan till exempel Tyskland svängt från en upparbetningslinje till direktdeponering redan innan beslutet om att avveckla kärnkraften i landet. I Storbritannien har bränslet från Magnoxreaktorerna behövt upparbetas av tekniska skäl, men där är nu upparbetningsanläggningarna gamla och kommer att stängas inom ett antal år. Upparbetning ingår inte i planerna vid en eventuell utbyggnad av kärnkraften i Storbritannien.

Ryssland, Japan och Kina har en uttalad upparbetningspolicy och har också upparbetat en del av sitt bränsle i egna anläggningar som i Ryssland och, i mindre utsträckning, i Kina. Japan har upparbetat en del bränsle i Frankrike och i Storbritannien samt byggt en egen upparbetningsanläggning i Rokkasho-Mura. Denna är dock ännu inte i full industriell drift efter mer än 10 års försening och 3-faldig kostnadsökning. Sydkorea håller öppet för en framtida upparbetning, men begränsas i den ambitionen av restriktioner i avtal med USA som gäller icke-spridningsaspekter.

Sammanfattningsvis gäller att såväl upparbetning som direktdeponering förekommer som huvudinriktning i olika länders program. Framtiden för och utvecklingen av upparbetning kommer att vara starkt beroende av hur användandet av kärnkraft för elproduktion kommer att utvecklas de närmaste decennierna och i synnerhet av om snabba reaktorer, som kräver upparbetning, kommer att introduceras i industriell omfattning. Under lång tid framöver kommer övervakad mellanlagring, i väntan på ev. upparbetning eller direktdeponering, vara den vanligast förekommande metoden för använt kärnbränsle.

Slutförvaring – vilken metod?

Högaktivt avfall i form av förglasat avfall från upparbetning eller använt bränsle som inte ska återanvändas har ännu inte lagts i något slutförvar. Allt sådant material lagras under kylning i olika mellanlager runt om i världen. Tidigast om något decennium kan det bli aktuellt att öppna de första

slutförvararen och då troligen i Finland, Frankrike och Sverige. I Sverige har SKB ansökt 2011 om att få uppföra ett slutförvar för 12 000 ton inkapslat bränsle i Forsmark enligt KBS-3-metoden. I Finland ansökte Posiva 2012 om bygglov för ett förvar vid Olkiluoto. Ett så kallat principbeslut om att slutförvaringen ska ske enligt KBS-3-metoden vid Olkiluoto fattades redan år 2000 av det finska parlamentet. I Frankrike planeras ansökan om att uppföra ett slutförvar för såväl långlivat medelaktivt avfall som högaktivt förglasat avfall vid Bure att lämnas in 2017. Det handlar om ett byggt förvar i en lerformation på cirka 500 meters djup. I USA lämnade Energidepartementet in en ansökan år 2008 om ett slutförvar i Yucca Mountain i delstaten Nevada. Det var frågan om ett slutförvar för 90 000 ton använt bränsle som skulle lagras på cirka 300 meters djup, men över grundvattennivån, i tunnlar byggda från flanken av ett berg av bergarten tuff. Denna ansökan drogs senare tillbaka av president Obama, som tillsatte en särskild kommission (Blue Ribbon Commission) av politiker och vetenskapsmän för att se över hela det amerikanska programmet och föreslå alternativa handlingsvägar.

De flesta länder har målinriktade program för slutförvaringen i byggda förvar på djupet 500–1 000 meter. Underjordiska laboratorier för teknikutveckling och geovetenskapliga studier har funnits eller finns, förutom i de ovan nämnda länderna, bland annat i Kanada, Belgien, Schweiz, Tyskland och Japan. Det är dock bara Finland, Frankrike och Sverige som hunnit så långt som till att ha preciserat platser för sina planerade slutförvar.

Vad gäller andra metoder för geologisk slutförvaring än byggda förvar på minst några hundra meters djup finns i dagsläget inga egentliga utvecklingsprogram. Konceptet för deponering i djupa borrhål har genom åren tagits upp för analyser och statusbedömning inom ramen för ett antal länders program, men det har aldrig lett till specifik teknikutveckling eller än mindre försöksanläggningar motsvarande de underjordiska laboratorierna för koncepten med byggda förvar. Detta kan dock möjligen komma att ske i framtiden. I USA, efter avbrottet för Yucca Mountain projektet, finns ett ökat intresse för konceptet för deponering i djupa borrhål hos bland andra SNL, Sandia National Laboratories och MIT, Massachusetts Institute of Technology. Vid University of Sheffield i Storbritannien finns också forskare som vill utveckla konceptet. Flera konceptbeskrivningar och förslag till utvecklingsprojekt har kommit från dessa grupper de senaste åren. Begränsningarna i dimensionerna på de djupa hålen gör att fokuseringen är på deponering av specifika avfallstyper som separerat fälligt material, smala behållare av förglasat avfall och kapslar med kompaktpackat bränsle. Avgörande för om utvecklingen av konceptet tar fart är om medel kan mobiliseras till exempel i USA eller internationellt för en försöksanläggning med tillhörande vetenskapligt/tekniskt program. Den vetenskapliga kommittén, NWTRB, för granskning av kärnavfallsprogrammet i USA har i ett brev till Energidepartementet fört fram sina synpunkter på deponering i djupa borrhål. Kommittén är positiv till studier av konceptet, men säger också att det inte får innebära begränsningar för utvecklingen av programmet för byggda förvar som man betraktar som prioriterat.

Sammanfattningsvis är byggda förvar den helt dominerande inriktningen i slutförvarsprogrammen i världen. Konceptet deponering i djupa borrhål väcker ökat intresse i vissa länder. Det befinner sig, vad gäller utveckling, ungefär där byggda förvar befann sig i slutet av 1970-talet innan underjordiska försöksanläggningar etablerades och systematiska program för att ta fram relevanta data och genomarbetade säkerhetsanalyser tog sin början. Med mobilisering av omfattande resurser borde en utveckling av konceptet för deponering i djupa borrhål delvis kunna dra nytta av allt arbete som gjorts generellt kring geologisk förvaring. Under alla omständigheter lär det dock krävas några decennier innan konceptet, vid ett lyckat utvecklingsresultat, skulle kunna ligga till grund för en ansökan om deponering av vissa typer av högaktivt material.