Ansökan enligt miljöbalken – komplettering II – september 2014

Toppdokument
Begrepp och definitioner

Bilaga K:10
Summering av inlämnade dokument, rättelser och kompletterande information i ansökan om tillstånd enligt miljöbalken

Bilaga MKB
Miljökonsekvensbeskrivning

- **Bilaga PV**
  Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle
  - **Bilaga K:19**
    Säkerhetsrelaterade platsegenskaper – en relativ jämförelse av Forsmark med referensområden
- **Samrådsredogörelse**
- **Metodik för miljökonsekvensbedömning**
- **Vattenverksamhet Laxemar-Simpevarp**
- **Vattenverksamhet i Forsmark I Bortledande av grundvatten**
  - **Bilaga K:6**
    Vattenverksamhet i Forsmark
  - **Bilaga K:7**
    Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark
- **Vattenverksamhet i Forsmark II Verksamheter ovan mark**
- **Avstämning mot miljömål**
- **Bilaga K:4**
  Komplettering avseende vattenhantering och vattenverksamhet
- **Bilaga K:5**
  Konsekvensbedömning för vattenmiljöer – Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle.
- **Bilaga K:14**
  Berg- och bentonittransporter – Kärnbränsleförvaret i Forsmark
- **Bilaga K:15**
  Pilotförsök med vattentillförsel till en våtmark i Forsmark
- **Bilaga K:16**
  Inventering av gölgroda, större vattensalamander och gulyxne i Forsmark 2012
- **Bilaga K:17**
  Åtgärder för bevarande och utveckling av naturvärden i Forsmark
- **Bilaga K:18**
  Sammanfattning av påverkan på skyddade arter i Forsmark

Bilaga AH
Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna

Bilaga TB
Teknisk beskrivning

Bilaga KP
Förslag till kontrollprogram för yttre miljö

Bilaga RS
Rådighet och sakägarförteckning

Bilaga MV
Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle

- **Bilaga K:11**
  SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3
- **Bilaga K:12**
  Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle
- **Bilaga K:13**
  Uppdatering av rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle

Kompletteringsyttrande I
Kompletteringsyttrande II

- **Bilaga K:1**
  Förslag till villkor
- **Bilaga K:2**
  Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen
- **Bilaga K:3**
  Frågor och svar per remissinstans

Bilaga SR
Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle

- **Bilaga SR-Drift**
  Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggningen
- **Bilaga SR-Site**
  Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret

  - **Kapitel 1** Introduktion
  - **Kapitel 2** Förläggningsplats
  - **Kapitel 3** Krav och konstruktionsförutsättningar
  - **Kapitel 4** Kvalitetssäkring och anläggningens drift
  - **Kapitel 5** Anläggnings- och funktionsbeskrivning
  - **Kapitel 6** Radioaktiva ämnen i anläggningen
  - **Kapitel 7** Strålskydd och strålskärmning
  - **Kapitel 8** Säkerhetsanalys

Bilaga F
Preliminär säkerhetsredovisning Clink

- **Kapitel 1** Introduktion
- **Kapitel 2** Förläggningsplats
- **Kapitel 3** Krav och konstruktionsförutsättningar
- **Kapitel 4** Kvalitetssäkring och anläggningens drift
- **Kapitel 5** Anläggnings- och funktionsbeskrivning
- **Kapitel 6** Radioaktiva ämnen i anläggningen
- **Kapitel 7** Strålskydd och strålskärmning
- **Kapitel 8** Säkerhetsanalys

Öppen

Promemoria (PM)

DokumentID	Version	Status	Reg nr	Sida
1382754	2.0	Godkänt		1 (116)
Författare Sofie Tunbrant Lars Birgersson			Datum 2013-04-02	
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	

Bilaga K:2 Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen

Komplettering II, september 2014

Med anledning av tidigare framställda kompletteringsönskemål har SKB kompletterat sin tillståndsansökan, dels den 2 april 2013 (komplettering I), dels den 28 juni 2013 (komplettering KP).

MMD:s remiss av komplettering I resulterade i önskemål om ytterligare kompletteringar. I bilaga K:9 till yttrandet över dessa önskemål den 18 november 2013, har SKB åtagit sig att inkomma med ytterligare kompletteringar. De kompletteringar som SKB åtagit sig i bilaga K:9 anknyter i stor utsträckning till de kompletteringar som SKB lämnade den 2 april 2013. I syfte att främja god läsbarhet och spårbarhet har SKB därför valt att nu komplettera ansökan genom att uppdatera de tidigare ingivna bilagorna K:2 och K:3, vilka ersätter tidigare ingivna versioner.

Denna bilaga K:2 har utökats med kompletterande information inom tidigare behandlade ämnesområden (ver 1.0, 2 april 2013). Dessutom har ett nytt kapitel som behandlar barriärernas funktion tillkommit, kapitel 10, Barriärerna i KBS-3-förvaret i Forsmark. Tidigare kapitel 10, Frågor som rör sådant som inte ingår i sökt verksamhet ligger i denna version (ver 2.0) som kapitel 11.

Ändringar och ny text i detta dokument jämfört med version 1.0, markeras med streck i kanten. Övrig text är oförändrad från version 1.0, förutom några små redaktionella ändringar och rättning av stavfel, som inte är markerade.

SKB avser att inkomma med ytterligare komplettering i början av 2015. I den kompletteringen kommer frågor om mellanlagring i Clab, Clink och nollalternativet att besvaras i uppdaterade versioner av K:2 och K:3, detta medför att inga justeringar av texter rörande dessa områden har gjorts i denna version av bilaga K:2, förutom avseende lokalisering av Clink (avsnitt 2.3.4 och 2.3.5).

I bilaga K:2 finns hänvisningar till rapporter som inte lämnats in i målet, utan är avsedda att tillföra mer information för den intresserade läsaren. Dessa finns tillgängliga via www.skb.se.

Komplettering I (ver 1.0).

Identifiering och sammanställning av frågeställningar

Remissinstansernas yttranden har gåtts igenom varvid kompletteringsönskemål och synpunkter har identifierats. Vissa centrala frågeställningar tas upp av flera remissinstanser. Dessa behandlas i denna bilaga till kompletteringsyttrandet.

I bilaga K:3, Frågor och svar per remissinstans, återfinns samtliga identifierade kompletteringsönskemål och synpunkter från respektive remissinstans och SKB:s svar på dessa.

Svensk Kärnbränslehantering AB
Box 250, 101 24 Stockholm
Besöksadress Blekholmstorget 30
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10
www.skb.se
556175-2014 Säte Stockholm

Ej behandlade yttranden

Inkomna yttranden från Sjöfartsverket, Energimyndigheten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (aktbilaga 109, 130 och 131) innehåller inte några önskemål om kompletteringar och har därför inte behandlats vidare.

Kapitel 3 i yttrandet från kommunfullmäktige i Oskarshamn (aktbilaga 140) ger kommunens synpunkter på ansökan enligt kärntekniklagen. Dessa synpunkter tas inte upp i denna bilaga.

MKG och Milkas har lämnat bilagor till sina yttranden. SKB har tagit del av informationen i bilagorna, men inte behandlat dessa vidare.

SKB har noterat att European Committee on Radiation Risk (ECRR) har inlämnat samma yttrande till både mark- och miljödomstolen och SSM. SKB anser att ECRR:s frågor och synpunkter hör hemma i prövningen enligt kärntekniklagen. SKB väljer därför att lämna synpunkter inom ramen för SSM:s remissförfarande. ECRR:s yttrande behandlas därför inte i denna bilaga.

SSM har inkommit med ett yttrande (aktbilaga 152) som har följande bilagor:

1. Kompletteringsbehov inom granskningsområde slutförvarssystemet (aktbilaga 153).
2. Kompletteringsbehov inom granskningsområde inkapslingsanläggningen och Clab (Clink) (aktbilaga 154).
3. Kompletteringsbehov inom granskningsområde slutförvarsanläggningen (aktbilaga 155).
4. Kompletteringsbehov inom granskningsområde långsiktig strålsäkerhet (aktbilaga 156).
5. Sändlista för remiss av ansökningar enligt kärntekniklagen.

Frågeställningarna i aktbilaga 153 och i aktbilaga 154 relaterade till MKB:n behandlas i denna bilaga och i bilaga K:3, Frågor och svar per remissinstans. Samtliga kompletteringsönskemål från SSM besvaras till SSM inom ramen för prövningen enligt kärntekniklagen, se kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013), avsnitt 2.2, En parallell och delvis överlappande prövning.

Många av SKB:s svar hänvisar både till i ansökan redan inlämnat material och material som lämnas in med denna komplettering. Hänvisningar till SR-Site avser svenska versionen av säkerhets-redovisningen, Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle – Huvudrapport från projekt SR-Site, som är en bilaga till ansökan.

Innehållsförteckning

1 Ansökans omfattning ... 5
1.1 Mängden bränsle och annat kärnavfall ... 5
1.2 Kapacitet för mellanlagring ... 6
1.3 Transporter ... 7

2 Lokalisering ... 8
2.1 Lokalisering av slutförvaret ... 8
2.2 Mineralförekomster i Forsmarksområdet ... 14
2.3 Lokalisering av Clink ... 16
2.4 Placering av slutförvaret och Clink nära kärnkraftverk ... 24
2.5 Läckströmmar ... 25

3 Systemets utformning ... 27
3.1 Motivering av utformningen för att säkerställa strålsäkerheten ... 27
3.2 Sjötransporter av bergmassor och bentonit ... 30
3.3 Gemensamma system med OKG och FKA ... 30
3.4 Återtag ... 31
3.5 Hantering av MOX-bränsle ... 33
3.6 Egenskaper hos det sista bränslet som tas ur reaktorerna ... 34
3.7 Högutbränt bränsle ... 35
3.8 Skadat bränsle ... 35

4 Nollalternativ ... 36

5 Miljökonsekvenser ... 38
5.1 Miljökvalitetsnormer för vatten och vattenhantering ... 38
5.2 Grundvattenbortledningens konsekvenser för naturvärden ... 38
5.3 Trafik- och anläggningsbuller ... 48
5.4 Påverkan på rödlistade arter ... 53
5.5 Belysningens påverkan på fåglar ... 54
5.6 Natura 2000 ... 54
5.7 Miljöeffekter av tätningsmedel ... 55
5.8 Risk och säkerhet ... 57
5.9 Sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall ... 59

6 Skötselplan och kompensationsåtgärder ... 63
6.1 Skötselplan ... 63
6.2 Skadeförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder och kompensatoriska åtgärder ... 63

7 Kontroller för slutförvarssystemet ... 65
7.1 Kontroller inom miljöområdet ... 65
7.2 Övervakning av inverkan av störningar på slutförvarsplatsen – monitering ... 67
7.3 Kvalitetsledningssystemen för produktionen av KBS-3-systemet ... 70
7.4 Kärnämneskontroll/Safeguards ... 72
7.5 Arbetsmiljökontroll ... 73

8 Informationsbevarande ... 74
8.1 Arkivering ... 74
8.2 Informationsbevarande långt in i framtiden ... 74

9 Samråd ... 77
9.1 Samrådsredogörelsens omfattning ... 77

9.2 Vilka möten var samrådsmöten? 77
9.3 Svarstider 78
9.4 Långsiktig säkerhet – samråd 78
9.5 Hanteringen av centrala frågeställningar från områden i ansökan och MKB:n 79
9.6 Samrådens påverkan på avgränsningen av MKB:n 85

10 Barriärerna i KBS-3-förvaret i Forsmark 88
10.1 Barriärernas funktion 88
10.2 Säkerhetsanalysen SR-Site 94
10.3 Kompletterande information kring barriärerna, begärd av SSM inom ramen för KTL-prövningen av SKB:s ansökan 100
10.4 Berget 102
10.5 Slutsatser 103

11 Frågor som rör sådant som inte ingår i sökt verksamhet 104
11.1 Framtida energisystem, ny kärnkraft 104
11.2 Återvinning av uran och plutonium i det använda kärnbränslet 104
11.3 Andra metoder för slutförvaring 108
11.4 Andra metoder för mellanlagring 114
11.5 Finansiering och ansvar (efter förslutning) 115

1 Ansökans omfattning

Ett antal remissinstanser tar upp omfattningen av ansökan och menar dels att den borde utökas, dels att den borde preciseras. Oskarshamns och Östhammars kommuner samt SSM tar upp frågor som har att göra med den mängd och de typer av kärnbränsle som ansökan omfattar.

1.1 Mängden bränsle och annat kärnavfall

1.1.1 Mängden bränsle

Bränslemängder och bränsletyper anges i avsnitt 1.3 i toppdokumentet till ansökan. Sammantaget omfattar ansökan slutförvaring av cirka 12 000 ton använt kärnbränsle, huvudsakligen det använda bränsle som redan lagras eller som beräknas uppkomma från driften av reaktorerna vid de svenska kärnkraftverken eller från tidigare verksamhet i Studsvik. Synpunkter och kompletteringskrav som framförts gäller bland annat:

- Specifika angivelser av totala mängden bränsle, max tillåtna antal deponerade kapslar, inkapslingskapaciteten och deponeringskapaciteten per år.
- Inverkan av förlängda drifttider för befintliga kärnkraftverk.
- Inverkan av eventuell tillkomst av nya kärnkraftverk.

SKB vill framhålla att ansökans omfattning är strikt begränsad till det bränsle som finns i dag och det som beräknas uppkomma från driften av nu befintliga kärnkraftreaktorer. Angivelsen cirka 12 000 ton bedöms enligt SKB täcka in de ofrånkomliga osäkerheterna som finns vad gäller de mängder bränsle som kan uppkomma inom ramen för tänkbara framtida driftförhållanden och drifttider för de verk som nu finns i Oskarshamn, Forsmark och Ringhals.

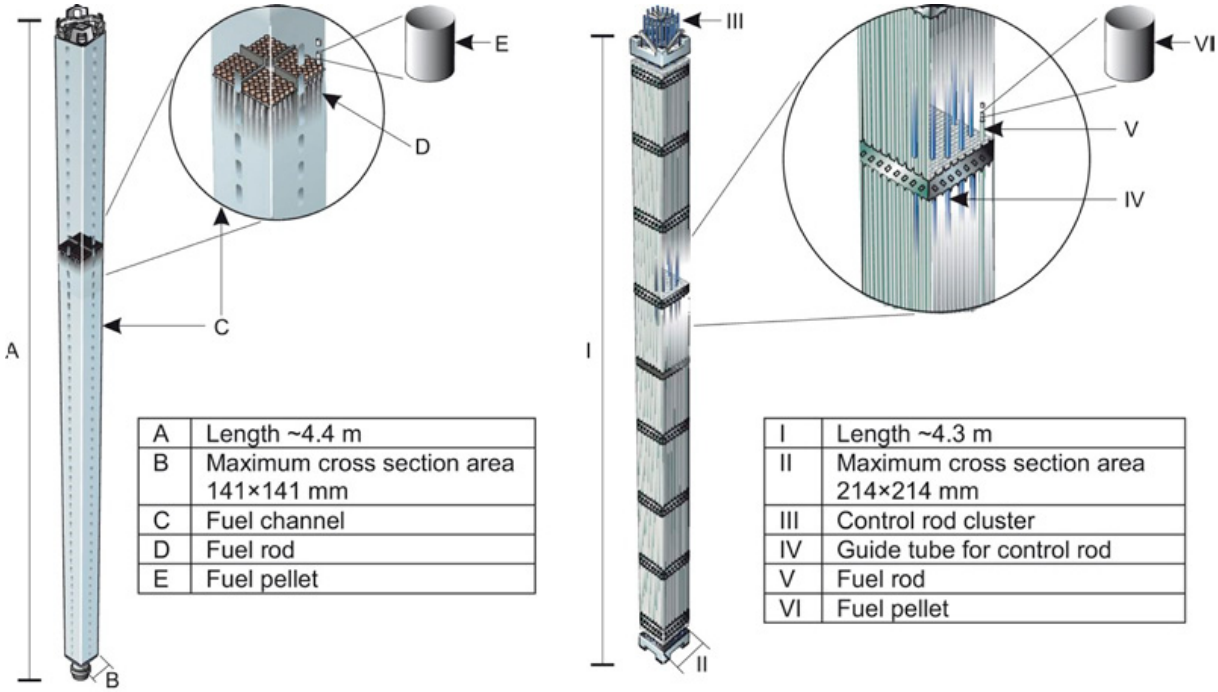
Sedan ansökan lämnades in 2011-03-16 har Vattenfall meddelat (hösten 2012) att investeringar i kärnkraftverken i Forsmark och Ringhals planerades för att höja säkerheten och förlänga drifttiden. Utgångspunkten var att drifttiden skulle förlängas till 60 år för reaktorerna i Forsmark samt för Ringhals 3 och 4. OKG har under hösten 2013 meddelat SKB att den planerade drifttiden för Oskarshamn 1 ska ändras från 60 år till 50 år. Dessa nya planeringsförutsättningar har sedan legat till grund för de beräkningar av framtida kostnader för omhändertagande av kärnkraftens radioaktiva restprodukter som lämnats till SSM 2014-01-07. Det bör noteras att några beslut om förändrade driftstider inte föreligger, utan att de tagna besluten avser planeringsförutsättningar för investeringar. Både återstående drifttider och framtida mängd använt bränsle från kärnkraftverken baseras på prognoser och kan komma att ändras både uppåt och neråt.

SKB bedömer det som ändamålsenligt att inom ramen för det sökta tillståndet få slutförvara allt det använda kärnbränsle som uppkommer från driften av de svenska kärnkraftsreaktorer som finns i dag. För att undvika oklarheter vid prövning av ansökan med hänsyn till de osäkerheter som finns avseende den framtida mängden använt bränsle, anser SKB det vara mest ändamålsenligt att vid bedömning av ansökan och tillståndsgivning utgå från den i ansökan angivna mängden använt bränsle, cirka 12 000 ton. (Vikten avser mängden uran, och för MOX-bränsle även plutonium, i det obestrålade kärnbränslet.) Om det senare skulle uppstå ett behov att lagra en större mängd än den tillståndsgivna, avser SKB att pröva en sådan utökad slutförvaring i föreskriven ordning.

1.1.2 Annat kärnavfall

SKB har i ansökan yrkat om tillstånd till ”slutförvaring av kärnämne, i huvudsak bestående av använt kärnbränsle, och därutöver kärnavfall från det svenska kärnkraftsprogrammet.” Det kärnavfall som avses, utgörs i huvudsak av konstruktionsmaterialet i de bränsleelement där kärnämnet ingår.

Bränsleelementen består av kutsar av kärnbränsle (E respektive VI i figur 1-1) som placerats i rör av zircalloy. Mellan 60 och 100 rör byggs ihop till ett bränsleelement för BWR-reaktorer (till vänster i figur 1-1). Bränsleelementen för PWR-reaktorer (till höger i figur 1-1) är större och innehåller 204 till 264 element. I PWR-elementen är styrstavarna inbyggda i bränsleelementen medan de är separata för BWR-reaktorer.



***Figur 1-1**. Bränsleelementen för BWR- respektive PWR-reaktorer.*

Ett BWR-bränsleelement väger cirka 300 kg varav cirka 175 kg (initialvikt) utgörs av uran. Ett PWR-element inklusive styrstavar väger cirka 750 kg varav cirka 464 kg (initialvikt) utgörs av uran. För de mindre mängder äldre bränsle som förvaras i Clab är proportionerna mellan mängden kärnämne och kärnavfall ungefär desamma.

En mindre mängd kärnavfall kommer också att inkapslas tillsammans med de bränslerester från verksamheten i Studsvik som avses deponeras i slutförvaret. Dessa bränslerester tillsammans med vidhängande kärnavfall placeras i kapslar av PWR-typ och deponeras i slutförvaret. Antalet sådana kapslar uppskattas till sju stycken. Allt det kärnavfall som avses deponeras i slutförvaret kommer således att vara inkapslat i kopparkapslar.

1.2 Kapacitet för mellanlagring

Ansökan omfattar också fortsatt tillstånd för lagring av 8 000 ton bränsle i Clab. En del remissinstanser har ifrågasatt varför inte SKB redan i nu aktuell ansökan tar upp behovet av utökad lagringskapacitet i Clab, eller på annat sätt, eftersom inkapslingsanläggningen och slutförvaret inte beräknas kunna vara i drift innan Clab når nuvarande maximalt tillåtna kapacitet.

I dag används kompaktkassetter för delar av bränslet i Clab, vilket medger en tätare packning av bränslet. Som framgår av MKB:n avsnitt 5.4 – Nollalternativ, kan kapaciteten i Clab utökas till 10 000 ton genom att använda kompaktkassetter för allt bränsle. En ökning av lagringskapaciteten i Clab kan ske genom en ändring av driftstillståndet enligt kärntekniklagen och ett nytt eller ändrat tillstånd enligt miljöbalken samt en utbyggnad av kylkapaciteten. SKB planerar att ansöka om tillstånd för utökad

lagringskapacitet i Clab i god tid innan den mängd använt bränsle som behöver mellanlagras når den mängd det i dag finns tillstånd för, 8 000 ton. En sådan ansökan får prövas i särskild ordning enligt de lagar som gäller vid det tillfälle då detta blir aktuellt. Enligt dagens prognoser beräknas denna mängd uppnås cirka år 2023. SKB har även inlett planeringen för de förberedande åtgärder som behövs, såsom utbyggnad av kylkedjan och införskaffande av erforderligt antal kompaktkassetter. Se även kapitel 4 denna bilaga, Nollalternativ.

1.3 Transporter

Flera remissinstanser tar upp transporterna som en del av systemet.

SKB instämmer i att transporterna av använt bränsle är en del av KBS-3-systemet. Transporter anses som följdföretag som enligt 16 kap 7 § miljöbalken ska beaktas vid tillståndsprövningen och vars miljöpåverkan ska beskrivas i miljökonsekvensbeskrivningen, vilket också görs, se kapitel 8 (Clab) och 9 (Clink) i MKB:n. SKB har dessutom tagit fram kompletterande uppgifter om miljöpåverkan av transporter mellan Clab/Clink och slutförvarsanläggningen, se avsnitt 5.9 i denna bilaga, Sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Önskemål framförs också på att transporterna ska tillståndsprövas tillsammans med ansökan för inkapslingsanläggningen och slutförvaret.

Transporter är inte knutna till en viss fastighet och tillståndsprövas därför inte enligt miljöbalken.

2 Lokalisering

Flera remissinstanser har ställt frågor kring hur lokaliseringen av lämpliga platser för inkapslingsanläggningen och slutförvaret har gått till och vilka kriterier som låg till grund för valet av platser.

2.1 Lokalisering av slutförvaret

2.1.1 Redovisningen av lokaliseringsarbetet

I MKB:n redovisas lokaliseringsprocessen och de avvägningar och prioriteringar som gjordes i dess olika skeden i avsnitt 3.7 och 3.8, Bakgrund – Lokaliseringsarbetet respektive Platsundersökningarna. Motiven för att i slutskedet av processen välja Forsmark framför Laxemar sammanfattas i avsnitt 5.2.3, Sökt verksamhet och alternativ – Motiv till sökt lokalisering. Bedömningar av miljökonsekvenserna för det den valda lokaliseringen Forsmark och det övervägda alternativet i Laxemar presenteras i avsnitt 10.1 respektive 10.2.

SKB har valt att därutöver ge en utförlig redovisning av lokaliseringsarbetet i en bilaga till ansökan (bilaga PV – Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle). Motivet för att tillägna lokaliseringen en särskild bilaga är den stora omfattningen på det arbete och underlag som SKB ansett relevant att redovisa. Bilaga PV ger en utförlig beskrivning av arbetsgången, de principer och faktorer som styrt lokaliseringsarbetet, hur dessa tillämpats i olika skeden, och argumenten för de prioriteringar och val som gjorts. Det främsta syftet med bilaga PV är att visa att lokaliseringsregeln i 2 kap 6 § miljöbalken är tillgodosedd. Givet den ingående behandlingen i bilaga PV har redovisningen av lokaliseringen i bilaga AH – Allmänna hänsynsreglerna, hållits summarisk.

Förstudieskedet, inklusive valet av platser för platsundersökningar, redovisas i bilaga PV, kapitel 4. De värderingar av lokaliseringsalternativen som gjordes med avseende på olika faktorer beskrivs där särskilt utförligt. Faktorer och metodik som i nästa skede, efter avslutade platsundersökningar, låg till grund för jämförelsen mellan Laxemar och Forsmark redovisas i bilaga PV, kapitel 6. Tillämpningen av dessa, det vill säga själva jämförelsen och även motiven för att välja Forsmark, presenteras sedan i kapitel 7. Jämförande analyser av säkerhetsrelaterade platsegenskaper redovisas dessutom mera ingående i en referens till bilaga PV, Comparative analysis of safety related site characteristics (SKB TR-10-54).

Sammantaget anser SKB att platsvalsprocessen för slutförvaret är utförligt och tydligt redovisad. Fördelningen av underlaget mellan de nämnda dokumenten innebär att den fullständiga argumentationen för platsvalet återfinns i bilaga PV, medan strävan med redovisningen i MKB:n enligt gängse praxis varit att objektivt beskriva processen och bedömningarna av verksamhetens konsekvenser för människor och miljö. Beträffande den specifika frågan om avvägningar mellan olika platsvalsfaktorer, särskilt hur strålsäkerhetsrelaterade faktorer har viktats mot industriella och samhällsrelaterade faktorer som opinionsläge och lokal acceptans, ges kompletterande kommentarer nedan. Vidare kommenteras de synpunkter som SSM för fram beträffande värderingen av det lokaliseringsalternativ som under förstudieskedet identifierades i Hultsfreds kommun. Slutligen ges några förtydliganden med anledning av SSM:s kommentarer rörande den valda lokaliseringens (Forsmarks) lämplighet i förhållande till andra platser.

2.1.2 Avvägningar mellan olika lokaliseringsfaktorer

Vilka faktorer som beaktats i platsvalsprocessens olika skeden och hur dessa har tillämpats redovisas ingående i bilaga PV. En vägledande princip har varit att den plats som väljs ska ge goda förutsättningar för att på ett robust sätt åstadkomma ett slutförvar som uppfyller kraven på strålsäkerhet. Detta är ett absolut grundkrav som måste vara uppfyllt för att slutförvaringen ska komma till stånd. Ett annat grundkrav är att det finns en politisk och allmän acceptans för etableringen

i den berörda kommunen och bland närboende, eftersom projektet annars inte kan genomföras i praktiken. Dessa båda grundkrav måste alltså var för sig vara uppfyllda och kan inte bli föremål för någon inbördes viktning. Detsamma gäller vissa industriella faktorer, om man däri inkluderar exempelvis möjligheter att överhuvudtaget få tillträde till den aktuella platsen. I övrigt är de industriella förutsättningarna mera av karaktären för- och nackdelar, som kan beaktas först om grundkraven bedöms uppfyllda.

De platsberoende lokaliseringsfaktorer som påverkar strålsäkerheten är i huvudsak kopplade till förhållanden i berggrunden som har avgörande betydelse för att uppnå säkerhet på lång sikt, efter förslutning av förvaret. Värderingar, av i vilken utsträckning studerade lokaliseringsalternativ uppfyller de krav och önskemål som gäller för dessa faktorer, har gjorts i lokaliseringsprocessens olika skeden. Inför valet av platser för platsundersökningar identifierade SKB totalt åtta lokaliseringsalternativ, däribland ett område i Hultsfreds kommun, som alla bedömdes ha goda förutsättningar att uppfylla kraven för ett slutförvar (se bilaga PV, kapitel 4). De bedömningar som i det skedet kunde göras av faktorer kopplade till bergets egenskaper var preliminära, eftersom det med få undantag inte hade gjorts några borrhålsundersökningar på de aktuella platserna och data från förvarsdjup således saknades. De kvarstående osäkerheterna beträffande bergförhållandena var huvudskälet till att SKB:s förslag till program för fortsatta studier (inklusive platsundersökningar) innefattade alternativ som bidrog till att behålla en god bredd med avseende på de geologiska miljöer som urvalsunderlaget representerade.

Faktorer och metodik som i nästa skede, efter avslutade platsundersökningar, låg till grund för jämförelsen mellan Laxemar och Forsmark redovisas i bilaga PV, kapitel 6. I detta läge hade fullständiga platsundersökningar genomförts på båda platserna, så att jämförelsen kunde baseras på ett gediget och allsidigt underlag (se MKB:n kapitel 7 och 10).

2.1.3 Jämförelsen mellan Forsmark och Laxemar, valet av Forsmark

Jämförelsen mellan Forsmark och Laxemar och motiven för att välja Forsmark redovisas i bilaga PV, kapitel 7. De jämförande analyser av säkerhetsrelaterade platsegenskaper som gjordes redovisas dessutom mera ingående i en referens, Comparative analysis of safety related site characteristics (SKB TR-10-54). Den strategi som SKB lade fast för valet formulerades i följande två punkter (se bilaga PV sidan 4):

1. *Den plats väljs som ger bäst förutsättningar för att säkerhet på lång sikt ska uppnås i praktiken.*
2. *Om det inte går att se någon avgörande skillnad i förutsättningarna för att uppnå långsiktig säkerhet så väljs den plats som ur övriga aspekter är mest lämplig för att genomföra slutförvarsprojektet.*

Denna strategi tillämpades, varvid den första punkten fällde avgörandet till Forsmarks fördel. Valet innebär inte att Laxemar bedömts vara en olämplig lokalisering, men väl att Forsmark bedömts ge klart bättre förutsättningar att uppnå säkerhet på lång sikt än Laxemar. De enskilda faktorer som bidrar mest till Forsmarks fördelar är lägre frekvens av och genomsläpplighet i vattenförande sprickor. Dessa skillnader ger tydliga utslag i de jämförande säkerhetsbedömningarna som redovisas i SKB TR-10-54. I de bedömningar som görs har kunskap om till exempel kopparkorrosion och buffertens funktion vägts in. De industriella förutsättningarna för att etablera och driva slutförvaret på ett bra sätt bedöms vara mycket goda för båda platserna. De skillnader som finns kan inte tillmätas någon avgörande betydelse för platsvalet. Detsamma gäller för miljöpåverkan.

2.1.4 Forsmark som plats för ett slutförvar och jämförelse med andra platser

SKB har kunnat visa att Forsmark är en lämplig plats med hänsyn till ändamålet med slutförvaret, det vill säga en långsiktigt säker slutförvaring av använt kärnbränsle, och att detta ändamål kan uppnås

med mycket begränsade intrång och olägenheter. I kravet på minsta intrång och olägenhet ligger också att det inte ska finnas någon annan plats som vid jämförelse ger uppenbart bättre förutsättningar, som är tillgänglig och som kan tas i anspråk med rimliga insatser. SKB noterar SSM:s resonemang om valet av Forsmark i relation till miljöbalkens lokaliseringsprincip. Vidare har SSM kommenterat på SKB:s slutsats (bilaga PV, sidorna 99–100) att det inte finns någon uppenbart bättre plats (än den valda) som är tillgänglig med insatser som är skäliga i förhållande till vad som skulle kunna uppnås. Kommentaren gäller att SKB:s slutsats inte kvantifieras.

I bilaga PV kapitel 8, och mera utförligt i referensen Säkerhetsrelaterade platsegenskaper – en relativ jämförelse av Forsmark med referensområden (SKB R-10-63), redovisas en jämförelse av säkerhetsrelaterade platsegenskaper mellan Forsmark och andra platser som undersökts av SKB (referensområden). Analysen av den långsiktiga säkerheten visar att bergets vattengenomsläpplighet (få vattenförande sprickor) är en av de viktigaste egenskaperna och av avgörande betydelse för den radiologiska risken. I figur 8-4 i bilaga PV presenteras en kvantitativ jämförelse av vattengenomsläpplighetens fördelning på de undersökta platserna. Forsmark visar i denna jämförelse mycket goda säkerhetsmässiga egenskaper, samtidigt som det finns områden med likartade hydrauliska egenskaper.

Forsmark ger därutöver mycket gynnsamma lokaliseringsförutsättningar ur en rad andra aspekter. Detta gäller även i relation till andra platser med vilka jämförelser har kunnat göras under lokaliseringsprocessens gång. Vidare framgår av redovisningen i bilaga PV att SKB inte utesluter att det kan finnas platser som totalt sett ger jämförbara förutsättningar för långsiktigt säker förvaring, som den valda. Det är dock enligt SKB:s uppfattning tveksamt om det skulle gå att identifiera någon plats med tydligt verifierbara fördelar (relativt den valda) ens om sökandet kunde bedrivas utan ekonomiska eller politiska begränsningar. Det är därför inte heller möjligt att närmare kvantifiera de insatser som skulle krävas. Vad som dock kan sägas är att ett program ägnat att söka en sådan plats, i den mån det vore politiskt realiserbart, skulle försena det svenska kärnbränsleprogrammet med flera decennier och kräva mycket stora resurser. Dessa insatser kan enligt SKB:s mening inte motiveras i relation till vad som eventuellt skulle kunna uppnås.

2.1.5 Lokaliseringsalternativ i Hultsfred och andra inlandslägen

Möjligheten att platser i inlandslägen skulle kunna ge säkerhetsmässiga fördelar i relation till kustnära lägen har återkommande diskuterats i samband med lokaliseringen av slutförvaret. Mer specifikt har diskussionen gällt huruvida ett förvarsläge i inlandet kan resultera i långa strömningsvägar/-tider för grundvatten (regional grundvattenströmning) med åtföljande säkerhetsmässiga fördelar i form av bättre förutsättningar för fördröjning av radionuklider. Vidare finns det anledning att förvänta sig låga salthalter hos grundvattnet (sött grundvatten) i inlandslägen, särskilt på platser belägna ovanför högsta kustlinjen. Den fråga som har ställts är om detta kan ge fördelar i form av undanröjda risker för salthalter höga nog att påverka de tekniska barriärerna negativt.

SKB:s program för platsundersökningsskedet presenterades år 2000 i kompletteringen till Fud-program 1998 (den så kallade Fud-K-rapporten). I sitt yttrande till regeringen över programmet framförde dåvarande SKI bland annat bedömningarna, att det av SKB framtagna urvalsunderlaget var tillräckligt, att de platser som valts för platsundersökningar hade förutsättningar att uppfylla kraven samt att ”SKB inte bör utesluta Hultsfred från platsvalet förrän frågor rörande inströmning/utströmning och djup till salt grundvatten utretts vidare” (SKI Rapport 01:20). Dessa bedömningar refererades senare i regeringens beslut avseende Fud-kompletteringen. Efter regeringsbeslutet 2001 gick SKB vidare med förberedelser för platsundersökningar i enlighet med de planer som redovisats i Fud-K-rapporten. I enlighet med regeringsbeslutet kompletterades programmet med ytterligare utredningar avseende regional grundvattenströmning och vattnets salthalt. Mot bakgrund av de resultat som sammanfattas nedan har SKB inte funnit det motiverat att inleda platsundersökningar i Hultsfreds kommun.

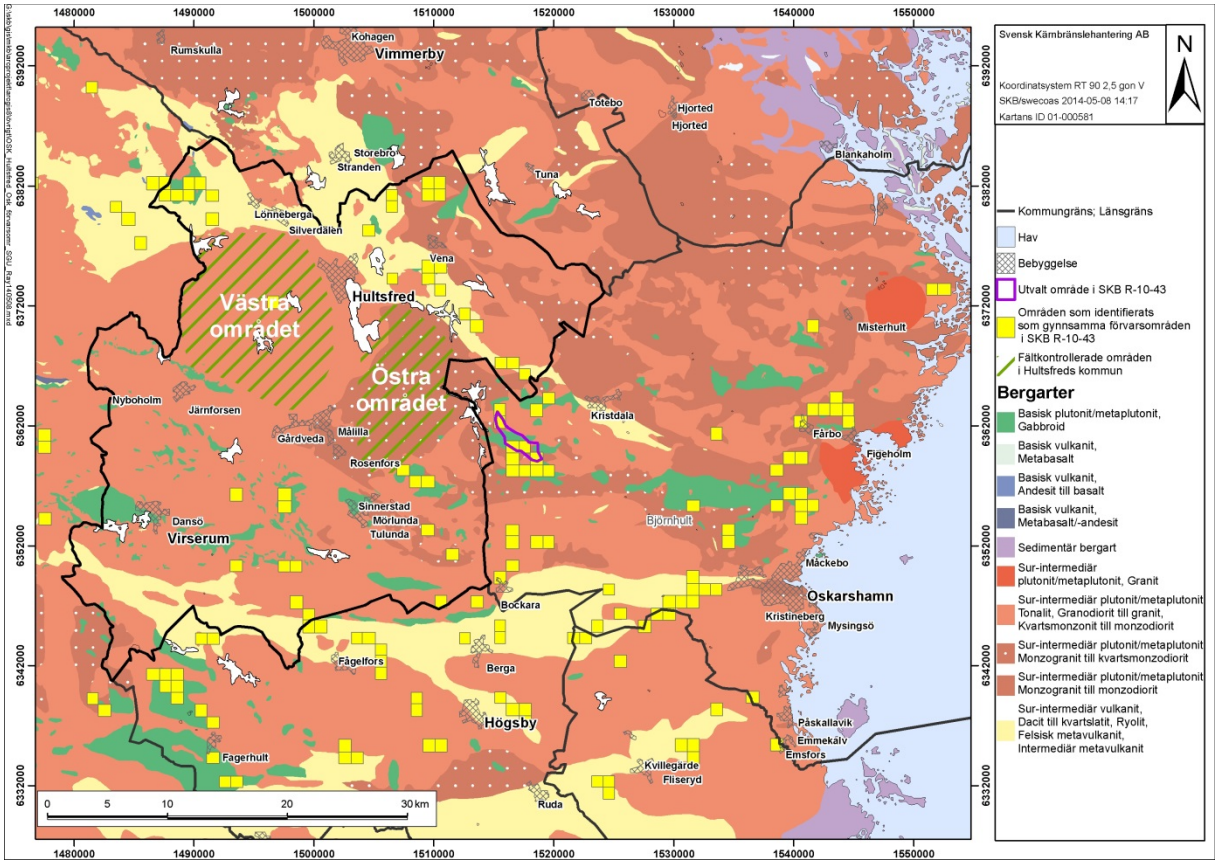
De strömningsrelaterade frågor som avsågs gällde i huvudsak huruvida platsens läge i inlandet kunde resultera i långa strömningsvägar/-tider för grundvatten (regional grundvattenströmning) med åtföljande säkerhetsmässiga fördelar (relativt kustnära lägen) i form av bättre förutsättningar för fördröjning av radionuklider. Vidare fanns det anledning att förvänta sig låga salthalter hos grundvattnet (sött grundvatten), eftersom platsen är belägen ovanför högsta kustlinjen. Den fråga som då ställdes var om detta kunde ge fördelar i form av undanröjda risker för salthalter höga nog att påverka de tekniska barriärerna negativt.

SKB utredde dessa frågor inför valet av platser för platsundersökningar, med slutsatsen att platsers lämplighet avgjordes av lokala förhållanden, inte av läget relativt kusten. Såväl SSM som andra intressenter har framfört synpunkter på detta och efterfrågat tydligare underlag för SKB:s slutsatser. Under och efter platsundersökningsskedet har SKB därför gjort omfattande modellanalyser för att studera frågorna mera ingående. Referenser till dessa arbeten, sammanfattande resultat, samt synpunkter från de granskningar som i olika skeden redovisats av myndigheterna, sammanfattas i bilaga PV sidorna 95–96. De slutsatser om strömningsförhållanden för grundvatten som SKB har dragit av de arbeten som gjorts redovisas på sidan 97 och formuleras där som följer: *SKB:s samlade slutsats är att det inte går att påvisa någon systematisk skillnad mellan kust- respektive inlandslägen vad gäller förekomsten av gynnsamma strömningsförhållanden. De kompletterande analyser som redovisats [...] har inte ändrat på denna uppfattning. Huvudskälet är att undersökningar och analyser har visat att lokala förhållanden, främst berggrundens vattengenomsläpplighet, är avgörande för om en plats är lämplig för ett slutförvar, med avseende på grundvattenströmning. Platsundersökningarna i Laxemar och Forsmark har befäst denna uppfattning. Detta hindrar inte att grundvattenströmningen från ett förvarsläge kan innefatta regionala komponenter som kännetecknas av långa och långsamma strömningsvägar. Det bedöms dock inte vara möjligt att med rimliga insatser verifiera sådana förhållanden, med tillräcklig tillförlitlighet för att de ska kunna tillskrivas någon säkerhetsfunktion för ett slutförvar.*

Beträffande grundvattnets salthalt är SKB:s uppfattning att de salthalter som konstaterats i kustnära lägen, inklusive Laxemar och Forsmark, inte är så höga att funktionen hos de tekniska barriärerna riskerar att påverkas negativt. De frågetecken som kan finnas gäller snarare om halterna i andra geografiska lägen kan bli för låga med avseende på potentialen för bufferterosion. I bilaga PV, sidan 98 värderas vidare betydelsen av grundvattnets salthalt och övriga kemiska sammansättning: *Salthalterna i Forsmark, liksom på övriga kustnära platser, bedöms vara tillräckligt höga för att undvika bufferterosion. Områden i inlandet har väsentligt lägre salthalter och där kan det finnas platser där salthalten redan idag är för låg för att säkerställa buffertens stabilitet. För övriga grundvattenkemiska förhållanden av betydelse, som sulfidhalt, pH eller buffertkapacitet, saknas tillförlitliga data från andra platser än Forsmark och Laxemar för att kunna göra meningsfulla jämförelser. Den sammantagna slutsatsen är därmed att det inte finns någon undersökt plats som i något avseende som kan kontrolleras uppvisar en avgjort mera gynnsam situation än Forsmark vad avser grundvattenkemiska förhållanden.*

SSM har dessutom önskat en komplettering av SKB:s skäl för att välja bort det så kallade Hultfredsområdet och en strålsäkerhetsmässig värdering av området (SSM2011-2426-142). Det område som SSM benämner ”Hultsfredsområdet” är beläget i den västra delen av Oskarshamns kommun, se figur 2-1. Närmaste större ort är Kristdala. Området benämns som ”utvalt område” i rapporten Storregional grundvattenmodellering – en känslighetsstudie av några konceptuella beskrivningar och förenklingar (SKB R-10-43). I rapporten finns 198 gynnsamma ”förvarsområden” presenterade (figur 10-1), baserat på en tidigare studie (SKB R-06-64). Områdena är ett urval från cirka 6 000 teoretiska förvarsområden med en yta av vardera en kvadratkilometer. De 198 ”förvarsområdena” uppfyller kriterierna längsta flödestiderna, minsta flödena och längsta flödesvägarna. Dessa kriterier har valts då de tillsammans anses representera gynnsamma förhållanden avseende fördröjning i geosfären. De valda parametrarna ger ett kvalitativt mått på det som enligt SR-Site (avsnitt 8.3 och 8.4) representerar gynnsamma hydrologiska och transportrelaterade förhållanden, nämligen högt flödesrelaterat flödesmotstånd (proportionellt mot kvoten mellan flödesvägens längd

och flödet) och lågt flöde vid deponeringshålet. De gynnsamma ”förvarsområden” som identifierats i Oskarshamns och Hultsfreds kommuner finns redovisade i figur 2-1.



***Figur 2-1**. Läge av ”Utvalt område” och lägen av ”förvarsområden” baserat på regional flödesmodellering enligt (SKB R-10-43). Figuren visar även fältkontrollerade områden under förstudien av Hultsfreds kommun (SKB Förstudie Hultsfred, Slutrapport). Området ”Hultsfred östra” (i figuren Östra området) prioriterades för eventuella platsundersökningar baserat på en samlad bedömning inkluderande samtliga lokaliseringsfaktorer. Observera att den geologiska informationen i figuren (något förenklad från de geologiska kartor som finns från förstudierna i Oskarshamn och Hultsfred) är baserad på underlag i skalintervallet 1:250 000 till 1:50 000 och som presenterats på kartor i skala 1:100 000, medan det geologiska underlaget till (SKB R-10-43) är baserad på en karta (databas) över Fennoskandiska skölden i skala 1:2 000 000.*

Det mest gynnsamma området i rapporten SKB R-10-43, det utvalda ”Hultsfredsområdet”, användes i rapporten som underlag för en jämförelse med Laxemarområdet. Jämförelsen visar framför allt att flödestiderna är betydligt längre för det utvalda området, men även att området har större andel långa flödesvägar och lägre grundvattenflöde. Den förklaring som ges till de längre flödestiderna är (figurtext till figur S-8 i (SKB R-10-43)):

Den dominerande bergarten i det utvalda området är gabbro med en genomsnittlig genomsläpplighet som är cirka en tiopotens lägre än omgivande bergarts, dvs Smålands-Värmlandsgraniternas. Vidare är de regionalt styrande gradienterna vid det utvalda området relativt omgivningen lägre. Detta förklarar det utvalda områdets, i ett regionalt perspektiv, generellt och relativt sett längre genombrottstider.

Generellt menar SKB att vid värdering av hydrauliska egenskaper och förhållanden för ett potentiellt förvarsområde, bör hydraulisk konduktivitet i förvarets närområde tillmätas störst betydelse. Detta eftersom denna egenskap har stor betydelse i säkerhetsanalysen och är en egenskap som direkt kan mätas vid en platsundersökning. I det lokala området kring ett potentiellt förvar är även långa

flödestider och långa flödesvägar betydelsefulla och kan till stor del underbyggas av platsdata, inkluderande borrhålsdata. Mindre betydelse, dock inte oväsentlig, bör tillmätas regional flödesmodellering på grund av de osäkerheter som är förknippade med sådan modellering.
Mer specifikt avseende det utvalda området sägs följande avseende berggrunden i (SKB R-10-43):

Det utvalda området är placerat i den litologiska enheten No. 757.... Detta är eventuellt ett problem eftersom denna bergart (gabbro, delvis ultrabasisk diorit, amfibolit) kanske inte uppfyller alla kriterier för en bergart som är lämplig för ett förvar av kärnavfall. Utifrån ett hydrauliskt perspektiv är det dock troligen det bästa området inom det storregionala området, ... Att den lokala bergarten eventuellt inte uppfyller alla kriterier understryker betydelsen av de lokala egenskaperna som inte är kända i det storregionala perspektivet.

Vid en jämförelse mellan det utvalda området och Laxemar kan konstateras att olika värden har ansatts på hydraulisk konduktivitet för berggrunden i respektive område. Djupavtagandet har antagits vara lika. Det utvalda området består av gabbro för vilken en hydraulisk konduktivitet av $2{,}6 \cdot 10^{-8}$ m/s har antagits baserat på brunnsdata för denna bergart i det regionala området. För Laxemarområdet, som består av olika typer av smålandsgranit har en hydraulisk konduktivitet av $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ m/s använts, baserat på uppmätta värden från borrhål i Laxemar. Som nämns ovan blir skillnaden i hydraulisk konduktivitet därmed ungefär en storleksordning, vilket torde förklara motsvarande skillnad i grundvattenflöde mellan de två områdena vid den regionala flödesmodelleringen. Skillnaden i hydraulisk konduktivitet mellan områdena bidrar också till skillnaden i modellerade flödestider även om skillnaden i topografi också har betydelse.

Skillnaderna i hydraulisk konduktivitet mellan gabbro och granit har varit kända sedan lång tid. Bland annat av detta skäl gjordes tidigt studier om gabbro kunde vara särskilt lämplig bergart att förlägga ett slutförvar i. En sammanfattning av dessa studier finns i rapporten Gabbro as a host rock for a nuclear waste repository (SKB TR-92-25). Slutsatsen var att det finns potentiella fördelar avseende hydrologiska och kemiska faktorer men att andra faktorer talade mot gabbro. Bland annat visade det sig vara svårt att finna kroppar av gabbro som var tilläckligt stora för att rymma ett slutförvar. I rapporten argumenteras för att möjliga kroppar av gabbro behöver ha en utbredning på åtminstone 11–15 kvadratkilometer för att det ska vara sannolikt att de har ett djupgående på 1 000 meter (dubbla förvarsdjupet). I praktiken kan kroppen behöva vara större för att kunna anpassa ett eventuellt slutförvar till platsspecifika faktorer som geometrisk form, förekomst av sprickzoner, gångbergarter mm. En annan faktor som behöver beaktas i detta sammanhang är den låga termiska konduktiviteten för gabbro som medför att ett förvar blir större i gabbro jämfört med granit. Vid värdering av en plats behöver man även beakta att gabbro har en högre malmpotential jämfört med granit, vilket i detta sammanhang är mindre önskvärt.

Under förstudien av Oskarshamns kommun gjordes sammanställningar av befintliga geovetenskapliga data. I rapporten som behandlar bland annat bergarter (SKB R-98-56) finns en berggrundskarta (figur 6-1) som täcker hela kommunen. Baserat på kartan kan konstateras att förekomsterna av diorit och gabbro i det utvalda området (sydväst om Kristdala) är små och oregelbundna och knappast av den storleken att de skulle rymma ett förvar.

I samma rapport gjorde SGU en värdering av vilka områden som av olika skäl bedöms som mindre intressanta eller helt olämpliga som potentiella förvarsområden. Det utvalda så kallade ”Hultsfredsområdet” ligger i ett större område som bedömdes som mindre intressant. Skälen till detta var (SKB R-98-56, sid 96):

Ett område från trakten av Oskarshamns flygplats, västerut via området mellan Björnhult och Kristdala och vidare mot VNV till kommungränsen. I detta område uppträder omväxlande granit, diorit och gabbro. Området måste därmed utifrån befintlig information betraktas som inhomogent. Här ligger också impaktstrukturen Hummeln. Eftersom området är tämligen översiktligt karterat och de aktuella bergarterna inte generellt sett är olämpliga ur förvarssynpunkt kan det inte uteslutas att homogena bergvolymer av tillräcklig storlek skulle kunna finnas. För att utröna detta krävs en mer

detaljerad kartläggning av områdets berggrund. På grundval av befintlig information bedöms dock området som mindre intressant.

SKB:s slutsats är att även om det utvalda området skulle kunna vara gynnsamt som förvarsområde ur aspekten regionalt grundvattenflöde, är det förmodligen ogynnsamt när bedömningen inkluderar andra geologiska faktorer.

Under förstudien av Hultsfred (SKB Förstudie Hultsfred, Slutrapport) blev två större granitområden prioriterade för fältkontroller, se figur 2-1. Det område (Hultsfred östra) som prioriterades för eventuella platsundersökningar blev inte ett av de områden som SKB föreslog för platsundersökningar i den så kallade Fud-K-rapporten. Vid val av områden för platsundersökningar konstaterade SKB att det inte var möjligt att rangordna mellan lokaliseringsalternativen ur bedömningsgrunden långsiktig säkerhet eftersom data saknades från förvarsdjup. Med tanke på den osäkerhet som fanns ville SKB försäkra sig om att det fanns en geologisk bredd bland de områden som valdes. Då området ”Hultsfred östra” består av liknande berggrund (smålandsgranit) som alternativen i Oskarshamn, varav Simpevarp bedömdes ha tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt, menade SKB att tillföra ”Hultsfred östra” skulle inte erbjuda några uppenbara fördelar ur aspekten geologisk bredd.

Inte heller den regionala grundvattenflödesmodelleringen visar på uppenbara fördelar då inget av de 198 områden som identifierats som gynnsamma ”förvarsområden” från flödesmodelleringen är belägna inom området ”Hultsfred östra” och endast ett inom ”Hultsfred västra” (i figuren Västra området), se figur 2-1. Detta beror huvudsakligen på att lågpermeabla bergarter var en av flera faktorer som var styrande för identifiering av gynnsamma områden ur aspekten regionalt grundvattenflöde.

SSM vill även att SKB värderar betydelsen av skillnaderna i grundvattnets salthalt mellan det utvalda området i förhållande till Laxemarområdet. Eftersom data om salthalten saknas från det utvalda området är det svårt att göra en värdering, men med ett läge över högsta kustlinjen kan det inte uteslutas att grundvattnet på förvarsdjup kan ha låg jonstyrka (sött grundvatten). Baserat på den senaste säkerhetsanalysen (SR-Site) betraktar SKB i dag inte sådant vatten som gynnsamt för ett slutförvar eftersom grundvatten med låg jonstyrka ökar risken för bentoniterosion. Samtidigt är detta en risk bland andra som behöver bedömas i en säkerhetsanalys där alla platsspecifika faktorer av betydelse för säkerheten värderas i en samlad analys.

SKB:s slutsats av redovisningen ovan är således att vare sig det så kallade ”Hultsfredsområdet” (”det mest gynnsamma” i SKB R-10-43) beläget i nordvästra delen av Oskarshamns kommun eller de identifierade områdena i Hultsfreds kommun, erbjuder några uppenbara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med Laxemar.

Sammantaget kan SKB inte se att det framkommit något som tyder på att inlandslägen, inklusive de diskuterade områdena i Hultsfred, skulle ge några verifierbara fördelar i förhållande till kustnära lägen.

2.2 Mineralförekomster i Forsmarksområdet

Östhammars kommun, Oss, MKG och SSM tar upp frågan om det finns mineralförekomster eller förekomster av sällsynta jordartsmetaller (REM) i närheten av Forsmark och hur det i så fall påverkar Forsmark som lämplig plats för slutförvaret.

Forsmarksområdet ligger i en nordostlig utlöpare av Bergslagens malmprovins och har, sett i regional skala, en betydande andel av berggrunden malmpotential. SKB har därför gjort särskilda insatser för att utreda vilka mineraliseringar som finns i Forsmarksområdet och i vad mån dessa kan tänkas bli av intresse för exploatering (se The potential for ore and industrial minerals in the Forsmark area, SKB R-04-18). Data har hämtats från både egna undersökningar (förstudien och platsundersökningen) och

andra källor. Bedömningar av eventuella konsekvenser av exploatering med avseende på slutförvaret har gjorts inom ramen för SR-Site. Sammantaget anser SKB att frågan om Forsmarksområdets malmpotential och dess betydelse för slutförvaret är väl genomlyst.

2.2.1 Malmpotential i närområdet

Platsundersökningen har visat att den så kallade tektoniska lins som utgör förvarsberget i Forsmark består av bergarter som helt saknar malmpotential. Den kunskap som finns om linsens geometriska utbredning visar att avsaknaden av malmpotential gäller ner till åtminstone 1 000 meters djup, troligen betydligt djupare. Mineraliseringar som skulle kunna bli föremål för exploatering i direkt anslutning till förvaret kan därmed enligt SKB:s uppfattning uteslutas.

Den malmpotential som finns i Forsmarksområdet gäller främst järnmineraliseringar som är knutna till stråk av felsiska till intermediära metavulkaniter. Ett sådant stråk löper i nordväst-sydostlig riktning, 1–2 kilometer sydväst om den tektoniska linsens sydvästra gräns (se till exempel figur 5-2 i Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase – SDM-Site Forsmark, SKB TR-08-05). Inom detta stråk finns järnmineraliseringar av skarntyp dokumenterade, varav en del har varit föremål för småskalig gruvbrytning i äldre tid. Geofysiska mätningar har visat på lokala anomalier som tolkats som liknande mineraliseringar. Den geologiska miljön i området har likheter med den som hyser malmerna i Dannemora, men mineraliseringarna är genomgående alldeles för små för att vara ekonomiskt intressanta med dagens mått mätt. Fyndigheterna i Dannemora är av en helt annan storleksordning. Både geologisk dokumentation och tolkningar av geofysiska mätningar indikerar att järnmineraliseringarna i det malmpotentiella stråket är brantstående, ofta skivformade och stupar brant, i regel mot sydväst (det vill säga bort från kandidatområdet för slutförvaret). Djupgåendet är svårt att bedöma. De förenklade modeller som i några fall kunnat göras på basis av geofysisk information indikerar djup i storleksordningen 100–300 meter. Det är också möjligt att det inom det malmpotentiella stråket finns liknande mineraliseringar som inte är daggående och som även ligger för djupt för att kunna detekteras med geofysiska metoder.

I det havstäckta området norr och nordost om förvarsområdet påvisade platsundersökningen ett liknande bergartsstråk, huvudsakligen bestående av felsisk till intermediär metavulkanit och metagranodiorit, benämnt RFM021 i den platsbeskrivande modellen (se TR-08-05, sidan 396). Detta stråk utgör en geologisk miljö som skulle kunna hysa järnmineraliseringar. Eventuella ytnära järnmineraliseringar, av sådan storleksordning att de kan bli av ekonomiskt intresse, skulle dock med säkerhet ha avspeglats i data från de geofysiska mätningar som gjorts. Undersökningarna i området har innefattat geologisk kartering av tillgängliga öar samt geofysiska mätningar. Vidare finns omfattande information från SFR, både själva anläggningen och dess planerade utbyggnad, som delvis ligger inom den aktuella bergdomänen. Det finns inget i det samlade dataunderlaget från området som indikerar några mineraliseringar som är eller bedöms kunna bli av ekonomiskt intresse.

Det kan ändå inte helt uteslutas att mineraliseringar förekommer på större djup inom det nämnda bergartsstråket (RFM021), eftersom tillgängliga geofysiska undersökningsmetoder har begränsad räckvidd mot djupet. Enda sättet att undersöka detta närmare är att göra omfattande borrningar i området. SKB anser av flera skäl att sådana undersökningar inte är motiverade. Det är för det första svårt att se att eventuella mineraliseringar, på stort djup och av de typer som är tänkbara, skulle bli intressanta för utvinning ens i en avlägsen framtid. För det andra, och för SKB avgörande, är att stråket med berggrund som kan ha malmpotential ligger utanför (nordost om) den geologiska formation (tektoniska lins) som utgör förvarsberget.

Betydelsen av dessa konstaterade och möjliga mineraliseringar diskuteras i SR-Site, avsnitt 14.2.7, Utvärdering av en gruva i närheten av förvarsplatsen vid Forsmark. Bedömningen är att avstånden mellan slutförvaret och eventuella mineraliseringar, i kombination med förvarsbergets egenskaper, innebär att en framtida exploatering av sådana mineraliseringar inte bedöms kunna störa, eller störas

av ett slutförvar med planerad placering och utformning. Detta gäller även i ett tidsperspektiv där pågående landhöjning förvandlat det nu havstäckta området till land och oavsett djup till mineraliseringarna.

2.2.2 Sällsynta jordartsmetaller – REM

Sällsynta jordartsmetaller (Rare Earth Metals – REM, eller mera generellt Rare Earth Elements – REE) förekommer i ett stort antal mineral i skilda geologiska miljöer. De har många tillämpningsområden i högteknologiska produkter och konsumtionen i världen ökar starkt. REE produceras i flera länder. Kina är den dominerande aktören, mätt i både produktion och konsumtion.

I Bergslagen, som norra Uppland geologiskt sett tillhör, har REE-mineraliseringar påvisats associerat med järnmalmer av skarn- och apatittyp samt i vissa pegmatiter. Någon kommersiell utvinning har inte förekommit i senare tid. REE-mineraliseringar associerade med skarn- eller apatitjärnmalmer är inte kända från norra Uppland. I fallet Forsmark kan dessa typer av REE-mineraliseringar uteslutas, eftersom inga sådana järnmineraliseringar finns inom den geologiska formation (den tektoniska linsen) som är aktuell för slutförvaret. De REE-mineraliseringar som förekommer i pegmatiter i regionen bedöms generellt sakna ekonomiskt intresse därför att totalhalterna är låga och volymerna små.

De studier av malmpotential i Forsmarksområdet som gjordes inför och under platsundersökningen inkluderade inte REE. På SKB:s uppdrag har därför en kompletterande studie gjorts av REE i Forsmark. Studien omfattar både en översikt av befintligt underlag om REE – generellt och lokalt - och analyser av data från borrkärnor, bergyteprover och jordprover från platsundersökningen i Forsmark. Materialet från platsundersökningen omfattade 291 analyser av sprickfyllnader och bergprover från borrkärnor. Av dessa uppvisade ett tjugotal REE-värden (totalhalter) som i någon mening kan sägas vara förhöjda. De flesta var hämtade från sprickfyllnader. Generellt noterades att prover med förhöjda halter var relaterade till deformationszoner i granitoider, vanligtvis i anslutning till pegmatiter. I några enstaka fall konstaterades förhöjda halter även hos prover av bergarten granodiorit, utan synbar koppling till sprickfyllnader. Även prover tagna från bergytan och jordtäcket i Forsmarksområdet analyserades. Jordproverna uppvisade i några fall förhöjda halter, medan detta inte var fallet för proverna tagna från bergytan.

Sammantaget finns det enligt SKB:s uppfattning inget som tyder på att Forsmarksområdet skulle hysa REE-mineraliseringar som är eller skulle kunna bli intressanta för exploatering. De lokalt förhöjda REE-halter som noterats tycks i allt väsentligt vara kopplade till sprickfyllnader och pegmatitgångar, enligt ett mönster som är känt från andra undersökningar. Att dessa lokala anomalier observerats bedöms vara en konsekvens av att så detaljerade undersökningar gjorts i området, snarare än att förekomsten av REE i sig skulle avvika från vad som gäller även för andra, inte undersökta områden i regionen.

2.2.3 Slutsats

Sammanfattningsvis anser SKB att frågan om Forsmarksområdets malmpotential är väl utredd. Den kunskap som finns ger underlag för slutsatsen att kravet på avsaknad av malmpotential är uppfyllt för ett slutförvar i Forsmark. Grundförutsättningen för detta är att den väl avgränsade geologiska formationen där förvaret placeras – den tektoniska linsen – består av bergarter som helt saknar malmpotential.

2.3 Lokalisering av Clink

SKB:s motiv för sökt lokalisering och utformning av inkapslingsanläggningen redovisas i MKB:n, avsnitt 5.2.2. Det valda alternativet, det vill säga en inkapslingsanläggning vid Simpevarp, integrerad

med Clab och benämnd Clink, presenteras i MKB:n, avsnitt 9.1. Det övervägda alternativet, en fristående inkapslingsanläggning i Forsmark benämnd Frink, redovisas i MKB:n avsnitt 9.2. En sammanfattande jämförelse av alternativen med avseende på effekter och konsekvenser ges i avsnitt 9.3 och tabell 9.9. Viktiga slutsatser vad gäller strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen är att gränsvärden för doser underskrids med bred marginal och att de aktivitetsnivåer som inkapslingsanläggningen bidrar med till omgivningen är närmast försumbara. Detta gäller både det valda alternativet Clink och det övervägda alternativet Frink.

I det följande rekapituleras huvuddragen i lokaliseringsprocessen för inkapslingsanläggningen. Vidare jämförs och kommenteras hanteringsgången för använt kärnbränsle, transportaspekter samt konsekvenserna för Clab, för de två lokaliseringsalternativen Clink och Frink.

2.3.1 Lokaliseringsprocessen för inkapslingsanläggningen

Miljöbalkens lokaliseringsprincip (2 kap 6 §) anger att för en verksamhet som tar i anspråk mark- eller vattenområde ska en plats väljas som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Kraven på minsta intrång och olägenhet kan enligt andra bestämmelser i miljöbalken jämkas om det är orimligt att uppfylla dem. Lagkonstruktionen kan beskrivas som ett långtgående allmänt krav balanserat av en regel som öppnar för skälighetsbedömning från fall till fall.

Vid bedömningen av om en plats är lämplig ska kapitel 3 och 4 i miljöbalken tillämpas. Dessa kapitel behandlar grundläggande och särskilda bestämmelser om hushållning med mark- och vattenområden. En konsekvens av bestämmelserna är att riksintressen ska vägas mot varandra i varje enskilt fall samt att en lokalisering inte får innebära att ett riksintresse skadas allvarligt. En annan konsekvens är att längs stora delar av landets kuststräcka får lokaliseringar av den typ som inkapslingsanläggningen utgör bara komma till stånd på platser som redan är föremål för omfattande industriverksamhet.

Till det yttre ställer inkapslingsanläggningen inga långtgående krav på de allmänna förutsättningarna på den plats där anläggningen lokaliseras. Markbehovet inklusive kringytor är begränsat till cirka tre hektar. Den konventionella infrastruktur som krävs är jämförbar med vad som behövs för annan industriverksamhet av motsvarande omfattning. Förutsatt att industrimark och infrastruktur inklusive hamn finns att tillgå kan anläggningen etableras och drivas utan omfattande exploatering och med begränsade miljökonsekvenser. Ur dessa aspekter finns det därmed många platser som skulle ge goda förutsättningar för att etablera och driva inkapslingsanläggningen så att kraven på begränsade intrång och olägenheter kan uppfyllas.

Beaktas den verksamhet som ska bedrivas i inkapslingsanläggningen är det uppenbart att en lokalisering till en plats med befintlig kärnteknisk verksamhet ger väsentliga fördelar. Det ger tillgång till kärnteknisk kompetens och infrastruktur som på många sätt underlättar både etablering och drift. Vidare utgör inkapslingen en länk i hanteringskedjan för använt kärnbränsle, från mellanlagringen i Clab till den slutliga deponeringen i ett slutförvar. Denna hanteringskedja förenklas om inkapslingen kan ske antingen i anslutning till mellanlagret eller i anslutning till slutförvaret. I jämförelse med dessa två alternativ ger varje annan plats klara nackdelar i form av tillkommande transporter och hanteringssteg. Det skulle också kräva att SKB etablerar en kvalificerad kärnteknisk verksamhet på denna plats, med åtföljande behov av stödfunktioner och service.

Mot denna bakgrund drog SKB på ett tidigt stadium slutsatsen att de alternativ som var aktuella för lokalisering av inkapslingen var i anslutning till Clab eller i anslutning till ett framtida slutförvar, se Jämförelse av alternativa lokaliseringar för inkapslingsanläggningen (SKB R-00-49). En lokalisering vid Clab skulle då innebära att Clab och inkapslingsanläggningen tekniskt integreras till en gemensam anläggning (benämnd Clink). En lokalisering vid slutförvaret skulle däremot innebära att en fristående inkapslingsanläggning (benämnd Frink) etableras. Nästa steg var en jämförelse och prioritering mellan

dessa båda huvudalternativ. Jämförelsen gjordes innan platsen för slutförvaret hade valts, och resulterade i slutsatsen att en lokalisering vid Clab (alternativet Clink) var att föredra, oavsett var slutförvaret skulle komma att placeras (se R-00-49). Ett huvudmotiv för detta ställningstagande var möjligheten att ta tillvara erfarenhet och kompetens av bränslehantering som finns vid Clab. Man såg också fördelar med en integrerad anläggning som möjliggör samnyttjande av olika tekniska system och av organisationen. Ytterligare en fördel med alternativet Clink bör nämnas, nämligen att hanteringen av använt bränsle totalt sett blir mer begränsad, sker på en plats istället för två, och berör färre personer. (Värdet av detta berörs i avsnitt 5 i R-00-49).

Med valet av Forsmark som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle blev en fristående inkapslingsanläggning (Frink) i Forsmark det givna alternativet för jämförelse med den valda lokaliseringen, i enlighet med miljöbalkens krav på alternativredovisning. En förstudie för en inkapslingsanläggning i Forsmark hade tidigare genomförts och redovisats i Inkapslingsanläggning i Forsmark (SKB R-05-58). Denna förstudie låg till grund för alternativredovisningen i MKB:n (avsnitt 9.2). Den enda förändringen relativt förstudien är att anläggningens tänkta placering på industriområdet i Forsmark har ändrats till följd av förändrade förutsättningar för disponeringen av industrimark i Forsmark.

2.3.2 Hanteringsgång för använt bränsle

Hanteringsgången för det använda kärnbränslet i inkapslingsskedet, från mellanlagring till slutförvar, är till betydande delar oberoende av inkapslingsanläggningens lokalisering, men det finns också några väsentliga skillnader. De mest uppenbara skillnaderna gäller transportkedjorna för oinkapslat bränsle in till anläggningen, respektive kapslar ut från anläggningen. Dessa skillnader diskuteras närmare i de avsnitt som följer.

Figur 2-2 illustrerar schematiskt hanteringsgången för bränsle, för fallen Clink respektive Frink, i jämförande format. Startpunkten är i båda fallen att bränslet finns i Clabs förvaringsbassäng, och slutpunkten är leverans av kapslar till slutförvaret för använt kärnbränsle.

Clink

Hanteringsgången för bränsle i fallet Clink (figur 2-2), beskrivs ingående i bilaga TB till ansökan – Teknisk beskrivning och mera översiktligt i MKB:n, avsnitt 9.1, Clink – Sökt verksamhet, Simpevarp. Från Clabs befintliga förvaringsbassäng flyttas bränsle till inkapslingsbyggnadens hanteringsbassäng, via en bränslehiss och en förbindelsebassäng. I hanteringsbassängen sker sortering och verifierande gammamätningar på bränsleelementen. De bränsleelement som ska placeras i en viss kapsel förs över till en särskild transportkassett. Så långt har all hantering skett under vatten (våt hantering). Övergången till torr hantering sker när transportkassetten med bränsleelementen lyfts upp ur bassängen och placeras i ett torkutrymme. Efter torkningen som normalt pågår över natten startar själva inkapslingsprocessen med att de valda bränsleelementen överförs till kapselns gjutjärnsinsats. Via ett antal arbetsstationer monteras sedan ett lock på kapselinsatsen, kapseln försluts med ett kopparlock som svetsas fast, kontroller (oförstörande provning) av svetsen görs, kapseln maskinbearbetas för att ta bort ytojämnheter och ytterligare kontroller av svetsen genomförs.

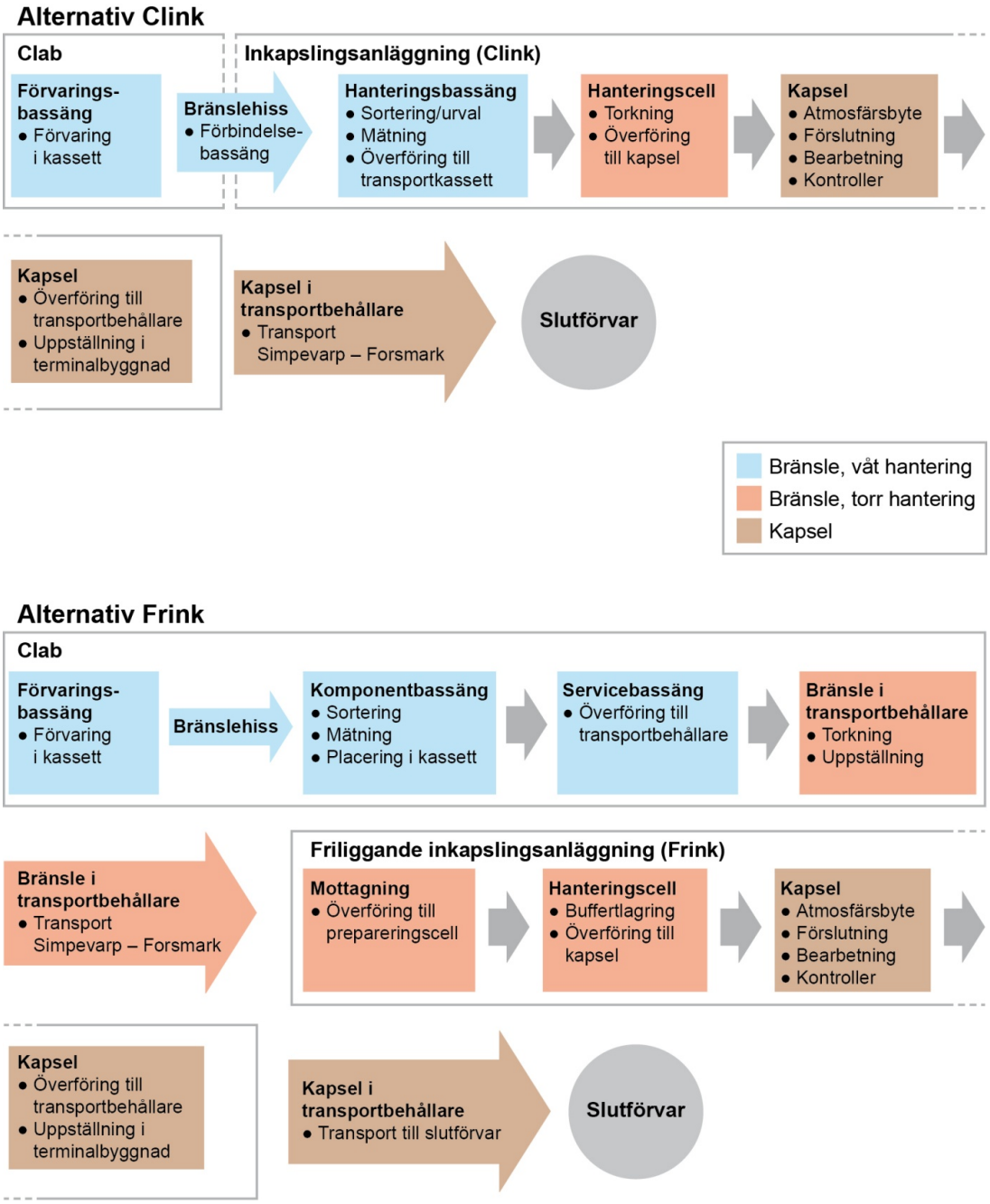
Efter kontroll av ytkontaminering och eventuell rengöring samt kontroll av eventuella ytdefekter är kapseln klar att placeras i transportbehållare. Transportbehållaren med kapsel läggs på en lastbärare och körs till en närbelägen terminalbyggnad, i avvaktan på transport till Forsmark och slutförvaret.

Frink

Hanteringsgången för bränsle i fallet Frink beskrivs översiktligt i MKB:n, avsnitt 9.2 Frink – Övervägt alternativ, Forsmark och mer fullständigt i R-05-58. De inledande hanteringsstegen (se figur 2-2) utförs vid Clab. Fördelningen av arbetsmoment mellan Clab och Frink styrs av att behållarna för transporter mellan anläggningarna är avsedda för torrt bränsle. Hanteringsstegen till och med torkning utförs därför vid Clab. Bränslet förs med bränslehiss från Clabs förvaringsbassäng till komponentbassängen, där sortering och mätning sker. Bränslet placeras sedan i en kassett som förflyttas till en servicebassäng. Där överförs bränsleelementen till en transportbehållare. Dränering och torkning sker sedan med bränsleelementen placerade i transportbehållaren. Efter torkning, kontroller och förslutning är transportbehållaren klar för transport från Clab till Frink i Forsmark.

Vid Frink sker all hantering torrt. Valet av uteslutande torr hantering är givet eftersom bränslet är torrt redan när det anländer. Avsaknaden av bassänger och våt bränslehantering är den största utformningsmässiga skillnaden relativt Clink.

För att optimera processen vid Frink har även sortering och verifierande gammamätning utförts redan vid Clab. Efter ankomsten till Frink slussas transportbehållaren in till en prepareringscell, där förberedelser görs för att senare kunna docka behållaren med anläggningens hanteringscell. I hanteringscellen sker sedan överföringen av bränsleelement, antingen direkt till en kapsel eller till ett buffertutrymme för bränsleelement som finns i anslutning till hanteringscellen (utformningen med buffertutrymme i anslutning till hanteringscellen utgör ytterligare en skillnad mot Clink, där bassängdelen av anläggningen ger den buffertkapacitet som behövs). Den efterföljande proceduren för inkapsling, kontroller och överföring av den färdiga kapseln till transportbehållare är identisk med den som beskrivits för fallet Clink.



Figur 2-2. *Schematisk illustration av hanteringskedjan för inkapsling av använt kärnbränsle, för alternativen Clink respektive Frink.*

2.3.3 Transporter

Lokaliseringsalternativen för inkapslingsanläggningen ger skillnader i transporterna av använt kärnbränsle. Tabell 2-1 sammanfattar transportkedjorna för Clink respektive Frink. I fallet Frink skulle transporterna av icke inkapslat bränsle från Simpevarp till Forsmark kunna ske med samma system och teknik som dagens transporter av använt bränsle från kärnkraftverken till Clab. Enda skillnaden är att bränslet efter mellanlagringen är mindre radioaktivt och avger mindre värme. Transporterna av kapslar kommer även de att ske på i princip samma sätt som dagens bränsletransporter, men med transportbehållare som är konstruerade för att hysa en kapsel i stället för separata bränsleelement.

Tabell 2-1. Transportkedja för använt kärnbränsle från Clab till slutförvaret för använt kärnbränsle, för alternativen Clink och Frink.

	Clink	Frink
Icke inkapslat bränsle	-	Marktransport Clab – Simpevarps hamn, cirka två kilometer. Fartygstransport Simpevarps hamn – Forsmarks hamn. Marktransport Forsmarks hamn – Frink, cirka fyra kilometer.
Inkapslat bränsle	Marktransport Clink – Simpevarps hamn, cirka två kilometer. Fartygstransport Simpevarps hamn – Forsmarks hamn. Marktransport Forsmarks hamn – slutförvarets terminalbyggnad, cirka två kilometer. Nedtransport vid slutförvaret, från terminalbyggnad till omlastningsstation.	Marktransport Frink – till slutförvarets tunnelnedfart, cirka tre kilometer. Nedtransport från markytan till omlastningsstation.

För fallet Frink är kapseltransporten begränsad till en kort marktransport med specialfordon inom industriområdet i Forsmark, från Frink till slutförvaret för använt kärnbränsle. Ett buffertlager för färdiga kapslar (i transportbehållare) behövs för att skapa nödvändig driftsmässig flexibilitet mellan anläggningarna. Detta buffertlager skulle troligen placeras i en terminalbyggnad vid Frink. Kapseltransporterna skulle då kunna gå utan omlastning direkt från Frink till slutförvarets omlastningshall under mark, där kapslarna lyfts ur transportbehållarna.

Alternativet Clink innebär att färdiga kapslar transporteras i en kedja som innefattar marktransport från Clink till hamnen i Simpevarp, sjötransport till Forsmark och ytterligare en marktransport till slutförvaret. I detta fall behövs ett buffertlager i form av en terminalbyggnad vid slutförvarets driftområde, där transportbehållare med kapslar placeras i avvaktan på nedtransport och deponering.

Kraven på strålskydd och radiologisk säkerhet under transport är desamma, oavsett om det bränsle som transporteras är inkapslat eller inte. Garanten för en hög säkerhet är transportbehållarna, som ger erforderligt strålskydd oavsett transportsätt och avstånd. Behållarna är också konstruerade för att klara de påfrestningar som kan uppstå vid störningar och olyckor, utan att tätheten eller skyddsförmågan går förlorad. Vilken typ av bränsle som transporteras (före eller efter mellanlagring, inkapslat eller inte) påverkar behållarnas konstruktion, men inte den radiologiska skyddsnivån eller säkerheten vid hantering av behållarna. Därmed ger skillnaderna i transportkedjor mellan alternativen Clink och Frink inte upphov till några skillnader i stråldoser till omgivningen eller i radiologiska risker av betydelse.

Eventuella risker för skador på bränsle eller kapslar under transport är en annan faktor som kan bero av transportkedjan. När det gäller oinkapslat bränsle har mångåriga erfarenheter från transporter visat att riskerna för sådana skador är försumbara.

Kapslarna är känsliga för mekanisk påverkan som kan ge skador på den kopparklädda ytan. Toleransen för sådana skador är liten, eftersom ett intakt kopparhölje är viktigt för kapselns långsiktiga funktion efter deponering i slutförvaret. Kapselytan kommer att kontrolleras före deponering och eventuella kapslar med defekter som överskrider förutbestämda kriterier kommer att returneras till inkapslingsanläggningen för tömning och kassation. Konstruktionen av transport-behållare för kapslar kommer att göras i ett senare skede. Ett givet konstruktionskrav är då att kapslarna inte ska kunna få skador under transport. På samma sätt som vid transporter av icke inkapslat bränsle bedöms risken för transportskador på en kapsel därmed vara försumbar, så länge

kapseln befinner sig i en transportbehållare. Det gäller oavsett hur långt och på vilket sätt behållaren med kapseln transporteras. De risker som kan finnas för transportskador är istället knutna till de steg i processen där kapseln hanteras fritt, det vill säga innan den förs in i transportbehållaren vid inkapslingsanläggningen och efter uttag ur behållaren vid slutförvaret. Dessa moment är oberoende av var inkapslingen lokaliseras. Av detta följer att skillnaderna mellan alternativen Clink och Frink vad avser transportkedjan för kapslar, från inkapslingsanläggningen till slutförvaret, inte motsvaras av någon skillnad i potentialen för transportskador på kapslarna.

Det totala antalet behållare med använt bränsle som ska transporteras från Simpevarp till Forsmark bedöms bli något större för fallet Clink, eftersom en transportbehållare med kapsel rymmer färre bränsleelement än en transportbehållare för bränsleelement. Skillnaden är emellertid liten och kan inte tillmätas någon betydelse, varken ur säkerhets- eller effektivitetssynpunkt.

Tillverkningen av kapslar kommer att ske i en fabrik i Oskarshamn enligt den överenskommelse som är gjord med Oskarshamns kommun. Exakt var fabriken kommer att placeras är ännu inte bestämt. Från fabriken ska tomma kapslar transporteras till inkapslingsanläggningen. Dessa transporter är konventionella, tunga transporter som kommer att pågå mer eller mindre dagligen under många år. Speciella emballage kommer att fordras för att skydda kapslarna från mekaniska skador och nedsmutsning under transport. Det kan ändå inte uteslutas att något antal kapslar får transportskador och måste kasseras. Risken för detta är åtminstone i teorin större om transporterna, som i fallet Frink, ska gå den långa sträckan från Oskarshamn till Forsmark än om de, som i fallet Clink, sker lokalt inom Oskarshamns kommun.

Slutsatserna av den redovisade jämförelsen av alternativen Clink och Frink med avseende på transporter av bränsle och kapslar kan sammanfattas som följer:

- Transportsäkerheten är oberoende av vilket lokaliseringsalternativ som väljs för inkapslingen. Detsamma gäller risken för kapselskador.
- Alternativet Clink ger större flexibilitet vid störningar i driften av slutförvarssystemet då buffertutrymmet i lagringsdelen i princip omfattar allt bränsle.
- Värderat med avseende på effektivitet och resursbehov ger Clink vissa fördelar, till exempel avseende kärnämneskontroll, då verksamheten kan drivas i en kärnteknisk anläggning istället för två, som i fallet Frink.

2.3.4 Konsekvenser för Clab

I fallet Clink blir inkapslingsanläggningens påverkan på Clab givetvis omfattande. En av fördelarna med Clink är just att flera av de befintliga tekniska systemen vid Clab kan utnyttjas även för den tillkommande inkapslingsprocessen. Av den preliminära säkerhetsredovisningen, bilaga F i ansökan, framgår hur system som är viktiga för säkerhet och drift modifieras för att fungera tillsammans med den tillkommande anläggningsdelen.

En genomgång av samtliga påverkade system med betydelse för den kärntekniska säkerheten i Clab, samt system som inte har denna påverkan har gjorts, men är av annan betydelse för driften av anläggningen. Systemgenomgången avser genomförbarhet samt påverkan på Clabs säkerhet och drift. Genomgången visar att samtliga ändringar av Clab som planeras är genomförbara, utan att säkerheten påverkas. Vissa av ändringarna har under genomförandet påverkan på driften av Clab och kommer att planeras noggrant för att i möjligaste mån inte störa den dagliga driften av anläggningen.

Placeringen av inkapslingsdelen i Clink är beroende av placeringen av befintlig bränslehiss i anläggningen. Oavsett hur inkapslingsdelen vrids eller placeras kommer delar av den att hamna över befintliga förvaringsbassänger i Clab, om bränsle ska kunna transporteras upp till bassängerna i inkapslingsdelen. Ingående analyser av planerade bergarbeten för inkapslingsdelen och deras påverkan

på Clab har redovisats i Inkapslingsanläggning – Reviderad byggbarhetsanalys av bergschakt (SKB R-05-53). Där framgår att berguttaget kan ske på ett sätt som inte påverkar säkerheten i Clab. Hur alternativet Frink skulle påverka Clab redovisas i R-05-58. De största ändringarna som behöver göras i Clab är installation av en ny bränslehanteringsmaskin och ett torksystem för bränsle samt ombyggnad av uppställningsplatser för bränslekassetter i en bassäng. Beskrivningen av de anläggningsändringar som skulle krävas för Clab är i detta fall jämförelsevis mindre detaljerad, eftersom projekteringen för Frink av naturliga skäl inte drivits lika långt som för det valda alternativet Clink.

Sammanfattningsvis anser SKB att de anläggningsändringar av Clab som behöver göras är fullt genomförbara för båda alternativen. Frink-alternativet innebär dock väsentliga ändringar samt flera tillkommande arbetsmoment vid driften av Clab.

SSM har även önskat alternativet med våt och torr hantering i Forsmark belyst. SKB bedömer att det använda bränslet behöver transporteras torrt för att undvika hydrolys, kriticitet och bibehålla undertryck i behållaren samt för att klara olika olycksscenarier under transport på allmän väg eller i farled. Detta innebär att bränslet behöver torkas i transportbehållaren (figur 2-2) innan det lämnar Clab. Syftet med en våt hantering vid en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle kunna vara att minimera ombyggnader av Clab genom att flytta processtegen urval och mätning av bränsleelement till Forsmark. För att kunna genomföra denna del av processen i Forsmark behöver Frink kompletteras med motsvarande utrustning som finns för mottagning av transportbehållare, nedkylning och placering av bränslet i en bassäng för urval och mätning av bränsleelement. Bassängen kan även fungera som buffertlager och behöver vara större än motsvarande hanteringsbassäng i Clink, då det förutom att rymma tillräckligt många kassetter för urval av bränsleelement även måste ha en buffert mot störningar i transporterna av bränsle till inkapslingsanläggningen. Anläggningen behöver även innehålla utrustning för torkning och överföring av bränsleelementen till kapseln, eftersom dessa steg i detta alternativ hamnar i Frink. Att införa en våt hantering i Frink innebär en mer komplicerad process med flera moment som därmed gör den mer känslig för störningar. Anläggandet av bassänger och behovet av ytterligare hanteringsutrustning medför en väsentlig ökning av byggnadsvolym och kostnader. SKB ser inga fördelar med ett sådant alternativ och anser, i enlighet med vad som redovisats ovan, att erforderliga bergarbeten och förändringar i Clab samt anläggande av inkapslingsdelen kan genomföras utan att äventyra säkerheten för det mellanlagrade bränslet.

2.3.5 Sammanfattande slutsatser

Clink har visats uppfylla alla krav på begränsning av doser till personal och utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Resultat från de beräkningar som gjorts sammanfattas i MKB:n, avsnitt 9.1.3.4, Clink – Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen. Det finns inget som tyder på annat än att även Frink skulle klara alla radiologiska krav med bred marginal. Det finns dock skillnader när det gäller förutsättningarna för doser och utsläpp som talar till Clinks fördel. Skillnaderna har sin grund i att hanteringskedjan för använt bränsle totalt sett blir kortare i fallet Clink, och dessutom koncentrerad till en anläggning på en plats, se figur 2-2. Den enklare hanteringen ger kortare exponeringstider för personalen och även exponering mot färre personer än i fallet Frink, där hanteringskedjan blir längre och fördelad på två anläggningar (Clab och Frink). Alternativet med en våt hantering i Frink ökar komplexiteten ytterligare och ger en dubblering av funktioner, utrustning och processteg som behöver genomföras både i Clab och Frink.

Mindre hantering av bränslet innebär också att mindre mängder radioaktiva partiklar frigörs från bränslet under hanteringen och att mängden radioaktivt avfall från anläggningen därmed blir mindre. Risken för bränsleskador är generellt låg, men även ur den aspekten ger den enklare hanteringen i fallet Clink fördelar.

De angivna skillnaderna mellan lokaliseringsalternativen är inte kvantifierade i termer av dosbelastning till personalen eller utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Men i enlighet med

principen att radiologisk omgivningspåverkan ska begränsas så långt det är möjligt med rimliga insatser ger de kvalitativa skillnaderna ändå väsentliga argument för att välja Clink.

Båda alternativen kräver relativt omfattande anläggningsändringar av Clab. Dessa bedöms i båda fallen vara fullt genomförbara med bibehållen radiologisk säkerhet för anläggningen. När systemen tagits i drift och inkapsling pågår medför dock Frink-fallet tillkommande arbetsmoment i den dagliga driften av Clab, som inte behövs i Clink-fallet.

Alternativen innebär olika transportkedjor för icke inkapslat respektive inkapslat bränsle. Dessa skillnader bedöms dock inte påverka säkerheten i transportverksamheten. Riskerna för yttre skador på kapslar under transport i transportbehållare bedöms vara försumbara för båda alternativen.

Utförandet av själva inkapslingen och kvalitén på de kapslar som levereras till slutförvaret skulle såvitt SKB kan bedöma inte vara beroende av var inkapslingsanläggningen lokaliseras. Därmed har valet av lokalisering heller ingen påverkan på kapslarnas långsiktiga funktion i slutförvaret.

Sammantaget finns det alltså faktorer kopplade till dosbelastning och radiologisk omgivningspåverkan under driften av inkapslingen, som vid en jämförelse av alternativen entydigt talar till Clinks fördel. Vidare ger Clink tillgång till kompetens inom kärnteknisk processteknik och bränslehantering, vilket SKB ser som en väsentlig fördel. Dessa argument har varit avgörande för SKB:s beslut att välja Clink. Därutöver ger Clink fördelar ur effektivitets- och kostnadssynpunkt. Frink skulle ge vissa samordningsmöjligheter med slutförvaret, men då väsentligen med begränsning till administration och service eftersom processteknik av den typ som behövs för inkapslingen inte har någon motsvarighet vid slutförvaret.

2.4 Placering av slutförvaret och Clink nära kärnkraftverk

Naturskyddsföreningen i Kalmar län, Oskarshamns kommun, Milkas, Oss, MKG, Kärnavfallsrådet och SERO menar att SKB bör redovisa en alternativ plats som inte ligger närheten av ett kärnkraftverk.

SKB anser, precis som redovisas i tillståndsansökan, att de samlade fördelarna med de valda och sökta lokaliseringarna av slutförvaret och inkapslingsanläggningen vid kärnkraftverket i Forsmark respektive vid Clab och kärnkraftverket i Simpevarp i Oskarshamn är påtagliga, se MKB:n avsnitt 3.7.3 Val av områden för platsundersökningar.

Den löpande verksamheten med inkapsling av bränslet i inkapslingsanläggningen respektive utbyggnad av förvarstunnlar och deponering av använt kärnbränsle i slutförvaret under drifttiden behöver inte pågå oavbrutet. Verksamheten kan avbrytas eller begränsas och den innebär inga snabba förlopp som skulle kunna leda till att radioaktivitet frigörs. SKB bedömer att även vid allvarliga olyckor i intilliggande kärnkraftverk kan erforderlig personal för vidtagande av nödvändiga åtgärder för upprätthållande av säkerheten ges tillträde till anläggningarna. Ett avbrott eller en inskränkning i driften av inkapslingsanläggningen eller slutförvaret, på grund av exempelvis en händelse i närliggande kärnkraftverk, äventyrar således inte säkerheten i anläggningarna och utgör därför ingen avgörande fråga, se bland annat MKB:n, avsnitt 10.1.5.3, Slutförvaret – Radiologisk säkerhet under drift. SKB ser därför inget behov av att i detta sammanhang komplettera ansökan med någon analys av en eventuell olycka vid kärnkraftverken i Forsmark eller Oskarshamn.

Förloppen i Clab är långsamma. Om kylningen av vattnet i mottagnings- och/eller lagringsbassängerna uteblir kommer vattnet att värmas upp. Tiden det skulle ta att värma upp vattnet till kokning och att förånga det är kraftigt beroende av bränslets resteffekt. Om kylningen upphör att fungera vid tidpunkten då bränslet har sin maximala resteffekt tar det i storleksordningen en vecka innan vattnet börjar koka i lagringsbassängen. Bassängernas utformning och storlek innebär att

torrläggningsförloppet är långsamt och det tar ytterligare tio till tolv veckor innan bassängerna är torrlagda. Det finns alltså tid för att fylla på vatten eller vidta andra åtgärder. Frågan behandlas utförligt i referensen till MKB:n, Förlängd lagring i Clab (SKB R-06-62).

Om inkapslingsprocessen måste avstanna under en viss tid medför det inga miljökonsekvenser. Endast ett fåtal kapslar hanteras samtidigt och hanteringen sker fjärrstyrt i strålskärmade områden.

Verksamheten vid slutförvaret kan stå stilla och området vara avspärrat under längre tid, utan några miljökonsekvenser eller risk för utsläpp av radioaktivitet från slutförvarsanläggningen. En kapsel i taget med inkapslat bränsle hämtas i en transportbehållare från terminalbyggnaden på markytan och förs ned i rampen. I omlastningshallen förs kapseln över till deponeringsmaskinen och transporteras till deponeringshålet. Transportbehållaren, kapselpositionen i omlastningshallen och deponeringsmaskinen är strålskärmade och kapseln är därmed skyddad. Deponerade kapslar i förslutna tunnlar är skyddade av buffert, återfyllnadsmaterial och berg och påverkas inte ens av mycket långa driftavbrott. För att säkra fortsatt drift av anläggningen behöver dock inläckande grundvatten bortledas och endast kortare uppehåll kan tillåtas. Kapslar i den tunnel där deponering pågår kan vid längre avbrott behöva återtas då kvalitetskraven för deponering eventuellt inte kunnat uppfyllas för långsiktig säkerhet. I det mycket osannolika fallet att en stor radiologisk olycka inträffar vid kärnkraftverket i Forsmark behöver en anpassad och specifik åtgärdsplan tas fram efter den då gällande situationen. Eftersom slutförvarsanläggningen inte är beroende av aktiva säkerhetsfunktioner och inga snabba förlopp av betydelse för säkerheten kan uppkomma, bedöms inte någon särskild beredskap för drift av anläggningen vid en kärnkraftsolycka vara nödvändig. Händelser vid kärnkraftverken hanteras av deras beredskapsorganisation.

Beredskapsorganisationen och beredskapsplanen avser beredskap för radiologisk olycka vid tillståndshavarens anläggning och ska uppfylla krav enligt SSMFS 2008:1, SSM:s föreskrifter om beredskap vid vissa kärntekniska anläggningar. Innan anläggningen tas i drift ska beredskapsplanen vara granskad och godkänd. Tillståndshavaren ska tillse att uppgifterna enligt beredskapsplanen ska kunna lösas. Någon motsvarande organisation kommer inte att finnas under uppförandeskedet för slutförvarsanläggningen. Då finns däremot centrala och lokala krisledningsorganisationer, där arbetet i den lokala krisledningsorganisationen ska kunna hantera händelser i och omkring anläggningsområdet under uppförandeskedet och även under driftskedet. Detta ska beskrivas i en lokal krisledningsplan. Händelser vid kärnkraftverken hanteras av verkens beredskapsorganisationer som står för larmning, utrymning och evakuering av hela området kring kärnkraftverket.

2.5 Läckströmmar

Naturskyddsföreningen i Kalmar län och MKG har ställt frågor om huruvida så kallade läckströmmar från kablar för eldistribution skulle kunna påverka dels slutförvaret för använt kärnbränsle, dels den befintliga anläggningen för mellanlagring av använt kärnbränsle, Clab.

Inverkan på slutförvaret av jordströmmar och läckströmmar från likströmskabeln i Forsmark finns beskriven i avsnitt 3.5.6 i Fuel and canister process report for the safety assessment SR-Site (SKB TR-10-46). Erfarenheterna från undersökningar i Forsmark visar att den elektriska spänningsgradient som kan uppstå i berget på grund av närhet till en högspänningskabel är i storleksordningen mellan 10 och 100 mV/m (millivolt per meter). Påverkan på de kopparkapslar som ska deponeras är försumbar också på lång sikt, av de skäl som redovisas i TR-10-46. Därmed påverkas inte slutförvarets långsiktiga säkerhet av elkraftproduktion och elkraftanvändning vid ytan i förvarets närhet.

Korrosion orsakad av läckströmmar kan påverka förvarets tekniska installationer, till exempel utrustning för monitering under driftiden. Tekniska lösningar för att skydda installerad moniteringsutrustning från korrosion utarbetas och prövas löpande inom ramen för det moniteringsprogram som genomförs sedan platsundersökningarna avslutats.

I augusti 2011 lämnade SKB ett samrådsyttrande till Svenska Kraftnät avseende förstudie för en ny elnätsförbindelse med högspänd likströmsteknik mellan Gotland och fastlandet. I samband med det har eventuell påverkan från den nya elnätsförbindelsen på den befintliga anläggningen Clab, den planerade inkapslingsanläggningen samt tre borrhål belägna väster om Clab utretts.

Tekniken som föreslås för den nya elnätsförbindelsen innebär att två kablar dras nära varandra (0,4 meter). Därmed kommer det alltid att gå lika stora, men motsatt riktade, strömmar i de två kablarna. Läckströmmar av den typ som uppstår vid lösningar med endast en kabel och där den andra ledaren utgörs av berggrunden uppstår därmed inte. Tekniken med två parallella kablar innebär dessutom att man avsevärt begränsar magnetfältsanomalierna. Beräkningar indikerar att magnetfältet påverkas endast lokalt (cirka 10 meter kring kablarna). Vidare planerar Svenska Kraftnät att förlägga kablarna i den sydvästliga delen av utredningsområdet, det vill säga flera hundra meter från Clab och cirka 170 meter från borrhålen. Därmed bedöms inte den nya elnätsförbindelsen utgöra någon störning för SKB:s befintliga eller planerade verksamhet i området.

3 Systemets utformning

3.1 Motivering av utformningen för att säkerställa strålsäkerheten

Framför allt SSM har efterfrågat en mer utförlig beskrivning av tillvägagångssättet för val av system för uppförandet av slutförvarsanläggningen för att säkerställa den långsiktiga strålsäkerheten.

Utvärdering av olika tekniska lösningar har genomförts successivt vid utvecklingen av KBS-3-systemet och framtagningen av den platsanpassade utformningen av slutförvarsanläggningen i Forsmark. Den valda utformningen finns redovisad i MKB:n, kapitel 10, Slutförvar för använt kärnbränsle och bilaga TB – Teknisk beskrivning. Mer detaljer om utformningen och de överväganden som gjorts vid utformningen av systemet framgår av underlaget till ansökan enligt kärntekniklagen och/eller dess referenser.

SKB har sedan drygt ett decennium utvecklat ett system för systematisk kravhantering. Det finns närmare beskrivet i Systematisk kravhantering för KBS-3-systemet (SKB R-07-18). Systemet har en hierarkisk uppbyggnad där de övergripande kraven utgår från samhällets krav, ofta uttryckta i form av lagstiftning. Övergripande krav på slutförvarsanläggningen är, att den ska ge säker hantering och slutförvaring av det använda kärnbränslet samt rymma det använda bränslet från dagens svenska kärnkraftsreaktorer.

De övergripande kraven bryts sedan ned på system- och delsystemnivå. För varje system eller delsystem finns ett syfte och systemet har en funktion att fylla. Grundläggande är att teknisk lösning eller utformning uppfyller syftet samt att den lösningen eller utformningen är möjlig att realisera. Vid värdering av de olika kraven har SKB lagt störst vikt vid kravet på långsiktig säkerhet eftersom det är ändamålet med slutförvarsanläggningen. Kraven på långsiktig säkerhet finns redovisade i Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses (SKB TR-09-22). Vid utvärdering av system och/eller tekniska lösningar utvärderas följande:

- Kärnsäkerhet under drift och efter förslutning, strålskydd.
- Miljöpåverkan.
- Arbetarskydd och övrig säkerhet (egendomsskydd, brand, med mera).
- Kvalitet, flexibilitet och kostnadseffektivitet.
- Konsekvenser för andra system och anläggningar.
- Eventuella övriga förutsättningar.

Som framgår av avsnitt 5.2 i SR-Site bidrar bergutrymmena i sig inte till slutförvarets strålsäkerhet och har inga barriärfunktioner. Placeringen av deponeringsområdena och deponeringshålen – med avseende på bergets termiska, hydrologiska, mekaniska och kemiska egenskaper – är emellertid viktig för att kunna utnyttja berget som en barriär och således även för förvarets strålsäkerhet. Dessutom kan eventuella skadade zoner (Excavation Damaged Zone, EDZ) samt konstruktionsmaterial och andra kvarlämnade material som finns i berget, påverka bergets och/eller de tekniska barriärernas barriärfunktion. Dessa måste därför vara kända vid utvärderingen av förvarets säkerhet.

3.1.1 Slutförvarsanläggningen

En omfattande utvärdering av nedfart via schakt eller ramp till förvarsnivån finns redovisad i SKB R-03-11. Det konstateras att påverkan på säkerheten efter förslutning är likvärdig mellan schakt och ramp. De platsspecifika analyserna i SR-Site visar inte att tillfarterna till förvarsnivå har någon väsentlig betydelse för förvarets skyddsförmåga förutsatt att de återfylls enligt specifikation. Av strålsäkerhetsmässig betydelse under driftperioden är dock valet mellan transport av kapseln i schakt eller ramp. Båda transportsätten bedöms kunna göras säkra baserat på den genomgång av risker som

gjorts i SKB R-03-11. SKB har valt transport av kapsel i ramp huvudsakligen för att eventuella konsekvenser vid en olycka och behovet av konsekvenslindrande åtgärder blir väsentligt mindre vid transport i ramp jämfört med transport i schakt. Slutförvarsanläggningen har konstruerats för att kapselns integritet ska bibehållas vid alla identifierade händelser och missöden och genomförda analyser visar att så är fallet (SR-Drift, kapitel 8, avsnitt 7.2.1).

En omfattande utvärdering av olika bergbrytningsmetoder för olika typer av förvarsutrymmen finns redovisad i SKB R-04-62. Där dras slutsatsen att försiktig sprängning av deponeringstunnlar och mekanisk brytning av deponeringshålet är de totalt sett fördelaktigaste metoderna. För deponeringshålen är kraven på geometriska toleranser (ytjämnhet) och begränsad påverkan på berget sådana att endast mekanisk brytning (borrning) är en möjlig och i dag tillgänglig metod. För deponeringstunnlarna har SKB sedan utvärderingen gjordes 2004, följt utvecklingen av mekanisk brytning (TBM-borrning), vidaretutvecklat försiktig sprängning samt utvärderat de skador på berget som sprängningen kan ge upphov till. TBM-borrning bedöms inte som praktiskt möjlig att tillämpa för slutförvaret med många korta tunnlar. Resultatet från studierna av den störda zonen (EDZ) finns redovisade i den så kallade Berglinjerapporten (SKB TR-10-18). Försiktig sprängning har genom de analyser som gjorts av erhållna resultat inom SR-Site, visats kunna uppfylla de krav på långsiktig säkerhet som ställs.

Referensutformningen beskrivs i kapitel 4 i Berglinjerapporten (SKB TR-10-18), medan en mer detaljerad beskrivning av och skäl till utformningen finns i bilaga TB i ansökan – Teknisk beskrivning. Metodiken för hur krav, önskemål samt tekniska och platsspecifika restriktioner sammanvägts redovisas i kapitel 2 i bilaga TB. Strålsäkerhetskraven har sammanvägts med platsspecifik geoteknisk information, som har tolkats och utvärderats för att ge riktlinjer för utformning av slutförvarsanläggningen och dess deponeringsområden. Detta redovisas i en teknisk platsrapport (Site Engineering Report – SER, SKB R-08-83) som bygger på de omfattande platsundersökningar samt den utvärdering och modellering av förvarsberget som presenteras i Platsbeskrivning Forsmark (SKB TR-08-05). Exempel på platsanpassningar av förvarets utformning för att optimera strålsäkerheten är angivandet av respektavstånd till vissa deformationszoner, orientering av deponeringstunnlar parallellt med största huvudspänningsriktningen, angivande av minsta tillåtna avstånd mellan deponeringshål samt angivande av inom vilket djupintervall förvaret får placeras.

SKB har i samarbete med Posiva Oy (SKB:s finska motsvarighet) under det senaste decenniet bedrivit ett omfattande utvecklingsarbete av återfyllningstekniken. Olika återfyllningstekniker och material har provats. En utvärdering av olika tekniker och material finns redovisad i SKB R-09-52. Den utvärderingen ligger sedan till grund för den valda referensmetoden som redovisas i SKB TR-10-16. Den valda referensmetoden är en avvägning mellan krav på praktisk genomförbarhet, realistiska antaganden om bergytans jämnhet samt kraven på hydraulisk konduktivitet och svällförmåga hos återfyllningen när den blivit vattenmättad. Det är kraven på återfyllningens egenskaper som lett till att förkompakterade block behöver användas för att få in tillräcklig mängd bentonit i deponeringstunneln.

Som en del av slutsatserna i SR-Site utvärderas också om förvaret är optimalt med avseende på strålsäkerheten. I avsnitt 15.3.5, Optimering och bästa möjliga teknik, BAT, konstateras att det finns aspekter av utformningen, där man realistiskt sett inte kan uppnå någon minskning av risk eller osäkerhet i uppfyllandet av säkerhetsfunktioner. Det gäller till exempel kapselns utformning och det valda förvarsdjupet, medan andra aspekter fortfarande skulle kunna förbättras ytterligare.

SKB kommer att fortsätta den tekniska utvecklingen av flera aspekter på utformningen för att på så vis förenkla byggande och genomförande, men kommer bara att använda dessa lösningar om de leder till en risk som är jämförbar med eller lägre än den som redovisats i SR-Site.

3.1.2 Kapselfabriken

Produktionssystemet för kapslar består av en kedja med tillverkning av:

- Koppargöt till rör samt lock och botten.
- Kopparrör.
- Kopparlock och botten.
- Stålrör.
- Stålplåtar till montering av kassett samt till lock.
- Stålkassett.
- Insats.
- Stållock.
- Bult till stållock.
- Ventil för atmosfärsbyte.
- Packning till stållock.

Denna tillverkningskedja kontrolleras via kapselfabrikens inköps- och kvalitetsfunktioner. Nyckeln till god kvalitet är styrning och kontroll av tillverkningsprocesserna. Inköp görs via inköpsspecifikationer och kontroller görs hos leverantörer för att undvika att fel fortplantar sig till nästa steg i produktionskedjan. Leverantörer och tillverkningsprocesser kommer att kvalificeras innan de accepteras för leveranser. Minst två leverantörer per komponent eftersträvas för att säkra stabilitet och redundans i leveranserna.

I kapselfabriken avses följande följande moment att utföras:

- Bearbetning av kopparrör, botten och lock samt insats.
- Svetsning av botten mot kopparrör genom friktionsomrörningssvetsning, (FSW).
- Oförstörande provning av insats, kopparkomponenter och bottensvets.
- Montering av kapseln.

Restprodukter från kapselfabriken är koppar och metallspån som kan återvinnas. Försök med maskinbearbetning utan användning av skärvätskor pågår. Användning av övriga kemikalier sker i mycket begränsad omfattning. Verksamheten i fabriken genererar låga nivåer av buller.

Kapselfabriken är sista steget innan leverans till inkapslingsanläggningen. Detta betyder att kedjan fram till och med kapselfabriken inte omfattar kärnteknisk verksamhet.

Kapselfabriken kommer att lokaliseras till Oskarshamns kommun, men det finns ännu inga beslut om exakt var. Eftersom behovet av kapslar initialt är lågt, är det möjligt att inledningsvis utnyttja externa leverantörer för att genomföra bearbetningsmomenten och genomföra övriga moment på Kapsellaboratoriet. Kapselfabrikens funktioner för inköp, logistik och kvalitet kräver kontorsyta som kan beredas i Kapsellaboratoriet eller i Oskarshamns centrum. En separat kapselfabrik kan uppföras då produktionsvolymen försvarar investeringen.

3.2 Sjötransporter av bergmassor och bentonit

Både samhällsbyggnadsnämnden och kommunstyrelsen i Östhammars kommun och MKG tar upp frågan om förutsättningar för sjötransporter av bergmassor och bentonit.

SKB har i samband med arbetet med MKB:n och projektering av slutförvaret för använt kärnbränsle i Forsmark, utrett olika alternativ för hantering av de bergmassor som byggande och drift av anläggningen innebär. Bergmassor som uppkommer i samband med anläggandet av slutförvars-anläggningen kommer antingen att läggas upp på plats inför senare användning i slutförvars-anläggningen eller avyttras. Ett överskott av bergmassor kan förväntas uppstå löpande. Mängden bergmassor som kommer att avyttras årligen eller totalt kan inte anges i nuläget, utan är beroende av flera framtida faktorer. Det är inte heller möjligt att förutse till vilken eller vilka externa aktörer dessa massor kommer att avyttras.

Beroende på vart avyttrade bergmassor ska transporteras, kan antingen land- eller sjötransport eller en kombination av dessa bli aktuell. I bilaga 3 till rapporten Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark, Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen (SKB R-08-49), finns en kortare redogörelse för förutsättningarna att transportera ut bergmassor från hamnen i Forsmark. Rapporten är en referens till MKB:n. Slutsatsen är att mängden bergmassor per år är alltför liten för att detta ska vara ett huvudalternativ för transport av bergmassor. SKB anser emellertid att både lastbil och båt är tänkbara transportmedel och möjligheten att avyttra bergmassor sjövägen från Forsmarks hamn kommer att beaktas även i fortsättningen. Det är i dag inte klargjort vart bergmassor ska avyttras och SKB vill behålla möjligheten att välja transportmedel för att kunna anpassa sig till rådande förutsättningar. Det är inte möjligt att avgöra vilket transportmedel som är lämpligast förrän man vet vart massorna ska transporteras. Båttransport från industrihamnen i Forsmark kan komma att väljas i den mån det befinns möjligt och lämpligt.

Avseende import av bentonit anser inte SKB att det i dagsläget är realistiskt att använda hamnen i Forsmark. I bilaga 3 till R-08-49 redogörs även kort för förutsättningarna att importera bentonit från/till hamnen i Forsmark. Slutsatsen är att mängden bentonit per år är alltför liten för att detta ska vara ett realistiskt alternativ. Det skulle även behöva anläggas en ny hamn eftersom nuvarande inte rymmer mottagning/lagring av bentonit. Det kan också tilläggas att omlastning i Hargshamn av utifrån, med större fartyg, kommande bentonit och återfyllnadsmaterial för vidare transport på båtar eller motsvarande till Forsmark inte bedöms vara ett logistiskt rimligt alternativ.

Upplysningsvis kan påpekas att bergarbeten inom ramen för uppförandeskedet av SFR-utbyggnaden kommer att vara mer intensivt, vilket ger upphov till större mängder bergmassor under en kort period (cirka två år). Sjötransport kan då bli ett intressant alternativ. Möjligheten att transportera ut bergmassor sjövägen utreds vidare inom ramen för SFR-utbyggnadsprojektet.

SKB kompletterar ansökansbilaga MKB med bland annat bilaga K:14 – Berg- och bentonittransporter – Kärnbränsleförvaret i Forsmark, som bland annat behandlar den tekniska genomförbarheten av sjötransporter av bergmassor och lermaterial. Vidare har sjötransporter konsekvensbedömts med fokus på buller, naturmiljö, samt trafikolycksrisker.

3.3 Gemensamma system med OKG och FKA

Både samhällsbyggnadsnämnden och kommunfullmäktige i Oskarshamns kommun har ställt frågor om vad som kommer att hända med de system som är gemensamma med OKG, då kärnkraftverket i Simpevarp avvecklas. Motsvarande fråga gäller även för de system som kommer att vara gemensamma för slutförvaret och FKA vid kärnkraftverket i Forsmark.

De tekniska system och stödfunktioner som de planerade anläggningarna, slutförvaret respektive Clink, som SKB avser dela med kärnkraftverken i Forsmark respektive Oskarshamn utgör viktiga

förutsättningar för verksamheten. SKB har sedan länge en nära och löpande dialog med OKG respektive FKA om samverkan i utnyttjandet av infrastruktur på platserna. Eftersom reaktordrift planeras pågå i ytterligare minst ett par decennier, så finns det tid att med god framförhållning planera för hur utnyttjandet kan ordnas också på längre sikt. Det ligger både i SKB:s och reaktorägarnas intresse att genom lämpliga överenskommelser och avtal säkerställa fortsatt funktion och nyttjande av dessa för SKB:s verksamhet den dag kärnkraftverken avvecklas.

3.4 Återtag

Kommunstyrelsen i Östhammars kommun, Oss, MKG, SSM och Kärnavfallsrådet har tagit upp olika aspekter på frågan om återtag av deponerade kapslar i slutförvaret.

Det finns i Sverige inga bestämmelser i lagar eller i andra författningar med krav på att exempelvis använt kärnbränsle som deponerats i ett slutförvar ska kunna återtas. Men enligt SSM:s allmänna råd till dess föreskrifter om säkerhet vid slutförvaringen av kärnämne och kärnavfall (SSMFS 2008:21), kan åtgärder vidtas med främsta syfte att underlätta återtagande av deponerade kapslar. Sådana åtgärder får dock inte medföra att förvarets långsiktiga säkerhet försämras.

3.4.1 Återtag före förslutning

Återtag före förslutning kan bli aktuellt i olika situationer. Följande tre scenarier kan skisseras:

- Sådana fel uppstår eller upptäcks under själva deponeringsprocessen, att det blir nödvändigt att återta en eller flera kapslar för att rätta till felet. SKB har utfört försök i Äspölaboratoriet med syfte att kunna hantera en sådan situation (se till exempel Retrieval of deposited canister for spent nuclear fuel. Freeing – slurrying of saturated bentonite buffer around a canister at Äspö HRL. Technology, equipment and results in connection with freeing for the Canister Retrieval Test, SKB IPR-08-04).

- Under förvarets drifttid (fram till cirka år 2100) görs sådana rön som innebär att hittillsvarande bedömningar av förvarets långsiktiga säkerhet visar sig felaktiga i väsentliga avseenden. Ett sådant scenario förefaller ytterst osannolikt, men kan inte uteslutas. Nödvändiga åtgärder i detta scenario är naturligtvis beroende av vad som framkommit. Det kan röra sig om alltifrån korrigeringar inom ramen för KBS-3- metoden till återtag av ett stort antal av, eller samtliga, kapslar som är deponerade med avsikt att lokalisera ett slutförvar till annan plats och/eller använda en annan metod för slutförvaringen.

- Under förvarets drifttid (fram till cirka år 2100) beslutas att i Sverige bygga ut kärnkraften med nya reaktortyper i vilka man kan tillgodogöra sig energiinnehållet i det använda kärnbränslet från dagens reaktorer. Även om ett sådant scenario teoretiskt skulle kunna motivera återtag av redan deponerade kapslar, så förefaller det troligare att deponering av ytterligare kapslar skulle avbrytas, att redan deponerade kapslar lämnas kvar i förvaret samt att detta försluts. Se även avsnitt 11.2 i denna bilaga, Återvinning av uran och plutonium i det använda kärnbränslet.

3.4.2 Återtag efter förslutning

Även för återtag efter förslutning måste man skilja mellan olika scenarier, beroende på huvudmotivet för åtgärden. Två scenarier kan renodlas:

- Återtag på grund av nya bedömningar av den långsiktiga säkerheten. Beslut om förslutning av ett förvar cirka år 2100 kommer sannolikt endast till stånd under förutsättning att besluts-

fattarna vid den tidpunkten känner stark övertygelse om att långsiktig säkerhet föreligger. Men det kan teoretiskt inte uteslutas att ny kunskap några hundra år efter det att förslutningen skett visar att beslutet att försluta förvaret vilade på en i väsentliga avseenden felaktig analys av den långsiktiga säkerheten. Vad ska då göras? Svaret kan bara bli att frågan inte är möjlig att besvara i dag och att svaret endast kan ges av dem som lever vid denna tidpunkt. Vår egen och den generation som har att fatta beslut om förslutning kan inte göra mer än att arbeta för att bästa möjliga kunskap föreligger när beslut om förslutning ska fattas.

- Återtag på grund av att förvaret anses innehålla resurser som bör tas till vara. På motsvarande sätt som i det första scenariot, måste man även i detta fall utgå från att beslutet om förslutning cirka år 2100 är grundat på bedömningen att förvarets innehåll utgör ett avfall och inte en resurs som bör tas tillvara. Framtida rön och ekonomiska bedömningar kan emellertid komma att leda fram till ett annat synsätt. Men om den situationen uppstår, så måste de generationer som då lever göra sin egen bedömning om de resurser som åtgår för att komma åt nyttigheten står i rimlig proportion till vad som kan vinnas genom ett återtag.

3.4.3 Möjligheter till återtag

SKB bedömer att det är möjligt att både före och efter förslutning återta kapslar från det planerade slutförvaret, men genomförandet blir mer arbetskrävande och sannolikt mer komplicerat efter förslutning. En mer detaljerad och specifik redovisning av hur återtag planeras genomföras som en tänkbar åtgärd för att hantera eventuella fel som uppstår eller upptäcks under deponeringssekvensen, tas fram som ett underlag till den preliminära säkerhetsanalys (PSAR) som SKB, som en del av den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen, lämnar in till SSM för prövning inför tillstånd att påbörja uppförandet av slutförvaret.

Det kan även noteras att SKB bedömer att återtag av kapslar från ett förvar enligt konceptet djupa borrhål sannolikt är mer komplicerat än återtag från ett KBS-3-förvar. Detta gäller oavsett om återtag aktualiseras före eller efter förslutning.

3.4.4 Återtagsfrågan i Finland

Det förtjänar också att noteras att i Finland var frågan om återtag berörd i det så kallade principbeslutet om slutförvaring av använt kärnbränsle, som ratificerades av Finlands Riksdag 18 maj 2001. Där sägs bland annat att innan tillstånd ges att bygga ut förvaret ska den som söker tillhanda-hålla tillräckligt detaljerade rapporter och planer för hur förvaret ska kunna återöppnas, vilka faktorer som behöver beaktas, vilken teknik som skulle kunna användas och hur säkerheten påverkas av öppnandet. Däremot, kommer det nuvarande (2012) formella kravet på återtag i Strålsäkerhets-centralens föreskrifter tas bort från och med år 2013 och det finns inga lagkrav på återtag i Finland. Finlands regering har även mildrat sin syn på återtag, och i det senare principbeslutet avseende tillstånd att uppföra ett fjärde kärnkraftverk i Olkiluoto noteras bara ett antal skäl, liknande de scenarior som skisseras ovan, där återtag skulle kunna blir aktuellt. Slutligen bör det noteras att Finlands regering och riksdag fattat principbeslut om att slutförvaring av använt kärnbränsle i enlighet med den sökta metoden (KBS-3) ligger i samhällets övergripande intresse. Med detta principbeslut som underlag har Posiva Oy kunnat uppföra ONKALO-anläggningen, som till sin omfattning motsvarar tillfarterna i det av SKB nu sökta slutförvaret. De tekniska förutsättningarna för återtag från det planerade förvaret i Finland är i allt väsentligt desamma som för ett förvar som uppförs med samma principlösning i Sverige.

3.5 Hantering av MOX-bränsle

Östhammars kommun önskar en utförligare redovisning av hur MOX-bränslet ska hanteras.

Hanteringen av MOX-bränsle redovisas i avsnitt 2.2, 2.3, 4.7 och 6.2.1 i Spent fuel for disposal in the KBS-3 repository (SKB TR-10-13). Rapporten är en referens till SR-Site och inlämnad i ansökan enligt kärntekniklagen.

3.5.1 Bakgrund

Det MOX-bränsle (blandoxidbränsle, mixed oxide fuel) som ska hanteras inom KBS-3-systemet är ett resultat av de avtal om upparbetning, som tecknades i ett inledande skede av det svenska kärnkraftsprogrammet för att senare avvecklas. Det utgörs dels av tyskt MOX-bränsle som bytts mot svenskt upparbetat bränsle med motsvarande innehåll plutonium, så kallat Swap-MOX, dels av BWR-MOX (boiling light water reactor MOX) som har, eller planeras, användas vid Oskarshamn. I dag finns tre sådana element lagrade vid reaktorn O1 och cirka 80 ytterligare element är planerade att tillverkas och användas. Swap-MOX bränslet utgörs av 184 PWR-element (pressurised light water reactor) med en medelutbränning på 31 MWd/kg HM (heavy metal) och 33 BWR-element med en medelutbränning på 16 MWd/kg HM. För bränslet som ska användas i Oskarshamn gäller att elementens medelutbränning högst får uppgå till 50 MWd/kg HM. Totalt ska cirka 54 000 bränsleelement tas omhand inom KBS-3-systemet. Medelutbränningen för BWR-bränsle förväntas bli cirka 40 MWd/kg U (uran) och för PWR cirka 45 MWd/kg U.

3.5.2 Egenskaper

Radionuklidinventariet i det använda kärnbränslet bestämmer dess radioaktivitet. Radioaktiviteten bestämmer i sin tur stråldosrat och värmeutveckling eller resteffekt. Det använda kärnbränslets stråldosrat och resteffekt är de egenskaper som har störst betydelse för kärnsäkerhet och strålskydd. Eftersom radioaktiviteten avtar med tiden, avtar både stråldosrat och resteffekt med avklingningstiden efter att bränslet togs ur reaktorn.

Den parameter som har störst betydelse för radionuklidinventariet vid tiden bränslet tas ur reaktorn är dess utbränning. Utbränningen ger en bild av hur många kärnklyvningar och hur mycket neutronstrålning som har förekommit i bränslet, och därmed av dess innehåll av klyvningsprodukter och transuraner. Radionuklidinventariet påverkas också av bränslets utbränningshistorik, det vill säga hur det har använts i reaktorn, och av bränsletypen. MOX-bränslet har, givet en viss utbränning och avklingningstid, ett större innehåll av transuraner (ämnen med högre atomnummer än uran) och ett inventarium som ger en högre neutronkällstyrka. Neutronkällstyrkan har betydelse för strålskyddet under KBS-3-systemets driftskede.

Radionuklidinventariet är också viktigt i analysen av slutförvarets säkerhet efter förslutning. En annan egenskap som är viktig för säkerheten efter förslutning är bränslets låga löslighet i förvarsmiljön. Både uran- (UOX) och MOX-bränslet är i oxidform och har likvärdigt låg löslighet i förvarsmiljön.

3.5.3 Hantering

I detta skede av KBS-3-systemets utveckling pågår projektering av de ingående anläggningarna. Anläggningarna dimensioneras efter det element som ger den högsta stråldosraten och värmeutvecklingen vid hantering. Principen för strålskyddet är att begränsa doser till människor så långt rimligen möjligt. Det innebär bland annat att strålskärmar dimensioneras så att stråldosraten vid deras yta är så låg att accepterade dosgränser för personal inte överskrids, även om de tillbringar all sin arbetstid där exponeringen är som störst. MOX-bränslet kommer därmed inte att behöva hanteras på annat sätt än UOX-bränsle. Vid icke förväntade missöden eller om det av någon anledning skulle förekomma element med högre stråldosrat än den som är dimensionerande för strålskärmningen, kommer särskilda åtgärder baserade på den eventuella situationen att vidtas. Inte heller här skiljer sig MOX från UOX, utan hänsyn kommer att tas till de faktiska förhållandena i ett sådant fall.

För det inkapslade bränslet finns en högsta acceptabel stråldosrat på kapselytan som är satt med hänsyn den långsiktiga säkerheten efter deponering av kapseln. Den kommer också att vara dimensionerande för strålskyddet vid hantering av det inkapslade bränslet.

Vid själva inkapslingen gäller att den totala resteffekten i kapseln ska underskrida en given nivå och de element som genererar mest strålning ska placeras i kapselns centrala positioner. På så sätt bidrar kapseln och de övriga elementen på bästa sätt till strålskärmningen. Att placera elementen med högst stråldosrat i centrala positioner är enbart möjligt i kapslar för BWR-bränsle med tolv bränslekanaler, i PWR-kapslar som bara rymmer fyra element kommer alla element att ha likvärdig strålskärmning. För BWR-kapslar gäller att om det är MOX-elementet med högst stråldosrat i den uppsättning som valts för en viss kapsel, kommer det att placeras i någon av kapselns centrala positioner. Det kan bli fallet på grund av MOX-bränslets högre neutronkällstyrka, men behöver inte nödvändigtvis bli det på grund av bränslets utbränning och långa avklingningstid. De PWR-MOX som ska hanteras har generellt förhållandevis låg stråldosrat på grund av sin låga utbränning och långa avklingningstid. Det PWR-element som kommer att ge störst stråldosrat på kapselytan är det med högst utbränning och kortast avklingningstid. Detta element kommer att vara ett UOX-element.

Swap-MOX bränslet kommer från tyska reaktorer och har andra dimensioner än det bränsle som kommer från de svenska reaktorerna. Det innebär att det kommer att behövas distansklossar i kapselns bränslekanaler för att man inte ska riskera att bränslet skadas vid hantering av kapseln. Distansklossarna placeras in i kapselns bränslekanaler i samband med inkapslingen.

För all hantering av använt kärnbränsle liksom för slutförvaringen gäller att kriticitet under inga omständigheter får uppstå. MOX och UOX bränsle ska uppfylla samma kriterier för kriticitet. Vidare gäller för såväl MOX som UOX att innehållet av kärnämne ska dokumenteras så att SKB alltid kan rapportera hur mycket som finns i varje anläggning och var inom KBS-3-systemet kärnämnet finns.

Sammanfattningsvis kan man säga att hanteringen av MOX- och UOX-bränsle är likvärdig, eftersom den ska uppfylla samma krav på kärnsäkerhet och strålskydd.

3.6 Egenskaper hos det sista bränslet som tas ur reaktorerna

Östhammars kommun vill ha en beskrivning av egenskaperna hos det sista bränslet som tas ur reaktorn.

Det sista bränsle som tas ur härden kommer till stor del att vara lågutbränt. Det innebär att det i jämförelse med medel- eller högutbränt bränsle, vid en given avklingningstid, kommer att ha ett mindre innehåll av radionuklider och därmed lägre stråldosrat och lägre värmeutveckling eller resteffekt. Det är en fördel vid hanteringen och det lågutbrända bränslet kräver inga särskilda åtgärder.

På grund av den låga utbränningen kommer bränslet att innehålla mer klyvbart material än medel- eller högutbränt bränsle med samma anrikningsnivå (det vill säga innehållet av klyvbart material före användningen i reaktorn). Andelen blir större eftersom den låga utbränningen innebär att färre

kärnklyvningar ägt rum. Ett högt innehåll av klyvbart material innebär att reaktiviteten, det vill säga benägenheten för kriticitet, ökar. För att det använda bränslet ska tillåtas att tas emot för hantering inom KBS-3-systemet, måste det visas att kriticitet under inga omständigheter kan uppstå i något hanteringssteg. Det gäller allt använt kärnbränsle. Om det skulle finnas bränsleelement med kombinationer anrikning/utbränning som inte uppfyller kriteriet för kriticitet vid hantering, måste bränslets geometri ändras, det vill säga bränsleelementet plockas isär, så att kriteriet kan uppfyllas. Det måste i så fall ske på kärnkraftverken innan det aktuella elementet får transporteras till KBS-3-systemet. Med undantag av eventuellt behov av distansklossar på grund av avvikande geometri, kommer ett sådant hypotetiskt isärplockat element inte att kräva några särskilda åtgärder.

Hantering av lågutbränt bränsle redovisas i avsnitt 2.2.1, 4.4.1 och 6.7 i TR-10-13.

3.7 Högutbränt bränsle

Systemet för slutförvaring av använt bränsle dimensioneras för att hantera och slutförvara bränsle med en utbränningsgrad av upp till 60 MWd/kgU (uran) för uranoxidbränsle och 50 MWd/kgHM (Heavy Metal, det vill säga uran och plutonium) för MOX-bränsle. Utbränningsgraden för det använda bränsle som hittills producerats är lägre. Medelutbränningsgraden för det använda bränsle som i dag finns i Clab är cirka 34 MWd/kgU för BWR-bränsle och cirka 41 MWd/kgU för PWR-bränsle. Kärnkraftverken har successivt ökat utbränningsgraden och planerar för att i framtiden öka den ytterligare. Planerad utbränningsgrad mot slutet av den planerade drifttiden för reaktorerna närmar sig de dimensionerande värdena. Medelutbränningen för allt bränsle som ska slutförvaras förväntas för BWR-bränsle bli cirka 40 MWd/kgU och för PWR cirka 45 MWd/kgU.

Högre utbränningsgrad innebär att fler kärnklyvningar skett i bränslet, vilket leder till relativt sett högre aktivitetsinnehåll, högre dosrat, högre resteffekt och ett större innehåll av transuraner. Högre utbränningsgrad ger allmänt sett även en ökning av mängden fissionsgas.

Resteffekten i en kapsel är begränsad till 1 700 W. Bränsleelement till en kapsel ska väljas så att resteffekten hamnar så nära 1 700 W som möjligt för att få ett effektivt utnyttjande av kapslarna. Det innebär att i en kapsel kommer bränsleelement med hög utbränning att blandas med bränsleelement med låg utbränning så att medeleffekten blir 1 700 W. En följd av detta blir att inventariet av radioaktiva ämnen blir likartat i alla kapslar. Om det inte finns några bränsleelement med låg utbränning och/eller lång avklingningstid så innebär det att någon eller några positioner i ett antal kapslar måste lämnas tomma för att kravet på maximal resteffekt ska kunna innehållas. En annan möjlighet är att utsträcka avklingningstiden innan inkapsling sker och på så sett minska resteffekten för att kunna fylla kapslarna. SKB ser detta som i första hand en ekonomisk optimering.

3.8 Skadat bränsle

Normalt sett är kapslingsrören som innesluter kutsarna av uranoxid täta, vilket förhindrar spridning av radioaktiva ämnen. Om kapslingen skadats så att det gått hål på kapslingsröret går det vanligen under benämningen ”skadat bränsle”. Bränsle med mindre skador (till exempel så kallade ”pin holes”) hanteras utan särskilda åtgärder, medan bränslerör med större skador placeras i skyddsboxar för att hindra spridning av radioaktiva ämnen vid hantering och mellanlagring. Skadat bränsle kommer i de fall det befinns lämpligt att placeras i särskilda kapslingsrör innan det transporteras till Clab/Clink för mellanlagring och inkapsling. Kapslingsrören anordnas så att de får formen av ett PWR-element och kan således placeras i en kapsel av PWR-typ. Sådana kapslar kommer att innehålla en mindre mängd bränsle (uran) än en normal kapsel. Genom att skadat bränsle placeras i kopparkapslar som försluts på samma sätt som övrigt använt kärnbränsle är, sett ur perspektivet långsiktig säkerhet, skillnaderna mot övrigt bränsle försumbara.

4 Nollalternativ

Frågor om nollalternativet och kapaciteten i Clab tas upp av Naturskyddsföreningen i Kalmar län, Oskarshamns kommun, Östhammars kommun, Milkas, Oss, MKG, SSM, Kärnavfallsrådet och SERO.

Nollalternativet innebär att inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd, se ansökans toppdokument, avsnitt 5.3. I ett sådant fall kommer SKB att arbeta vidare för att lösa slutförvaringen av det använda kärnbränslet på ett långsiktigt säkert sätt. Då det redan finns ett fungerande och beprövat system för mellanlagring bedömer SKB att en fortsatt mellanlagring i Clabs bassänger är den troligaste utvecklingen, sett utifrån kraven på redovisning av ett nollalternativ.

4.1.1 Kapacitet i Clab

Sista februari 2013 mellanlagrades 5 644 ton använt kärnbränsle i Clab. Anläggningen byggdes ut under 2000-talet och har i dag tillstånd för mellanlagring av sammanlagt 8 000 ton. Kapaciteten i Clab kan utökas till 10 000 ton genom att kompaktkassetter, liknande de som redan finns och används i dag i Clab, används för allt bränsle. Enligt dagens prognoser beräknas 8 000 ton uppnås cirka år 2023. Detta framgår av MKB:n, avsnitt 5.4, Sökt verksamhet och alternativ – Nollalternativ.

Det är även möjligt att utöka kapaciteten i Clab utöver 10 000 ton genom att nyttja andra lösningar för mellanlagring av härdkomponenter och styrstavar. Om dessa komponenter mellanlagras på annan plats kan kapaciteten ökas så att alla lagringspositioner i Clab är fyllda först år 2037, se Fud-program 2010 avsnitt 3.3 (Flexibilitet vid ändrade förutsättningar – Drifttagning av Kärnbränsleförvaret och Clink).

En ökning av lagringskapaciteten i Clab kräver en ändring av driftstillståndet enligt kärntekniklagen och ett nytt eller ändrat tillstånd enligt miljöbalken samt en utbyggnad av kylkedjan. SKB planerar att ansöka om tillstånd för utökad lagringskapacitet i Clab i god tid innan den mängd använt bränsle som behöver mellanlagras når den mängd det i dag finns tillstånd för, 8 000 ton. En sådan ansökan får prövas i särskild ordning enligt de lagar som gäller vid det tillfälle när det blir aktuellt. SKB har även inlett planeringen för de förberedande åtgärder som behövs, såsom utbyggnad av kylkedjan och införskaffande av erforderligt antal kompaktkassetter.

Om inkapsling och slutförvaring inte skulle kunna inledas innan Clabs kapacitet för mellanlagring uppnåtts, så är det tekniskt möjligt att bygga ut Clab med ett tredje bergrum med lagringsbassänger, se MKB:n avsnitt 11.1.1, Nollalternativet – Påverkan, effekter och konsekvenser. Erfarenheter från utbyggnaden av Clabs andra bergrum ger en god bild av de miljökonsekvenser som i så fall skulle uppstå (se Icke-kärntekniska miljökonsekvenser – Clab etapp 2, SKB PR-97-04). Dessa sammanfattas i avsnitt 11.1.1 i MKB:n, Nollalternativet – Påverkan, effekter och konsekvenser.

Om det är fråga om mindre mängder som skulle behöva mellanlagras, så kan torrlagring vid Clab vara ett ekonomiskt rimligt alternativ. Att göra mellanlagring på andra platser skulle innebära etablering av nya kärntekniska anläggningar och transportsystem, vilket skulle medföra kraftiga ökningar av kostnaderna utan förbättrad strålsäkerhet.

4.1.2 Förlängd drift av Clab

Även om en fortsatt lagring i Clab inte är förenlig med en viktig utgångspunk för SKB:s uppdrag, nämligen att avfallsfrågan till alla väsentliga ska delar lösas av de generationer som har haft nytta av elproduktionen från kärnkraften, finns det ur teknisk synvinkel möjligheter för att kunna driva anläggningen på ett säkert sätt i 100–200 år. Detta kräver löpande underhåll och förnyelse av anläggningen, vilket är ett scenario som varken SKB, Oskarshamns kommun eller andra aktörer tycker är acceptabelt ur samhällelig synpunkt även om det är tekniskt möjligt.

Om anläggningen drivs på ett kontrollerat sätt förväntas miljökonsekvenserna bli av samma karaktär som dagens konsekvenser, se MKB:n kapitel 8.1.4 (Clab – Effekter och konsekvenser). Då samhällsutvecklingen i ett långtidsperspektiv är osäker, går det inte att utesluta att Clab vid någon tidpunkt skulle komma att överges. Konsekvenserna av ett övergivande beror till stor del på när detta sker, ju senare desto lindrigare, eftersom bränslets aktivitet och resteffekt avklingar med tiden. Konsekvenserna beror även på om anläggningen måste överges omedelbart eller om man får en viss förvarning. Om man får förvarning kan man vidta vissa konsekvenslindrande åtgärder, till exempel omflyttning av bränsle för att jämna ut resteffekten, öppning av portar mellan bassängerna och vattenfyllning av hela undermarksdelen. Detta beskrivs vidare i MKB:n avsnitt 11.1.2.2, Nollalternativet – Risker vid oplanerat övergivande. En utförlig beskrivning finns i Förlängd lagring i Clab rapporten (SKB R-06-62).

5 Miljökonsekvenser

Havs- och vattenmyndigheten, Oskarshamns och Östhammars kommuner, länsstyrelsen i Uppsala län, Naturvårdsverket, Oss, MKG och Kärnavfallsrådet framför kompletteringsönskemål inom flera områden kopplade till konsekvenser för miljön.

5.1 Miljökvalitetsnormer för vatten och vattenhantering

Under senare år har EU:s ramdirektiv för vatten – Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område – det så kallade vattendirektivet, införts i svensk lag. Detta har fört med sig betydande förändringar i den lagstiftning som rör vattenmiljöer. En viktig del i det arbetet har varit att ta fram miljökvalitetsnormer (MKN) för vatten. Då arbetet med underlaget till MKB:n pågick parallellt med framtagande och fastställande av MKN, var det inte möjligt att i MKB:n ta hänsyn till de nya bestämmelserna. SKB kompletterar därför det inlämnade underlaget för att svara upp till kraven som de nya bestämmelserna innebär. Vidare föreslår även SKB mindre ändringar av underlaget rörande vattenhanteringen och vattenverksamheten, som även de medför att konsekvensbedömningen för vattenmiljöer behöver uppdateras.

SKB kompletterar därmed ansökan och MKB:n med två nya underlag, bilaga K:4, Komplettering avseende vattenhantering och vattenverksamhet vid ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark och bilaga K:5, Konsekvensbedömning för vattenmiljöer – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Bilaga K:4 innehåller en beskrivning av den planerade hanteringen av de vattenströmmar som verksamheten i Forsmark kommer att ge upphov till samt en uppdatering av underlaget rörande vattenverksamheten vid Söderviken. Bilaga K:5 innehåller en bedömning av den planerade verksamhetens konsekvenser för vattenmiljöer i både Forsmark och Simpevarp utifrån platsernas lokala förutsättningar och fastställda MKN.

5.2 Grundvattenbortledningens konsekvenser för naturvärden

5.2.1 Konsekvenser för skyddade områden

Påverkan på riksintresset Forsmark-Kallrigafjärden

Påverkan, effekter och konsekvenser för områden av riksintresse för naturvård redovisas dels i MKB:n, dels i underbilaga 4 till MKB:n, Vattenverksamhet i Forsmark (del I) – Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. Riksintressets värden, liksom den påverkan och de konsekvenser som slutförvaret bedöms ha på riksintresset, beskrivs också i avsnitten 6.9.2 till 6.9.4 i rapporten Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark – Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion (SKB R-10-17). Rapporten lämnas nu till mark- och miljödomstolen som en komplettering till MKB:n (se bilaga K:7). Det är viktigt att poängtera att bedömningarna baseras på ett antal försiktiga antaganden och kan därmed ses som ett ”värsta-fall-scenario”.

Påverkan på Natura 2000-området Kallriga

SKB:s bedömning är att de arter och miljöer som ska skyddas inom Natura 2000-området inte kommer att utsättas för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av utpekade arter eller naturtyper. Emellertid vill SKB möjligöra en fullständig och förutsättningslös prövning av den sökta verksamheten och yrkar därför reservationsvis tillstånd enligt 7 kap 28 a § miljöbalken (se kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013) avsnitt 3.2 samt denna bilaga avsnitt 5.6, Natura 2000).

5.2.2 Påverkan på sjöar, bäckar och våtmarker

Avsnitt 5.2.2 är uppdaterat huvudsakligen med resultat från kompletterande fiskvandringsstudien 2013.

Grundvattenbortledningens påverkan på sjöar

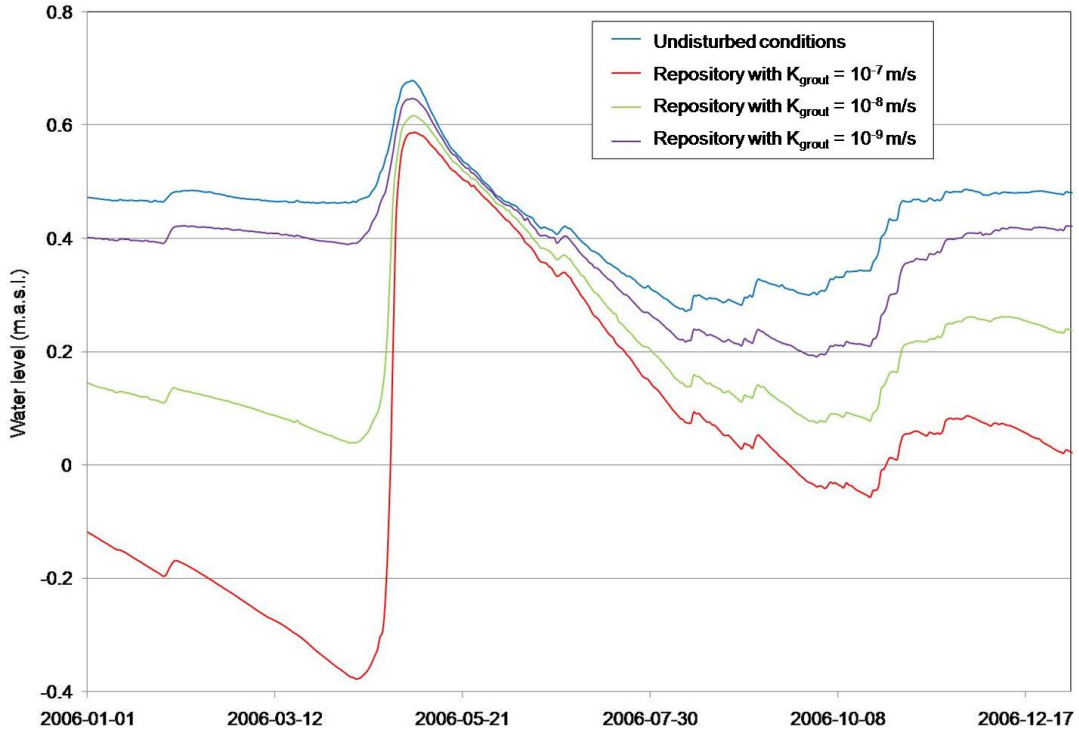
Inledningsvis ska det noteras att grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen inte ska betraktas som någon ”planerad” påverkan på sjöar i Forsmarksområdet. Det som redovisas i ansökan är en riskanalys, som utgår från ett hypotetiskt fall med ett helt öppet förvar och endast mycket begränsad tätning av berget kring förvarets bergutrymmen. Den genomförda flödesmodelleringen beaktar att vissa sjöar har in- och/eller utflöden via bäckar (till exempel Bolundsfjärden och Eckarfjärden) och andra inte (till exempel Fiskarfjärden). Modellen (MIKE SHE) är tredimensionell och beaktar rums- och tidsberoende interaktion mellan berg och jord samt sådan interaktion mellan grund- och ytvatten inom hela modellområdet.

För det hypotetiska beräkningsfall som nämns ovan ger grundvattenbortledningen enligt genomförda MIKE SHE-beräkningar, med undantag för sjön Puttan (se nedan), upphov till ingen eller endast liten sänkning av nivån i sjöarna i Forsmark. Nivån i sjöarna visar på stora variationer under året och sjöarna är även påverkade av landhöjningens långsiktiga inverkan. Sjöarnas flora och fauna är således anpassade till föränderliga omgivningsförhållanden. Detta medför att de ekologiska konsekvenserna av små, eventuella sjönivåförändringar till följd av grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen inte bedöms medföra några negativa ekologiska konsekvenser för sjömiljöerna, dock med undantag för sjön Puttan.

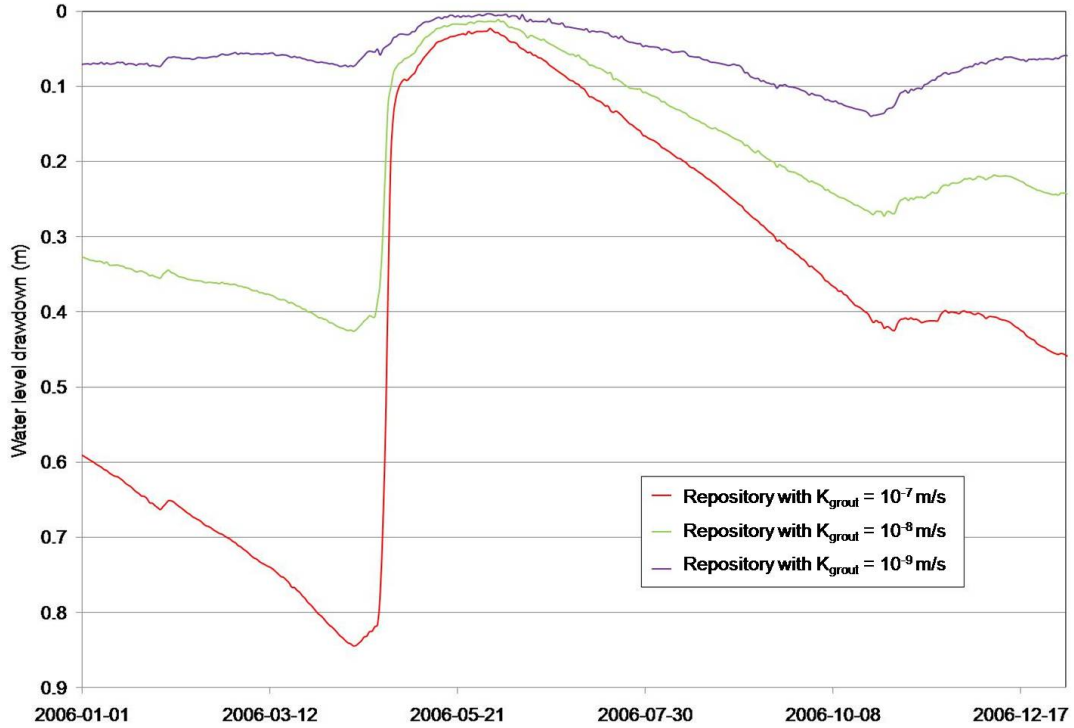
Påverkan på sjön Puttan och förutsättningarna för fiskvandring

Figurerna 5-1 och 5-2 är samma som figurerna 7-13 och 7-14 i referensen Hydrological and hydrogeological effects of an open repository in Forsmark – Final MIKE SHE flow modelling results for the Environmental Impact Assessment (SKB R-10-18) och ger närmare information om den beräknade sjönivåsänkningens variationer under typåret (2006) i sjön Puttan. Figur 5-1 visar MIKE SHE-beräknad sjönivå för olika tätningsfall (inklusive opåverkad sjönivå, utan slutförvarsanläggningen) och figur 5-2 visar motsvarande tidserie på sjönivåsänkningen, det vill säga skillnaden mellan påverkad och opåverkad sjönivå.

Bedömningen är att en stor nivåsänkning i sjön Puttan (med en ytarea på 0,08 kvadratkilometer) skulle ge upphov till kraftiga förändringar av sjöns flora och fauna och leda till snabbare igenväxning. Specifikt skulle sjön utgöra en sämre miljö för fisk, men skulle samtidigt kunna utvecklas till en bättre miljö för groddjur. Som framgår av figurerna erhålls dock en maximal sjönivåsänkning på 0,85 meter endast för beräkningsfallet med mycket begränsad bergtätning; sänkningen relativt sjönivån för opåverkade förhållanden är större än 0,6 meter under några månader på vintern, men mindre än 0,5 meter under större delen av typåret. För övriga tätningsfall är den maximala nivåsänkningen lägre (0,45 meter respektive 0,15 meter) och på motsvarande sätt varierande under året. Bedömningen är således att grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen endast medför begränsade förändringar av sjöns flora och fauna.



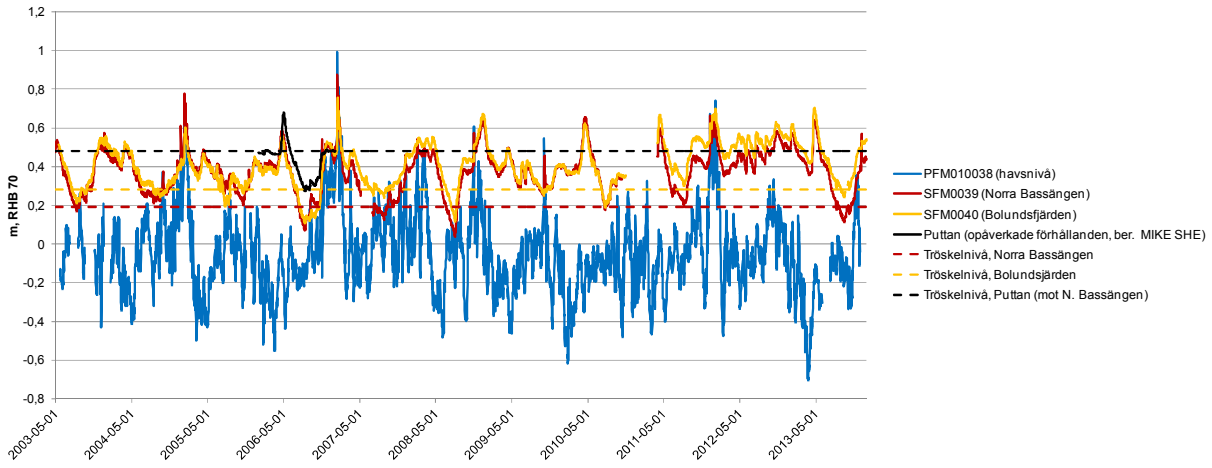
Figur 5-1. *MIKE SHE-beräknad nivå ("Water level") i sjön Puttan under typåret 2006 för olika tätningsfall, det vill säga för olika värden på vattengenomsläppligheten i tätningen av berget kring förvaret ("K_{grout}"). Figuren visar även modellberäknad sjönivå för opåverkade förhållanden ("undisturbed conditions"). (= 7-13 i R-10-18)*



Figur 5-2. *MIKE SHE-beräknad sänkning av nivån ("Water level drawdown") i sjön Puttan under typåret 2006 för olika tätningsfall. (= figur 7-14 i R-10-18)*

Puttan är belägen intill sjöarna Bolundsfjärden och Norra Bassängen. De hydrologiska förutsättningarna för fiskvandring mellan havet och Norra Bassängen och vidare mellan sjöarna, styrs

av sjötröskarna och havs- och sjönivåernas variationer i tiden. Bedömningen är att Puttan inte har någon betydelse som yngelkammare för havslevande fisk, eftersom sjön inte har några bäckförbindelser med de omgivande sjöarna. Figur 5-3 presenterar avvägda sjötröskar samt uppmätta eller modellberäknade nivåer, som påvisar de begränsade möjligheterna för fiskvandring till och från sjön Puttan. Sjötröskarna mättes in och avvägdes under perioden 2004–2005 och resultaten redovisas i Forsmark site investigation – Measurements of brook gradients and lake thresholds (SKB P-04-14). Automatisk registrering av havets nivå samt nivåer i sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden har pågått kontinuerligt med tryckgivare och logger sedan maj 2003. Nedanstående analys utgår från dygnsmedelvärden av högupplösta data för perioden 2003-05-01–2013-12-31 (tio år och åtta månader). För sjön Puttan används MIKE SHE-beräknade tidsserier på sjöns nivå för ”typåret” 2006 (SKB R-10-18).



Figur 5-3. *Avvägda sjötröskar samt uppmätta nivåer i havet och i sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden under perioden 1 maj 2003–31 december 2013. I figuren visas även modellberäknad nivå i sjön Puttan under typåret 2006 (R-10-18). Figuren påvisar de begränsade möjligheterna för fiskvandring till och från sjön Puttan.*

Fiskvandring mellan havet och sjön Norra Bassängen

Norra Bassängens sjötröskel mot havet är på nivån +0,19 meter (i höjdsystem RHB 70). Havets nivå har varit högre än sjötröskeln cirka tio procent av tiden under perioden 1 maj 2003–31 december 2013, medan Norra Bassängens nivå har varit högre än sjötröskeln 94 procent av tiden. Notera att under perioder då havets nivå är över sjötröskeln (cirka 10 % av tiden) är Norra Bassängens nivå minst lika med havets nivå och således också över sjötröskelns nivå. Dessa data visar alltså att det finns hydrologiska förutsättningar för fiskvandring mellan havet och sjön Norra Bassängen under den största delen av året. Vid ett provfiske under lektid (Loreth T, 2005[1]) fångades tusentals fiskindivider, främst gärs, men också mört, abborre och gädda (se sammanställning i The limnic ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp – Site descriptive modelling, SDM-Site, SKB R-08-02).

Fiskvandring mellan sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden

Bolundsfjärdens sjötröskel mot Norra Bassängen är på nivån +0,28 meter. Norra Bassängens nivå har varit över Bolundsfjärdens sjötröskel cirka 75 procent av tiden under perioden 1 maj 2003 till 31 december 2013, medan Bolundsfjärdens nivå har varit över sjötröskeln cirka 85 procent av tiden. Data visar således att det finns goda hydrologiska förutsättningar för fiskvandring mellan Norra Bassängen och Bolundsfjärden.

[1] Loreth T, 2005. Quantification of one spring fish migration in a small coastal stream in the Forsmark area, Sweden. Scripta Limnologica Upsaliensia 2005, B:7.

Fiskvandring mellan sjöarna Norra Bassängen och Puttan

Puttans sjötröskel mot Norra Bassängen är på nivån +0,48 meter. Norra Bassängens nivå har varit över sjötröskeln 16 procent av tiden under perioden 1 maj 2003–31 december 2013. Puttans MIKE SHE-beräknade nivå för opåverkade förhållanden (utan grundvattenbortledning från slutförvarsanläggningen) är över sjötröskeln cirka 25 procent av tiden under typåret 2006. Andelen minskar något i beräkningsfall med grundvattenbortledning från slutförvarsanläggningen. För opåverkade förhållanden är både Norra Bassängens nivå och Puttans nivå över sjötröskeln under cirka 15 procent av tiden under typåret 2006. Dessa data visar att det även för opåverkade förhållanden finns hydrologiska förutsättningar för fiskvandring mellan sjöarna Norra Bassängen och Puttan endast under en begränsad del på året, vilket i sin tur begränsar Puttans betydelse som yngelkammare för fisk.

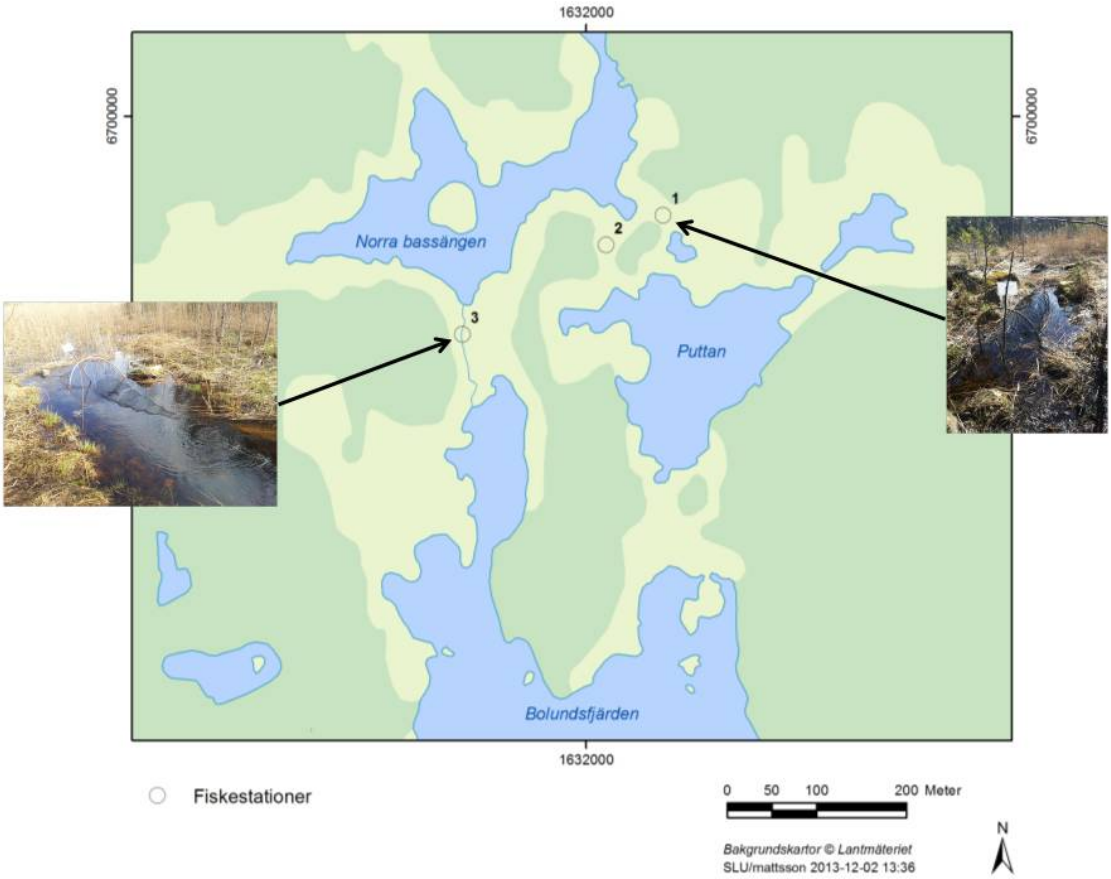
Puttan har även en annan, högre belägen sjötröskel mot Bolundsfjärden (+0,69 meter). Bolundsfjärdens nivå har varit över Puttans sjötröskel mot Bolundsfjärden under endast 0,1procent av tiden sedan maj 2003, specifikt i samband med stormen ”Per” (15–16 jan 2007) och i slutet av april 2013. Puttans MIKE SHE-beräknade nivå är inte över sjötröskeln mot Bolundsfjärden vid något tillfälle under typåret 2006.

Kompletterande fiskvandringsstudie, våren 2013

Tidigare studier i området med fångst av vandrande fisk (till exempel Loreth 2005[2]) har fokuserat på vandringsvägar med bäst förutsättningar för fiskvandring mellan havet, Norra Bassängen och Bolundsfjärden. Som komplement till dessa studier och de hydrologiska bedömningarna genomfördes en fiskvandringsstudie under perioden 25 april–8 maj 2013, i syfte att bedöma omfattningen på fiskvandring mellan Norra Bassängen och Puttan. Studien, som genomfördes av Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges Lantbruksuniversitet (med personal från Kustlaboratoriet i Öregrund), omfattade fångst och identifiering av vandrande fisk i de vandringsvägar mellan Norra Bassängen och Puttan som bedöms ha bäst förutsättningar för fiskvandring. Som del av studien fångades fisk även i redan kända fiskvandringsvägar mellan Norra Bassängen och Bolundsfjärden.

Baserat på kartor och undersökningar på plats, identifierades två möjliga vandringsvägar mellan Norra Bassängen och Puttan samt en vandringsväg mellan Norra Bassängen och Bolundsfjärden (se figur 5-4). I var och en av dessa möjliga vandringsvägar (vattendrag) etablerades en fiskestation, betecknade 1–3 i figur 5-4.

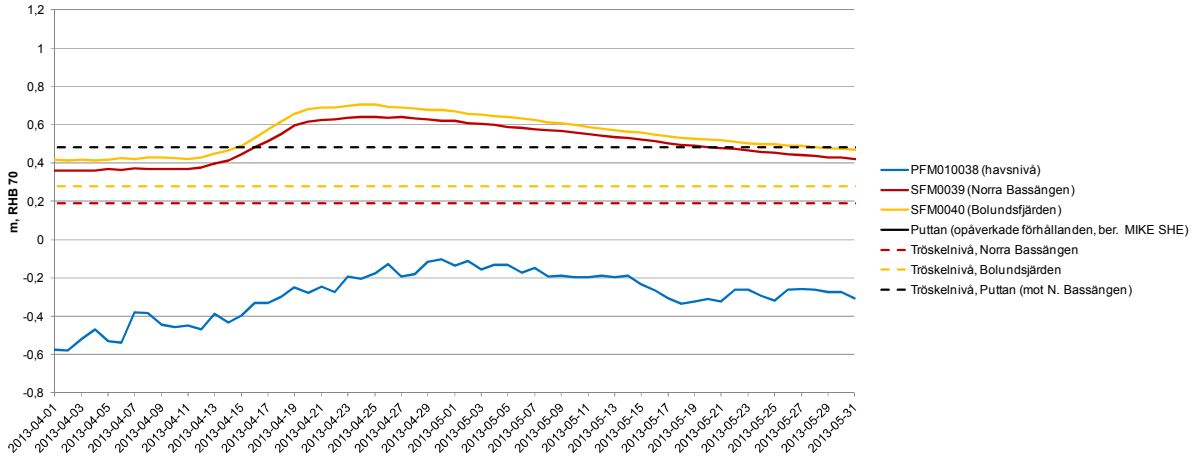
[2] Loreth T, 2005. Quantification of one spring fish migration in a small coastal stream in the Forsmark area, Sweden. Degree project in Limnology, 20 p, Uppsala universitet. Scripta Limnologica Uppsaliensia 2005 B:7.



Figur 5-4. *Lägen för de fiskestationer som etablerades i de tre möjliga fiskvandringsvägarna, mellan Norra Bassängen och Puttan (stationerna 1 och 2) samt mellan Norra Bassängen och Bolundsfjärden (station 3). De infällda bilderna visar vandringsvägarna vid fiskestationerna 1 och 3 samt tillhörande ryssjor.*

Sjöarnas nivåer var ovanligt höga då fiskvandringsstudien genomfördes. Vandringsvägen Norra Bassängen–Bolundsfjärden hade ett vattendjup på cirka 0,4 meter och ett kontinuerligt vattenflöde. Bedömningen var att denna vandringsväg kan utgöra en mer eller mindre kontinuerlig förbindelse för fiskvandring mellan sjöarna. De två vandringsvägarna Norra Bassängen–Puttan hade däremot ett mindre vattendjup (cirka 0,2 meter) och inget vattenflöde. Dessa vandringsvägar bedömdes vara typiska översvämningsområden, där förbindelsen mellan sjöarna är temporär och endast existerar under perioder med höga nivåer i sjöarna.

Figur 5-5 visar avvägda sjötröskelar samt uppmätta nivåer i havet och i sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden under en tvåmånadersperiod (1 april–31 maj 2013) som innefattar fiskvandringsstudien (jämför med figur 5-4). Under studien (25 april–8 maj 2013) var Norra Bassängens nivå ovanligt hög, +0,57–0,64 meter. Sedan maj 2003 har sjöns nivå varit över +0,56 meter under endast fem procent av tiden. Sjöns nivå var under studien 0,1–0,2 meter över Puttans sjötröskel mot Norra Bassängen (+0,48 meter), vilket stämmer väl med noteringen om ett vattendjup på 0,2 m i vandringsvägarna Norra Bassängen–Puttan. Under studien var Bolundsfjärdens nivå +0,61–0,71 meter. I studiens inledning, då sjöns nivå var som högst, var nivån i höjd med Puttans sjötröskel mot Bolundsfjärden. Sjöns nivå har varit över +0,60 meter under endast fyra procent av tiden sedan maj 2003, och i höjd med Puttans sjötröskel mot Bolundsfjärden under endast 0,1 procent av tiden.



Figur 5-5. *Avvägda sjötrösklar samt uppmätta nivåer i havet och i sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden under perioden 1 april–31 maj 2013.*

Vid respektive fiskestation installerades fångstredskap i form av ryssjor (se figur 5-4) med en maskstorlek på 0,03 meter. Varje ryssja hade en halvcirkelformad öppning på cirka en meter samt en strut med åtta metallringar, med öppningar på cirka 0,5 meter. På ryssjans sidor fanns sidoarmar för att snöra av vandringsvägarna och leda in fisken i ryssjan. Ryssjorna installerades den 25 april och vittjades vid fem tillfällen; cirka klockan 9 på morgonen 26 och 30 april samt 3, 7 och 8 maj. Inför varje tillfälle stängdes ryssjorna cirka klockan 14 på eftermiddagen dagen före. Vid varje vittjning fördes all fångad fisk till en vattenfylld balja för artbestämning och längdmätning. Efter detta släpptes fisken tillbaka till vattendraget.

Sammanlagt infångades 2 259 individer, varav endast åtta individer (0,4 procent) vid fiskestationerna 1 och 2 mellan Norra Bassängen och Puttan. Detta styrker tidigare gjorda bedömningar att fiskvandring från Norra Bassängen nästan helt uteslutande utgörs av vandring till Bolundsfjärden. De vanligaste fiskarterna som infångades var mört (88 procent), abborre (åtta procent) och gädda (två procent), medan övriga infångade individer utgjordes av id, gers, braxen, sutare och ruda.

De hydrologiska analyserna visar således att det normalt finns goda hydrologiska förutsättningar för fiskvandring mellan havet och Norra Bassängen samt mellan Norra Bassängen och Bolundsfjärden under den största delen av året. Det finns förutsättningar för fiskvandring mellan Norra Bassängen och Puttan under endast en begränsad del av året och fiskvandring mellan Bolundsfjärden och Puttan kan endast ske under kortvariga och sällan förekommande perioder med höga nivåer i sjöarna. Den kompletterande fiskvandringsstudien 2013 genomfördes under en period med ovanligt höga nivåer i Norra Bassängen och Bolundsfjärden och således ovanligt goda hydrologiska förutsättningar för fiskvandring till Puttan.

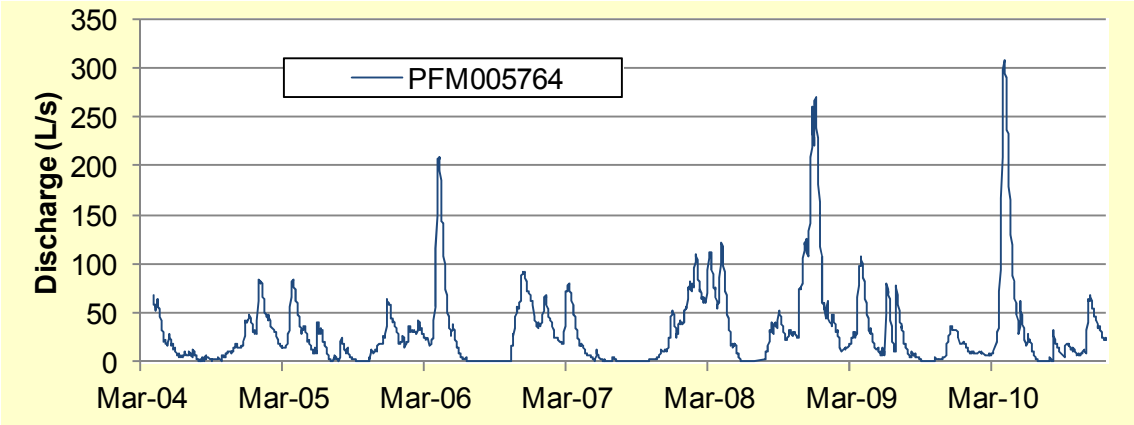
Fiskvandringsstudien styrker således bedömningen att sjön Puttan inte har någon betydelse som yngelkammare för fisk, på grund av de mycket begränsade möjligheterna för fiskvandring mellan Puttan och sjöarna Norra Bassängen och Bolundsfjärden.

Grundvattenbortledningens påverkan på bäckar

Fiskvandring och bottenfauna i bäckar

Bäckarna i Forsmarksområdet är små, de flesta utgörs av anlagda diken och är torra under stora delar av året och de har varierande mått av beskuggning. Vidare förekommer vägtrummor som utgör vandringshinder för fisk. Den största bäcken i det aktuella området har sin sträckning från sjön Eckarfjärden i söder via Stocksjön till sjön Bolundsfjärden. Vattenföringen i bäcken uppströms Bolundsfjärden har mätts kontinuerligt i två mätrännor sedan april 2004. Figur 5-6 visar mätdata för perioden 2004-04-14–2010-12-31 (sex år och åtta månader). Enligt dessa data är bäcken torr cirka tio

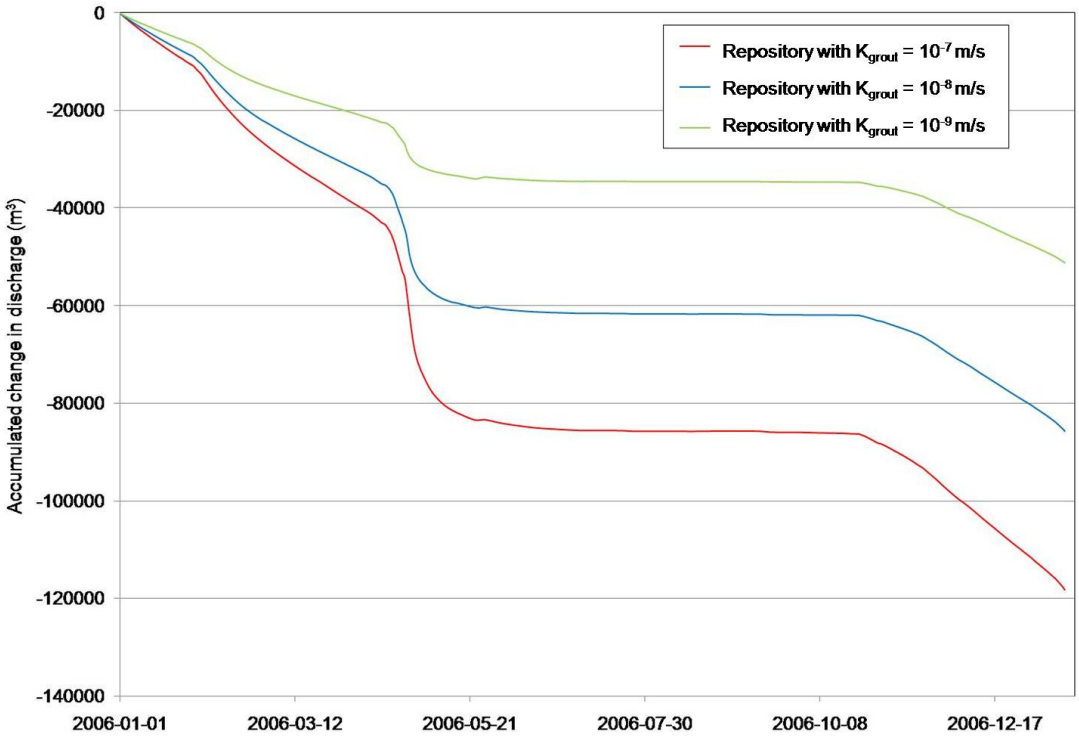
procent av tiden, vilket begränsar fiskvandring i bäcken och dess betydelse som fiskmiljö.



Figur 5-6. *Vattenföringen uppströms i bäcken, som har sin sträckning från sjön Eckarfjärden i söder via Stocksjön till sjön Bolundsfjärden. Mätdata för perioden 2004-04-14–2010-12-31 (sex år och åtta månader).*

Prognoser av grundvattenbortledningens effekter på bäckarnas vattenföring redovisas utförligt i underbilaga 4 till MKB:n, sidorna 66–67 och används bland annat som underlag för att kunna bedöma behov av åtgärder. Enligt genomförda MIKE SHE-beräkningar, för ett hypotetiskt fall med ett helt öppet förvar och endast mycket begränsad berginjektering, ger grundvattenbortledningen upphov till en marginell minskning av vattenföringen i de (förhållandevis) större bäckarna i Forsmarksområdet. Baserat på dessa prognoser, som alltså avser ett hypotetiskt fall som inte kommer att uppstå i verkligheten, finns det ingen anledning att förbereda för några åtgärder (exempelvis vattentillförsel) för bäckarna.

De minskningar av vattenföringen i bäckarna som anges i underbilaga 4 till MKB:n (sidorna 66–67) avser den ackumulerade, MIKE SHE-beräknade vattenföringen under typåret 2006 för beräkningsfall med ett helt öppet förvar. Den största bäcken i det aktuella området har som nämns ovan, sin sträckning från sjön Eckarfjärden i söder via Stocksjön till sjön Bolundsfjärden. Figur 5-7 är hämtad från R-10-18 (figur 7-15) och ger närmare information om vattenföringsminskningens variationer under typåret i den aktuella bäcken. Figuren visar skillnaden mellan påverkad och ackumulerad vattenföring (med grundvattenbortledning från slutförvarsanläggningen) och opåverkad ackumulerad vattenföring (utan slutförvarsanläggningen) för olika tätningsfall. Som framgår av figuren erhålls i beräkningarna en minskning av vattenföringen främst under vinterhalvåret, medan minskningen är liten under sommarhalvåret. Minskningen av den ackumulerade vattenföringen (typåret 2006) för de tre olika tätningsfall som redovisas i figuren motsvarar mellan fem och tretton procent av den ackumulerade vattenföringen för opåverkade förhållanden. En minskning av bäckvatteninflödet till Bolundsfjärden innebär att sjön periodvis kan få något högre salthalt jämfört med opåverkade förhållanden. En periodvis något ökad salthalt har dock ingen betydelse för sjöns naturvärden, eftersom sjöns flora och fauna är anpassade efter naturligt varierande salthalt.



Figur 5-7. *Vattenföringsminskningens variationer under typåret i bäcken, som har sin sträckning från sjön Eckarfjärden i söder via Stocksjön till sjön Bolundsfjärden. Figuren visar skillnaden mellan påverkad och ackumulerad vattenföring (med grundvattenbortledning från slutförvarsanläggningen) och opåverkad ackumulerad vattenföring (utan slutförvarsanläggningen) för olika tätningsfall. (= figur 7-15 i R-10-18)*

Grundvattenbortledningens påverkan på våtmarker

Vad gäller effekter och konsekvenser som är knutna till bortledandet av grundvatten med en grundvattenavsänkning som följd, är det viktigt att poängtera att SKB:s bedömningar baseras på ett konservativt fall med följande antaganden:

- Hela förvaret är öppet samtidigt, det vill säga att alla tunnlar antas vara öppna samtidigt.
- Förvarets undermarksdelar tätas på $K_{inj}=10^{-7}$, vilket i praktiken innebär en mycket begränsad tätning av berget.

Det innebär att den redovisade grundvattenavsänkningen kan ses som ett ”värsta-fall-scenario”. Emellertid har SKB utifrån framtaget underlag bedömt att det uppstår en risk att gölar med höga naturvärden påverkas negativt av en grundvattensänkning. För att begränsa eller hindra att de mest värdefulla miljöerna tar skada av en grundvattensänkning orsakad av den planerade verksamheten, har SKB föreslagit att vid behov infiltrera vatten runt de mest värdefulla gölarna.

De fem våtmarker som enligt SKB:s bedömning kan bli aktuella för vattentillförsel har naturvärdesklassats som klass 1 (nationellt värde, med förekomst av gulyxne och/eller gölgroda) och de är belägna inom eller i direkt anslutning till det prognostiserade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning eller nära påverkansområdets gräns. Ytterligare åtgärder, som redan vidtagits under 2012, är anläggandet av fyra nya grodgölar i syfte att vidmakthålla populationen av gölgroda och större vattensalamander i Forsmarksområdet. Vidare har SKB tagit fram en naturvårdsinriktad skötselplan för den del av SKB:s markinnehav som inte kommer att nyttjas för slutförvarsanläggningens ovanmarksdelar, se avsnitt 6.1 denna bilaga. I dispensansökan för gulyxne finns åtgärdsförslag i form av rikkärrskötsel på SKB:s markinnehav i Forsmark.

Utifrån den kunskap som finns om berörda miljöer bedöms det inte finnas några svårigheter för att tillföra de vattenmängder som kan behövas för, att upprätthålla vattennivån i potentiellt berörda

våtmarker. Däremot krävs en välfungerande organisation för att styra och följa upp infiltrationsåtgärderna under dess genomförande för att kunna uppnå önskad effekt. Vidare behöver SKB i god tid före en eventuell grundvattenpåverkan skaffa sig kunskap om de naturliga variationer av hydrologiska och hydrogeologiska parametrar som kännetecknar berörda miljöer. För att skaffa sig den kunskapen har SKB påbörjat arbetet med ett pilotförsök för vattentillförsel i en våtmark i Forsmark. Parallellt med pilotförsöket arbetar även SKB med moniteringen av de gölar och rikkärr som kan bli föremål för vattentillförsel samt med planering av moniteringen av områdets hydrologi och hydrogeologi i övrigt. Arbetet med pilotförsöket och monitering beskrivs mer utförligt nedan. Dessa pågående och planerade arbeten innebär att SKB kommer att ha beredskap och erfarenhet för att vid behov genomföra vattentillförseln i de utpekade våtmarkerna. Om de utpekade våtmarkerna påverkas av en grundvattensänkning och att det trots allt visar sig att de planerade åtgärderna inte får förväntade effekter kommer SKB att vara berett att diskutera alternativa lösningar med tillsynsmyndigheten.

Pilotförsök för infiltration i en våtmark

Under våren 2012 påbörjade SKB planering och förberedelser för ett pilotförsök vid en våtmark i Forsmark. Syftet med pilotförsöket är dels att visa att vattennivån i våtmarken kan regleras och styras med hjälp att den valda metoden, dels att inför uppförande och drift av slutförvaret skaffa sig erfarenheter av hur en vattentillförselanläggning i våtmarker av aktuell typ fungerar i praktiken. Sådana erfarenheter inkluderar projektering och andra förberedelser, praktiskt genomförande och uppföljning av hydrologiska effekter. Som del av förberedelserna har SKB till länsstyrelsen i Uppsala län lämnat in dels en anmälan om samråd, dels en ansökan om dispens från terrängkörningslagen för att transportera och installera den utrustning som behövs för att genomföra och utvärdera pilotförsöket. Övriga moment i förberedelserna omfattar kompletterande fältundersökningar, upprättandet av en detaljerad MIKE SHE-modell över våtmarken, samt praktiska förberedelser i form av pumpar, reservoar och vattenledningar. Enligt den initiala planeringen skulle pilotförsöket genomföras under senare delen av 2012. Den regniga sommaren och hösten innebar dock att försöket har fått skjutas upp till år 2013. Resultat och slutsatser från pilotförsöket kommer att presenteras när det är genomfört och utvärderat.

5.2.3 Uppföljning av påverkan och åtgärder

Omfattande grund- och ytvattenmonitering pågår i Forsmarksområdet sedan flera år. Vid de gölar som kan bli föremål för vattentillförsel (se ovan) görs sedan april 2009 kontinuerliga mätningar dels av grundvattennivån i moränen under våtmarkerna, dels av ytvattennivån i respektive göl. Mer övergripande måste SKB:s långsiktiga monitering av hydrogeologiska/hydrologiska, vattenkemiska och ekologiska nyckelparametrar i Forsmarksområdet uppfylla olika interna och externa avnämares krav och behov. Sådana krav och behov är bland annat kopplade till utökad platsförståelse, påverkan på yttre miljö under uppförande och drift och uppfyllande av olika konstruktionsförutsättningar för slutförvarsanläggningen samt även uppdaterade analyser av säkerheten efter förslutning, eftersom slutförvarsanläggningen utgör en kärnteknisk anläggning i berg, se avsnitt 4.2.3 i Ramprogram för detaljundersökningar vid uppförande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle (SKB R-10-08). Det kan alltså konstateras att det inför och under uppförande och drift av slutförvarsanläggningen är av stor vikt för SKB att löpande samla in, sammanställa och utvärdera olika typer av data och information, bland annat för att karaktärisera Forsmarksområdet och dess utveckling.

SKB kommer år 2013 att påbörja anpassning och utveckling av undersökningsmetoder, utvärderingsmetodik, datasystem och moniteringsprogram inför och under uppförande och drift, dels för att kunna identifiera förändringar i ytsystemet under uppförande och drift, dels särskilja antropogena variationer och trender från de naturliga. En utgångspunkt för anpassnings- och utvecklingsarbetet, som bland annat innefattar en pilotstudie, är att identifiering/karaktärisering av ytsystemförändringar behöver baseras på systematisk utvärdering av olika typer av nyckelparametrar. Motivet är att olika parametrar har olika ”responstid” på påverkan och därmed tillför information om förändringar på olika tidskalor. En annan utgångspunkt är att möjligheterna för korrekt och snabb

identifiering/karaktärisering ökar, om det finns tillgång till data från referensobjekt, det vill säga data från parallell monitering vid objekt i/utanför Forsmarksområdet som med säkerhet är opåverkade av uppförande och drift av slutförvarsanläggningen.

Merparten av det ovan nämnda utvecklingsarbetet kommer att ske inom ramen för den fortsatta planeringen och utvecklingen av metoder, metodik och datasystem för detaljundersökningar (se kapitel 7, R-10-08). Slutsatser och resultat från anpassnings- och utvecklingsarbetet kommer att tillämpas genom vidareutveckling och detaljering av de kontrollprogram som är kopplade till villkor för tillstånd och dispenser, program för egenkontroll samt krav på entreprenörers miljöprogram. Sådan vidare-utveckling och detaljering kommer att innefatta förslag på kriterier för att vidta olika typer av åtgärder, såsom vattentillförsel till utpekade våtmarker.

Vad gäller uppföljning av påverkan på gulyxne så har SKB inlett gulyxneinventeringar i Forsmark med standardiserad metodik. År 2012 inventerades sedan tidigare kända gulyxnelokaler: sju våtmarker samt ytterligare tre våtmarker med förutsättningar att hysa gulyxne. Från och med år 2013 kommer SKB att inventera alla våtmarker i Forsmark som bedöms hysa förutsättningar för arten. Gulyxne är dock en art som är känd för att vara periodisk eller tillfällig. Det är därför inte troligt att alla potentiella gulyxnelokaler kommer att hysa arten varje år. Även gölgrodelokaler inventeras årligen för att följa upp förekomst och reproduktion av gölgroda. År 2012 inventerades 15 lokaler där gölgroda tidigare observerats eller där förutsättningar för förekomst av gölgroda ansågs föreligga. Resultat från 2012 års inventeringar redovisas i Inventering av gölgroda, större vattensalamander och gulyxne i Forsmark (SKB P-13-03).

5.3 Trafik- och anläggningsbuller

Både Oskarshamns och Östhammars kommun, Länsstyrelsen i Uppsala län, Oss och MKG har frågat om olika aspekter på mätningar av buller, därför ges en beskrivning av riktvärden för buller och tydligare information om konsekvenser av ökade bullernivåer till följd av SKB:s tillkommande verksamheter.

5.3.1 Lågfrekvent buller

Buller med låga frekvenser orsakas till exempel av stationära maskiner som bergkross, ventilation, stillastående fordon på tomgång och kraftigt accelererande tunga fordon. Tunga fordon i flytande trafik ger inte upphov till speciellt lågfrekvent buller.

För bedömning av lågfrekvent buller inomhus anger Socialstyrelsen värdena i tabell 5-1.

Tabell 5-1. Värden för bedömning av lågfrekvent buller inomhus (från SOSFS 2005:6).

Tersband [Hz]	**31,5**	**40**	**50**	**63**	**80**	**100**	**125**	**160**	**200**
Ljudtrycksnivå [dB]	56	49	43	41,5	40	38	36	34	32

Värdena i tabellen är avsedda för bedömning av stationära källor. Enligt Socialstyrelsen kan de även användas för trafikbuller. De avser i så fall den ekvivalenta ljudnivån, inte den maximala. Den ekvivalenta trafikbullernivån är en sorts medelvärde under ett dygn och den maximala avser den högsta nivån vid en fordonspassage.

För byggnader är ljudreduktionen liten för låga frekvenser. Om ljudnivån orsakad av ett tungt lastat, accelererande, fordon uppgår till 55–60 dBA vid en byggnad med ”normal” trävägg finns risk för att tabellens värden överskrids.

För att minska eventuella olägenheter av lågfrekvent ljud, kan transporterna förläggas till den tid då de flesta människor är vakna. Se bilaga K:1, Förslag till villkor.

Stationära bullerkällor, till exempel ventilation, kommer konstrueras så att de inte ger upphov till lågfrekvent buller inomhus som överskrider tabellens värden.

5.3.2 Momentant buller

Momentana/maximala ljudnivåer redovisas i Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – Buller under bygg- och driftskede (SKB P-08-64) för slutförvars-anläggningen i Forsmark och i Anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn – Buller under bygg- och driftskedet (SKB P-08-65) för Clab och inkapslingsanläggningen i Simpevarp.

Dock är det viktigt att notera att buller från sprängsalvor är kortvarigt och enligt praxis inte behandlas i bullerutredningar för byggskeden. Det beror bland annat på att det inte finns data för ljudnivåer från sprängsalvor som kan ligga till grund för ljudutbredningsberäkningar. Den dominerande störningen från sprängningar är kopplad till de vibrationer som alstras.

Störningar från sprängsalvor kan minskas genom att allmänheten får veta när de sker, till exempel genom att sprängning sker på fasta tider eller genom förvarning med textmeddelande (sms) till boende i närheten. Under drifttiden av anläggningen föreslår SKB som villkor att arbetsmoment som typiskt sett kan ge upphov till momentana ljudnivåer över 55 dBA inte får utföras nattetid, se bilaga K:1 Förslag till villkor.

5.3.3 Ekvivalent bullernivå samt riktvärden och mål för trafikbuller

Riksdagen har fattat beslut om långsiktiga mål för trafikbuller vid bostäder. De gjordes genom att anta proposition 1996/97:53. Målen, som ska klaras vid ny- och väsentlig ombyggnad, är 55 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad och 70 dBA maximal ljudnivå på uteplats. Det är viktigt att poängtera att ökad trafik inte är att likställa med väsentlig ombyggnad.

För ekvivalentnivå orsakad av vägtrafik används vanligtvis tidsperioden årsmedeldygn (dygnsekvivalent beräknat på ett helt år). Naturvårdsverket har haft ett regeringsuppdrag att ge förslag till tydliga definitioner av riktvärdena. Naturvårdsverket [3]konstaterar att det vanligen inte finns tillräcklig statistik för en finare uppdelning av trafiken och därför föreslås följande definition: ”Med långsiktiga riktvärdet 55 dBALeq 24 h avses ett bullervärde beräknat som ett typvärde för ett trafikårsmedeldygn och som när det gäller uteplats avser en bullernivå där fasadreflektionen är inkluderad.” Även Boverket [4] anger att dygnsekvivalent ljudtrycksnivå ska beräknas för ett trafikårsmedeldygn. Det innebär att de riktvärden som används i MKB:n för bulleralstrande verksamheter är anpassade till de begränsningarna som beräkningar för tidsperioden årsmedeldygn medför.

För att skaffa sig bättre kunskap om dygns- och årstidsvariationer för trafiken planerar SKB att under våren 2013 utreda dessa variationer vid ett antal platser i Östhammars och Oskarshamns kommuner. Då underlaget om dygns- och årstidsvariationer för trafiken inte bedöms vara nödvändigt för prövningen av SKB:s planerade verksamhet, kommer resultatet av utredningen att kommuniceras direkt med respektive kommun.

Vad gäller årstidsvariationer kan variationer i bullernivåer orsakas av den typ av däck som fordonen använder. Först kan noteras att det är krav på att fordon ska ha vinterdäck vintertid. Detta gäller dock inte tunga fordon med en totalvikt på över 3,5 ton, men de omfattas av kravet på minst fem millimeters mönsterdjup. Lätta fordon har ofta dubbdäck. Lastbilar, särskilt tunga grusbilar, använder inte

[3] Naturvårdsverket, 2001. Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur – Förslag till utveckling av definitioner.
[4] Boverket, 2008. Buller i planeringen, Allmänna råd 2008:1.

dubbdäck. Ljudnivån ökar när dubbdäck används. Effekten är dock störst i hastigheter under 50 kilometer per timme. Ju högre hastighet, desto mindre påverkas bullret av dubbdäck. Vid 50 kilometer per timme ökar ljudnivån med två dBA, vid 90 kilometer per timme ökar den inte alls[5]. De tunga transporterna kommer alltså inte att ge högre ljudnivå vintertid än sommartid. På lite avstånd från vägen bidrar nyfallen snö och plogvallar till att minska ljudutbredningen. Gammal, hård snö och växlande temperaturgradient (”kallock”) kan omvänt underlätta ljudutbredningen.

Vad gäller buller och bullerberäkningar och fördelning av trafiken över dygnet är det också viktigt att komma ihåg att decibel är ett logaritmiskt mått. Det medför att det krävs stora skillnader i trafiken för att påverka måttet. Som exempel kan ges att en väg med jämnt fördelad trafik över dygnet ger upphov till 55 dBA i en punkt. Om i stället all trafik koncentreras till 12 timmar så kommer den dygns-ekvivalenta ljudnivån fortfarande att vara 55 dBA, men under de 12 trafikerade timmarna kommer den ekvivalenta ljudnivån att vara 58 dBA.

Som villkor för den planerade verksamheten föreslår SKB att vägtransporter av bergmassor och material i första hand ska ske vardagar klockan 06.00–22.00 och lördagar klockan 08.00–15.00, (se bilaga K:1, Förslag till villkor).

5.3.4 Buller vid uppförande och drift av Clink

Vad gäller mätenheten för buller i form av dygnsekvivalent hänvisas till avsnitt 5.3.3 ovan. I samband med uppförande av inkapslingsanläggningen bedöms bullerstörningarna bli begränsade och, såsom anges i MKB:n, främst uppkomma vid sprängning och på grund av transporter. För störningar relaterade till momentant buller från bland annat sprängningarna hänvisas till avsnitt 5.3.2 om momentant buller.

Avseende byggperioden instämmer SKB med Oskarshamns kommuns samhällsbyggnadsnämnd om att byggtiden för Clink är relativt lång och föreslår därför att Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser ska tillämpas under högst fem år. Beträffande nämndens krav på villkorsförslag avseende bullerstörningar under byggtiden har SKB tagit fram förslag till villkor för buller under såväl bygg- som drifttiden av anläggningen. Förslaget till bullervillkor för drifttiden reglerar även momentana ljudnivåer. Se bilaga K:1, Förslag till villkor.

Uppförandet av inkapslingsanläggningen och driften av Clink bidrar också till ökad trafik i området och SKB instämmer med Oskarshamns kommuns kommunfullmäktige om att området kring länsväg 743 redan är bullerstört och i behov av förbättringsåtgärder. SKB har genom åren tagit fram eller bekostat framtagandet av flera rapporter som berör länsväg 743. År 2009 beställde SKB en förstudie för vägsträckan Figeholm-Lilla Laxemar (SKB R-09-44). Syftet var just att belysa och påskynda genomförande av förbättringsåtgärder längs vägsträckan. SKB avser att även i fortsättningen engagera sig i utvecklingen av trafikinfrastrukturen runt Simpevarp och i kommunen. Dock är det Trafikverket i sin roll som huvudman/väghållare, som är ansvarig för eventuella förbättrings-, trafiksäkerhets- och skyddsåtgärder på och längs länsväg 743.

5.3.5 Buller vid uppförande och drift av slutförvaret

SKB föreslår nya villkor för verksamhetens påverkan på människor och miljö som bland annat berör buller under bygg- och drifttiden, se bilaga K:1, Förslag till villkor. SKB:s förslag till kontrollprogram är också under uppdatering och en ny version kommer att lämnas in till mark- och miljödomstolen senast i juni 2013. Bilaga Förslag till kontrollprogram uppdateras för att återspegla ändringar i villkorsförslagen och kommer att bli en viktig del av SKB:s egenkontroll.

[5] Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles, SP 2006:12.

Trafikbuller

Nuvarande och beräknad framtida trafik och bullersituation på de viktigaste vägarna till och från det planerade slutförvaret redovisas i MKB:n (avsnitt 10.1.3.3 och 10.1.4.5) och i referensen Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – Buller under bygg- och driftskede (SKB P-08-64). Utan slutförvaret beräknas cirka 50 personer längs riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn vara besvärade av trafikbuller år 2018. Där framgår även att antalet tillkommande personer som kan förväntas bli störda av trafikbuller direkt relaterat till slutförvarsverksamheten är begränsat till ett fåtal individer, boende i närheten av riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn. Det är riktigt att slutsatsen är att hälsoeffekterna av de upplevda bullerstörningarna från den allmänna trafikökningen och från den tillkommande trafikökningen på grund av etableringen av slutförvars-anläggningen är obetydliga eller till och med obefintliga, både under bygg- och driftskedet. Av redovisningen i MKB:n framgår att fysiologisk påverkan på hjärt- och kärlsystemet respektive sömnproblem, framför allt bland boende i åldersspannet 45–70 år, kan uppstå i samband med större bullerbelastning under lång tid. Risken för sådana hälsoeffekter har därför analyserats. Någon risk för sömnproblem orsakade av trafikbuller på grund av förväntad trafikökning längs riksväg 76, bedöms inte föreligga varken i dag eller i framtiden. Ett tiotal personer i riskgruppen beräknas kunna bli utsatta för sådana bullernivåer att det skulle kunna leda till högt blodtryck. Bedömningen är att ett eller ett par fall av högt blodtryck på grund av trafikbuller skulle kunna uppstå längs den aktuella sträckan av riksväg 76, under de mer än 50 år som den sökta verksamheten beräknas pågå. Det ska också påminnas om att prognoserna för trafikbuller bygger på ett ”värsta-fall-scenario” där den övervägande delen av trafiken antas ske mot resmål söder om Forsmark.

SKB kan därmed inte se några förutsättningar för krav på bullerdämpande åtgärder, varken med anledning av nuläget eller med etableringen av slutförvarsanläggningen. Vidare är det huvudmannen/väghållaren – i detta fall staten genom Trafikverket – som är ansvarig för eventuella förbättrings-, trafiksäkerhets- och skyddsåtgärder på och längs med de aktuella sträckorna i det allmänna vägnätet. Samtidigt kan påminnas om att SKB har engagerat sig och avser att även i fortsättningen engagera sig i utvecklingen av trafikinfrastrukturen runt Forsmark och i kommunen.

I bilaga K:1, Förslag till villkor föreslås ett villkor med innebörden att vägtransporter av byggmaterial till slutförvarsanläggningen och bergmassor från slutförvarsanläggningen i första hand ska ske helgfri måndag–fredag klockan 06.00–22.00 och lördag klockan 08.00–15.00.

Anläggningsbuller

I MKB:n redovisas bullerpåverkan från den planerade verksamheten i Forsmark samt hur SKB planerar att begränsa bullret under bygg- och driftskedet. I avsnitt 10.1.4.5, Slutförvar, Effekter och konsekvenser – Boendemiljö och hälsa i MKB:n redovisas tydligt dels att bullret under bygg- och driftskedet för slutförvarsanläggningen i Forsmark kan och kommer att begränsas, dels att det inte finns några bostäder eller andra särskilt känsliga verksamheter och miljöer i närområdet som riskerar att utsättas för störningar. Bullernivåerna bedöms därmed med god marginal kunna hållas under gällande riktvärden.

Nattetid kommer transporter med tunga fordon att vara den verksamhet inom driftområdet som orsakar de högsta bullernivåerna. I MKB med tillhörande bullerutredning (P-08-64) görs bedömningen att verksamheten kommer att klara gällande riktvärden för buller under byggtiden samt industribuller under drifttiden.

Dagtid kommer buller från verksamheten att kunna begränsas genom att till exempel placera krossen för krossning av bergmassor så att matningsfickan riktas från befintlig bebyggelse i skydd av vallar och omgivande terräng samt att en bullerdämpande matta placeras i matningsfickan. SKB kommer även att genomföra vedertagna bullermätningar och -beräkningar för att kontrollera att bullernivåerna utomhus inte överskrider de villkor som nu föreslås, se bilaga K:1

Korttidsbostäder vid Igelgrundet

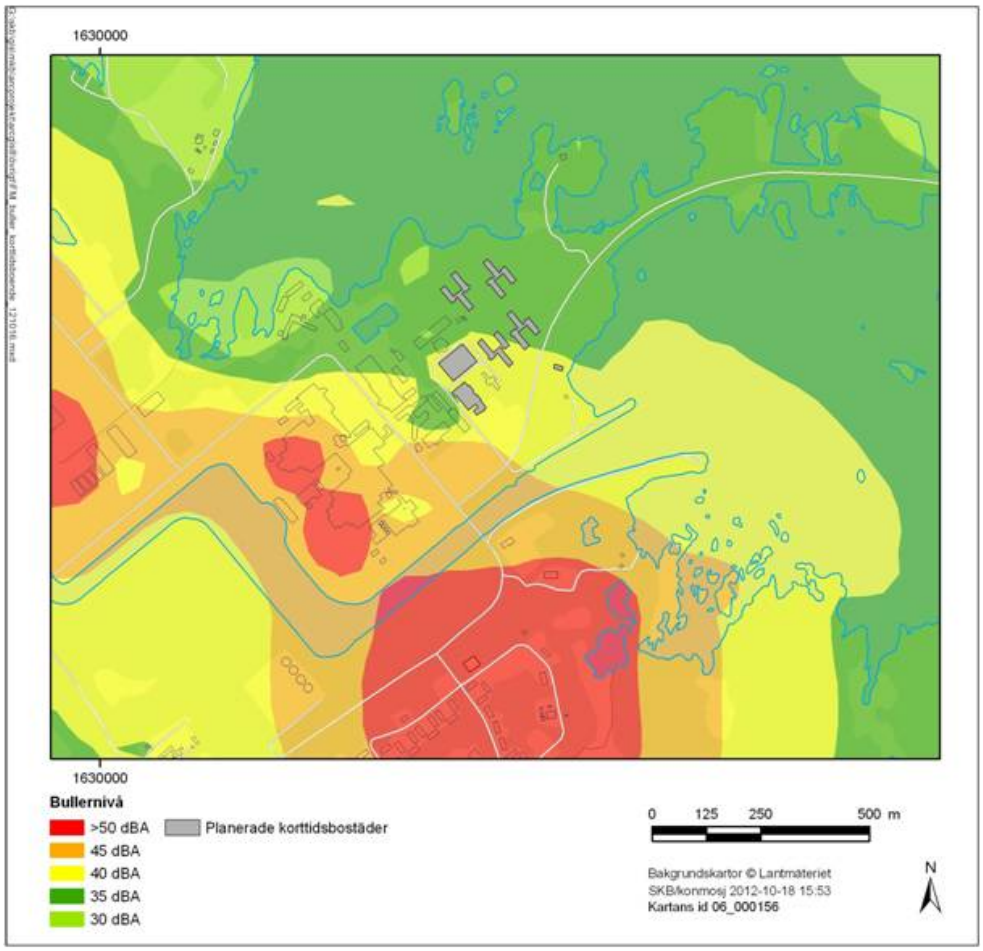
Den byggnad som kommer att uppföras i direkt anslutning till slutförvarsanläggningen (vid Igelgrundet) avser korttidsboende för SKB:s och FKA:s anställda och entreprenörer när de tjänstgör vid till exempel slutförvarsanläggningen respektive kärnkraftverket. Dessa kommer endast att utnyttjas av personer som under begränsade perioder kommer att arbeta vid befintliga eller planerade anläggningar i Forsmark. Beräknade bullernivåer under kväll och natt för den platsen som har pekats ut för lokaliseringen av korttidsbostäder redovisas i figur 5-8. I bullerhänseende bör dessa byggnader anses belägna inom verksamhetsområdet och utgöra en del av slutförvarsanläggningen och den pågående industriverksamheten, vilket innebär att de inte träffas av ett villkor för anläggningsbuller.

Kumulativa effekter och kompensationsåtgärder för bullerpåverkan

Strömriktarstationen i Dannebo beskrivs i MKB:n (avsnitt 7.1.8 Platsförutsättningar, Forsmark – Buller och avsnitt 10.1.3.3 Slutförvar, Påverkan – Buller) därför att den ger upphov till en del av bakgrundsljudet i Forsmark. Stationen är belägen norr om Forsmarks kärnkraftverk, långt från den planerade slutförvarsanläggningen och ägs av Svenska Kraftnät och har ingen koppling till SKB:s verksamhet.

Vad gäller kumulativa effekter med strömriktarstationen kan konstateras utifrån de prognoser som redovisas i MKB:n (se avsnitt 10.1.1.3) att etableringen av slutförvarsanläggningen i Forsmark inte bidrar till ökade bullernivåer jämfört med de redan bullerpåverkade områdena sydväst om Forsmark. Nya områden runt Bolundsfjärden beräknas påverkas av bullernivåer mellan 30 och 35 dBA. Dessa områden ligger dock inom detaljplanelagt område för slutförvar för använt kärnbränsle. I MKB:n avsnitt 10.1.4.2 Slutförvar – Rekreation och friluftsliv, beskrivs den begränsade påverkan på områdets rörliga friluftsliv som bedöms uppstå på grund av bullerpåverkan från slutförvarets verksamheter.

Såsom redovisas tidigare kommer bullret under bygg- och driftskedet för slutförvarsanläggningen i Forsmark att begränsas och bullernivåerna bedöms med god marginal kunna hållas under gällande riktvärden. SKB kan därmed inte se några förutsättningar för krav på kompensationsåtgärder avseende bullerstörningar, varken med anledning av nuläget eller med SKB:s planerade verksamhet.



Figur 5-8. *Beräknade bullernivåer från slutförvaret för använt kärnbränsle i Forsmark, kväll och natt under driftskedet. Kartan visar specifikt det området där korttidsbostäderna planeras att byggas.*

5.4 Påverkan på rödlistade arter

Naturvårdsverket och Kärnavfallsrådet tar upp påverkan på rödlistade arter och åtgärder för att minska påverkan på dessa arter.

Kompletta listor med rödlistade arter, arter skyddade enligt artskyddsförordningen samt övriga indikatorarter för värdefulla ekologiska förhållanden som observerats i det inventerade området finns i rapporterna Vattenverksamhet i Forsmark – Ekologisk fältinventering och naturvärdesklassificering samt beskrivning av skogsproduktionsmark (SKB R-10-16) och Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark – Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion (SKB R-10-17). Rapporterna R-10-16 och R-10-17 lämnas nu in till mark- och miljödomstolen som kompletteringar till MKB:n, bilaga K:6 respektive K:7.

Rapporten Vattenverksamhet i Forsmark (del I) – Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle (underbilaga 4 till MKB:n) och bilaga K:7 beskriver konsekvenserna för dessa arter, dels om inga åtgärder vidtas, dels efter föreslagna åtgärder.

Konsekvenserna är olika för olika arter och artgrupper, men sammanfattningsvis kan sägas att konsekvenserna av grundvattenbortledningen utan åtgärder är störst för arter som är knutna till öppna kärrmiljöer såsom kalkkärrgrynsnäcka, gölgroda och gulyxne. De åtgärder som SKB föreslår i syfte att minimera konsekvenserna innefattar vattentillförsel till fem våtmarker, anläggande av fyra nya

grodgölar (genomfört 2012) samt en naturvårdsinriktad skötselplan (inklusive slåtter av våtmarker) för den del av SKB:s markinnehav som inte kommer att nyttjas för slutförvarsanläggningens ovanmarksdelar.

5.5 Belysningens påverkan på fåglar

Oss och MKG saknar åtgärder för att minska ljusstörningar från byggandet och driften av slutförvaret.

Fåglar är framför allt känsliga för ljus riktat mot himlen. Höga master med toppbelysning kan dra till sig fåglar som sedan kolliderar med masten eller mastens vajerstag. Amerikanska undersökningar har visat att avsevärda mängder fåglar kan förolyckas vid höga kommunikationsmaster. Vid påflygnings-olyckor i dåligt väder tycks belysningen på masten spela in. Fåglarna dras till ljusskenet och börjar cirkla runt masten vartefter de kolliderar med mastens vajerstag. Det är främst höga master som drabbas av denna typ av olyckor. För master lägre än 150 meter är rapporterade dödsfall relativt få. Annars är det framför allt kollisionsrisk med konstruktioner/byggnader som inte är helt upplysta som kan vara problem för fåglarna, om det samtidigt finns en ljuskälla som gör att de drar sig till föremålet.

I Forsmark kommer det framför allt röra sig om fasadbelysning på låga byggnader och ljusmaster som lyser upp arbetsområden, även dessa är relativt låga och synliga för fågel. Som regel är denna typ av belysning försedd med skärmar upptill för att koncentrera ljuset ner mot fasad och mark. Kollisionsriskerna med byggnader inom de upplysta områdena bedöms vara mycket små. Även risken för att fåglarna skulle få svårt att navigera i området bedöms vara mycket liten.

5.6 Natura 2000

Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket och MKG önskar att eventuell påverkan på Natura 2000-områden ska beskrivas tydligare.

I Natura 2000-områden krävs enligt 7 kap 28 a § miljöbalken tillstånd för att bedriva verksamheter eller vidta åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området. Som framgår i det följande nämnda rapporter är bedömningen att de arter och miljöer som ska skyddas inom Natura 2000-området inte kommer att utsättas för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av utpekade arter eller naturtyper. Emellertid vill SKB möjligöra en fullständig och förutsättningslös prövning av den sökta verksamheten och yrkar därför reservationsvis tillstånd enligt 7 kap 28 a § miljöbalken, se kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013) avsnitt 3.2.

Grundvattenbortledningens hydrogeologiska effekter och ekologiska konsekvenser i Natura 2000-området Kallriga-Kallrigafjärden redovisas i avsnitt 6.1.7, Konsekvenser för utpekade värdefulla och skyddade områden, Natura 2000-områden i underbilaga 4 till MKB:n (Vattenverksamhet i Forsmark (del I) – Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle) samt även i avsnitt 6.8, Konsekvenser för Natura 2000-områden i Bortledande av grundvatten från slutförvars-anläggningen i Forsmark – Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion (SKB R-10-17). Rapporten, som är en referens till MKB:n lämnas nu till mark- och miljödomstolen som en komplettering till MKB:n (bilaga K:7).

I genomförda MIKE SHE-beräkningar för hypotetiskt fall med ett helt öppet förvar och endast mycket begränsad tätning av berget, uppstår en mindre grundvattenavsänkning i ett litet område i Natura 2000-området. Specifikt ger beräkningarna en avsänkning av grundvattenytan på maximalt 0,2 meter längs ett stråk ovan en sprickzon i ett skogsområde med örtrik barrskog. Habitatet klassas i bevarande-planen som primär landhöjningsskog (Natura 2000-naturtyp 9030). I detta område är grundvattenytan enligt modellberäkningarna för opåverkade förhållanden (utan grundvattenbortledningen från förvaret) belägen på mer än två meters djup under markytan och därmed bedöms områdets vegetation inte vara beroende av högvattenstånd. Detta innebär att en avsänkning av grundvattenytan längs stråket endast

skulle ge upphov till små konsekvenser för vegetation och arter knutna till naturtypen. I Natura 2000-området finns två särskilt utpekade arter, guckusko och större vattensalamander. Båda dessa arter har varit föremål för riktade inventeringar, men inte påträffats i det aktuella området. Norr om stråket finns det två starrkärr som i bevarandeplanen klassas som lagun (Natura 2000-naturtyp 1150). Baserat på resultat från MIKE SHE-modelleringen är bedömningen att grundvatten som har sin utströmning i kärren till större delen (90 procent) bildas i områden utanför stråket.

Vad gäller effekter och konsekvenser som är knutna till bortledandet av grundvatten med en grundvattenavsänkning som följd, är det viktigt att poängtera att SKB:s bedömningar baseras på ett konservativt fall med följande antaganden:

- Hela förvaret är öppet samtidigt, det vill säga att alla tunnlar antas vara öppna samtidigt.
- Förvarets undermarksdelar tätas på $K_{inj}=10^{-7}$, vilket i praktiken innebär en mycket begränsad tätning av berget.

Det innebär att den redovisade grundvattenavsänkningen kan ses som ett ”värsta-fall-scenario”.

Sammanfattningsvis konstateras att trots att bedömningarna baseras på ett ”värsta-fall-scenario” bedöms inte den planerade verksamheten kunna ge upphov till en betydande påverkan på naturvärden i Natura 2000-området Kallriga-Kallrigafjärden.

5.7 Miljöeffekter av tätningsmedel

Länsstyrelsen i Uppsala län saknar en redovisning av möjliga miljöeffekter av de tätningsmedel som SKB planerar att använda samt en uppskattning av hur stora mängder det kan bli fråga om.

SKB avser att huvudsakligen använda sig av cementbaserade tätningsmedel (injekteringsmedel) bestående av injekteringscement och finfördelat kiselstoft (silica fume) med en eventuell tillsats av superplasticerare. För mindre sprickor än cirka 0,1 millimeter används ett injekteringsmedel baserat på kolloidala partiklar av kisel i vattenlösning som bildar gel (silica sol) när en saltlösning tillsätts. Sammansättningen av möjliga injekteringsmedel framgår av tabell 5-2.

5.7.1 Utförande av injekteringsarbeten

Den uppläggning av injekteringsarbetena som SKB ska tillämpa är dagens branschpraxis som tillämpas i stora infrastrukturprojekt som exempelvis Citybanan i Stockholm. Den innefattar effektivt nyttjande av injekteringsmedel och ska resultera i en tät zon i bergutrymmets närhet, utan stor eller okontrollerad spridning av injekteringsmedel.

Som grund för kommande injekteringsarbeten finns det hydrogeologiska modeller vilka i detta fall beskriver en uppskattning av de vattenförande strukturerna i berget. Med kännedom om dessa och grundvattentrycket kan en lämplig injekteringsinsats planeras.

Injektering från markytan ska utföras före start av drivning av schakt och ramp, som ridåinjektering i vertikala borrhål. Förinjektering under drivning av schakt samt ramp utförs enligt förutbestämda injekteringsklasser (innehållande metod, recept, mängder samt injekteringstryck). Kvartstående inläckage kan behöva tätas genom efterinjektering. Injektering på förvarsnivå förväntas ske i begränsad omfattning enligt de i dag gällande hydrogeologiska modellerna för detta djup.

Tabell 5-2. Sammansättning av möjliga injekteringsmedel (Baserad på Underground Design Forsmark, Layout D2. Grouting (SKB R-08-114).

Typ	Innehåll	Sammansättning (viktfördelning i procent)	Exempel på produktnamn	Ekotoxikologisk information (information hämtad från tillverkarnas säkerhetsdatablad)
Cementbaserat injekteringsmedel	Vatten	41	-	-
	Portland cement	24	Ultrafin 16, 30	Produkten har ingen känd ekotoxikologisk inverkan.
	Silica Fume	33	GroutAid	Produkten har ingen känd ekotoxikologisk inverkan.
	Superplasticerare	2	SIKA Melcrete	Produkten innehåller konserveringsmedel som i hög koncentration har mycket hög toxicitet för vattenlevande organismer.
Kemiskt injekteringsmedel	Silica sol	80	Meyco MP320	Produkten har ingen känd ekotoxikologisk inverkan.
	Accelerator (saltlösning)	20	MP 320 accelerator	Den toxikologiska effekten bedöms som låg. För den ekotoxikologiska effekten finns inga data.

5.7.2 Utförande av injekteringsarbeten

Texten borttagen eftersom den var en upprepning av avsnitt 5.7.1,

5.7.3 Miljömässiga egenskaper

Cementbaserade injekteringsmedel, exempelvis sulfatbeständig portland cement, utgår från samma klinker som anläggningscement. Det finns ingen känd ekotoxikologisk information. Avfallet (härdad cement) kan deponeras som byggnadsavfall.

Silica sol och silica fume består främst av kiseldioxid (SiO_2) som förekommer naturligt i vanlig sand. Människan har varit i kontakt med sådant material i årtusenden. Normalt avses då partiklar ned till mikrometerstorlek, men även om silica sol innehåller partiklar i nanostorlek har det inte identifierats några belägg för att dessa partiklar skulle komma in i levande celler eller påverka den yttre miljön negativt.

Saltlösningen (natriumklorid – koksalt eller kalciumklorid) tjänar som en icke reagerande accelerator i sammanhanget. Den kan närmast jämföras med en katalysator och kommer att återfinnas i utgående länshållningsvatten. Koncentrationen salt vid användning av silica sol bedöms inte ha några påtagliga toxiska effekter i naturen.

Superplastiserare är ett tillsatsmedel där tillsatsen enbart utgör någon eller några procent. Den superplasticerare som SKB har använt är inte klassad som miljöfarlig, men ingående konserveringsmedel har i hög koncentration hög toxicitet för vattenlevande organismer. Avfallet klassas som farligt avfall.

5.7.4 Uppskattning av mängder

En uppskattning av förbrukningen av cement, betong och injekteringsmedel redovisas i tabellerna 4-1 och 4-2 i Design, construction and initial state of the underground openings (SKB TR-10-18), som inlämnats i ansökan enligt kärntekniklagen. De exakta mängderna som kommer att förbrukas kommer att uppdateras i samband med att slutförvarsanläggningen detaljprojekteras.

5.8 Risk och säkerhet

Havs- och vattenmyndigheten, Oskarshamn och Östhammars kommuner, länsstyrelsen i Uppsala län, SSM, Kärnavfallsrådet och SERO har ställt frågor och kompletteringsönskemål kring innehållet av miljörisker, radiologiska risker, trafikrisker och psykosociala risker i MKB:n.

SKB anser att MKB:n innehåller en tillräcklig beskrivning av de risker som är förknippade med de planerade verksamheterna, såväl under bygg- och driftskedena som efter förslutning, det vill säga miljörisker, radiologiska risker, trafikrisker och psykosociala risker. Det finns även en beskrivning av kumulativa effekter på grund av andra kända verksamheter och projekt. Radiologiska risker hanteras huvudsakligen i den särskilda säkerhetsredovisningen enligt kärntekniklagen (PSAR), men som också utgör en del av ansökan enligt miljöbalken. I säkerhetsredovisningen analyseras ett antal riskhändelser och vilka konsekvenser de skulle kunna medföra.

5.8.1 Miljörisker, trafikrisker och psykosociala effekter

Risken för personskador och hälsoeffekter inom verksamheterna är en arbetsmiljö- och säkerhetsfråga och hör inte hemma i en MKB. Det gör inte heller beskrivning av konsekvenser av osannolika händelser eller riskscenarier som inte förväntas under drift av de sökta verksamheterna. Även dessa hanteras i den särskilda säkerhetsredovisningen (PSAR) enligt kärntekniklagen. Se även kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013) avsnitt 4.4.2, Konsekvensbedömning av ”mycket osannolika händelser”.

SKB har sammanfattat relevanta säkerhetsaspekter och risker både ur miljösynpunkt och strålsäkerhetssynpunkt i MKB:n för att underlätta överblick av och förståelse för dessa. Risker under uppförande och drift av slutförvarsanläggningen beskrivs i avsnitt 10.1.5 (Slutförvar – Forsmark, Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift) och för Clink i avsnitt 9.1.5 (Clink – Risk och säkerhetsfrågor). Utöver miljörisker och risk för påverkan på andra befintliga verksamheter behandlas här även radiologisk säkerhet under drift.

Beskrivningen av miljörisker och risk för påverkan på andra befintliga verksamheter, grundas på resultaten från den miljöriskanalys som genomförts, Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning, SKB P-09-78.

Vidare redovisas en bedömning av psykosociala effekter i MKB:n, avsnitt 12.1.3.2 (Hela systemet – Boendemiljö och hälsa, Psykosociala effekter). Bedömningen baseras på en sammanfattning av studier och forskning om psykosociala effekter från år 2008, Psykosociala effekter från ett slutförvar för använt kärnbränsle (SKB P-08-26).

Spill av hydrauloljor, drivmedel eller kemikalier är alla typiska miljörisker för en industriverksamhet. Dessa risker samt andra mindre vanligt förekommande miljörisker redovisas i miljöriskanalysen (P-09-78). SKB har en hög ambitionsnivå och beredskap för att förebygga och hantera eventuella miljörisker. Dessa frågor hanteras vidare i den fortsatta projekteringen för anläggningarna.

Miljöriskanalysen omfattar risker för personskador utanför anläggningen som konsekvens av förväntad vägtrafikökning. I P-09-78, avsnitt 5.5 (Trafikrisker på allmän väg), särskilt i avsnitt 5.5.2 (Trafikolyckor Forsmark) redovisas slutsatserna för en etablering av slutförvarsanläggningen i Forsmark. Risken för dödsfall i trafikolyckor hänförliga till den trafik som genereras av etableringen på de aktuella vägarna bedöms bli begränsad, men inte obefintlig. Under en 70-årsperiod uppskattas antalet dödsfall kunna öka med ytterligare ett, från 10 till 11 totalt.

Konsekvenser för trafiken vid en etablering av inkapslingsanläggningen till Simpevarp redovisas i P-09-78, avsnitt 5.5.1 (Trafikolyckor Laxemar/Simpevarp). Slutsatsen från analysen är att risken för trafikolyckor med dödlig utgång ökar med tio procent i det fall både slutförvarsanläggningen och

Clink byggs i Oskarshamn. Då härrör merparten av trafikökningen från etableringen av slutförvarsanläggningen. Det är därför rimligt att anta att uppförande och drift av Clink medför endast en mycket begränsad påverkan på trafiksäkerheten längs länsväg 743. Förslag på åtgärder för att reducera riskerna redovisas i kapitel 6, se särskilt avsnitt 6.4 (Trafiköversyn).

5.8.2 Radiologiska risker – störningar och händelser

Östhammars kommun, SSM och Kärnavfallsrådet önskar se mer redovisningar av konsekvenser av radiologiska olyckor.

I fråga om vilka möjliga miljöeffekter och händelser som beskrivs i MKB:n hänvisar SKB till avsnitt 4.4.2 i kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013).

Slutförvarsanläggningen

Vad det gäller händelser i den kärntekniska verksamheten som kan leda till radiologiska olyckor under driften av slutförvarsanläggningen så redovisas dessa i kapitel 8 – Säkerhetsanalys i bilaga SR-Drift i ansökan. Här analyseras konsekvenserna av förväntade händelser (störningar) och inte förväntade och osannolika händelser (missöden). Slutsatsen av analyserna är att varken förväntade händelser eller osannolika händelser leder till någon genomgående skada på kapseln, vilket krävs för ett utsläpp av radioaktiva ämnen. Detta redovisas också i MKB:n, avsnitt 10.1.5.3, Slutförvar – Radiologisk säkerhet under drift. I SR-Site, avsnitt 13.7, redovisas också analyser av ett antal hypotetiska fall för att illustrera konsekvenser av bortfall av barriärfunktioner.

I SR-Drift, kapitel 8 (avsnitt 1.3.4) anges att kapseln dimensionerats för att ingen händelse får leda till kriticitet, även om kapseln vattenfylls. Den analys som genomförts visar att inga händelser i slutförvarsanläggningen leder till kriticitet eller en genomgående skada i kapsel som kan leda till radioaktiva utsläpp eller att den vattenfylls. (SKB:s bemötande av SSM:s begäran om kompletteringar avseende ”Frågor om kriticitet” (ssm2011-2426-63) redovisas separat inom ramen för prövningen enligt kärntekniklagen.)

Vad gäller att säkerställa avsedd funktion hos barriärer av betydelse för säkerheten, kommer kvalitetsstyrning och kontroll att vara en integrerad del av produktionen av barriärerna och hanteringen i slutförvarsanläggningen. Se avsnitt 7.3 Kvalitetsledningssystem för produktionen av KBS-3-systemet.

Inkapslingsanläggningen

Radiologisk säkerhet och strålskydd för Clink hanteras i MKB:n, avsnitt 9.1.5.2. Där redovisas radiologisk omgivningspåverkan vid störningar och missöden i inkapslingsanläggningen. Motsvarande för Clab redovisas under avsnitt 8.1.5.2, Clab – Radiologisk säkerhet och strålskydd.

Händelser i Clink som kan leda till radiologiska olyckor redovisas mer ingående i kapitel 8 i bilaga F till ansökan – Preliminär säkerhetsredovisning, Clink. Här analyseras konsekvenserna av störningar och förväntade händelser och även av inte förväntade och osannolika händelser (missöden). Slutsatsen av analyserna är att störningar och händelser, vilka analyserats i avsnitt 8.2, inte bedöms äventyra bränslets kylning eller leda till att bränslekapslingen skadas mekaniskt.

- Postulerade händelser med mekanisk skada på bränsle medför omgivningskonsekvenser (utsläpp av radioaktiva ämnen) som med god marginal underskrider acceptanskriteriet.

- Vid övriga händelser i anläggningen är de långsamma tidsförloppen det mest karakteristiska draget, vilket är gynnsamt för att undvika utsläpp av radioaktiva ämnen. Vid långvarig förlust av kylning och spädmatning av förvaringsbassänger under mark eller vid en större brand, är tillgänglig tid för åtgärder oftast flera dygn samtidigt som förvaringsbassängerna alltid kan spädmatas via reservspädmatningssystemet (system 736).

- Vid jordbävning och annan yttre påverkan på anläggningen kommer bränslet i förvaringsdelen inte att skadas och reservspädmatningssystemet förblir intakt. Hanteringscellen inklusive bränsle i denna förblir också intakt. Vad gäller övriga markförlagda delar förutsätts att skadorna begränsas så att kriticitetssäkerheten och kylningen av bränsle i dessa delar upprätthålls.

- Kriticitetssäkerheten har analyserats. I samtliga fall i Clab visas att tillräckliga marginaler mot kriticitet föreligger. Detta gäller även för Clink då den integrerade anläggningen dimensioneras med hänsyn till bränslets anrikning och utbränning.

SKB avser att komplettera ansökan enligt kärntekniklagen med analys av händelser som bedöms ha väldigt låg sannolikhet att inträffa, men där konsekvenserna skulle kunna bli stora. Omgivnings-konsekvenser till följd av sådana händelser, kommer att redovisas i en uppdaterad PSAR för Clink, vilken beräknas delges SSM senast i juli 2014.

I PSAR Clink har inga händelser som kan resultera i en kriticitetsolycka identifierats. Därför har SKB inte redovisat någon sådan händelse i ansökan enligt kärntekniklagen. Om sådana händelser identifieras till exempel vid en kommande analys av mycket osannolika händelser, så kommer ansökan kompletteras med ett sådant underlag.

5.9 Sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

Naturskyddsföreningen i Kalmar län, Havs- och vattenmyndigheten, Oss samt kommunstyrelsen i Östhammars kommun har lyft frågor kring befintligt transportsystem, bland annat att dess miljökonsekvenser borde beskrivas mer ingående och att det borde ingå i denna prövning.

SKB har cirka 30 års erfarenhet av sjötransporter med (oinkapslat) använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken till SKB:s anläggningar Clab och SFR. Världen över transporteras använt kärnbränsle varje år med fartyg, lastbil eller tåg. Tusentals transporter till mellanlager och upparbetningsanläggningar har ägt rum världen över. På närmare 50 år har det inte hänt någon olycka med radioaktiva utsläpp som överstiger kravet på rapportervärdhet. De erfarenheter som finns av att transportera använt kärnbränsle är således mycket goda.

Transportsystemet omfattas av i huvudsak fem huvudkomponenter, ett fartyg (för närvarande m/s Sigyn), transportbehållare för använt kärnbränsle, transportbehållare för härdkomponenter, transportbehållare för driftavfall samt terminalfordon. Systemet styrs och förvaltas av SKB och fartygstransporterna sköts av ett rederi på uppdrag av SKB. Transportsystemet genomgår just nu en omfattande anläggningsförnyelse, där fartyg, transportbehållare för bränsle, transportbehållare för reaktordelar och terminalfordon är några av komponenterna som kommer att bytas ut för att säkra fortsatt hög drifttillgänglighet.

Fartyget m/s Sigyn är ett av ett fåtal INF[6]-3 klassade fartyg i världen och praxis är att ta dem ur drift efter cirka 25 år. SKB:s styrelse tog våren 2010 ett beslut att investera i ett nytt fartyg för att säkra transporterna av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall för resterande drifttid av SKB:s verksamhet. Att bygga nytt fartyg gav möjligheter att installera ny, anpassad teknik som medför mindre miljöpåverkan och att förbättra fartygets säkerhetsskydd.

[6] INF-koden är IMO:s kod för säker sjötransport av bestrålat kärnbränsle, plutonium och högaktivt radioaktivt avfall i förpackad form. IMO (International Maritime Organization) är ett FN-organ.

5.9.1 Tillståndsplikt för transporter av radioaktivt avfall

Miljöbalkens krav på tillståndsprövning omfattar verksamheter som bedrivs på fastigheter, i huvudsak så kallade miljöfarliga verksamheter och så kallade vattenverksamheter. Transporter är inte knutna till en viss fastighet och tillståndsprövas inte enligt miljöbalken. Däremot kan transporter anses som följdföretag, som enligt 16 kap 7 § miljöbalken ska beaktas vid tillståndsprövningen och vars miljöpåverkan ska beskrivas i MKB:n.

Transportsystemet är en del av det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. I kapitel 6 i MKB:n som handlar om avgränsningar, uttrycks tydligt att transporterna omfattas av konsekvensbedömningen. Påverkan, effekter och konsekvenser av sjötransporter av det använda kärnbränslet redovisas i kapitel 8 (radiologiska transporter till Clab) och kapitel 9 (radiologiska transporter mellan Clink och Kärnbränsleförvaret).

Det är dock viktigt att poängtera att sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall kräver ett särskilt tillstånd från SSM. Det tillståndsärendet hanteras separat.

SSM lämnar SKB tillstånd enligt lagen om kärnteknisk verksamhet för transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall för tre år i taget. Nuvarande tillstånd gäller för perioden 2013–2015. Det är alltså inte aktuellt för SKB att komplettera sitt nuvarande transporttillstånd så att det innefattar transporter av fyllda kopparkapslar mellan Clink och slutförvarsanläggningen. Detta blir istället aktuellt när SKB ansöker om tillstånd för den tidsperiod när dessa transporter ska påbörjas.

5.9.2 Befintliga transporter med m/s Sigyn

Tekniska data

Övergripande information om m/s Sigyn finns i MKB:n avsnitt 8.1.2.1 (Clab – Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall). För att upprätthålla en säker och miljövänlig drift av fartyget finns en QSE-manual (Quality, Safety, Environment) som uppfyller internationella krav på säker sjöfart och skydd av miljön. Fartyget uppfyller IMO:s krav för flytbarhet för fartyg avsedda för farligt gods transporterat i bulkform (IMO typ I). Vidare uppfyller fartyget även kraven i IMO:s INF klass 3-bestämmelser (högsta nukleära säkerhetsklassen) och är certifierat av Sjöfartsverket enligt dessa.

Systemuppgraderingar av navigation och kommunikation sker fortlöpande. Härigenom är fartyget också utrustat med flera av varandra oberoende system för positionsbestämning. Utrustning för satellitnavigation är kopplad till ett satellitkommunikationssystem, varigenom fartygets position manuellt eller automatiskt kan sändas till mottagare i land.

Påverkan, effekter och konsekvenser

Utsläpp till luft

Utsläpp till luft från transporterna av använt kärnbränsle till Clab beskrivs i MKB:n, avsnitt 8.1.3.5 (Clab – Icke-radiologiska utsläpp till luft (påverkan)). Effekter och konsekvenser av utsläppen beskrivs i avsnittet 8.1.4.3 (Clab – Boendemiljö och hälsa).

Miljörisker

Miljöriskerna beskrivs i miljöriskanalysen (SKB P-09-78 – Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning), avsnitt 5.3.3. Där identifieras miljörisker för fartygstransporter och hur de kan hanteras:

- Bränslehantering vid m/s Sigyn. Oljeutsläpp från m/s Sigyn (eller motsvarande fartyg) eller annat fartyg i hamn. Kan omhändertas och saneras.

- Fartygsolycka. Oljeutsläpp från m/s Sigyn (eller motsvarande fartyg) eller annat fartyg vid fartygsolycka. Sannolikheten är mycket låg, men om det sker kommer en stor del av oljan att kunna tas om hand på samma sätt som vid varje fartygsolycka. Beredskapen är mycket hög om något sker med m/s Sigyn, så miljöskaderisken där är mindre än för normala fraktfartyg.

Radiologiska risker

Radiologiska risker vid transporter av använt kärnbränsle beskrivs i MKB:n avsnitt 8.1.5.2 (Clab – Radiologisk säkerhet och strålskydd).

5.9.3 Kommande transportsystem med m/s Sigrid

Tekniska data och miljöprestanda

SKB:s nya fartyg m/s Sigrid som levereras under sommaren 2013 är INF-3-klassad med kapacitet att transportera tolv transportbehållare av olika sort alternativt 40 stycken 20-fots ISO-containrar.

Fartyget är cirka 100 meter långt och cirka 20 meter brett med ett dimensionerat djupgående på 4,5 meter. Lastning och lossning av transportbehållare kan ske både med roll-on roll-off, (terminalfordon kör in i lastrummet via en akterramp) och lift-on lift-off (från kaj). Lastdäcket kan totalt hysa 1 600 ton. Akterrampen har en kapacitet på 400 ton. Fartyget har två roder och två bogpropellrar på vardera 550 kW (kilowatt). Propellrarna drivs av fyra huvudmotorer med 825 kW effekt vardera. Fartyget är dimensionerat för en drifthastighet på 12 knop och har fulltankat en räckvidd på 7 000 sjömil.

M/s Sigrid har väsentligt förbättrad miljöprestanda jämfört med nuvarande fartyg. De fyra motorerna (jämfört med Sigyns två) ger möjligheter till låg bränsleförbrukning och att mer effektivt utnyttja katalytisk avgasrening (SCR). Motorkapaciteten kan drivas betydligt lägre än för m/s Sigyn och fortfarande upprätthålla full reningspotential, vilket innebär en möjlig reducering av utsläppen med upp till 25 procent.

Bränsle- och oljetankar är skyddade av den dubbelbottnade skrovdesignen som, vid en eventuell grundstötning förhindrar utsläpp av diesel eller olja. Fartyget drivs på lågsvavlig ”marine oil”. Värme från kylvattnet från fartygets motorer används för uppvärmning av fartyget. Färgen som fartygets skrov är målat med innehåller inga giftiga ämnen. Vid eventuell påväxt kommer skrovet att borstas rent. Fartyget har även möjligheten att spara svartvatten (avloppsvatten från toaletter) ombord för att senare kunna genomföra tömning till reningsverk i land. Fartyget har rening för ballastvatten för att förhindra att vattenlevande organismer flyttas mellan olika vattenområden.

När fartyget ligger vid kaj mer än några enstaka timmar kommer det normalt att anslutas till el från land, istället för att nyttja dieselmotorerna till att producera egen el. Användningen av landel innebär också att bullernivåerna blir betydligt lägre. I övrigt har fartyget konstruerats att förbruka så lite energi som möjligt.

Påverkan, effekter och konsekvenser

Totalt sett kommer antalet sjötransporter att öka när transporterna av det inkapslade bränslet tillkommer. Transporterna av radioaktivt avfall till SFR och av använt kärnbränsle till Clab kommer att samordnas med transporterna av inkapslat använt kärnbränsle till slutförvarsanläggningen, för att uppnå högsta möjliga säkerhetsgrad, god kostnadseffektivitet och så liten miljöpåverkan som möjligt. Bra samlastningsmöjligheter leder till färre antal resor med m/s Sigrid (jämfört med vad som skulle krävas med m/s Sigyn) och mindre miljöbelastning.

Utsläpp till luft

Utsläpp till luft, från kommande transportbehov av inkapslat bränsle från Clink till slutförvaret beskrivs övergripande i MKB:n avsnitt 9.1.3.6 (Clink – Icke-radiologiska utsläpp till luft).

Beskrivningen bygger på de miljöprestanda som befintligt fartyg, m/s Sigyns miljöprestanda har, men generellt kan konstateras att det nya fartyget kommer att ha bättre miljöprestanda.

Miljörisker

Miljöriskerna bedöms vara desamma som för m/s Sigyn, se avsnitt ovan.

Radiologiska risker

Den radiologiska risken vid transport av inkapslat bränsle kommer, i relation till nuvarande transporter av använt kärnbränsle, att vara lägre. Skillnaden mellan transporter av använt bränsle och en fylld kopparkapsel är bland annat att kapseltransportbehållaren kommer att innehålla färre bränsleelement per behållare och kommer att ha en högre vikt (insats och kopparkapsel). Förutom att kapseltransport-behållaren innehåller färre bränsleelement, kommer varje bränsleelement att ha lägre resteffekt och lägre radioaktivitet (Bq).

Kapseltransportbehållaren dimensioneras för att klara kraven för en typ B-behållare[7]. Dessa krav har tillämpats under många år över hela världen för transporter av använt kärnbränsle. De hållfasthetskrav som ingår i beräkningar och tester är valda för att ge en konstruktion som kan stå emot stora påfrestningar. Risken för en olycka som överträffar de påfrestningar och krav som ställs är väldigt låg. SKB har egen mångårig erfarenhet av att använda sådana behållare och det har inte förekommit några incidenter som påverkat deras funktion. Mera information angående kraven på en typ B-behållare finns i MKB:n kap 8.1.5.2 (Clab – Radiologisk säkerhet och strålskydd).

5.9.4 Lastning, lossning och transportbehållare

Information om kapseltransportbehållare och terminalfordon finns i MKB:n, avsnitt 8.1.2.1 samt 9.1.2.2 (Clink – Uppförandeskede). Transporterna av använt kärnbränsle från kärnkraftverken – och i framtiden av inkapslat använt kärnbränsle från Clink – till fartyget förtöjt i hamn, sker med ett specialanpassat terminalfordon. Fordonen är konstruerade för att kunna hantera tunga laster på ett kontrollerat och säkert sätt. Transportbehållaren med lastbärare lyfts upp cirka 20 centimeter från marken med hjälp av ett hydrauliskt lastflak. Fordonen kör en sträcka på cirka två kilometer till hamnen med en hastighet på maximalt tio kilometer i timmen.

På fartyget surras behållaren på däcket med hjälp av tolv kraftiga skruvförband, för att uppfylla de accelerationskrav som ställs genom internationella sjötransportkrav för transport av radioaktivt material, IMDG-koden[8].

Befintliga terminalfordon klarar laster på cirka 120 ton. De drivs med diesel av miljöklass 1 och de fyra fordonen på Clab förbrukar cirka åtta kubikmeter bränsle per år.

[7] ”typ B-behållare” är en klassning enligt IAEA:s regler. Detta innebär att omfattande beräkningar och även fysiska tester på en prototypbehållare utförs för att garantera att behållaren kan förhindra kontakt mellan innehållet och omgivningen. Detta gäller även vid svåra olyckshändelser.

[8] IMDG-koden (International Maritime Dangerous Goods Code) är en rad föreskrifter om transport av farligt gods till sjöss, utarbetade av Internationella sjöfartsorganisationen.

6 Skötselplan och kompensationsåtgärder

Östhammars kommun och länsstyrelsen i Uppsala län, Oss, Naturvårdsverket och MKG har tagit upp frågor och synpunkter kring skötselplan och kompensationsåtgärder.

6.1 Skötselplan

SKB har påbörjat arbetet med att upprätta en skötselplan för sitt markinnehav i Forsmark. Innehavet omfattar vattenområden, våtmarksmiljöer, industriområden och skogsmarker varav delar är av utpräglad skogsbrukskaraktär. Skötselplanen ska omfatta all naturmark (skogar och våtmarker) medan områden runt byggnader liksom inom och i anslutning till staket runt SKB:s anläggningar undantas. Målen med skötselplanen är i huvudsak att bibehålla eller utveckla befintliga naturvärden samt öka biologiska mångfalden i området.

Delar av den mark som SKB har köpt av Sveaskog planerades ingå i Sveaskogs nybildade ekopark. SKB har motsvarande ambitioner för företagets markinnehav i Forsmark, det vill säga minst 50 procent av skogsarealen ska avsättas för naturvårdsändamål. Skötselplanen kommer att ligga till grund för det naturvårdsavtal/fastighetsavtal som SKB avser teckna med Skogsstyrelsen. Se även bilaga K:1, Förslag till villkor.

Om slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd i Forsmark avser SKB sälja den mark som förvärvats för anläggningen.

6.1.1 Exempel på skötselåtgärder som planeras

Skötseln av rikkärr och gölar syftar till att bevara gölgroda och gulyxne samt upprätthålla fauna och flora som är knutna till rikkärren. Den ska dessutom möjliggöra nyetablering av gölgroda och gulyxne i ett antal rikkärr där de för närvarande inte finns. Skötseln omfattar både åtgärder av engångskaraktär och löpande åtgärder. Engångsåtgärder är till exempel röjning av buskar, sly och yngre träd, igenläggning av diken vid behov och att skapa en trädbärande zon mellan rikkärr och skogsmark. Röjningsarbeten sker vid tjäle och/eller snötäcke. Löpande åtgärder är till exempel slåtter med slåtterbalk eller röjsåg med slagsnöre. Kalkrik barrblandskog lämnas till stor del för fri utveckling.

Naturvårdsgallring för att gynna gammal tallskog kommer att ske genom att skapa gläntor, frihugga grova gamla tallar och spara träd äldre än cirka 100 år. Sumpskog lämnas till stor del för fri utveckling. Igenläggning av diken i påverkade sumpskogar görs med mindre grävmaskin.

Inslaget av lövträd ska gynnas i barrblandskogarna, sumpskogarna, brynzonerna mot rikkärren och i nuvarande produktionsmark. I barrblandskogarna åstadkoms detta genom att skapa gläntor och i sumpskogarna genom återställd hydrologi, det vill säga igenläggning av diken. I brynzonerna mot rikkärren gallras lövträd fram och i produktionsmark gallras lövträd fram på lämpliga platser. Dessutom kan naturvårdsbränning genomföras för att få ett större lövinslag på produktionsmark.

6.2 Skadeförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder och kompensatoriska åtgärder

Förebyggande åtgärder och kompensationsåtgärder behandlas i MKB:n i avsnitt 12.4.
SKB planerar att vidta en rad olika åtgärder för att främja områdets naturvärden och biologiska mångfald. Det övergripande syftet med de föreslagna åtgärderna är att bibehålla och utveckla de naturvärden som området hyser.

Dessa åtgärder omfattar bland annat anläggande av nya gölar, beredskap för vattentillförsel i våtmarker och skötselåtgärder. Gränsdragningen mellan skadeförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder och kompensatoriska åtgärder kan stundtals vara otydlig. Exempelvis har förslag på åtgärder kopplade till en grundvattensänkning baserats på ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt och en mycket begränsad tätning av berget som motsvarar ett ”värst-fall-scenario”. Andra åtgärder, såsom anläggande av nya gölar, har varit inriktade på en specifik art, medan det i verkligheten är många arter samtidigt som får nytta av de nya miljöerna. Styrande för arbetet med åtgärderna har varit att säkerställa att den ekologiska kontinuiteten för de arter och miljöer som riskerar att påverkas av SKB:s planerade verksamhet bibehålls eller förstärks.

Arbetet med att vidta eller planera dessa åtgärder har redan påbörjats. I februari 2012 anlade SKB fyra nya gölar i Forsmarksområdet. I samband med de naturinventeringar som gjordes sommaren 2012 konstaterades att den skyddade gölgrodan, tillsammans med större vattensalamander förekommer i tre av de nyanlagda gölarna.

Under våren 2012 påbörjade SKB planering och förberedelser för ett pilotförsök vid en våtmark i Forsmark. Syftet med pilotförsöket är dels att visa att vattennivån i våtmarken kan regleras och styras med hjälp att den valda metoden, dels att inför uppförande och drift av slutförvaret för använt kärnbränsle skaffa sig erfarenheter av hur en vattentillförselanläggning i våtmarker av aktuell typ fungerar i praktiken. Sådana erfarenheter inkluderar projektering och andra förberedelser, praktiskt genomförande och uppföljning av hydrologiska effekter. Enligt den initiala planeringen skulle pilotförsöket genomföras under senare delen av 2012. Den regniga sommaren och hösten innebar dock att försöket har fått skjutas upp till år 2013.

Genom att vidta och/eller ha beredskap för att vidta ovan nämnda åtgärder bedömer SKB att effekter och konsekvenser som den planerade verksamheten kan komma att ge upphov till för områdets naturvärden motverkas med god marginal. Vilka åtgärder som ska betraktas som kompensatoriska åtgärder och skiljelinjen mellan dessa och skadeförebyggande åtgärder har varit underordnat och fokus har i stället legat på att uppnå målet med åtgärderna.

7 Kontroller för slutförvarssystemet

Havs- och vattenmyndigheten, Oskarshamns och Östhammars kommuner, Milkas, Naturvårdsverket, SSM och Kärnavfallsrådet tar upp vilka kontroller som ska göras i slutförvarssystemet. Syftet med detta avsnitt är att redogöra för de kontroller som har koppling till påverkan på miljön eller människors hälsa. Påverkan kan vara konventionell miljöpåverkan eller radiologisk påverkan. I avsnittet redogörs även översiktligt för de kontroller av verksamheten vid Clink och slutförvarsanläggningen SKB avser göra för att fylla krav i andra lagar och föreskrifter samt interna krav.

7.1 Kontroller inom miljöområdet

7.1.1 Kontrollprogram för yttre miljö

Kontrollprogrammet styrs av krav i miljöbalken (22 kap 1 §, 26 kap 19 §) samt av gällande miljötillstånd för verksamheten och villkoren i tillståndet. För att följa upp den miljöpåverkan som regleras av villkoren i det tillstånd som SKB får av mark- och miljödomstolen kommer ett kontroll-program för yttre miljö att tas fram. SKB kommer som komplettering till ansökan enligt miljöbalken att lämna ett uppdaterat förslag till kontrollprogram i juni 2013. Detta förslag till kontrollprogram kommer att behöva revideras ytterligare när SKB har fått sökt tillstånd, för att följa upp de villkor som ges i tillståndet och för att anpassa programmet till den utveckling av verksamheten som kan ha skett under tiden för tillståndsprövningen. Kontrollprogrammet kommer att omfatta Clab, Clink och slutförvarsanläggningen. För Clab finns redan ett kontrollprogram som avses användas även fortsättningsvis, tills ett kontrollprogram för Clink träder i kraft.

7.1.2 Egenkontroll enligt egenkontrollförordningen

En verksamhetsutövare ska bedriva kontroll av den miljöpåverkan som verksamheten medför, i enlighet med förordning (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll. I egenkontrollen ingår eventuella kontrollprogram för yttre miljö, eventuella mätningar som syftar till att följa upp verksamhetens miljöpåverkan samt uppföljning av villkor i tillstånd, dispenser eller dylikt. I egenkontrollförordningen ställs krav på organisatoriskt ansvar, rutiner för underhåll och kontroll av utrustning med mera, identifiering och bedömning av risker samt att förteckna kemikalier och biotekniska organismer.

SKB har ett integrerat ledningssystem för kvalitet och miljö som är uppbyggt enligt kraven i ISO 9001 samt ISO 14001. Ledningssystemet utgör grunden för hur anläggningarnas egenkontroll struktureras. De tillstånd och villkor som gäller för verksamheten omhändertas vid behov i rutiner, instruktioner och checklistor i ledningssystemet. Där framgår vem som ansvarar för bevakning, uppföljning och rapportering av villkorsefterlevnad samt för framtagande av de rutiner, instruktioner och checklistor som krävs för att säkerställa att verksamheten bedrivs inom de ramar som sätts av tillstånd och villkor. Kontrollen av samtliga villkor kommer att omfattas av ett gemensamt kontrollprogram och beroende på villkorets och kontrollens art, kommer den antingen att utföras av SKB eller av externa parter.

Inom ledningssystemet hanteras även det systematiska arbetsmiljöarbetet samt det systematiska brandskyddsarbetet. Ledningssystemets effektivitet och ändamålsenlighet utvärderas årligen av SKB:s ledning. SKB genomför även återkommande revisioner av ledningssystemet inom olika verksamhetsområden och projekt.

På samtliga anläggningar i systemet (Clab, Clink och slutförvarsanläggningen) kommer det att finnas en organisation med en miljösamordnare och eventuella stödfunktioner till denne, till exempel miljöingenjör, platsekolog eller liknande. Miljösamordnaren och dennes stödfunktioner ansvarar för uppbyggnaden, implementeringen och uppföljningen av verksamhetsutövarens egenkontroll. De är även kemikalieansvariga och ansvariga för kemikalieförteckningen.

Två viktiga komponenter i egenkontrollen kommer att vara riskhantering och ronder i verksamheten. SKB:s plan för riskhantering för slutförvarsanläggningen, till exempel, omfattar utöver rena projektrisker även miljö- och arbetsmiljörisker. Samtliga risker förtecknas i anläggningens risklista där de värderas, åtgärdsplaneras och följs upp. Uppföljning av riskerna sker i projektets ledningsgrupp. Miljöronder kommer att genomföras i verksamheten med jämna mellanrum, antingen som kombinerade skydds- och miljöronder eller som specifika miljöronder, beroende på vilken del av verksamheten som omfattas av ronden.

Anläggningsprojektens miljömål är sammanställda i ett miljöprogram, vilket kommer uppdateras inför byggskedet. Miljöprogrammet syftar till att sätta mål och ange ambitioner för att i varje skede begränsa anläggningens miljöpåverkan samt att säkerställa att gällande villkor innehålls och att aktuell lagstiftning efterlevs.

7.1.3 Radiologisk utsläppskontroll

I verksamheter där utsläpp av radiologiska ämnen sker ska de radiologiska utsläppen mätas, så att verksamhetsutövaren har kännedom om de utsläpp som görs.

I Clab kontrolleras radiologiska utsläpp genom att använt processvatten analyseras med avseende på total γ- respektive α-strålning före utsläpp och i huvudskorstenen mäts γ- respektive α-strålning veckovis.[9]

I Clink planeras kontroll av radiologiska utsläpp i inkapslingsanläggningens huvudskorsten, i Clabs huvudskorsten och i det använda processvattnet från Clab och golvdränagevattnet från inkapslingsanläggningen. De två vattenströmmarna planeras att sammanföras och prov tas på samma sätt som i Clab i dag. γ- respektive α-strålning är de parametrar som avses kontrolleras.

För slutförvarsanläggningen har analysen av strålsäkerhet under drift visat att ingen fri aktivitet kommer ut i anläggningen. Utsläppskontroller avseende radiologiska ämnen kommer att göras för att säkerställa detta. Kontrollerna kommer att göras i länshållningsvattnet från bergrummen, på kapseltransportbehållarens in- och utsida samt på luften i kapseltransportbehållaren eller på luften i omlastningshallen.

Miljöbalken och egenkontrollförordningen ställer krav på att verksamhetsutövaren har ett riskhanteringsarbete samt kontrollerar hur verksamheten påverkar omgivningen, där utsläppskontroll avseende radiologiska utsläpp ingår. Utsläppsprovtagningar för anläggningarna beskrivs i Clabs egenkontrollprogram, Bilaga F Preliminär säkerhetsredovisning Clink kapitel 7 respektive i bilaga SR-Drift kapitel 7 för slutförvarsanläggningen. Innehållet i bilaga F och bilaga SR-Drift styrs av kärntekniklagen och SSMFS 2008:1 kapitel 4.

I samband med denna komplettering lämnar SKB in nya förslag till villkor, som även omfattar utredning och reglering av utsläpp till vatten och luft av radioaktiva ämnen från Clink, se bilaga K:1, Förslag till villkor.

7.1.4 Radiologisk omgivningskontroll

För kärntekniska anläggningar som vid normal drift har utsläpp av radioaktiva ämnen (till exempel kärnkraftverk) görs en radiologisk omgivningskontroll. Den ska ge en bild av långsiktiga förändringar av radionuklidhalter i omgivningen. Den radiologiska omgivningskontrollen mäter dels radioaktiva

[9] Clab – egenkontroll för yttre miljö. SKBdoc 1063638, version 1.0.

ämnen genom dosimetrar som är utplacerade i omgivningen runt anläggningen, dels görs analyser på djur och växter (biota), vatten, nederbörd, rötslam och sediment.

I KBS-3-systemet är det endast Clab och Clink som har utsläpp av radioaktiva ämnen vid normal drift, varför radiologisk omgivningskontroll endast är aktuellt i Oskarshamn. Slutförvarsanläggningen ger inte upphov till utsläpp av radioaktiva ämnen från bränslet vid drift och SKB anser det därför inte rimligt med radiologisk omgivningskontroll i Forsmark, utöver den som sker för kärnkraftverkets behov.

Den radiologiska omgivningskontrollen styrs huvudsakligen av kärntekniklagen och SSMFS 2008:23. Även miljöbalken ställer krav på uppföljning av den miljöpåverkan utsläpp medför, oavsett om utsläppen är radiologiska eller inte. Det är SSM som tar fram program för omgivningskontroll som de kärntekniska anläggningarna ska följa. SKB avser att söka undantag från SSMFS 2008:23 för slutförvarsanläggningen vad gäller radiologisk omgivningskontroll.

7.1.5 Villkorsuppföljning för dispens från artskyddsförordningen

För att uppföra slutförvarsanläggningen behöver gölar där gölgroda observerats fyllas igen. För detta krävs dispens från artskyddsförordningen. SKB har ansökt om dispens enligt artskyddsförordningen hos länsstyrelsen. Länsstyrelsen kommer att som tillsynsmyndighet kontrollera efterlevnaden av dispensen och dess villkor.

7.1.6 Miljörapport

Utövare av driftsatta miljöfarliga verksamheter med tillstånd enligt miljöbalken ska lämna en miljörapport varje år enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om miljörapport NFS 2006:9. Syftet med miljörapporten är att redovisa hur anläggningen efterlever villkoren i tillståndet, att stärka verksamhetens/anläggningens egenkontroll och att ge tillsynsmyndigheten ett underlag för tillsynen över verksamheten.

Rapporten ska bland annat innehålla en sammanfattning av resultat från mätningar, beräkningar och undersökningar som utförts för att bedöma verksamhetens påverkan på miljön och människors hälsa. Vidare bör den innehålla betydande åtgärder som vidtagits under året, till exempel avseende drift, skötsel, kontroller och underhåll samt i syfte att minska verksamhetens förbrukning av råvaror och energi.

7.2 Övervakning av inverkan av störningar på slutförvarsplatsen – monitering

Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen kommer att orsaka förändringar på förvarsplatsen. Det är viktigt att övervaka och följa dessa för att öka kännedomen om förvarsplatsen och det tänkta förvaret i enlighet med vad som beskrivs utförligare i Ramprogram för detaljundersökningar vid uppförande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle (SKB R-10-08), som är en referens till SR-Site. Övervakningen görs enligt ett så kallat moniteringsprogram. Förutom att övervaka och följa förändringar kan observationerna också ge tillgång till data, som har betydelse för hydrogeologisk och hydrogeokemisk modellering samt för verifiering av sådana modeller.

Under platsundersökningsskedet inleddes ett moniteringsprogram som täcker in både geovetenskapliga och ekologiska parametrar under platsundersökningarna. Med några få undantag har detta program fortgått sedan platsundersökningen i Forsmark avslutades och kommer att fortsätta i modifierad omfattning när berguttaget under mark påbörjas.

Vid utformning av moniteringsprogram kommer särskild fokus att läggas på det faktum att uppföljningen är avsedd att genomföras under mycket lång tid. Allt eftersom byggandet och driften fortgår kommer det att finnas behov av att regelbundet omvärdera urvalet av mätparametrar, mätobjekt och mätfrekvenser.

Det är den kvalitetsstyrning och kontroll av produktionsprocessen som beskrivs i avsnitt 7.3, som utgör grunden för att bedöma om de tekniska barriärerna uppfyller de krav (konstruktionsförutsättningar) som ställs bland annat utifrån kraven på säkerhet. SKB avser däremot inte att monitera den initiala utvecklingen hos de tekniska barriärerna för deponerade kapslar. En sådan övervakning bedöms ge begränsad ytterligare information av värde för att bedöma barriärernas funktion. Övervakningen kan också vara svår att genomföra, eftersom instrumentering och kablar sannolikt skulle påverka barriärernas funktion. Det är också svårt att upprätthålla instrumenteringens funktion under långa tidsperioder. SKB har under lång tid bedrivit forskning, utvecklat modeller samt utfört tester och demonstrationer. SKB anser därför att det finns tillräcklig kunskap för att bedöma slutförvarets säkerhet efter förslutning. SKB planerar att i samband med att slutförvaret i Forsmark byggs, utvärdera vilka ytterligare mätningar som kan behövas för att verifiera barriärernas funktion på den valda platsen. Detta prövas av SSM i ansökan enligt kärntekniklagen.

Kunskapen om förvarsplatsen liksom kvalitetsstyrning och kontroll av produktionsprocessen av förvarets tekniska barriärer är centrala för att kunna värdera säkerheten efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle. Övervakning av utvecklingen av förvarets barriärer efter deponering och efter förslutning kan ytterligare öka denna kunskap. Det är också en viktig förtroendefråga, även om den tillkommande kunskapen bara kommer att täcka en mycket kort tid av förvarets utveckling. SKB motsätter sig i princip inte att sådan övervakning görs, men ett antal begränsningar i vad som är möjligt måste beaktas. Dessutom behöver lämplig metodik och strategi för övervakningen utvecklas och provas.

Övervakningen syftar primärt inte till att hitta tillverkningsfel eller andra avvikelser i material, utrustning eller hantering. Dessa viktiga uppgifter hanteras inom ramen för kvalitetskontrollprogrammet, se avsnitt 7.3, där lämnas ytterligare information som komplettering till det som angavs i april 2013.

7.2.1 Begränsningar som behöver beaktas vid utformning av övervakningen av förvaret

Övervakningen får inte störa förvarets barriärfunktion. Kärnbränsleförvarets säkerhet bygger på passiva system och möjligheten att göra robusta och vetenskapligt väl underbyggda antaganden om de processer som påverkar de olika material och komponenter som ingår i barriärerna. Att införa övervakningsutrustning i en barriär innebär därmed alltid en möjlig säkerhetspåverkan. Detta begränsar avsevärt valet av teknik, platser och tidsramar för att utföra övervakningen, särskilt i själva deponeringsutrymmet. Dessutom innebär denna princip att en eventuell användning av övervakningsutrustning måste tas med och beaktas i analysen av säkerheten efter förslutning.

Någon form av övervakning av de tekniska barriärerna bör pågå från driftstart och fram till förslutningen av förvaret, det vill säga under tider upp till cirka 100 år. Ur teknisk synvinkel är en sådan tidsram extremt utmanande, eftersom 100 år är en väldigt lång tid för mätinstrumenten att fungera. Å andra sidan är det en kort tid om man tar i beaktande hur länge slutförvaret ska vara säkert efter förslutning.

Även risken för felaktiga signaler som skulle kunna misstolkas måste beaktas. Felaktiga signaler skulle i värsta fall kunna leda till ogrundade beslut om olika åtgärder, som till exempel att återta redan deponerade kapslar förknippade med stora kostnader och radiologiska risker.

7.2.2 Erfarenheter av övervakning och långtidsförsök

SKB har vid Äspölaboratoriet genomfört en stor mängd olika försök avseende barriärernas utveckling. Det gäller både försök i stor skala, som Prototypförvaret och mer specialiserade försök. Vid dessa försök har även olika typer av övervakning genomförts.

Till exempel har SKB lång erfarenhet av elektrokemiska korrosionsmätningar från ett flertal studier. Det finns flera grundläggande svårigheter med elektrokemiska mätningar av korrosion i förvarsmiljö. Det gäller bland annat följande:

- Det är i dagsläget oklart huruvida det är möjligt att mäta korrosion på förvarsdjup från en markbaserad mätstation. Dels är det oklart om signalöverföringen skulle kunna säkerställas och vara tillförlitlig över tid, dels är det oklart om det finns mätutrustning (givare, kablage etc) som är tillräckligt resistenta mot korrosion i grundvattnet under de långa tidsperioder (antagligen flera decennier) som behövs för att ge meningsfulla data som kan extrapoleras i tid.

- De elektrokemiska mätningar som gjorts inom olika Äspöprojekt (Prototypförvaret, LOT och Minican) visar att mätmetoderna behöver kalibreras för den miljö de används i. Elektrokemiska mätningar ger inte korrosionsfrekvensen primärt utan denna måste beräknas efter viss tolkning och behandling av mätdata. Så visade till exempel jämförelser mellan elektrokemiska mätningar och gravimetrisk analys av elektroder i Prototypförvaret att de elektrokemiska mätningar som användes överskattat den integrerade korrosionshastigheten med en faktor två.

- En annan svårighet är att det kan komma att ta lång tid innan den grundvattenmättade reducerande sulfiddominerade fasen inträder. Således är de korrosionshastigheter som uppmätts elektrokemiskt på dessa elektroder inte representativa för den långa reducerande sulfidhaltiga fasen. Detta betyder att även om det går att mäta korrosionshastigheter med relativt god precision efter kalibrering, så kommer det att ta lång tid (decennier) innan data som kan användas för extrapolation erhålls.

En generell slutsats som kan dras från dessa och liknande erfarenheter är, att direkta mätningar från givare installerade i buffert eller deponerade kapslar kan vara svåra att tolka, förutom att de kan riskera funktionen hos barriärerna. Däremot kan viktig information om barriärernas utveckling erhållas genom att mäta grundvattnets sammansättning i berget som omger förvaret kompletterat med specifika långtidsförsök som efter viss tid bryts och utvärderas.

7.2.3 Utveckling av lämplig metodik för övervakningen

SKB avser, att tillsammans med Posiva, utveckla metodik för övervakning av förvaret. Försök avseende tekniska barriärer kommer att genomföras i ONKALO-anläggningen och vid Äspölaboratoriet. I samband med dessa försök kommer även olika metoder för övervakning att tas fram och provas. Målet är att utveckla metoder som kan användas för att övervaka utvecklingen av de tekniska barriärerna under förvarsförhållanden under många år, eller till och med i decennier.

De största utmaningarna för övervakningen av planerade tester är livslängden och driftsäkerheten för de sensorer som ska kunna mäta små förändringar under mycket lång tid, och att installationen av kablage och genomföringar för dataöverföring och strömförsörjning görs på ett sätt som inte stör utvecklingen hos det övervakade systemet. Möjligheten att använda trådlös dataöverföring kommer att utvärderas. Nuvarande utgångspunkt är att övervakningen av försöken ska ske med traditionella trådbundna tekniker även om batteridrivna system komma ifråga.

Även om tillförlitlig teknik för övervakning kan tas fram behöver en strategi utvecklas för var mätsonderna bör placeras i slutförvaret. En utgångspunkt är att placering i aktiva deponeringsutrymmen bör undvikas av säkerhetsskäl. Om sådan placering görs bör den under alla förhållanden begränsas. Som ett alternativ kan mätsonderna placeras i specifika försöksutrymmen i förvaret.

Andra möjligheter till övervakning än att installera mätsonder kommer att övervägas. En sådan möjlighet är att genomföra långtidsförsök av olika omfattning och karaktär, med fokus på de viktigaste aspekterna hos de tekniska barriärerna nere i berget, vid olika representativa platser i förvaret. Sådana försök kan ge mycket relevant information om barriärernas utveckling vid förvarsplatsen, utan att det äventyrar säkerheten. En del av dessa försök bör brytas och utvärderas under driftperioden för att ge underlag till uppdatering av gällande säkerhetsredovisning (SAR). Inför förslutning bör alla sådana försök avslutas och utvärderas för att ge underlag och förtroende för beslutet att stänga och försluta förvaret.

7.2.4 Slutsatser

Sammanfattningsvis vill SKB göra följande förtydliganden:

- Förvarets funktion ska övervakas även efter deponering. Det är en viktig förtroendefråga, även om den tillkommande kunskapen bara kan täcka en mycket kort tid av förvarets utveckling.

- Övervakningen syftar primärt inte till att hitta tillverkningsfel eller andra avvikelser i material, utrustning eller hantering. Dessa viktiga uppgifter hanteras inom ramen för kvalitetskontrollprogrammet, se avsnitt 7.3.

- Det finns fysikaliska begränsningar av vad som direkt går att mäta avseende barriärernas utveckling. Det gäller till exempel problemen med att entydigt kunna tolka signalerna från mätinstrument och givare liksom att mätinstrumenten kan åldras. Vidare får inte mätningarna försämra barriärernas funktion.

- Det finns andra möjligheter till övervakning som kan ge mer relevant information om barriärernas utveckling vid förvarsplatsen, utan att det äventyrar säkerheten. En sådan möjlighet är att installera långtidsförsök av olika omfattning och karaktär, med fokus på de viktigaste aspekterna hos de tekniska barriärerna nere i berget vid representativa platser i förvaret. En del av dessa försök bör brytas och utvärderas under driftperioden för att ge underlag till uppdatering av gällande säkerhetsredovisning (SAR). Inför förslutning bör alla sådana försök avslutas och utvärderas för att ge underlag och förtroende för beslutet att stänga och försluta förvaret.

SKB kommer att vidareutveckla programmet för övervakning tillsammans med Posiva.

7.3 Kvalitetsledningssystemen för produktionen av KBS-3-systemet

Syftet med kvalitetsstyrning och kontroll av produktionsprocessen är att säkerställa och ge tilltro till att de krav som ställs på det färdigbyggda slutförvarets kvalitet uppfylls. SKB kommer att ta fram ett kontrollprogram för uppförande och drift av förvaret med syftet att säkerställa att konstruktions-förutsättningarna och andra krav på bygg- och driftverksamheten uppfylls. Kontrollprogrammet med tillhörande kvalitetsdokumentation utgör grunden för att bedöma om bygge- och driftarbetet uppfyller de angivna konstruktionsförutsättningarna. Kvalitetsledningssystemen för produktionen av slutförvaret ska uppfylla kraven i relevanta föreskrifter från SSM.

Vid den befintliga anläggningen Clab är kvalitetsstyrning och kvalitetskontroller en integrerad del av den dagliga driften av verksamheten. Clab följer SKB:s ledningssystem som är ett verktyg för att leda, styra, utvärdera och utveckla verksamheten. Ledningssystemet är uppbyggt enligt kraven i ISO 9001 och ISO 14001. Clab har anläggningsspecifika rutiner för till exempel primär säkerhetsgranskning, erfarenhetsåterföring och teknisk dokumentation. Interna och externa revisioner av ledningssystemet genomförs med syfte att upptäcka brister och förbättringsmöjligheter och ledningssystemet uppdateras vid behov.

I bilaga SR till ansökan – Säkerhetsredovisning, figur 3-1 och tillhörande text samt i SR-Site, kapitel 5 (Förvarets initialtillstånd), redovisas hur konstruktionsförutsättningar underbyggs av säkerhetsanalyserna för drift och säkerhet efter förslutning. Vidare hur konstruktionsförutsättningarna även underbyggs av återkoppling från produktion, kontroll och hantering. Referensutformningen av de tekniska barriärerna och bergutrymmena ska överensstämma med konstruktionsförutsättningarna. Produktionen ska genomföras och kontrolleras så att barriärerna och bergutrymmena vid initialtillståndet överensstämmer med den specifikation som ges av referensutformningen.

Slutförvaret är indelat i delsystem: kapsel, buffert, återfyllning, förslutning, bergutrymmen och plugg i deponeringstunnlar. Planerad produktion samt styrning och kvalitetskontroller i produktionen av dessa delsystem har övergripande redovisats i de tidigare så kallade produktionslinjerapporterna – benämns numer produktionsrapporter, (TR-10-13, TR-10-14, TR-10-15, TR-10-16, TR-10-17, TR-10-18). Produktionsrapporterna är referenser till SR-Site och ingår i ansökan enligt kärntekniklagen. I kapitel 4 i bilaga F till ansökan – Preliminär säkerhetsredovisning Clink, anges grundprinciperna för kvalitetssäkring i Clink.

I samband med att produktionsprocesserna nu ytterligare detaljeras kommer även kvalitetsstyrning och kontroll av produktionen att detaljeras. SKB har därför som komplettering till ansökan enligt kärntekniklagen lämnat in en övergripande plan för kvalitetsstyrning och kontroll av slutförvaret (SKBdoc 1365182).

Resultatet av det fortsatta arbetet kommer att redovisas i den preliminära säkerhetsredovisningen, PSAR, och i Säkerhet under uppförandet av slutförvaret, Suus. Dessa redovisningar ska godkännas av SSM innan uppförandet av slutförvarsanläggningen kan påbörjas.

Konstruktionsförutsättningarna måste bygga på ett systemtänkande där säkerhetsanalysen har en central roll. De måste också baseras på parametrar som är mätbara och därmed möjliga att verifiera under förvarets uppförande- och driftfas. Frågor kopplade till förvarets drift och säkerheten under drift måste också beaktas för att utesluta motstridiga designvillkor. I det följande ges ytterligare information för att förtydliga SKB:s genomförda och planerade arbeten inom detta område.

Konstruktionsförutsättningar avser krav som KBS-3-systemets anläggningar med sina barriärer behöver uppfylla för att säkerställa säkerhet både under drift och efter förslutning. De specificerar bland annat vilka mekaniska laster barriärerna måste kunna motstå, begränsningar rörande barriärmaterialens sammansättning och egenskaper, acceptabla avvikelser av barriärernas dimensioner samt acceptanskriterier för de olika utrymmena under mark.

En första uppsättning av konstruktionsförutsättningar och andra krav anges i ansökningarna för uppförande av Kärnbränsleförvaret och inkapslingsdelen av Clink. Det går dock inte att från början ange alla detaljerade konstruktionsförutsättningar på en viss produkt eller process, utan krav, teknikutveckling och säkerhetsanalys måste tas fram successivt.

En revidering av de konstruktionsförutsättningar som redovisades i ansökningarna genomförs nu baserat på erfarenheter från arbetet med produktionsrapporterna och de säkerhetsanalyser som gjordes inför ansökningarna samt med hänsyn till relevanta synpunkter som framkommit under tillståndsprövningen. Avstämning görs mellan konstruktionsförutsättningar för drift, säkerhet efter

förslutning och för olika produktionslinjer för respektive barriär så att referensutformningen för KBS-3-systemet och dess delsystem överensstämmer med konstruktionsförutsättningarna.

De grundläggande principerna för avvägning av konstruktionsförutsättningar som berör flera barriärer i Kärnbränsleförvaret är att:

- 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.

Speciellt bör framhållas möjligheterna att i praktiken kunna verifiera kravuppfyllelsen. En del av de konstruktionsförutsättningar som anges i ansökan är därvidlag mindre tydligt formulerade. Till exempel anges kravet på största acceptabel mängd buffertmaterial (SR-Site kap 5) som att: ”*Den initialt deponerade mängden buffertmaterial bör vara sådan att den motsvarar en mättad buffertdensitet i den volym som initialt fyllts med buffert vilken är: lägre än 2 050 kg/m^3 för att förhindra för hög skjuvlast på kapseln …*”. Eftersom bufferten vid installation inte är helt vattenmättad och full vattenmättnad i vissa fall inte kommer att inträffa förrän efter hundratals eller tusentals år, kan detta krav bara verifieras med en beräkning. För att tydliggöra att kravet avser ”*den initialt deponerade mängden buffertmaterial*” och inte den vattenmättade densiteten behöver detta krav förtydligas genom att ange hur mycket buffertmaterial, och i vilken sammansättning, det initialt får förekomma i deponeringshålet för att buffertdensiteten inte ska bli för hög i framtiden.

Dessa principer används för att ta fram sammanvägda krav för bränsle, kapsel, buffert, återfyllning, förslutning och bergutrymmen. De reviderade konstruktionsförutsättningarna blir underlag för de preliminära säkerhetsredovisningar som SKB tar fram inför byggstart av Kärnbränsleförvaret och inkapslingsdelen av Clink. De kommer att redovisas i samband med att PSAR lämnas in till SSM.

Ytterligare revision av konstruktionsförutsättningarna kommer att göras, dels i förhållande till de villkor som ges i samband med prövningen av tillståndsansökningarna, dels i samband med att säkerhetsredovisningarna förnyas. Ytterligare detaljering eller förändrad avvägning av krav mellan olika system kan även behöva göras under detaljkonstruktion eller inför driftsstart.

7.4 Kärnämneskontroll/Safeguards

Kärnämneskontroll (även benämnt Safeguards) har det övergripande syftet att verifiera att nationella åtaganden om icke-spridning i enlighet med IAEA:s överenskommelser är uppfyllda. Kärnämnes-kontroll handlar om att säkerställa att kärnämnen inte kommer på avvägar och används till kärnvapen eller andra typer av vapen. Kärnämneskontrollen styrs av krav i kärntekniklagen och omfattar för SKB:s del det använda kärnbränslet. Redovisning sker till SSM och Euratom. SSM svarar för att nationella regler efterlevs medan Euratom säkrar efterlevnad av IAEA:s regelverk. SKB står inte själva för någon tillsyn eller övervakning. Däremot ska SKB leva upp till kraven på kärnämneskontroll och möjliggöra för inspektion.

Grundprinciperna för hur kärnämneskontroll ska gå till beskrivs i de i ansökan inlämnade säkerhets-redovisningarnas kapitel 4 (bilaga F, Preliminär säkerhetsredovisning för Clink respektive bilaga SR-Drift för slutförvarsanläggningen).

Grundprinciperna är att information alltid ska finnas beträffande inventariet av klyvbart material i anläggningen. Informationen samlas i en databas. Innehav av kärnämne rapporteras regelbundet till Euratom och SSM. Rapporteringen omfattar bland annat beskrivning av hur kärnbränslet hanteras och förvaras samt information om mängd, position och identifikation av bränslet.

7.5 Arbetsmiljökontroll

7.5.1 Arbetsmiljökontroller

Verksamheten vid anläggningarna kommer att kontrolleras med avseende på arbetsmiljö. I den befintliga anläggningen Clab styrs arbetsmiljöarbetet av SKB:s ledningssystem och för de planerade anläggningarna Clink och slutförvaret kommer arbetsmiljöplaner att finnas, vilka uppdateras inför varje nytt skede (detaljprojektering, uppförande, drift etc). Arbetsmiljöplanerna baserar sig dels på tillämpliga föreskrifter från Arbetsmiljöverket (AFS), dels på SKB:s interna arbetsmiljökrav, dels på föreskrift om personstrålskydd (SSMFS 2008:26).

Kontroller kommer att ta sin bas i relevanta AFS:ar för respektive skede i verksamheten. AFS:ar kan till exempel röra vibrationer, buller, manhål på vissa behållare, kvartsdamm, skada genom fall, skada genom ras, hygieniska gränsvärden, kemiska arbetsmiljörisker, härdplaster och användning av personlig skyddsutrustning.

Möjliga kontroller som görs kan till exempel vara kontroll av trycksatta anordningar, bergunderhållsfrågor, hygieniska gränsvärden, kontroller av kvartsdamm, bullernivåer, radonhalter och kontroll av skyddsutrustning.

7.5.2 Strålning

Strålskyddsverksamheten vid anläggningarna har som mål att hålla såväl individuella som kollektiva stråldoser så låga som det är rimligt möjligt, enligt ALARA-principen. ALARA-principen ska tillämpas för skydd av personal som arbetar på anläggningen och för personer i anläggningens omgivning enligt SSMFS 2008:26 och 2008:23.10 Vid slutförvarsanläggningen samt bergutrymmen i Clab/Clink finns även radon naturligt i berget, som kan avge stålning. Mätning av radon styrs av AFS 2003:3.

Clab och Clink

För att kunna leva upp till de övergripande målen för strålskydd har SKB formulerat och dokumenterat verksamhetsmål och handlingsplaner, sammanställda i det så kallade ALARA-programmet. ALARA-programmet som följs upp och utvärderas varje år.

Slutförvarsanläggningen

Kontroller avseende personstrålskydd handlar främst om mätning i områden i slutförvarsanläggningen i syfte att följa upp klassning i kontrollerat område/skyddat område samt mätning för att se hur hög radonhalten är. I SR-Drift kapitel 7 beskrivs vilka områden som planeras utgöra kontrollerat område. Verklig strålskyddsklassning av områden kommer att ske efter resultat av dosratmätningar när anläggningen tas i drift och uppföljande mätningar kommer att göras regelbundet under drifttiden. I samma kapitel i SR-Drift anges också att radon kommer att mätas i olika utrymmen.

[10] BAT-principen ska tillämpas för att undvika utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Den baseras på optimering av strålskyddet.

8 Informationsbevarande

Östhammars kommun, MKG och Kärnavfallsrådet har tagit upp frågan om hur man kan bevara informationen om kunskapen om slutförvaret in i framtiden.

Inledningsvis konstateras att SKB:s metod för att slutförvara det använda kärnbränslet inte förutsätter att förvaret behöver kontrolleras eller övervakas för att upprätthålla säkerheten. Slutförvarets existens ska inte belasta kommande generationer. Samtidigt bör informationen om slutförvaret föras vidare till kommande generationer – så att de ska kunna fatta välgrundade beslut och undvika oavsiktligt intrång.

Sverige har anslutit sig till icke-spridningsfördraget och har genom det åtagit sig att underställa hela sitt kärnenergiprogram – inklusive slutförvaren för radioaktivt avfall – internationell kontroll. Enligt avtal med FN:s kärnenergiorgan, IAEA, ska Sverige ha ett system för kärnämneskontroll som möjliggör för IAEA att utföra den internationella kontrollen. I Sverige utförs kärnämneskontrollen av SSM, som utfärdar föreskrifter om vilken information som ska bevaras och hur den ska bevaras. Frågan om hur kärnämneskontrollen för ett slutförvar ska gå till och vilken information som ska bevaras, måste hanteras av de internationella organ som utfärdar bestämmelserna och sedan är det SSM:s ansvar att omsätta dessa i svensk lagstiftning.

8.1 Arkivering

Så länge SKB:s anläggningar är i drift bevarar SKB alla data och all information av betydelse. Efter att slutförvaret förslutits och anläggningarna på markytan rivits måste information om lokalisering av förvaret och dess innehåll bevaras. SKB:s arkivarbete baseras på och följer Riksarkivets föreskrifter och allmänna råd samt SSM:s föreskrifter och allmänna råd.

SKB:s informationshanteringsplaner styr hanteringen av dokument och data fram till arkivering och är ett hjälpmedel i den dagliga informationshanteringen. Planerna ger upplysningar om vilka dokument och data som kan gallras respektive ska bevaras. Lagring av dokument sker i handarkiven samt mellanarkiven så länge de är i produktion/användande (lagringsplats styrs av relevant informationshanteringsplan). Från mellanarkiven förs handlingarna efterhand över till respektive centralarkiv för arkivering under lämplig tid. När SKB:s verksamhet upphör ska arkivet, ordnat och förtecknat, överlämnas till Riksarkivet (internt krav och krav från SSM).

8.2 Informationsbevarande långt in i framtiden

Frågan om informationsbevarande långt in i framtiden blir aktuell först i samband med att slutförvaret ska förslutas, vilket beräknas ske omkring år 2100. Vi kan inte bestämma i dag hur vi ska göra så långt fram i tiden. Det övergripande målet med SKB:s pågående arbete är, att hitta arbetssätt och kanaler för att fortsatt hålla frågan – om hur man kan bevara information och kunskap om ett slutförvar för radioaktivt avfall efter förslutning – aktuell och levande.

Det finns två grundläggande principer för hur information kan föras vidare till framtida generationer – successiv informationsöverföring och information direkt till en avlägsen framtid. Den successiva informationsöverföringen karaktäriseras av mänsklig inblandning och kan exemplifieras med arkiv. Markörer är ett sätt att överföra information direkt till en avlägsen framtid. Alla länder som arbetar med frågan om informationsbevarade över lång tid, är inriktade på successiv överföring. Några länder arbetar även med överföring direkt till en avlägsen framtid.

SKB:s pågående arbete består av olika delar – egna forskningsuppdrag, deltagande i ett OECD/NEA-projekt och samarbete med Andra, SKB:s motsvarighet i Frankrike. Målen med de egna forsknings-uppdragen är att vidga kunskapen om hur man kan bevara information och kunskap under lång tid,

bland annat genom att se hur vi har fått den kunskap vi har i dag om historiska och mycket gamla företeelser samt hur språk utvecklas och förändras med tiden.

I början av år 2012 initierade SKB ett forskningsuppdrag om informationsbevarande, ”One hundred thousand years back and forth” på Institutionen för kulturvetenskaper, Linnéuniversitetet i Kalmar. Forskningen berör tre områden och innefattar bland annat följande frågeställningar:

- Tid och det avlägsna förflutna. Hur kan arkeologisk förståelse av människans utveckling bidra till förståelse för både bevarande och kommunikation hundra tusen år in i framtiden? Finns det några verkliga mänskliga kontinuiteter över så lång tid? Vad kan vi säga om den mänskliga arten som sannolikt kommer att fortvara på lång sikt?

- Att minnas, lära och förstå historia inom ramarna för det historiska medvetandet och kollektiva minnet. Vad kan vi lära från befintliga debatter om historiens didaktik och pedagogik för kommunikation med generationer på lång sikt? Vad kan en diskussion om historiskt medvetande, olika tidsbegrepp och kulturellt/kollektivt minne bidra med till beslutfattande om strategier för informationsbevarade långt in i framtiden efter förslutning av förvar för radioaktivt avfall?

- Kärnavfall, kulturarv och framtid. Vad vet man inom kulturarvssektorn (eller kan anta) om framtiden? Vad vet man inom kärnavfallssektorn (eller kan anta) om framtiden? Hur är denna kunskap i respektive fall översatt till uppdrag, metoder för hantering, förvaltning och riktlinjer och hur matchar de varandra?

Uppdraget till Linnéuniversitet planeras att pågå i tre år, det vill säga till och med år 2014. Det huvudsakliga resultatet kommer att vara reflektioner över frågeställningarna i vetenskapliga artiklar. En annan viktigt effekt av arbetet är att frågan om hur man kan bevara information över långa tider sprids till andra kompetensområden och andra länder via forskarnas deltagande i internationella konferenser.

I slutet av år 2013 kommer ytterligare ett forskningsprojekt att starta på Centrum för teologi och religionsvetenskap på Lunds universitet. Det innefattar frågeställningar kring språk. Hur ska man tänka och arbeta för att underlätta för framtiden att förstå det språk vi använder för efterlämnad information? Vad behövs för att rekonstruera ett utdött språk? Hur kan man beskriva teknik för att den ska förstås, även när den slutat existera?

Uppdraget är på ett år och innebär att koppla ihop frågeställningarna med att bevara information om slutförvaret och publicera artiklar i vetenskapliga tidskrifter. Även för detta uppdrag blir en effekt en spridning av frågan till nya forskningsområden, genom att artiklarna lämnas till tidskrifter utanför SKB:s tekniska och naturvetenskapliga forskningsområden

I OECD/NEA-projektet Records, Knowledge and Memory (RK&M) deltar tolv länder och arbetar bland annat inom följande områden:

- Bedömning av olika tekniska och administrativa möjligheter för överföring av information från en generation till en annan samt direkt från en generation till en avlägsen framtid.
- Utvärdering av åtgärder för att mildra och anpassa potentiella informationsförluster.
- Analys av tekniska och organisatoriska perspektiv för informationsbevarande, mot bakgrund av tidigare samhällelig utveckling.
- Initiativ för internationella harmoniserade metoder för att undvika onödiga skillnader mellan olika länders agerande.
- Analys av de ekonomiska utmaningarna för långsiktigt informationsbevarande och förslag till hur man tar med dem i framtida program.

- Upprätta effektiva former för alla berörda parter att arbeta tillsammans både nationellt och internationellt.

Projektet startade i september 2011 och ska pågå till och med år 2014. Den huvudsakliga, konkreta slutprodukten är ett "meny-drivet dokument" som hjälp för att identifiera delarna i en strategisk handlingsplan för att bevara data, kunskap och minnet om ett slutförvar för radioaktivt avfall. Dokumentet planeras bli i formen av en elektronisk databas.

SKB har vidare ett samarbete med sin franska motsvarighet, Andra, om informationsbevarande. Andra har ett omfattande program för de närmaste åren, till exempel beträffande kulturarv och sociala frågor:

- Arkeologi i landskapet.
- Bevarandet av historiska platser och industriellt minne.
- Institutionella organisationers kontinuitet.
- Minne och historien om vetenskapens evolution.
- Allmänhetens uppfattning om långa tidsskalor (etik, filosofi, sociologi...).
- Konsekvenserna av sociala haverier (krig, naturkatastrof...).

9 Samråd

Östhammars kommun, Milkas, SSM och Kärnavfallsrådet önskar bland annat en komplettering av samrådsredogörelsen och ett förtydligande av vilka av SKB:s möten som var samrådsmöten enligt miljöbalken.

9.1 Samrådsredogörelsens omfattning

Eftersom den samlade dokumentationen från samråden är mycket omfattande (cirka 8 000 sidor) har samrådsredogörelsen gjorts kortfattad i avsikt att göra den lättillgänglig. I samrådsredogörelsen redovisas de centrala frågeställningarna som framkommit i samråden. Frågorna besvaras i dokumentationen från samråden samt i MKB:n. Den samlade dokumentationen från samråden (samtliga inkomna synpunkter, SKB:s bemötanden, samrådsunderlag med mera) finns att tillgå via www.skb.se, vilket framgår i samrådsredogörelsen. I den samlade dokumentationen framgår även vilka frågor som SKB anser ligger utanför ramen för samråden.

9.2 Vilka möten var samrådsmöten?

SKB har försökt vara tydlig med vilka möten som betraktats som samrådsmöten enligt miljöbalken och vilka som ligger utanför. I samrådsredogörelsen framgår vilka möten som SKB anser ingått i samråden. I samrådsredogörelsen anges även vilket material som fanns tillgängligt inför varje enskilt möte, samt hur inbjudan till respektive möte har gått till med mera. Detta material finns tillgängligt via www.skb.se, vilket framgår i samrådsredogörelsen.

Delar av tre närboendemöten i Forsmark och ett i Oskarshamn ingår i samråden. Dessa möten beskrivs i avsnitt 3.5 respektive 3.6 i samrådsredogörelsen. I inbjudan till dessa möten framgick det tydligt att en del av närboendemötet utgjordes av samrådsmöte enligt miljöbalken.

Inbjudan till allmänheten till öppna möten med Samrådsgrupp Forsmark respektive MKB-forum i Oskarshamn annonserades i lokala tidningar. De organisationer som erhöll medel för att delta i samråden och vissa andra intressenter informerades via e-post.

Material som distribuerats till Samrådsgrupp Forsmark respektive MKB-forum i Oskarshamn inför mötena, oavsett om dessa varit öppna eller inte, såsom Oskarshamns kommuns MKB-frågor har bifogats mötesprotokollet, som finns tillgängligt på SKB:s webbplats.

9.2.1 Hantering av synpunkter från närboendemöten

I samrådsredogörelsen framgår det vilka möten som ingått i samråden:

- Allmänna möten och möten med berörda kommuner och myndigheter, tabellerna 3-2 till 3-10.
- Möten med MKB-forum i Oskarshamn och Samråds- och MKB-grupp Forsmark, tabell 3-11.
- Närboendemöten i Forsmark, tabell 3-12.
- Möten med Östhammars kommun, tabell 3-13.
- Närboendemöte i Oskarshamn, ett möte den 8 juli 2009.

Vägsamrådsmötena i Oskarshamn, tabell 3-14 finns med som information.

Redovisning av material som fanns tillgängligt inför mötet, hur inbjudan gått till, inkomna synpunkter och SKB:s svar finns – möte för möte – via www.skb.se.

Under platsundersökningarna (2002–2009) hölls ett flertal informationsmöten för närboende i Forsmark. De frågor och synpunkter som diskuterades förmedlades av SKB:s personal i Forsmark till de personer som ansvarade för samråden. De frågor som togs upp handlade huvudsakligen om påverkan på privata brunnar, buller från bergkrossanläggningen och den tillkommande trafiken samt skötsel av skog och mark – frågor som också var centrala i samrådet.

Frågeställningar som SKB noterade, men åtgärdade utanför samråden – i de fall det krävdes – rörde till exempel, framtida värde på fastigheter, specifika förslag för användning av uttaget berg på plats – (skidbacke, piren i Öregrund), ägare till fritidsstugor som saknar el och ville få det indraget, förbättring av vägen till Storskäret samt att SKB:s personal kör för fort på småvägarna (vilket SKB:s personal direkt uppmärksammades på).

9.3 Svarstider

Samrådsunderlaget skickades ut minst två veckor före mötet. Efter mötet var det möjligt att inkomma med synpunkter inom två veckor. Detta ger att det var åtminstone fyra veckor från det att samrådsunderlaget fanns tillgängligt tills att synpunkter skulle vara SKB tillhanda. SKB bedömer att detta är tämligen gott om tid. SKB tillmötesgick alltid begäran om förlängd tid.

9.4 Långsiktig säkerhet – samråd

Synpunkter har framförts att frågan om slutförvarets säkerhet efter förslutning inte behandlats i tillräcklig omfattning i samråden. SKB har under hela samrådsprocessen varit tydligt med, att även om ett visst samrådstillfälle fokuserar på ett visst tema har det alltid varit möjligt att föra fram alla frågor som behandlar mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle, vilket även omfattar frågor om slutförvarets säkerhet efter förslutning.

SKB menar att det är viktigt att skilja på samråd enligt miljöbalken och granskningen i prövningsprocessen. Samrådet ska, enligt miljöbalken (6 kap 4 §), avse verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvens-beskrivningen. SKB:s uppfattning är att de samråd som behövs och som krävs för att kunna ta fram en fullgod MKB har hållits.

Några samrådstillfällen har fokuserat på just säkerheten efter förslutning. Under år 2007 hölls samråd med temat Säkerhet och strålskydd. Underlaget gav en översiktlig beskrivning av SKB:s arbete med säkerhet och strålskydd. I en bilaga fanns en sammanfattning av säkerhetsanalysen SR-Can som publicerades 2006 och var en inledande studie till den säkerhetsanalys, SR-Site, som lämnats in i ansökan.

Vid och i anslutning till samrådsmötena i februari 2010 framkom önskemål från flera aktörer om att lyfta frågan om säkerheten efter förslutning ytterligare i samråden. Med anledning av detta anordnade SKB ett avslutande samrådsmöte i Östhammar den 3 maj 2010 med temat Säkerhetsanalysens roll i MKB:n. Vid mötet gavs en redovisning av SKB:s arbete med säkerhetsanalyser och en statusrapport från det pågående arbetet med analysen av säkerheten efter förslutning, SR-Site. SR-Site är ett centralt dokument i ansökningarna enligt både miljöbalken och kärntekniklagen. Båda ansökningarna har skickats ut på remiss av mark- och miljödomstolen respektive SSM och det ges därmed goda möjligheter att granska och kommentera innehåll, beräkningar och slutsatser i analysen.

Avslutningsvis kan konstateras att SR-Site visar att verksamheten i slutförvaret för använt kärnbränsle inte ger några radiologiska konsekvenser av betydelse för människors hälsa och miljön efter förslutning av förvaret. Detta utgör en utgångspunkt för MKB:n och en förutsättning för att tillstånd för verksamheten ska kunna erhållas. Eftersom slutförvaret inte ger upphov till några radiologiska

miljökonsekvenser av betydelse återfinns endast en sammanfattning av slutsatser och viktiga resultat från SR-Site i MKB:n.

9.5 Hanteringen av centrala frågeställningar från samråden i ansökan och MKB:n

Samråden enligt miljöbalken har totalt omfattat cirka 60 samrådstillfällen. Totalt kom drygt 2 000 frågor och synpunkter in. Samtliga har besvarats eller kommenterats av SKB i mötesanteckningar eller protokoll. De frågor och synpunkter som kommit in skriftligt *inom* utsatt tid efter mötet, redovisas i bilagor till mötesprotokollet. De frågor och synpunkter som kommit in skriftligt *efter* utsatt tid redovisas i dokumentationen för nästkommande samrådsmöte.

Några typer av frågor som kom tidigt i samrådet, kunde inte besvaras förrän senare i processen, till exempel frågor som behandlade förändrade grundvattennivåer, lokaliseringen av slutförvaret (innan SKB:s beslut), långsiktig säkerhet med mera. Denna typ av frågor har besvarats i den utsträckning det varit möjligt, vilket framgår av SKB:s svar och kommentarer i samrådsdokumentationen. Vissa frågor har lett till kompletterande utredningar och vidare diskussion (se avsnitt 4.13 i samrådsredogörelsen). En del frågor bedömdes ligga utanför arbetet med MKB och avfördes från samråden. Motivering ges då till detta. Exempel på sådana frågor är utbyggnaden av slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR), utsläpp från kärnkraftverk och framtida energiförsörjning.

Den finns också frågor som SKB bedömde ligga utanför, som kom att få mycket plats i samråden, eftersom de togs upp vid flera möten, till exempel metodvalet.

Den kompletta dokumentationen från samråden har inte lämnats in med ansökan eftersom den är mycket omfattande och därmed svåröverskådlig. Den har dock sedan ansökningarna lämnades in funnits tillgänglig på SKB:s webbplats, vilket även framgår av avsnitt 7 i samrådsredogörelsen (underbilaga 1 till MKB:n, SKB P-10-34).

Övergripande kan sägas att samrådsparterna har fokuserat på olika områden, som i samrådsredogörelsen sammanfattas enligt:

- **Närboende**: Trafikmängd, buller, grundvattensänkning.
- **Kommuner**: Infrastruktur, lokala miljöfrågor, säkerhet såväl under drift som efter förslutning.
- **Miljöorganisationer**: Val av plats och metod, långsiktig säkerhet.
- **Myndigheter**: Miljöpåverkan, långsiktig säkerhet, kriterier för platsval, möjligheter till och effekter av återtag av kapslar.

Dessa aspekter kommenteras nedan.

9.5.1 Trafikmängd, buller och vibrationer

Frågor hos närboende berörde i första hand tillkommande trafik och medföljande ökad risk för olyckor samt förhöjda bullernivåer, utvidgade områden för spridning av buller och längre tider på dygnet med bullerstörningar. Även bullerstörningar från masshanteringen togs upp i samråden. Tillkommande trafik och följder av den var också av stort intresse för respektive kommun, som också uppmärksammade den dåliga standarden på vissa centrala vägar samt konsekvenser av ökade utsläpp av föroreningar.

Störningar på grund av bergarbeten och transporter under bygge och drift presenterades tidigt i samråden under temat ”Förslag på lokalisering och utformning”, med deltagande av SKB:s bullerexpert (möten 25 nov 2004 i Östhammar, 25 april 2005 i Oskarshamn). Ämnet bedömdes vara

av speciellt intresse för fritidsboende och det arrangerades därför särskilda möten med samma tema under sommaren 2005.

Frågorna lyftes även under samrådstemat ”Lokalisering, gestaltning och transporter” (möten 22 oktober 2008 i Östhammar och 4 februari 2009 i Oskarshamn).

Trafikmängd

Vägtrafik i Simpevarp

Om ett slutförvar för använt kärnbränsle hade etablerats i Simpevarpsområdet skulle det inneburit en ökad omfattning av transporter i Simpevarpsområdet. Även en etablering av inkapslingsanläggningen medför en viss ökning av antalet transporter. Med tanke på standarden för befintliga vägar har frågan om länsväg 743, den så kallade Kustvägen, tagits upp på ett antal samrådsmöten.

SKB genomförde 2005 en idéstudie gällande Kustvägen, från Figeholm till avfarten mot Kråkelund (SKB R-05-48). Syftet med studien var att ta tillvara idéer till förbättringar från de boende längs vägen. SKB presenterade idéstudien för dåvarande Vägverket, som under år 2007 genomförde samråd enligt väglagen med Oskarshamns kommun och myndigheter samt med allmänhet, föreningar och fastighetsägare i området.

Under år 2009 genomförde SKB en förstudie för samma vägsträcka (SKB R-09-44). Syftet med förstudien var att beskriva situationen då samt lyfta fram idéer till förbättringar på vägen med avseende på framkomlighet, trafiksäkerhet och miljöpåverkan i enlighet med dåvarande Vägverkets fyrstegsprincip och de transportpolitiska målen.

Vägtrafik i Forsmark

Även i Östhammar har frågor om trafikmängder och buller framkommit i samråden, tillsammans med synpunkter på vägarnas standard. Det är Trafikverket som styr över utbyggnaden av vägarna, ansvarar för att de ska tåla den trafik de utsätts för och för att begränsa eventuella störningar. SKB är fullt medvetet om att detta är en viktig fråga och har ett eget intresse av väl fungerande och säkra vägar inför byggandet av Kärnbränsleförvaret i Forsmark. Länsväg 288 är huvudstråket som förbinder Östhammars kommun med Uppsala och Mälardalen. Den har därför stor betydelse för utvecklingen i regionen. Men det är också en olycksdrabbad väg. SKB har därför förbundit sig att i en gemensam avsiktsförklaring mellan Trafikverket, Östhammars kommun, Regionförbundet Uppsala, Landstinget i Uppsala län och SKB, förskottera drygt 400 miljoner kronor för att bygga om sträckan Hov–Gimo till mötesfri landsväg. I och med det kan den bli klar fem år tidigare än planerat, det vill säga 2017. Satsningen sker inom ramen för det så kallade mervärdesavtalet, mellan SKB och SKB:s ägare å ena sidan och Oskarshamns och Östhammars kommuner å andra sidan.

Påverkan från ett ökat antal fordonstransporter

Förutom påverkan i form av buller och utsläpp togs frågor om risk för ökat antal olyckor upp i samråden. Det föranledde att trafikrisker inkluderades i de miljöriskanalyser som gjordes (se SKB P-09-78). Den ökade trafikmängdens påverkan på natur- och friluftsliv utreddes också (se SKB P-07-150). Rapporterna ingår i underlaget för MKB:n.

Sjötrafik

En möjlighet att minska antalet vägtransporter är att nyttja sjövägen för transporter via fartyg, vilket framförts vid ett flertal tillfällen under samråden. Möjligheter till detta studerades både för lokaliseringsalternativen Simpevarp och Forsmark.

Simpevarp

En hamnutredning som genomfördes 2005 visade att det finns möjligheter att anlägga en hamn på Ävrö. Hamnen skulle kunna fungera som utskeppningshamn för bergmassor. Det skulle även finnas möjligheter att ta emot fartyg med lermaterial, men det skulle kräva ett betydligt större hamnbygge. Läget på Ävrö gör att hamnen skulle vara mest lämpad för ett förvar på Simpevarpshalvön. Eftersom platsundersökningen senare fokuserade på Laxemarområdet och anläggande av en ny hamn alltid medför konsekvenser för miljön blev det inte längre aktuellt att förlägga en hamn till Ävrö.

I en senare studie, som baserades på att slutförvaret skulle placeras i Laxemarområdet, har hamnalternativen Simpevarps hamn och Oskarshamns hamn jämförts dels för intransport av lermaterial till slutförvarsanläggningen, dels för eventuell export av berg från utsprängda bergrum och transporttunnlar (SKB R-08-50).

Forsmark

Forsmarks hamn har förts fram som ett alternativ till transporter på väg för utskeppning av bergmassor från utbyggnaden av slutförvarsanläggningen samt för import av lermaterial. Möjligheterna att använda de befintliga hamnarna Forsmarks hamn och Hargshamns hamn för hantering av lera och bergmassor och vilka investeringar detta skulle innebära, har översiktligt studerats (SKB R-08-49).

Redovisning av trafikmängder i MKB:n

Med beaktande av de synpunkter som förts fram i samråden redovisas följande sammanställningar av tillkommande transporter av personer och material i MKB:n:

- Tabell 8-1. Material- och persontransporter till och från Clab, tur och retur.
- Tabell 9-1. Uppskattat totalt tillskott av vägtransporter per dygn samt antal tunga transporter, till och från inkapslingsanläggningen under olika skeden. (Clink)
- Tabell 9-8. Uppskattat totalt antal tillkommande transporter till och från en inkapslingsanläggning i Forsmark under olika skeden.
- Tabell 10-3. Uppskattade transporter till och från slutförvarsanläggningen. Fordonsrörelser per dygn under uppförandeskedet.
- Tabell 10-4. Uppskattade trafikmängder (fordonsrörelser per dygn) på fyra punkter i regionen.
- Tabell 10-7. Uppskattade vägtransporter under slutförvarsanläggningens driftskede.
- Tabell 10-8. Uppskattad trafik år 2030, fordonsrörelser per dygn.

Buller och vibrationer

Efter att uppkomst och konsekvenser av lågfrekvent buller tagits upp i samråden (till exempel på möte med MKB-forum i Oskarshamn 17 november 2005) togs aspekter på lågfrekvent buller med i bullerutredningarna (SKB P-08-64 och SKB P-08-65). I en bilaga till respektive utredning finns en miljömedicinsk bedömning av konsekvenser och effekter av bullerstörningar.

Vidare genomfördes utredningar om påverkan på omgivningen som kan orsakas av bergschaktningsarbetena för slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle i Forsmark samt av de vibrationer som uppstår från tunga transporter relaterade till verksamheten vid inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen (SKB P-10-22 och SKB P-10-23).

Förslag till villkor för buller från verksamheterna ges i toppdokumentet för ansökan enligt miljöbalken. Där anges också att under tiden för uppförandet av inkapslingsanläggningen, liksom under tiden för uppförandet av slutförvarsanläggningen fram till dess att deponering påbörjas, ska

buller från verksamheterna begränsas i enlighet med vad som anges i Naturvårdsverkets allmänna råd för byggarbetsplatser.

Förslag på att mätningar av bullernivåer ska ske under uppförandeskedet av Kärnbränsleförvaret lades in i förslaget till kontrollprogram. Där ingår också att vibrationsmätningar och mätning av luftstötar kommer att göras i samband med sprängningsarbeten.

Redovisning bullernivåer och påverkan av buller i MKB:n

Med beaktande av de synpunkter som förts fram i samråden och i dialog med en av arbetsgrupperna i Oskarshamns kommun, den så kallade Misterhultsgruppen, utvecklades och förtydligades redovisningarna i MKB:n av bakgrundsbuller och bedömda förändringar av bullernivåer och bullerutbredning. Följande redovisningar finns:

- Figur 8-12. Beräknad ekvivalent ljudnivå omkring Clab under kväll och natt.
- Figur 9-7. Ekvivalent ljudnivå för befintlig verksamhet (Clab) samt kombinerat med buller under uppförandeskedet av inkapslingsanläggningen kvällstid.
- Tabell 9-2. Beräkningsexempel på vibrationer som alstras från tung trafik (Clink).
- Figur 9-8. Ekvivalent ljudnivå för befintlig verksamhet (Clab), samt kombinerat med buller från inkapslingsanläggningen under drift kvällstid och nattetid.
- Figur 9-18. Sammanställning av antalet boende exponerade för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall utmed sträckan mellan anläggningarna på Simpevarpshalvön och Oskarshamns hamn.
- Figur 10-21. Befintligt buller kväll och natt respektive befintligt buller kombinerat med buller från uppförandet av slutförvarsanläggningen kvällstid. *Forsmark*.
- Figur 10-22. Buller från vägtrafik i Norrskedika, utan respektive med slutförvarsanläggningen.
- Tabell 10-10. Typiska ljuddata för källor under driftskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC. Ljudnivåerna anges vid källan. *Slutförvaret i Forsmark.*
- Figur 10-23. Befintligt buller kväll och natt respektive befintligt buller kombinerat med buller från slutförvarsanläggningen kväll och natt under driftskedet. *Slutförvaret i Forsmark.*
- Figur 10-24. Bullernivå i dBA från hjullastare, grävmaskin och mobil kross respektive lågfrekvent buller i dBC från hjullastare, grävmaskin och mobil kross. *Slutförvaret i Forsmark.*
- Figur 10-38. Antal boende längs vägsträckan Forsmark – Hargshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall. *Slutförvaret i Forsmark, uppförandeskedet.*
- Figur 10-39. Antal boende som exponeras för maximal ljudnivå inom olika ljudnivåintervall längs transportvägarna. *Slutförvaret i Forsmark, uppförandeskedet.*
- Figur 10-46. Buller kvällstid under uppförandeskedet samt buller kvälls- och nattetid under driftskedet. *Slutförvaret i Laxemar.*
- Figur 10-49. Boende längs vägsträckan Simpevarp–Oskarshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudintervall. *Slutförvaret i Laxemar.*

9.5.2 Grundvattensänkning, lokala miljöfrågor och miljöpåverkan

Frågor om konsekvenserna av en grundvattensänkning togs upp tidigt i samråden av flera aktörer, inte minst närboende i de aktuella områdena. Frågorna hade olika karaktär; från om vattnet i den egna

brunnen kommer att påverkas, till påverkan på områdets naturvärden. Grundvattenfrågor hade en central roll under hela samrådsperioden, både i Oskarshamn och i Forsmark. Till exempel anordnade SKB tillsammans med Misterhultsgruppen i Oskarshamn möte för närboende om bland annat privata brunnar.

En form av miljöpåverkan som diskuterades mycket i Östhammars kommun var påverkan på de naturvärden som finns i våtmarker och rikkärr. Det har framförts att platsen som SKB valt för slutförvaret är olämplig med tanke på detta och att naturvärdena inte har lyfts fram i tillräcklig omfattning i samråden. SKB har i hela samrådsprocessen varit tydligt med att det finns stora naturvärden, inom och i anslutning till området i Forsmark, som kan påverkas av etableringen av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Konsekvenserna av bortledande av grundvatten och igenfyllnader och schaktningsarbeten i Forsmark redovisades i den preliminära MKB, som var föremål för samråd år 2010. Samrådet samordnades med samrådet om vattenverksamhet och inbjudan skickades – förutom utskick på sedvanligt sätt – till sakägare på respektive plats. Med inbjudan bifogades en kortfattad redovisning av konsekvenserna av planerad vattenverksamhet. Preliminära versioner av två rapporter med detaljerade bedömningar av de naturvärden som riskerar att påverkas av en grundvattensänkning utgjorde underlag vid samrådet om vattenverksamhet (SKB R-10-14 och SKB R-10-15).

I förslaget till kontrollprogram föreslås att grund- och ytvattennivåer kommer att mätas i kalkgölar och rikkärr samt även i enskilda brunnar som är belägna inom eller på ett avstånd av högst 500 meter från det prognostiserade påverkansområdet. Vidare redovisas att SKB planerar för en teknisk lösning där vattennivåerna i värdefulla våtmarker kan upprätthållas med tillförsel av vatten, om eller när det bedöms nödvändigt. Om mätningar i enskilda brunnar visar på förändring av grundvattennivån till följd av grundvattenbortledning kommer lämpliga åtgärder att diskuteras med fastighetsägaren.

Redovisning av påverkan på grundvattennivå av ett slutförvar i Forsmark i MKB:n

Med beaktande av de synpunkter som förts fram i samråden redovisas följande sammanställningar av påverkan på grundvattennivå av ett slutförvar i Forsmark redovisas i avsnitt 10.1.3.2 i MKB:n och åskådliggörs i:

- Tabell 10-9. Påverkansområde (kvadratkilometer) för grundvattenytans avsänkning. Beräkningarna avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt.

- Figur 10-19. Årsmedelvärde för grundvattenytans sänkning för år 2006. Beräkningen avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt. I beräkningen antas vattengenomsläpplig-heter för tre olika fall av tätning av berget.

Dessutom utgjordes två av bilagorna till MKB:n av slutliga versioner av de rapporter som var del av underlaget för samrådet om vattenverksamhet (SKB R-10-14 respektive R-10-15.)

För övrigt handlade de mest diskuterade lokala miljöfrågorna om uppkomst och påverkan av buller och vibrationer, främst i anslutning till ökat antal transporter, se avsnitt 9.5.3.

9.5.3 Säkerhet

Säkerhetsfrågor, såväl radiologisk säkerhet – under drift och efter avveckling – som övriga säkerhetsaspekter är centrala för båda kommunerna, men även angelägna för övriga samrådsparter. SKB har genomfört flera olika typer av analyser och redovisningar av säkerheten och strålskyddet för inkapslingsanläggningen, Clab, slutförvaret och transportsystemet. De hanterar olika tidsperspektiv och har olika syften. Med ambitionen att förklara vad de olika delarna omfattar och hur de hänger ihop genomfördes ett samråd med temat Säkerhet och strålskydd (2007). Det innefattade både de analyser

och den rapportering SKB gör enligt kärntekniklagen och strålskyddslagen, hantering av miljörisker, arbetsmiljöfrågor, personsäkerhet, fysiskt skydd och säkerhetsaspekter på transportsystemet.

På begäran genomfördes ytterligare ett samråd om säkerhetsfrågor med temat Säkerhetsanalysens plats i miljökonsekvensbeskrivningen (2010). Intresset för de radiologiska säkerhetsfrågorna gjorde att SKB lämnade in huvudrapporten för redovisningen av säkerheten efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle (SR-Site) även i miljöbalksprövningen.

Redovisning av säkerhetsfrågor i MKB:n

Med beaktande av de synpunkter som förts fram i samråden lades ett avsnitt in om säkerhet efter förslutning av slutförvaret i MKB:n (avsnitt 10.1.6, cirka nio sidor). Det innehåller en kort beskrivning av förutsättningarna för analysen och sammanfattning av resultatet.

9.5.4 Lokaliseringsprocess och metodval

Processen för val och utveckling av metoden för inkapsling och slutförvaring ingår inte i ansökan. Den har dock varit föremål för stort intresse och ägnats stor uppmärksamhet i samråden. Det föranledde bland annat genomförande av ett samråd med temat Metod, lokalisering, framtid (2006). Underlaget inför det samrådet tog bland annat upp förutsättningarna för att omhänderta det använda kärnbränslet genom djup geologisk förvaring (KBS-3-metoden, djupa borrhål, mycket långa tunnlar och WP-Cave), separation och transmutation,övervakad lagring samt nollalternativet.

Underlaget innehöll också en redovisning av det mångåriga lokaliseringsarbetet som bedrivits och vid tillfället fortfarande pågick i form av platsundersökningar. Även aspekter på en lokalisering av slutförvaret vid kusten eller i inlandet presenterades.

Uppmärksamheten och intresset för SKB:s val av metod och lokaliseringsprocess medförde att detta redovisades i varsin bilaga både till ansökan för KBS-3-systemet enligt miljöbalken och för Kärnbränsleförvaret enligt kärntekniklagen.

Redovisning av lokaliseringsprocess och metodval i MKB:n

Andra metoder som beaktats av SKB, samt skäl för varför de avförts som alternativ, beskrivs i avsnitt 3.6, Andra metoder i MKB:n (sju sidor). En redogörelse för lokaliseringsarbetet, med argument för varför områden valdes bort, från år 1973 och fram till platsvalet finns i avsnitten 3.7, Lokaliseringsarbetet (nio sidor) och 3.8, Platsundersökningarna (sex sidor).

9.5.5 Möjligheter till och effekter av återtagande av kapslar

En synpunkt som framfördes i samråden var att SKB skulle redovisa om det är möjligt att återta det använda kärnbränslet från slutförvaret, såväl före som efter förslutning, och vilka miljökonsekvenser ett återtag är förknippat med.

Slutförvaret är utformat så att det är möjligt att återta deponerade kapslar före förslutning, det vill säga både under själva deponeringen och efter det att deponeringstunneln fyllts igen och bentoniten runt kapseln vattenmättats och svällt. Någon särskild bedömning av effekter och konsekvenser för människors hälsa och miljön av ett sådant återtag finns inte i MKB:n, eftersom återtag inte ingår i den sökta verksamheten.

9.5.6 Formaliafrågor

I sammanhanget kan nämnas att det i samråden även framkommit formaliafrågor kring samrådsprocessen. SKB har lyssnat på de synpunkter som framförts och har i flera fall förändrat

formerna för samråden i enlighet med de förslag som lämnats. Exempel på ändringar som genomförts underhand för att förbättra samrådsprocessen är att en större del av samrådsmötena ägnades åt deltagarnas frågor, en mötesledare som inte hade sin huvudsakliga verksamhet hos SKB anlitades och att formella protokoll skrevs som justerades av personer som utsågs av mötet.

9.5.7 Slutsatser

Ett stort antal frågor har framkommit inom samråden. SKB:s uppfattning är att frågeställningarna har beaktats vid upprättandet av MKB:n och ansökan i övrigt. Vidare har några frågor gett upphov till utredningar vars resultat i flera fall arbetats in i såväl MKB:n som ansökan i övrigt.

9.6 Samrådens påverkan på avgränsningen av MKB:n

SKB har genomfört samråd med nio olika teman, se Samrådsredogörelsen (underbilaga 1 till MKB:n) avsnitt 3.2. SKB har under hela samrådsprocessen varit tydligt med att oavsett vilket tema som är fokus för ett specifikt möte, så kan alla frågor om slutförvaring av använt kärnbränsle tas upp vid samråden. Detta har resulterat i att oavsett tema, har synpunkter inkommit i samråden som har påverkat avgränsningen av MKB:n. Mest uppenbart har detta varit vid samråd med de tre teman som direkt fokuserat på avgränsning av och innehåll i MKB:n. Dessa beskrivs nedan i avsnitt 9.6.1 – 9.6.3. Tabell 9-1 visar hur inriktningen av hur vissa centrala frågeställningar, inklusive alternativ lokalisering och utformning, har förändrats, vilket till stor del är ett resultat av synpunkter som framförts i samråden.

9.6.1 Avgränsningen av MKB:n

Det första samrådstemat var Avgränsning, innehåll och utformning av MKB. Dessa samråd genomfördes under perioden hösten 2003 till hösten 2004. Syftet var att samla in synpunkter från allmänhet, organisationer, kommuner och myndigheter på innehåll, omfattning och avgränsning för de utredningar som skulle genomföras och utgöra underlag för miljökonsekvens-beskrivningarna. Två rapporter togs fram som underlag till samråden, en för Oskarshamn och en för Forsmark. I rapporterna redovisas SKB:s förslag till omfattning och avgränsning av de utredningar som planerades för ansökningar och miljökonsekvensbeskrivningar enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

Efter att såväl muntliga som skriftliga synpunkter inhämtats i samråden togs slutliga versioner fram av rapporterna:

- Omfattning, avgränsningar och utredningar för miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) för inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Forsmark, SKB R-05-63.

- Omfattning, avgränsningar och utredningar för miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) för inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Oskarshamn, SKB R-05-64.

9.6.2 Preliminär MKB för slutförvarssystemet

En preliminär version av miljökonsekvensbeskrivningen för slutförvarssystemet utgjorde underlag för samråd under perioden december 2009 – mars 2010. Synpunkter på den preliminära MKB:n inkom vid såväl möten som skriftligt och beaktades i arbetet med att ta fram den slutliga MKB:n, som bifogades ansökningarna.

9.6.3 Redovisning av alternativ lokalisering och utformning

Redovisningen av alternativ lokalisering och utformning diskuterades ingående på de samråd som behandlade Avgränsningen av MKB:n, Preliminär MKB för inkapslingsanläggningen och Preliminär MKB för slutförvarssystemet, se ovan. Dessutom har alternativ lokalisering och/eller utformning tagits upp i följande samråd:

- ”Lokalisering och utformning av ett slutförvar och en inkapslingsanläggning i Forsmark respektive Oskarshamn (Simpevarps-/Laxemarområdet).” November 2004 – juli 2005.
- ”Lokalisering, gestaltning och transporter.” Oktober 2008 – februari 2009.

Sammantaget kan konstateras att synpunkter framförda i samråden resulterade i att redovisningen av alternativ lokalisering och utformning fick större utrymme i den slutliga MKB:n än vad som ursprungligen var tänkt.

Tabell 9-1. Översikt av utvecklingen av MKB:ns avgränsning.

0	Avgränsning av MKB:n, 2003	R-05-53, 2005	Prel MKB, 2009	Slutversion, 2011
Antal MKB:er	Två MKB:er. Inkapslingsanläggning och slutförvar.	Två MKB:er. Inkapslingsanläggning och slutförvar.		En MKB för slutförvarssystemet.
Kapselfabriken	Kapselfabriken utanför systemet.	Kapselfabriken utanför systemet.	Kapselfabriken delvis med i systemet.	Kapselfabriken utanför systemet. Mer i MKB:n på övergripande nivå. Fördjupningar i bilagor eller i andra dokument i ansökan.
Tidsperspektiv	Resultat från SR-Site 100 000 år.	Resultat från SR-Site 1 000 000 år.		Resultat från SR-Site 1 000 000 år.
Alternativa lokaliseringar	Lokalisering av slutförvaret i Forsmark och i Oskarshamn.	Forsmark och Oskarshamn. Generella överväganden om geologisk miljö förläggning till inland respektive kust.	Sju sidor. Systematisk genomgång av lokaliseringsarbete, inklusive kust/inland.	Åtta sidor. Sammanställning i tabell av förutsättningar och bedömning inför platsval. Kust/inland något utvecklat. Platsval – bilaga till ansökan
Alternativa metoder	Redovisning av alternativ för omhändertagande. Följer teknikutvecklingen.	Bortvalda strategier och metoder. Översiktligt om strategier och metoder. Säkerhetsmässig jämförelse mellan djupa borrhål och KBS-3. Upparbetning och transmutation.	Fem sidor. Systematisk genomgång av uteslut-ningsmetoden, med beskrivning av metoder och strategier.	Sju sidor. Mer om separation och transmutation. Metodval – bilaga till ansökan.
Nollalternativ	Fortsatt lagring i Clab.	Effekter och konsekvenser av fortsatt lagring i Clab. Platsens utveckling utan slutförvar.		Effekter och konsekvenser av fortsatt lagring i Clab. Platsens utveckling utan slutförvar.
Miljöutredningar		Tydligare vad som ingår i MKB och vad som redovisas i annan dokumentation		Tydligare vad som ingår i MKB och vad som redovisas i annan dokumentation
Samhällseffekter Utredningar Forskning	Ingår i MKB:n.	Huvudsakligen utanför MKB:n.	Borttaget.	Bortaget.
Vägtransporter		Trafikfrekvens och buller		Mer omfattande beskrivning baserad på tillkommande

0	Avgränsning av MKB:n, 2003	R-05-53, 2005	Prel MKB, 2009	Slutversion, 2011
				utredningar.
Sjötransporter		Möjligheter för bentonit och bergmassor.		Beskrivning av möjligheter för bentonit och bergmassor.
Påverkan av radiologiska utsläpp, Clink			Ingår.	Ingår.
Långsiktig säkerhet	I en särskild säkerhetsrapport.	Miljonårsperspektivet hanteras i SR-Site och beskrivs i MKB:n. Kortfattad metodbeskrivning (hur, vad, varför) samt generella slutsatser.		Sammanfattning av SR-Site och beskrivning av säkerhetsanalysens roll i MKB. Huvudrapporten SR-Site lämnas in som bilaga till ansökan.
Systemanalys	Viktig del av underlaget.		Borttaget.	Borttaget.
Språk	MKB:n enbart på svenska	MKB:n enbart på svenska		MKB:n översatt till engelska

10 Barriärerna i KBS-3-förvaret i Forsmark

Detta kapitel sammanfattar funktionen hos de tre viktigaste barriärerna i ett KBS-3-förvar för använt kärnbränsle i Forsmark – kapseln, bufferten och berget.

Barriärernas material, dimensioner och egenskaper redovisas liksom deras avsedda funktion i ett slutförvar. Därefter ges en sammanfattning av de viktigaste resultaten i den säkerhetsanalys som ingår i SKB:s ansökan om att uppföra ett kärnbränsleförvar i Forsmark – säkerhetsanalysen SR-Site. Slutligen sammanfattas de svar SKB lämnat på de kompletteringar kring barriärernas funktion efter förslutning som Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, begärt i dess prövning av SKB:s ansökan enligt Kärntekniklagen, KTL.

Syftet med dokumentet är att ge en lättillgänglig sammanfattning av det material kring barriärerna som ligger till grund för SSM:s prövning. Dokumentet är avsett att ge en orientering i de tekniskt specialiserade frågorna för prövningen av SKB:s ansökan enligt miljöbalken.

Materialet i avsnitten 10.1 och 10.2 utgör en sammanfattning av delar av säkerhetsanalysen SR-Site som också ingår i underlaget till ansökan enligt miljöbalken. Materialet i avsnitt 10.3 är en sammanfattning av de kompletteringar kring barriärernas säkerhet efter förslutning som lämnats till SSM inom ramen för prövningen av SKB:s ansökan enligt KTL.

10.1 Barriärernas funktion

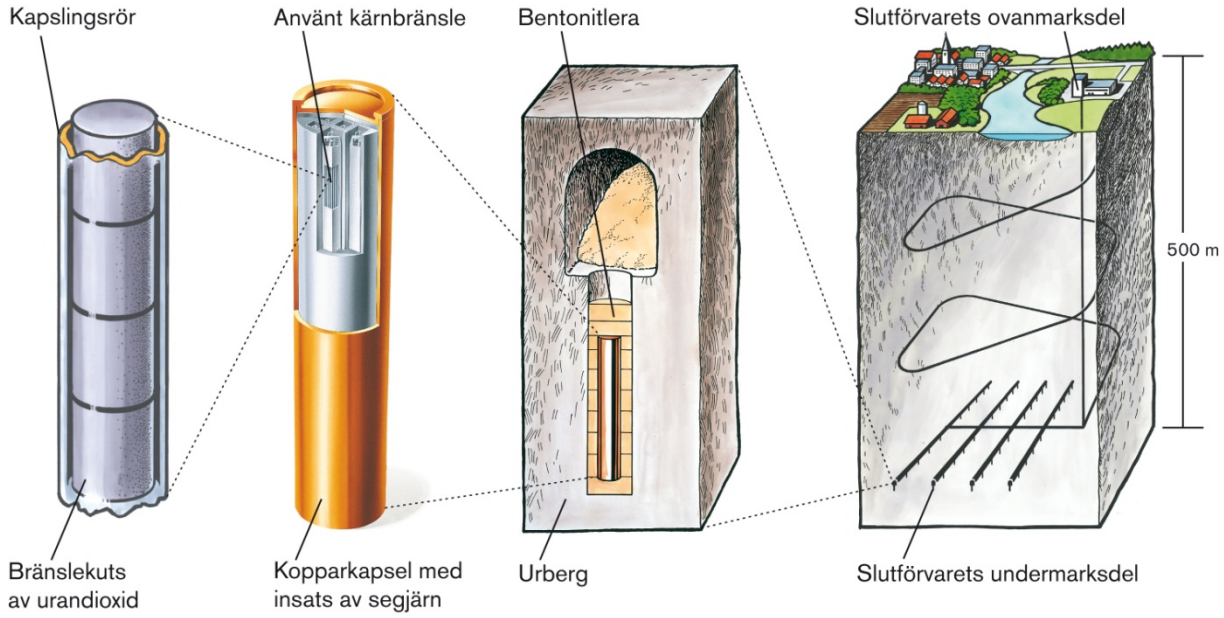
10.1.1 Säkerhetsprinciper för förvarets utformning

Sedan arbetet med ett svenskt slutförvar inleddes i slutet av 1970-talet har SKB fastlagt ett antal principer för slutförvarets utformning. Principerna kan sägas utgöra säkerhetsfilosofin bakom KBS-3-konceptet och sammanfattas nedan.

- Genom att förlägga förvaret djupt nere i en långsiktigt stabil geologisk miljö isoleras avfallet från människor och miljön nära markytan. Detta innebär att förvaret inte påverkas på något avgörande sätt vare sig av samhällsförändringar eller av direkta effekter av långsiktiga klimatförändringar på markytan.
- Genom att förlägga förvaret till en plats där berget inte förväntas bli av ekonomiskt intresse för framtida generationer minskar risken för mänskligt intrång.
- Det använda kärnbränslet omgärdas av flera tekniska och naturliga barriärer.
- Barriärernas primära säkerhetsfunktion är att innesluta bränslet i en kapsel.
- Om inneslutningen skulle brytas är barriärernas sekundära säkerhetsfunktion att fördröja ett eventuellt utsläpp från förvaret.
- De tekniska barriärerna ska tillverkas av naturligt förekommande material som är stabila på lång sikt i förvarsmiljön.
- Förvaret ska utformas och konstrueras så att temperaturer som kan ha skadlig effekt på barriärernas långsiktiga egenskaper undviks.
- Förvaret ska utformas och byggas så att strålningsinducerade processer som kan ha skadlig effekt på de tekniska barriärernas eller bergets långsiktiga egenskaper undviks.
- Barriärerna ska vara passiva, det vill säga de ska fungera utan mänskliga ingrepp och utan aktiv tillförsel av material eller energi.

Tillsammans med flera andra faktorer, som de geologiska förhållandena i Sverige och kraven på att förvaret måste vara tekniskt möjligt att bygga, har dessa principer lett till utvecklingen av KBS-3-

systemet för förvaring av använt kärnbränsle. I metoden används kopparkapslar med en insats av järn för att innesluta det använda kärnbränslet. Kapslarna omges av bentonitlera och deponeras på ett djup av ungefär 500 meter i granitiskt berg, se figur 10-1. Syftet med KBS-3-förvaret är att isolera kärnavfallet från människa och miljö under mycket långa tidsrymder. Det nuvarande svenska kärnkraftprogrammet (där man planerar att 2045 avveckla den sista av de tio reaktorer som för närvarande är i drift) bedöms ge upphov till omkring 12 000 ton använt kärnbränsle, vilket motsvarar ungefär 6 000 kapslar i ett KBS-3-förvar.



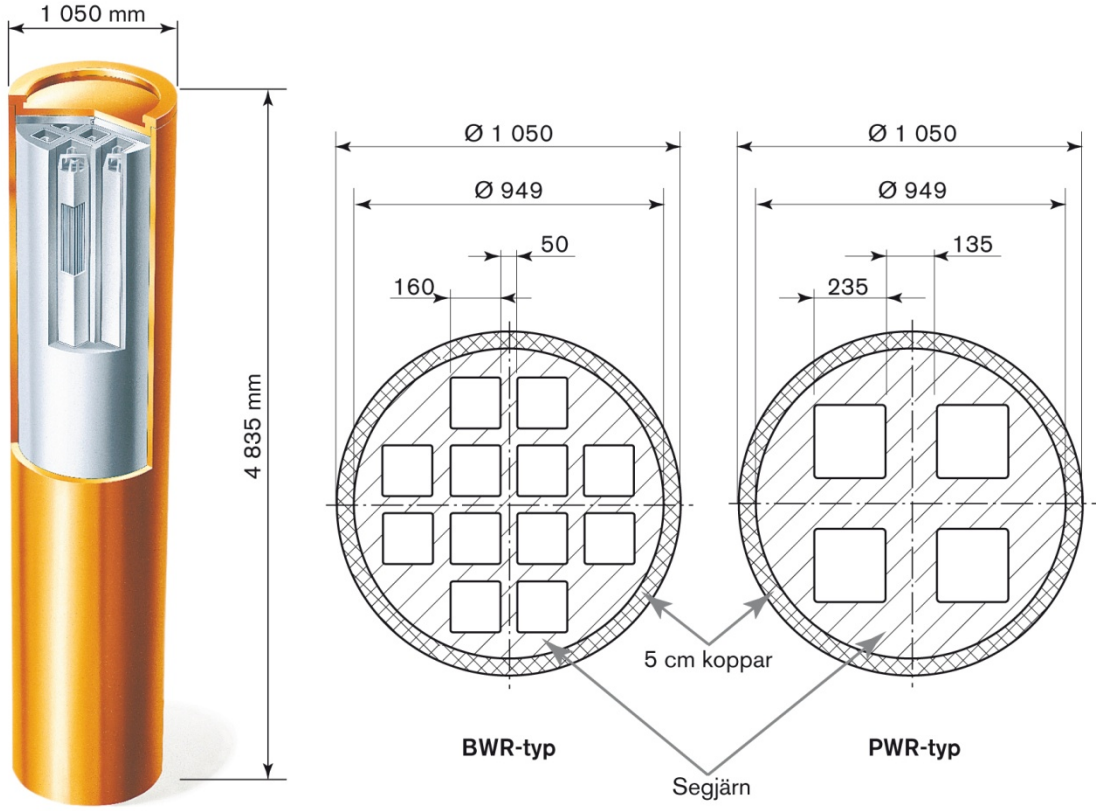
Figur 10-1. *KBS-3-metoden för förvaring av använt kärnbränsle.*

I praktiken uppnås säkerhet efter förslutning av förvaret genom att välja en plats med gynnsamma egenskaper och genom att utforma och bygga ett förvar som uppfyller krav relaterade till säkerhet efter förslutning. Dagens förhållanden på platsen samt utformningen och layouten av KBS-3-förvaret i Forsmark utgör säkerhetsanalysens initialtillstånd. Detta är också de aspekter som styrs av verksamhetsutövaren, genom valet av plats och genom utformningen och anpassningen av förvaret till platsen.

10.1.2 Kapseln

Kapseln består av en insats av segjärn (en form av gjutjärn med hög hållfasthet) och ett ytterhölje av koppar, se figur 10-2. Segjärnsinsatsen ger mekanisk stabilitet och kopparhöljet skyddar mot korrosion i förvarsmiljön. Kopparhöljet är fem centimeter tjockt och den cylindriska kapseln är cirka 4,8 meter lång och har en diameter på 1,05 meter. Insatsen har kanaler där bränsleelementen placeras.

I underlaget till SKB:s ansökan specificeras en rad krav på kapselmaterialet och kapselutformningen. Där visas också hur kapselkomponenterna ska tillverkas och sammansättas på ett sådant sätt att de ställda kraven uppfylls samt hur bränslet ska inplaceras i kapslarna och hur kapslarna slutligen ska förslutas genom svetsning. I ansökan visas också hur kapslarna ska deponeras i förvaret.



Figur 10-2. *Vänster: Referensutformningen av kapseln med ett korrosionsbeständigt yttre kopparhölje och en lastupptagande insats av segjärn. Höger: Tvärsnitt av insatser för bränsle från de två typer av kärnkraftverk som finns i Sverige; kokarvattenreaktorer (BWR) och tryckvattenreaktorer (PWR).*

10.1.3 Bufferten

Lerbuffertens huvudfunktion är att begränsa vattenflödet runt kapseln. Detta uppnås genom att välja ett buffertmaterial av lera som har låg vattenledningsförmåga sedan materialet mättats med vatten. Materialet är också valt med hänsyn till dess självtätande egenskaper. Dessa uppnås genom att lermaterialet vill svälla och därigenom fylla ut eventuella hålrum och ojämnheter då det mättas med vatten. Lermaterialets innehåll av montmorillonit är en viktig egenskap för buffertens säkerhetsfunktioner.

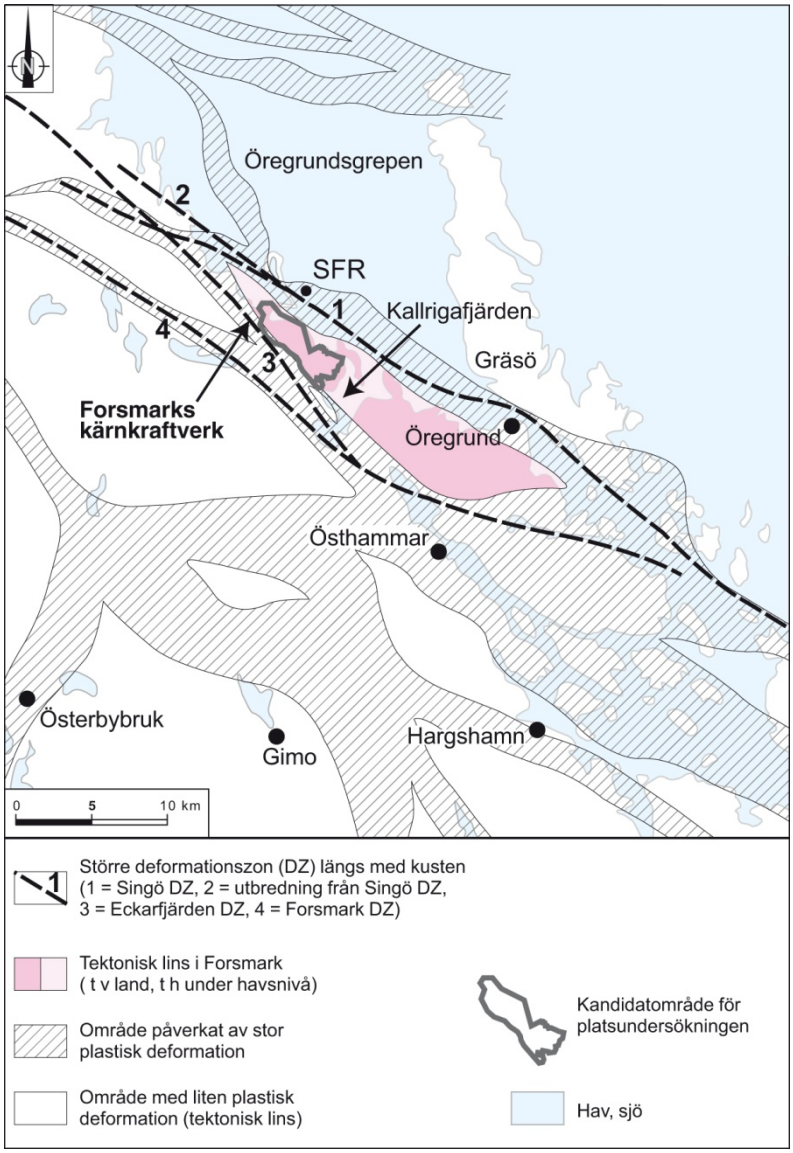
I underlaget till SKB:s ansökan specificeras en rad krav på buffertmaterialet och buffertutformningen. Där visas också hur bufferten ska tillverkas och inplaceras på ett kvalitetssäkrat sätt så att den kan upprätthålla dess avsedda funktioner i slutförvaret.

I SR-Site utvärderas två exempel på lermaterial som uppfyller de ställda kraven. Exemplen, MX-80 och Ibeco RWC, är båda från stora fyndigheter och bryts av stora bentonitleverantörer. De har olika ursprung och ska betraktas som möjliga exempel på alternativ som kan användas i förvaret.

10.1.4 Berget

Den valda förvarsplatsen i Forsmark ligger i norra Uppland i Östhammars kommun, omkring 120 kilometer norr om Stockholm. Forsmarksområdet består av kristallin berggrund som tillhör den fennoskandiska skölden och bildades för 1,85 till 1,89 miljarder år sedan. Geologiskt karakteriseras området av förekomsten av flera så kallade tektoniska linser i vilka berggrunden är förhållandevis opåverkad av tidiga geologiska skeenden, till skillnad från omgivande strukturer som i tidiga skeden utsattes för deformation. Kandidatområdet för förvaret ligger i den nordvästligaste delen av en av

dessa tektoniska linser. Linsen sträcker sig från nordväst om Forsmarks kärnkraftverk i sydostlig riktning mot området söder om Öregrund, se figur 10-3.



Figur 10-3. *Berggrunden i Forsmarks omgivning med den tektoniska linsen som undersökts. Det undersökta området ligger i den nordvästra delen av linsen.*

De viktigaste säkerhetsrelaterade egenskaperna hos förvarsplatsen i Forsmark är:

- En låg förekomst av vattenförande sprickor på förvarsdjup.
- Gynnsamma geokemiska förhållanden, i synnerhet reducerande (syrgasfria) förhållanden på förvarsdjup (vilket gäller allmänt i den djupa berggrunden i Sverige) och salthalter som säkerställer att bufferten av bentonitlera förblir stabil.
- Ingen potential för fyndigheter av metaller och industriella mineraler inom kandidatområdet i Forsmark.

Dessutom möjliggör bergets relativt höga värmeledningsförmåga på platsen att bergvolymen kan utnyttjas effektivt. De bergmekaniska förhållandena och andra egenskaper, som är betydelsefulla för att förvaret ska kunna uppföras på ett säkert och effektivt sätt, är också gynnsamma.

10.1.5 Barriärernas säkerhetsfunktioner

Den primära säkerhetsfunktionen hos ett KBS-3-förvar är att fullständigt innesluta det använda bränslet i kapslarna. Om en kapsel av någon anledning skulle skadas är barriärernas sekundära säkerhetsfunktion att fördröja ett eventuellt utsläpp av radioaktiva ämnen från förvaret.

Kapselns säkerhetsfunktioner

Kapseln är den primära *inneslutande* komponenten i förvaret. Så länge kapselns inneslutande förmåga består sker inga utsläpp av radioaktiva ämnen. Kapselns inneslutande förmåga skulle kunna gå förlorad om den påverkas kemiskt eller mekaniskt.

Den kemiska påverkan sker genom korrosion, det vill säga genom att för koppar skadliga ämnen reagerar med det metalliska kopparmaterialet så att koppartjockleken minskar på de ställen där kapselytan angrips. De skadliga ämnena kan finnas initialt i bufferten eller tillföras genom bergets grundvatten.

Den mekaniska påverkan är av två slag: Dels kan kapseln utsättas för höga tryck i förvaret, så kallade isostatiska laster från svällningen av bufferten och från grundvattnet, dels kan kapseln påverkas genom rörelser i sprickor som korsar deponeringshålet, så kallade skjuvrörelser.

Kapseln måste motstå den kemiska belastningen och de två typerna av mekanisk belastning för att kunna upprätthålla sin grundläggande funktion, den att innesluta det använda kärnbränslet. Därför tillskrivs kapseln tre säkerhetsfunktioner:

- Kapseln ska utgöra en korrosionsbarriär. Kapseln upprätthåller denna funktion så länge det finns någon koppartäckning kvar överallt på ytan, det vill säga så länge höljet är tätt.
- Kapseln ska motstå isostatiska (likformiga) tryck. Om trycket blir för högt kollapsar kapseln. Detta så kallade kollapstryck kan bestämmas approximativt genom beräkningar och tillverkade kapslar kan också provtryckas för att bestämma hållfastheten mot denna typ av belastning. Kapseln upprätthåller denna funktion så länge de tryck den utsätts för i förvaret inte överskrider kollapstrycket.
- Kapseln ska motstå så kallade skjuvrörelser i berget. Genom omfattande beräkningar och experimentella tester av hur bufferten och kapseln reagerar vid en rörelse i en spricka som korsar deponeringshålet har det fastställts att kapseln tål rörelser upp till 5 centimeter, och i många fall mer.

Buffertens säkerhetsfunktioner

Bufferten har en rad viktiga funktioner i förvaret och de rör både förvarets inneslutande och fördröjande förmåga.

- Bufferten ska dels hindra skadliga ämnen från att nå kapseln, dels hindra radionuklider från att nå det omgivande berget om kapseln skulle skadas. Framför allt är det viktigt att vatten inte kan flöda genom bufferten. Bufferten ska därför kraftigt begränsa ett eventuellt vattenflöde genom deponeringshålet och därigenom göra transport av lösta ämnen med flödande vatten, så kallad advektiv transport, till ett försumbart fenomen i bufferten. Denna funktion kräver att bufferten har en mycket låg vattenledningsförmåga, så kallad hydraulisk konduktivitet. Den ska inte överstiga 10^{-12} m/s.

  Denna funktion kräver också att bufferten sväller vid vattenkontakt så att eventuella inhomogeniteter jämnas ut. Svällförmågan mäts genom det tryck den vattenmättade bufferten

utövar mot omgivningen. Detta så kallade svälltryck ska vara minst 1 MegaPascal (MPa). En MPa motsvarar trycket på ett vattendjup av cirka 100 meter.

- Bufferten ska inte omvandlas kemiskt, vilket bland annat kräver att dess temperatur inte överstiger 100 °C.
- Buffert ska inte frysa, eftersom den då skulle utsätta kapseln och det omgivande berget för stora tryck. Detta kräver att buffertens temperatur inte understiger dess frystemperatur vilken är cirka −4 °C.
- Bufferten ska filtrera kolloider (små partiklar som kan bidra till transport av radionuklider), vilket kräver att dess densitet är minst 1 650 kg/m^3.
- Bufferten ska reducera mikrobiell aktivitet. I initiala skeden då omständigheterna kan gynna mikrobiell aktivitet, ger en buffertdensitet av 1 800 kg/m^3 eller högre, en reduktion av mikrobiell aktivitet till försumbara nivåer. I senare skeden är kraven på bufferten lägre.
- Bufferten ska dämpa effekterna på kapseln av skjuvrörelser i berget, vilket kräver att dess densitet understiger 2 050 kg/m^3.
- Bufferten ska förhindra att kapseln sjunker i deponeringshålet, vilket kräver ett svälltryck av minst 0,2 MPa.

För att bufferten ska kunna upprätthålla dessa funktioner ställs en rad krav på dess utformning och sammansättning vid deponering. Dessa krav är bland annat formulerade så att mängden buffertmaterial som installeras ska resultera i att buffertdensiteten efter att bufferten vattenmättats ska ligga i intervallet 1 950 – 2 050 kg/m^3.

Bergets säkerhetsfunktioner

Berget ska framförallt utgöra en långsiktigt stabil och gynnsam miljö för förvaret. Tekniskt uttrycks detta i fyra huvudsakliga säkerhetsfunktioner. Berget ska ge förvaret kemiskt gynnsamma förhållanden, gynnsamma transport- och hydrologiska förhållanden, stabila mekaniska förhållanden samt gynnsamma termiska förhållanden. Var och en av dessa huvudsakliga funktioner kan brytas ned i ett antal underfunktioner.

För att ge *kemiskt gynnsamma förhållanden* bör grundvattnet i berget bland annat:

- inte innehålla syrgas, det vill säga reducerande förhållanden ska råda.
- inte ha en alltför hög salthalt för att inte skada bufferten; marginalen är dock stor mellan de salthalter som kan skada bufferten till de som påträffas på förvarsdjup i svenska grundvatten.
- ha ett tillräckligt innehåll av positiva joner, i första hand kalciumjoner, för att förhindra att bufferten löses upp; gränsen går här vid en koncentration av 2 millimol Ca^{2+} per liter; om enbart natriumjoner svarar för innehållet av positiva joner krävs 4 millimol Na^{+}.
- ha låga halter av ämnen som kan skada kapsel och buffert, såsom kalium, sulfid och järn.
- ha ett pH-värde som understiger 11 för att inte bufferten ska ta skada.

För att ge *gynnsamma transport- och hydrologiska förhållanden* bör bland annat:

- bergssprickornas förmåga att leda vatten vara begränsad
- skillnader i grundvattentryck mellan olika delar av förvarsberget vara begränsade (det är dessa skillnader som utgör den drivande kraften för grundvattenrörelserna).

- koncentrationen av kolloider i vattnet vara låg, (kolloider är små partiklar som via upptag av radionuklider kan påskynda transporten av radionuklider genom att dessa partiklar inte fastnar på bergets ytor).

För att ge *stabila mekaniska förhållanden* bör bland annat:

- rörelser i sprickor som korsar deponeringshålet aldrig bli större än 5 centimeter, samt
- grundvattnets tryck vara begränsat.

För att ge *termiskt gynnsamma förhållanden* bör temperaturen i berget överstiga buffertens fryspunkt, vilken är −4 C°.

10.2 Säkerhetsanalysen SR-Site

Rapporteringen om säkerhet efter förslutning utgör en hörnsten i SKB:s ansökan om ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Säkerhetsanalysen som ligger till grund för ansökan kallas SR-Site och i det följande sammanfattas några väsentliga punkter från SR-Site, med tonvikt på barriärernas långsiktiga funktion i förvaret.

10.2.1 Analysens metodik

Enligt SSM:s föreskrifter ska slutförvarets säkerhet utvärderas för en tidsperiod av en miljon år efter förslutning. Föreskrifterna ställer också en rad krav på innehållet i en säkerhetsanalys och på en systematisk hantering av osäkra faktorer i underlaget till analysen.

SSM har också formulerat ett riskkriterium som säger att ”… *ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst* 10^{-6} *för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.*” Detta innebär något förenklat att de tänkta individer som drabbas mest av ett eventuellt framtida utsläpp från förvaret får utsättas för stråldoser som svarar mot cirka en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige.

En säkerhetsanalys är en omfattande och i många avseenden komplex studie av hur ett förvar utvecklas efter att det förslutits. Förvarssystemet definieras brett som det deponerade använda kärnbränslet, de tillverkade barriärerna, förvarsberget och biosfären i anslutning till slutförvaret. Systemets framtida tillstånd kommer att bero på

- systemets tillstånd initialt, då det just byggts,
- ett antal termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer som verkar internt i förvarssystemet över tiden samt
- yttre påverkan på systemet.

Interna processer är till exempel sönderfallet av radioaktiva ämnen i bränslet, vilket ger en uppvärmning av bränslet, de tillverkade barriärerna och berggrunden. Grundvattenrörelser och kemiska processer som påverkar tillverkade barriärer och grundvattnets sammansättning är andra exempel. Extern påverkan innefattar framtida klimat och klimatrelaterade processer, till exempel nedisningar och landhöjning. Även framtida mänskliga handlingar kan påverka förvaret.

Initialtillståndet, de inre processerna och den yttre påverkan, samt de sätt på vilka dessa faktorer tillsammans bestämmer förvarets utveckling, kan aldrig till fullo beskrivas eller förstås. Det finns därför osäkerheter av olika slag förknippade med alla aspekter av förvarets utveckling och därmed med säkerhetsbedömningen. Ett centralt område i varje säkerhetsanalysmetodik är därför att hantera

alla relevanta typer av osäkerheter. Ofta antar man i säkerhetsanalysen ett ”värsta fall” då osäkerhet råder om förhållandena.

Den primära säkerhetsfunktionen hos KBS-3-systemet är att fullständigt innesluta det använda kärnbränslet i koppar-/järnkapslar under hela analysperioden. Skulle en kapsel skadas är den sekundära säkerhetsfunktionen att fördröja och sprida eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen från kapseln så att dessa inte orsakar oacceptabla konsekvenser. De båda frågorna inneslutning och fördröjning står därför i fokus för analysen.

Metodiken för säkerhetsanalysen SR-Site har utvecklats under många år, och bygger på metodik som använts i SKB:s tidigare säkerhetsanalyser. Metodiken har flera gånger granskats av SSM och de två expertmyndigheter som tidigare hade den roll som SSM har idag. Synpunkter från var och en av dessa granskningar har använts för att förbättra metodiken för den nästkommande säkerhetsanalysen. Metodiken har också utvecklats i internationellt samarbete, framför allt inom OECD:s kärnenergibyrå Nuclear Energy Agency (NEA).

Metodiken för säkerhetsanalysen SR-Site består av elva moment som beskrivs utförligt i huvudrapporten för analysen.

10.2.2 Scenarier

I analysen utvärderas barriärernas funktion i studiet av ett antal scenarier. Dessa är uppbyggda för att kritiskt utvärdera om barriärernas säkerhetsfunktioner kan hotas av de förhållanden som de kan utsättas för på lång sikt i förvaret.

Som exempel är en av kapselns grundläggande säkerhetsfunktioner att motstå isostatiska, det vill säga jämnt fördelade, tryck. I ett isostatlastscenario utvärderas därför alla de faktorer som ger isostatiska laster på kapseln. Fokus ligger på att identifiera de största belastningar som med någon rimlig grund kan tänkas förekomma i förvaret i ett miljonårsperspektiv. På samma sätt utvärderas korrosionsangrepp i ett korrosionsscenario och skjuvlaster, det vill säga den typ av mekanisk påfrestning som kan förekomma vid jordskalv, i ett jordskalvsscenario.

I det följande sammanfattas resultaten av de viktigaste scenarioanalyserna i SR-Site.

Buffertscenarier

Syftet med scenarierna där lerbuffertens säkerhetsfunktioner analyseras kan sägas vara att besvara följande tre frågor:

- Kan bufferten frysa?
- Kan buffertleran omvandlas till ett material med ogynnsamma egenskaper?
- Kan bufferten förloras?

I tre buffertscenarier analyseras dessa problem. Slutsatserna i SR-Site var i korthet följande.

Frysning av bufferten

Bufferten skulle kunna frysa om temperaturen på förvarsdjup skulle understiga buffertens frystemperatur som är cirka −4 °C. I scenariot där frysning av bufferten utreds drogs slutsatsen att detta inte kommer att ske, inte ens för extrema antagande kring framtida klimat.

Omvandling av bufferten

Buffertleran kan omvandlas om temperaturen är för hög och/eller om de kemiska förhållandena är ogynnsamma; här kan särskilt ett högt pH-värde leda till omvandling. Analysen av de temperaturer

och kemiska förhållanden som i mest ogynnsamma fall kan tänkas förekomma i förvaret ledde till slutsatsen att omvandling i en sådan omfattning att buffertens funktion skulle påverkas menligt kan uteslutas.

Förlust av bufferten

Många av buffertens säkerhetsfunktioner bygger på att tillräckligt mycket buffert finns på plats, vilket också kan uttryckas så att bufferten behöver ha en tillräckligt hög densitet. Bufferten skulle kunna förloras från deponeringshålet om den utsätts för grundvatten med alltför låg salthalt. Detta kan leda till att leran ”löses upp” och förs bort med grundvattnet; fenomenet är en form av erosion. Dagens grundvatten vid Forsmark har en tillräckligt hög salthalt för att motverka erosion. Grundvatten med låg salthalt kan dock tänkas förekomma under istider och efter långa perioder av tempererat klimat liknande dagens. Analyserna i detta scenario ledde till slutsatsen att det inte kan uteslutas att buffert kan förloras i någon procent av deponeringshålen på lång sikt, i en sådan omfattning att buffertens skyddande funktion blir nedsatt. Det handlar om tidsperioder av tiotusentals till hundratusentals år och då i de deponeringshål där grundvattenflödena är som högst.

Eftersom det inte kunde uteslutas att scenariot med förlust av bufferten kommer att inträffa fördes detta resultat vidare till analysen av kapselscenarier.

Kapselscenarier

Syftet med scenarierna där kapselns säkerhetsfunktioner analyseras kan sägas vara att besvara följande tre frågor:

- Kan kapseln skadas av trycket från den svällande bentonitleran och av grundvattentrycket på förvarsdjup?
- Kan kapseln skadas av jordskalv?
- Kan kapseln skadas av korrosion?

I tre kapselscenarier analyseras dessa problem. Slutsatserna i SR-Site var i korthet följande.

Isostatlastscenariot

I analysen av isostatlastscenariot studeras vilka isostatiska, det vill säga jämnt fördelade, tryck kapseln maximalt kan komma att utsättas för. Här ingår tryck från grundvattnet, från den omgivande lerbufferten och från överliggande inlandsisar under de perioder av glaciala förhållanden som förväntas i riktigt långa tidsperspektiv. Slutsatsen i scenarioanalysen var att kapseln kommer att motstå de tryck den kan komma att utsättas för i slutförvaret, också med pessimistiska antaganden om hur stora dessa maximalt kan bli.

Jordskalvsscenariot

I analysen av jordskalvsscenariot studeras vilka mekaniska påfrestningar kapseln kan komma att utsättas för i samband med ett större jordskalv i förvarets närhet. Stora jordskalv är ju mycket ovanliga i Sverige idag, men kan tänkas förekomma i samband med framtida glaciationer som ger en ökad mekanisk belastning på berggrunden, särskilt då en inlandsis drar sig tillbaka. I sammanhanget är det också värt att notera att ett jordskalv som ger våldsamma konsekvenser på jordytan är förknippat med betydligt mindre dramatiska effekter nere i berggrunden.

Stora skalv kan bara inträffa i stora sprickzoner och därför placeras inga kapslar närmare än 100 meter från sådana zoner. Ett skalv kan också generera rörelser i mindre bergssprickor en bit bort från den större zon där skalvet utlöstes. Det kan inte uteslutas att sådana sekundära rörelser i mindre sprickor som genomkorsar ett deponeringshål kan skada en kapsel. Därför undviks deponeringspositioner som genomkorsas av sprickor som bedöms vara tillräckligt stora för att rörelserna i dem skulle kunna skada

en kapsel. En sådan bedömning är dock behäftad med osäkerheter och det kan därför inte helt uteslutas att någon kapsel skulle kunna skadas till följd av ett jordskalv. Även med pessimistiska antaganden om flera av de ingående faktorerna blev slutsatsen att sannolikheten är liten att ens någon av de 6 000 kapslarna skulle skadas också i ett miljonårsperspektiv. Den begränsade omfattning av kapselskador som beräknades i jordskalvsscenariot användes som indata till beräkningar av doskonsekvenser i ett senare steg av analysen.

Korrosionsscenariot

En rad korrosionsfenomen analyserades i korrosionsscenariot. Resultatet visade att samtliga kapslar håller för den sammanlagda effekten av alla dessa fenomen förutsatt att lerbufferten är intakt. Om lerbufferten är degraderad av erosion i den omfattning som beskrivs i buffertscenarierna kan det inte uteslutas att någon enstaka av de mest utsatta kapslarna skadas i ett miljonårsperspektiv. Korrosionen orsakas här av sulfid i grundvattnet. Den omfattning av kapselskador som beräknades i korrosionsscenariot användes som indata till beräkningar av doskonsekvenser i ett senare steg av analysen.

En forskargrupp hade någon tid innan SR-Site analysen färdigställdes tolkat sina experimentella resultat så att rent vatten skulle korrodera koppar i en långt större omfattning än vad etablerad vetenskap förutsäger. Därför analyserades också ett hypotetiskt fall med denna tolkning som utgångspunkt. Resultatet av den analysen gav en försumbar effekt i jämförelse med den begränsade korrosion orsakad av sulfid som alltid förekommer i berggrunden i Forsmark.

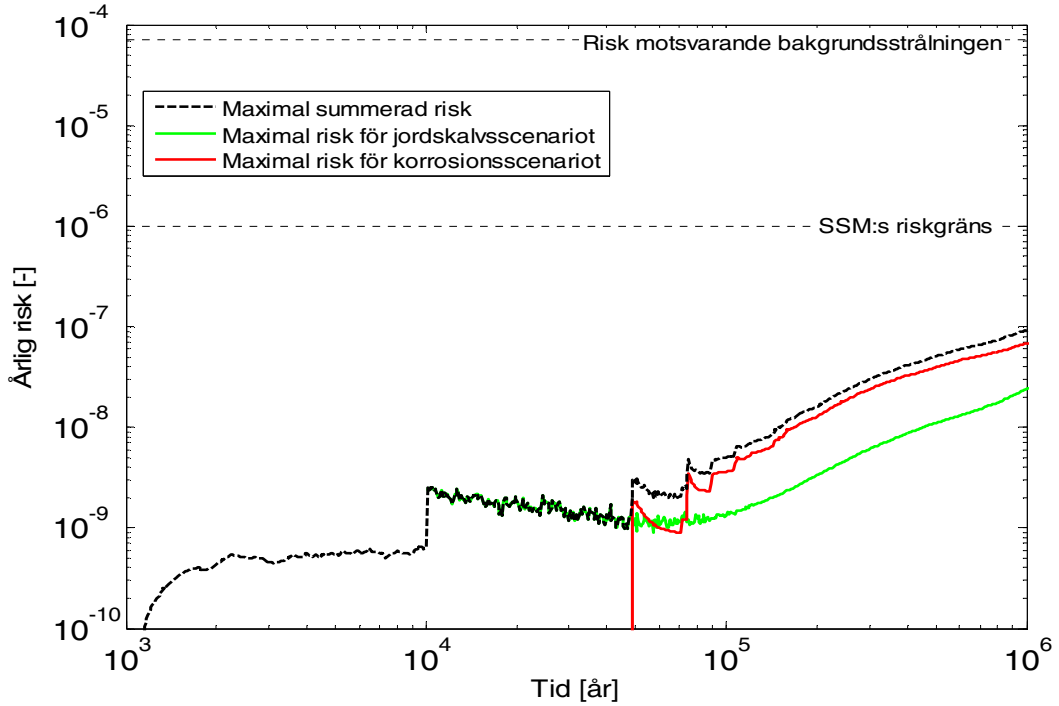
Kombinationer av scenarier

I tillägg till de kombinationer av skadliga fenomen för förvarets barriärer som omfattas av scenarierna ovan, till exempel den kombinerade effekten av lererosion och efterföljande korrosion, gjordes en systematisk genomgång av tänkbara kombinationer av alla de scenarier och fenomen som vart och ett analyserades i SR-Site, för att klargöra om någon kombination skulle kunna ge större effekter än de enskilda scenarierna/fenomenen. Denna genomgång resulterade i att kombinationen av ett jordskalv som senare åtföljs av bufferterosion skulle kunna vara ett allvarligare fall än de enskilda scenarierna var för sig. Därför inkluderades ett sådant fall i beräkningarna av doskonsekvenser av jordskalvsscenariot.

Doskonsekvenser

För de scenarier där kapselskador inte kan uteslutas genomförs beräkningar av stråldoser till individer som i framtiden tänks leva i förvarets närhet. För sådana beräkningar behövs, förutom information om barriärerna i respektive scenario, också bland annat data om det använda bränslet och om biosfären ovanför förvaret. Det använda bränslet är i sig ett mycket beständigt material i den miljö ett slutförvar erbjuder, och detta bidrar till att begränsa frigörelsen av de radionuklider som ligger inbäddade i bränslet ifall en kapsel skulle skadas. För biosfären utvärderar man bland annat ett fall där det grundvatten som kontaminerats med utsläpp av radionuklider från förvaret når en tänkt självförsörjande gård i förvarets närhet. Utsläppet från förvaret antas ansamlas i marken som används för odling och vatten från en brunn som kontaminerats av utsläppet antas användas både till bevattning av grödor och till dricksvatten.

Figur 10-4 visar resultatet av beräkningen av doskonsekvenser för scenarier där kapselskador inte kunde uteslutas. Resultatet uttrycks i form av en årlig risk som individer i förvarets närhet löper att drabbas av cancer till följd av exponeringen. Den av SSM stipulerade riskgränsen visas också i figuren, liksom den risk som motsvarar den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige. Den senare är cirka 100 gånger högre än SSM:s riskgräns. Figuren visar att den maximalt beräknade summan av riskerna från korrosions- och jordskalvscenarierna för ett KBS-3-förvar i Forsmark ligger under SSM:s riskgräns under hela perioden som analyserats.



Figur 10-4. *Beräknade risker för jordskalvs- och korrosionsscenarierna för ett kärnbränsleförvar i Forsmark.*

Hypotetiska barriärförluster

För att ytterligare illustrera barriärernas funktion i ett slutförvar kan man i säkerhetsanalysen göra hypotetiska antaganden om barriärförluster. Sådana fall analyserades också i säkerhetsanalysen SR-Site.

Vad händer om bufferten i alla deponeringshål förlorat sin funktion initialt?

Den beräknade dosen i ett hypotetiskt fall där bufferten i samtliga 6 000 deponeringshål saknar sin funktion att skydda kapseln mot korrosionsangrepp redan vid deponeringen visas i figur 10-5, den gröna linjen. Bufferten hindrar ju då inte heller uttransporten av radionuklider från de kapslar som får genomgående skador i kopparhöljet. Doserna är måttliga, vilket beror på att kapslarnas kopparhöljen i sig utgör en kraftig korrosionsbarriär.

Vad händer om alla kapslar är skadade initialt?

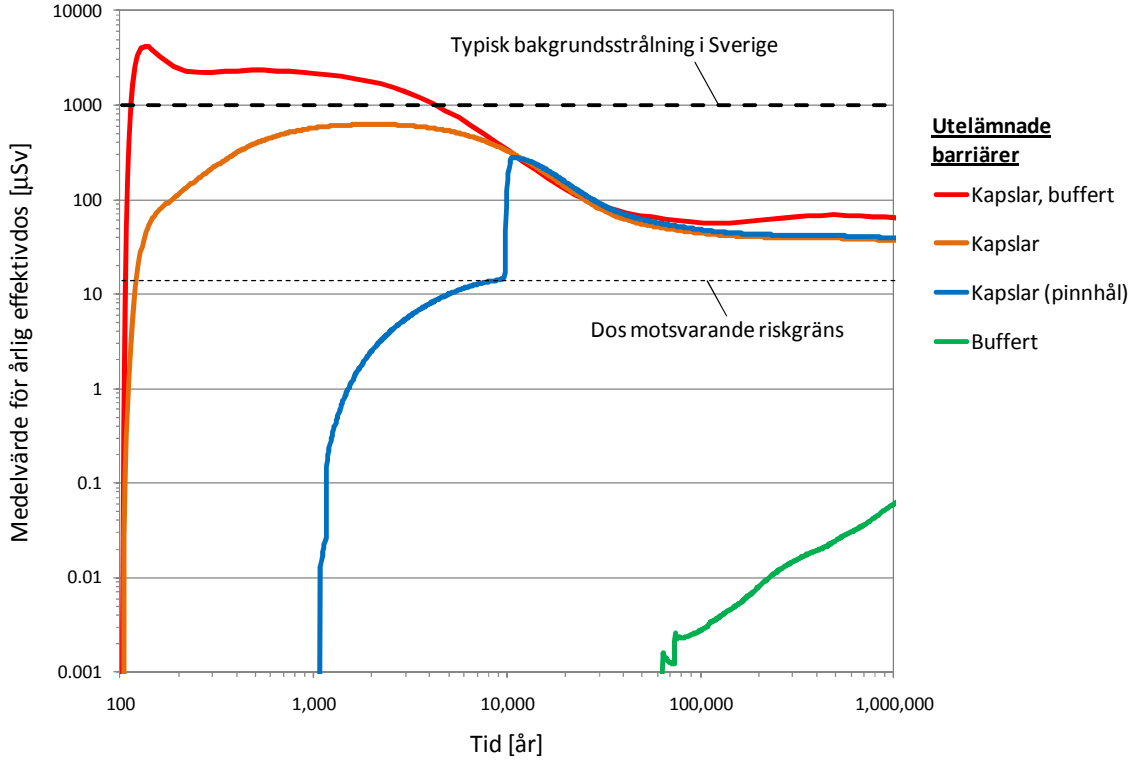
Den beräknade dosen i ett hypotetiskt fall där alla kapslar är skadade initialt, men där bufferten är på plats och fungerar som avsett visas av den blå och den orange linjen i figur 10-5. Den blå linjen visar ett fall där alla kapslar har en initial genomgående skada i form av ett litet cylindriskt hål med diametern 1 millimeter. Analysen av det fallet visar att det bör ta omkring 1000 år innan radionuklider tränger ut ur kapseln. Efter ytterligare cirka 10 000 år har det lilla hålet vidgats och utsläppen av radionuklider ökar. Vid detta tillfälle beräknas de maximala doserna till att vara omkring 30 gånger högre än de doser som svarar mot SSM:s riskkriterium, men de är fortfarande under dosen från den naturliga bakgrundsstrålningen. Med tiden avtar doserna för att på lång sikt bli omkring tre gånger större än de som svarar mot SSM:s riskkriterium.

Den orange linjen visar beräknad dos för ett fall där alla kapslar har ett stort genomgående hål initialt. Här överskrids förstås också dosen som svarar mot SSM:s riskkriterium, men beräknas ändå till att ligga under den från den naturliga bakgrundsstrålningen.

Vad händer om både all buffert och alla kapslar är skadade initialt?

Den beräknade dosen i ett än mer hypotetiskt fall där samtliga kapslar och all buffert förlorat sina funktioner initialt visas av den röda linjen i figur 10-5. Kapslarna antas ha en stor genomgående skada

redan vid deponeringen. Här överskrids dosen från den naturliga bakgrundsstrålningen med cirka en faktor tre efter något hundratal år. Med tiden avtar dosen för att på lång sikt bli omkring tre gånger större än den som svarar mot SSM:s riskkriterium.



Figur 10-5. *Beräknade doskonsekvenser för hypotetiska fall av barriärförluster i samtliga deponeringshål.*

Slutsatser från analyser av hypotetiska barriärförluster

Resultaten i figur 10-5 kan sammanfattas i två slutsatser: De tillverkade barriärerna kapsel och buffert är nödvändiga för att åstadkomma ett kärnbränsleförvar som uppfyller samhällets krav på säkerhet efter förslutning. Dock är det också tydligt att även mycket långtgående hypotetiska antaganden om initialt förlorade funktioner hos barriärerna ger doser som bara för de värsta fallen och under en begränsad tid något överskrider dem från den naturliga bakgrundsstrålningen.

10.2.3 Slutsats i säkerhetsanalysen SR-Site

Den huvudsakliga slutsatsen i säkerhetsanalysen SR-Site är att ett KBS-3-förvar som uppförs på den tilltänkta platsen i Forsmark uppfyller kraven på säkerhet efter förslutning. Resultaten i figur 10-4 visar att den beräknade risken ligger under SSM:s riskkriterium hela den en miljon år långa analysperioden. I riskberäkningen har pessimistiska antaganden gjorts för flera faktorer om framtida förhållanden som är svårbedömda.

Slutsatsen kan dras eftersom de gynnsamma egenskaperna hos förvarsplatsen i Forsmark säkerställer att KBS-3-förvarets barriärer är långsiktigt hållbara. Framför allt visar analyserna att kopparkapslarna med dess järninsatser är tillräckligt motståndskraftiga mot de mekaniska och kemiska påfrestningar som de kan komma att utsättas för i förvarsmiljön.

Slutsatsen baseras på följande omständigheter.

- KBS-3-förvarets säkerhetsfilosofi som bygger på *i*) en geologisk miljö där de egenskaper som är viktiga för säkerheten efter förslutning – det vill säga mekanisk stabilitet, låga flödeshastigheter hos grundvattnet på förvarsdjup och avsaknad av höga halter av skadliga ämnen i grundvattnet – är stabila i ett långt tidsperspektiv och *ii*) valet av naturligt förekommande och i förvarsmiljön tillräckligt beständiga material (koppar och bentonitlera) för de tekniska barriärerna, vilket säkerställer den livslängd hos barriärerna som krävs för att uppnå långsiktig säkerhet.
- Kunskapen om fenomen som påverkar säkerheten efter förslutning. Dessa har inhämtats genom decenniers forskningsinsatser på SKB och genom internationella samarbeten, vilket har lett fram till en välutvecklad kunskapsbas för säkerhetsanalysen.
- Kunskapen om platsens egenskaper. Denna har nåtts genom åtskilliga års undersökningar från ytan av förhållanden på djupet och genom vetenskapliga tolkningar av data från undersökningarna.
- Ett kvalitetssäkrat initialtillstånd som utgångspunkt för säkerhetsanalysen, erhållet genom detaljerade specifikationer för de tekniska delarna av förvaret och genom demonstration av hur komponenter kan tillverkas och kvalitetssäkras så att de uppfyller specifikationerna.

10.3 Kompletterande information kring barriärerna, begärd av SSM inom ramen för KTL-prövningen av SKB:s ansökan

SSM har inom ramen för prövningen av SKB:s ansökan om ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark enligt Kärntekniklagen, begärt kompletterande information på en rad punkter. Vissa av dessa gäller säkerheten efter förslutning hos förvarets tillverkade barriärer kapsel och buffert samt hos den naturliga barriär som berggrunden vid Forsmark utgör. Kompletteringsbegärandena är högt specialiserade till sin natur. I det följande ges en sammanfattning av de viktigaste kompletteringsbegärandena och SKB:s svar på dessa för kapsel, buffert och berg.

10.3.1 Kapseln

För kapseln har SSM begärt kompletteringar kring tillverkningsaspekter, kring kapselns mekaniska integritet och kring korrosion.

Tillverkningsaspekter

SSM har begärt kompletteringar kring tillverkningen av kapseln. Frågorna rör till exempel materialval, krav på renhet och risk för defekter vid tillverkning. SSM efterfrågar också mer information kring svetsmetoden för förslutning av kapslarna såsom kemisk påverkan på materialet vid svetsning, risk för defektbildning vid svetsningen etc. SKB redovisade åtskilligt i dessa frågor i ansökan och har nu som svar på SSM:s begäranden lämnat ytterligare redovisning.

SKB har också som svar på begäran om komplettering redovisat, så långt det idag är möjligt, hur kvalitetsstyrning och kontroll av kapseln ska genomföras då den är i industriell produktion. SKB:s arbete med att utveckla dessa aspekter av kapseltillverkningen fortsätter.

SKB:s slutsats i ansökan, att det kommer att vara möjligt att tillverka kapslar som uppfyller ställda tillverkningskrav, är oförändrad.

Mekanisk integritet

SSM har efterfrågat kompletteringar om kapselns mekaniska integritet. Samtliga frågor rör aspekter av segjärnsinsatsens och kopparhöljets tålighet mot de belastningar som kan förekomma i ett slutförvar. Det gäller i första hand bergrörelser som kan uppkomma vid jordskalv samt de förhöjda tryck som kan förekomma då förvaret täcks av en inlandsis.

Argumentationen kring dessa frågor baseras på att materialegenskaper mäts hos provtillverkade kapslar. Dessa data används i datorberäkningar av hur kapseln reagerar på de mekaniska belastningar

som den kan komma att utsättas för i slutförvaret. Liknande angreppssätt används till exempel för att säkerställa att olika komponenter i ett kärnkraftverk är dimensionerade för att med marginal motstå de laster de kan komma att utsättas för. Vissa aspekter av kapselns förmåga att motstå mekaniska belastningar har också testats direkt på provtillverkade kapslar.

I säkerhetsanalysen SR-Site genomfördes omfattande beräkningar av kapselns tålighet mot mekaniska belastningar baserat på då befintliga data från provtillverkade kapslar. De kompletterande frågor SSM ställt gäller i första hand detaljer i hur dessa beräkningar genomförts. Det finns också frågor om det sätt på vilket materialdata använts i beräkningarna och kring förståelsen för hur koppar reagerar långsiktigt på mekaniska laster. SKB har med anledning av SSM:s frågor genomfört utökade beräkningar, utökade analyser av tillgängliga materialdata och ytterligare studier av hur koppar reagerar långsiktigt på mekaniska laster och redovisat resultaten till SSM.

SKB drog i säkerhetsanalysen SR-Site slutsatsen att kapslarna motstår de laster de kan komma att utsättas för i slutförvaret i en sådan utsträckning att förvaret med marginal uppfyller SSM:s riskkriterium för framtida individer i förvarets närhet. Denna slutsats kvarstår efter de kompletterande studierna om kapselns mekaniska integritet som gjorts med anledning av kompletteringsbegärandena från SSM.

Korrosion

För korrosion har SSM begärt kompletteringar dels om koppars korrosion i syrgasfritt vatten, dels om andra korrosionsfenomen. Samtliga dessa aspekter på korrosion behandlades i säkerhetsanalysen SR-Site, och det SSM efterfrågat är mer detaljerad information om tekniska och vetenskapliga frågor kring korrosionsfenomenen.

Den mest uppmärksammade frågan gäller huruvida koppar kan korrodera i rent, syrgasfritt vatten. Medan etablerad vetenskap säger att detta sker i så ringa omfattning att det inte skulle kunna observeras med tillgängliga metoder i ett laboratorieexperiment, har en forskargrupp vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm tolkat sina experiment så att korrosion skulle kunna förekomma i betydligt större omfattning än vad den etablerade vetenskapen säger. Mer specifikt har KTH-gruppen observerat vätgas i sina experiment och tolkat detta som ett tecken på korrosion. SSM har begärt att SKB kompletterar ansökan med fördjupade analyser om fenomenet.

SKB bedriver flera studier för att undersöka vad som sker i ett system med koppar i rent syrgasfritt vatten. Syftet är dels att renodla försöksbetingelserna så att tillförlitliga slutsatser kan dras om vad som sker i ett sådant system, dels att klargöra orsaken till de observationer som gjorts av KTH-gruppen och andra.

SKB har lämnat flera lägesrapporter till SSM i ämnet, som kompletterande information inom ramen för prövningen av SKB:s ansökan enligt KTL. I den senaste rapporten, lämnad i december 2013, gör SKB den sammantagna bedömningen att det vetenskapliga underlaget för att koppar skulle korrodera på det sätt som KTH-gruppen hävdar försvagats ytterligare. Framför allt baseras SKB:s ståndpunkt på försök där koppar av renaste kvalitet använts i en försöksmiljö där långtgående åtgärder vidtagits för att eliminera störande element. I sådana försök påvisas ingen vätgas och SKB drar därför slutsatsen att koppar fungerar på så sätt som etablerad vetenskap förutsäger i en miljö med rent, syrgasfritt vatten. Ytterligare, pågående studier styrker denna slutsats och kommer att rapporteras sommaren 2014.

För övriga korrosionsfenomen har SSM efterfrågat kompletteringar på tio punkter. Framträdande frågor rör korrosion under den första tiden efter förslutning då förvaret ännu inte mättats med vatten, korrosion orsakad av läckströmmar från en befintlig eller framtida markkabel för överföring av el i närheten av förvaret samt så kallad spänningskorrosion. SKB har genomfört en rad fördjupade utredningar med anledning av SSM:s begäran och redovisat resultaten till SSM.

SKB drog i säkerhetsanalysen SR-Site slutsatsen att kapslarna motstår de korrosionsangrepp de kan komma att utsättas för i slutförvaret i en sådan utsträckning att förvaret med marginal uppfyller SSM:s riskkriterium för framtida individer i förvarets närhet. Denna slutsats kvarstår efter de kompletterande studierna om korrosion av kapseln som gjorts med anledning av kompletteringsbegärandena från SSM.

10.3.2 Bufferten

SSM har begärt kompletteringar kring lerbuffertens egenskaper och funktion i slutförvaret. Frågorna rör till exempel interaktion mellan förväntade kopparkorrosionsprodukter och bentonit, omfattningen av bufferterosion och egenskaperna hos en buffert som utsätts för erosion. SKB har i svaren förtydligat att interaktionen mellan kopparkorrosionsprodukter och bentonit förväntas vara försumbar och utvecklat argumenten för att de aspekter av bufferterosion som tas upp av SSM är pessimistiskt hanterade i underlaget till ansökan.

SSM ställer också frågor om hur lerbuffert och tunnelåterfyllning förväntas att vattenmättas i slutförvaret. SKB har här genomfört kompletterande analyser som omfattar både modellberäkningar och redovisning av experimentella data. SSM har begärt ytterligare redovisning av de skillnader i tider för att nå vattenmättnad som förväntas mellan olika delar av ett verkligt förvar i Forsmark och den säkerhetsrelaterade betydelsen av detta. SKB har genomfört och redovisat ytterligare beräkningar som mer i detalj kvantifierar den relativt stora spridningen i tider i Forsmark som redovisades i ansökan. I kompletteringssvaret visas också mer utförligt att en lång tid för vattenmättnad inte har betydelse för säkerheten efter förslutning. SKB har också valt att inte vattenmätta bufferten artificiellt och detta motiveras mer utförligt i ett av kompletteringssvaren.

SKB drog i säkerhetsanalysen SR-Site slutsatsen att bufferten upprätthåller dess säkerhetsfunktioner i slutförvaret i en sådan utsträckning att förvaret med marginal uppfyller SSM:s riskkriterium för framtida individer i förvarets närhet. Denna slutsats kvarstår efter de kompletterande studierna kring bufferten som gjorts med anledning av kompletteringsbegärandena från SSM.

10.4 Berget

SSM har begärt kompletterande information kring beräkningar av grundvattenflöde. Frågorna rör till exempel hur beräkningsmodellerna kalibrerats mot de hydrologiska data som uppmätts vid platsundersökningarna och vilka ekvationer och antaganden som använts vid olika detaljaspekter av modelleringen. SKB har redovisat svar på de ställda frågorna. SSM har också begärt en kompletterande analys av hur grundvattenflödet på förvarsdjup påverkas av belastningen från en överliggande inlandsis. SKB har visat att denna påverkan är ytterst begränsad.

SSM har också efterfrågat en fördjupad analys av huruvida värmen från kapslarna kan påverka förvaret mekaniskt på så sätt att mindre, lokala bergrörelser skulle kunna uppkomma. SKB har i svaret ytterligare underbyggt att detta bedöms vara en försumbar effekt.

SSM har begärt kompletterande information om aspekter av beräkningen av långsiktig utveckling av grundvattenkemi på förvarsdjup och begärt att inverkan av olika antaganden och förenklingar i beräkningarna utreds ytterligare. SKB har i sitt svar visat att de variationer i resultat dessa antaganden och förenklingar kan ge upphov till ligger inom ramen för de resultat som redovisades i ansökan. SSM har också efterfrågat en beräkning av utvecklingen hos grundvattenkemin för ett fall med extremt långa tider av tempererat klimat. SKB har redovisat en sådan beräkning och den visar att förändringarna är små i jämförelse med de längsta tiderna av tempererat klimat som redovisades i ansökan.

10.5 Slutsatser

SKB har genom flera decenniers forskning, utveckling och teknisk demonstration utvecklat KBS-3-metoden för slutförvaring av använt kärnbränsle. De båda tillverkade barriärerna kapsel och buffert är tillsammans med den naturliga barriär som berggrunden utgör de centrala säkerhetsbärande komponenterna i ett KBS-3-förvar.

I SKB:s ansökan om ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark ingår en omfattande analys av förvarets säkerhet efter förslutning. En övergripande slutsats av analysen är att barriärerna hos ett KBS-3-förvar i Forsmark uppfyller alla krav som ställs med avseende på säkerhet efter förslutning och att därmed ett säkert KBS-3-förvar kan uppföras i Forsmark.

Inom prövningen av SKB:s ansökan enligt Kärntekniklagen har SSM begärt kompletterande information bland annat kring barriärernas säkerhet efter förslutning. Med anledning av detta har SKB genomfört en rad kompletterande studier. Slutsatsen att ett säkert KBS-3-förvar kan uppföras i Forsmark kvarstår efter dessa studier.

11 Frågor som rör sådant som inte ingår i sökt verksamhet

I remissyttrandena finns frågor som rör verksamheter som inte ingår i vad SKB ansökt om att få genomföra eller som tar upp förutsättningar, förhållanden och aspekter på kärnavfallsfrågan som faller utanför ramen för vad ansökan gäller.

11.1 Framtida energisystem, ny kärnkraft

MKG och Kärnavfallsrådet tar upp frågor om inverkan på ansökan av utvecklingen i framtiden av energiförsörjningen i Sverige och Europa och i synnerhet innebörden av att nya kärnkraftverk skulle uppföras i Sverige.

Använt bränsle från eventuell ny kärnkraft i Sverige kan enligt SKB inte på ett meningsfullt sätt föras in i ansökansunderlaget och bli föremål för prövning. Osäkerheterna om, i så fall när och med vilken teknik ny kärnkraft uppförs är alltför stora. Dessutom är det uppskattningsvis först, som tidigast, kring år 2060 som bränsle från nya kärnkraftverk skulle bli aktuellt för inkapsling och slutförvaring. Därför menar SKB att ny kärnkraft, om den kommer, måste i så fall åtföljas av ett för den specifikt anpassat kärnbränsleprogram med en egen process för utveckling, granskning och tillståndsprövning.

Erfarenheterna från ett genomförande av det som nu aktuell ansökan avser kommer säkert att vara till stor nytta vid upprättande av ett sådant program, men de nu planerade anläggningarna kan inte meningsfullt närmare anpassas eller dimensioneras för annat än de nu aktuella mängderna och typerna av bränsle. Vad gäller innebörden av ett eventuellt införande av ny kärnkraft i form av så kallade snabba reaktorer, se denna bilaga, avsnitt 11.2.2, Återvinning i nya reaktorer.

11.2 Återvinning av uran och plutonium i det använda kärnbränslet

En aspekt som tas upp av Oskarshamns kommun, länsstyrelsen i Uppsala län, Kärnavfallsrådet och SERO är miljöbalkens krav på att återanvändning, återvinning och annan hushållning med material, energi och andra resurser ska främjas. Synpunkterna kopplar framför allt till möjligheterna för och innebörden av upparbetning och återcykling av plutonium och uran i så kallat MOX-bränsle för utnyttjande i befintliga reaktorer eller på längre sikt eventuellt i nya så kallade snabba reaktorer. En annan fråga som tas upp är möjligheten att genom transmutation reducera mängden långlivade radionuklider, framför allt aktinider, som måste slutförvaras.

Använt kärnbränsle innehåller cirka 95 procent uran och cirka en procent plutonium. Genom upparbetning av det använda bränslet kan uran och plutonium separeras och återanvändas i dagens lättvattenreaktorer. Plutoniet återanvänds i så kallat MOX-bränsle (MOX = Mixed oxide, det vill säga uran- och plutoniumoxid, där Pu -239 och U-235 ger det fissila innehållet) och uran återanvänds i speciella bränsleelement med upparbetat uran. Härigenom kan en del av det teoretiska energiinnehållet i använt bränsle tas tillvara. Detta skulle reducera behovet av natururan med cirka 20 procent. För att få en avsevärt bättre utnyttjning (50–100 gånger) krävs att uran och plutonium återcyklas i så kallade snabba reaktorer (generation IV, Gen IV), vilka ännu inte är kommersiellt tillgängliga.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bilaga K:11 (SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3 (SKBdoc 1440497, ver 1.0)) där SKB sammanfattar befintligt underlag om för- och nackdelar med upparbetning/återvinning i förhållande till den valda inriktningen på direktdeponering. Dessutom kompletterar SKB med bilaga K:12 – Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB P-14-20),

som bland annat innehåller en redovisning av läget för industriell tillämpning och teknikutveckling vad gäller upparbetningstekniken och återvinning i olika typer av reaktorer.

11.2.1 Återvinning genom återcykling i befintliga svenska reaktorer

Upparbetning och återcykling i lättvattenreaktorer tillämpas eller planeras i vissa länders kärnkraftsprogram. Totalt har cirka 15 procent av det genererade använda kärnbränslet i världen upparbetats. Tekniken är som mest utvecklad i Frankrike, som upparbetat cirka två tredjedelar av sitt använda bränsle i nuvarande kärnkraftsprogram. Upparbetning var även aktuellt i början av det svenska kärnkraftsprogrammet, men övergavs redan i början av 1980-talet av flera skäl. Upparbetning ger en mera komplex bränslecykel med flera anläggningar, mera omfattande transporter och ökade utsläpp och hanteringsrisker. Mängden använt kärnbränsle att slutförvara minskar, men å andra sidan tillkommer använt MOX-bränsle med högre utbränning och starkare värmeutveckling, liksom nya avfallskategorier som förglasat högaktivt avfall och långlivat medelaktivt avfall från upparbetningsanläggningen. En viktig politisk invändning mot upparbetning i den svenska diskussionen har också varit ökade risker för spridning av kärnvapenmaterial genom att plutonium separeras vid upparbetningsanläggningen och hanteras vid transporter och i anläggningar för bränsletillverkning. Enligt de flesta bedömningar är också kostnaderna för upparbetning högre än för det av SKB valda alternativet med direktdeponering av det använda kärnbränslet. Att nu gå över till upparbetning av det använda kärnbränslet skulle innebära långtgående åtaganden (inklusive mellanstatliga avtal) om upparbetning utanför Sverige, tillverkning av MOX-bränsle och tillhörande transporter. Något som, om det överhuvudtaget är möjligt att realisera, knappast kan införas förrän i slutet av driftperioden för befintliga reaktorer. SKB anser det därför inte rimligt att göra någon ytterligare redovisning av ett alternativ som innebär radikala förändringar av hela systemet för elproduktion med kärnkraft i Sverige.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bland annat bilaga K:11 (SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3 (SKBdoc 1440497, ver 1.0)). I denna redovisas översiktligt vilka förutsättningar som behöver uppfyllas för att kunna införa återcykling inom ramen för befintligt kärnkraftprogram. En uppskattning ges också av effekterna på resursbehov och slutförvaringsbehov. Slutsatserna är att det är mycket osäkert om förutsättningarna överhuvudtaget kan uppfyllas och effekten på resursbehovet skulle bli marginellt, medan slutförvaringen blir mer komplex eftersom den måste omfatta fler kategorier av högaktivt och långlivat avfall.

11.2.2 Återvinning i nya reaktorer

Sedan början av kärnkraftsepoken har man studerat hur man ska kunna utnyttja energiråvaran, uran, så effektivt som möjligt. I dagens lättvattenreaktorer används endast cirka en procent av uranets potential för energialstring, väsentligen motsvarande innehållet av klyvbara nuklider. För att få ett bättre utnyttjande krävs andra typer av reaktorer, i första hand så kallade snabba reaktorer som skapar nya klyvbara nuklider. Med snabba reaktorer kan man teoretiskt få ut 50–100 gånger mer energi ur uranet. Det kräver dock att bränslet upparbetas och återcyklas flera gånger.

Utveckling av snabba reaktorer har pågått sedan slutet av 1940-talet och så sent som under 1970-talet planerades att ett stort antal snabba reaktorer och deras tillhörande bränslecykel skulle vara i drift år 2000. Utvecklingen har dock av olika skäl gått betydligt långsammare än planerat. Den allmänna bedömningen är i dag att snabba reaktorer knappast kommer att ge ett omfattande bidrag till energiproduktionen förrän någon gång efter 2050. Kärnkraftproduktionen har i stället dominerats av lättvattenreaktorer av samma typer som de som används i Sverige. Lättvattenreaktorernas dominans beräknas fortsätta under de närmaste decennierna.

För att starta ett system som bygger på snabba reaktorer behövs plutonium eller höganrikat uran (cirka 20 procent anrikning). Det använda bränslet från lättvattenreaktorer innehåller sådant plutonium. En fråga man då kan ställa är, om man bör spara det använda bränslet så att man kan utnyttja dess potential som energiråvara i framtiden i stället för att deponera det som avfall. Svaret blir beroende dels av när materialet blir användbart, det vill säga när snabba reaktorer har introducerats i större skala, dels av efterfrågan på materialet vid denna tidpunkt, det vill säga kommer plutonium att vara en bristvara eller en överskottsvara vid denna tidpunkt och därefter. Till bilden hör också att de snabba reaktorerna, när de väl startats, kommer att generera sitt eget plutonium, de är så kallade bridreaktorer. Plutonium från andra reaktorer behövs endast för de första årens drift. Snabba reaktorer kräver vidare en väl utvecklad bränslecykel med upparbetning och bränsletillverkning. Denna utveckling bedöms också ta tid. Upparbetning av lättvattenreaktorbränsle sker i dag rutinmässigt, men upparbetning av snabbreaktorbränsle ställer högre krav. Utvecklingsarbete pågår dels av den konventionella PUREX-processen och varianter av denna, dels av så kallad torr elektrokemisk upparbetning (pyroprocessing). Mindre mängder snabbreaktorbränsle kan upparbetas i befintliga anläggningar, men en introduktion av snabba reaktorer i större skala kommer att kräva nya upparbetningsanläggningar. Även vad gäller bränsleutformning och val av kapslingsmaterial samt bränsletillverkning krävs ytterligare utveckling. Bränslet ska klara stora påfrestningar med höga utbränningar (250 GWd/kgU, mot dagens cirka 60 GWd/kgU). Det ska dessutom innehålla cirka 25 procent plutonium. För de tidigaste snabba reaktorerna kommer oxidbränsle med en blandning av uran och plutonium (så kallat MOX-bränsle) att användas. Här kan man dra nytta av erfarenheterna från tillverkning och användning av MOX-bränsle i lättvattenreaktorer. På längre sikt studeras även användning av metalliskt bränsle och bränsle med U/Pu-nitrid och U/Pu-karbid. Även om vissa tester gjorts med dessa typer av bränsle är erfarenheterna mycket begränsade.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att utvecklingsarbete på snabba reaktorer och deras bränslecykel pågår intensivt i några länder i världen. Den optimistiska bedömningen i dessa program är att snabba reaktorer kan få en betydelse för kärnkraftprogrammen och urananvändningen i dessa länder omkring år 2050. För resten av världen torde en sådan utveckling ligga åtminstone ytterligare något tiotal år bort. En förutsättning för att dessa prognoser ska slå in är att man kan visa på en god säkerhet och ekonomi för snabba reaktorer. Ekonomin är kopplad till det framtida uranpriset, men också till bygg- och driftkostnaden för reaktorsystemen och reaktorernas tillgänglighet.

Hur påverkas hanteringen av svenskt använt bränsle av denna utveckling? Vid en första anblick kan det tyckas naturligt att fortsätta lagra bränslet för att senare kunna upparbeta det och tillgodogöra sig uran och plutonium i bränslet. I realiteten innebär det att Sverige måste planera för en långsiktig användning av kärnkraften med en introduktion av snabba reaktorer en bit in på 2050-talet som kan använda uranet och plutoniet. Det kommer knappast finnas en världsmarknad för försäljning av dessa material. De länder som satsar på en utbyggnad av snabba reaktorer kommer att ha genererat tillräckligt med plutonium i sina egna reaktorer för att starta sina snabba reaktorer. För de första årens drift av en snabb reaktor krävs en plutoniummängd motsvarande vad som genererats under 50 års drift av en lättvattenreaktor. Därefter kan reaktorn drivas med självgenererat plutonium och utarmat uran från anrikningsprocessen, som finns i stora kvantiteter i dessa länder.

En introduktion av snabba reaktorer i Sverige skulle optimistiskt räknat kunna tänkas ske successivt från år 2060. Med ett fortsatt kärnkraftsystem på dagens nivå, cirka 10 GW_e, skulle vid denna tidpunkt cirka 20 000 ton använt bränsle från cirka 80 års drift av tio reaktorer på 1 000 MW_e ha genererats. Plutoniet i det skulle räcka till att starta cirka 15 snabba reaktorer på en gång. För varje ytterligare tioårsperiod bildas plutonium som räcker till att starta två nya snabba reaktorer. Ett scenario med en så snabb introduktion av snabba reaktorer i Sverige är inte realistisk då de kommer att introduceras i konkurrens med etablerade lättvattenreaktorer. Det kommer därför att finnas ett överflöd av använt bränsle som kommer att behöva slutförvaras.

I ett skede då Sverige skulle ha en omfattande andel av snabba reaktorer skulle det även bli aktuellt att bygga en upparbetningsanläggning och en anläggning för tillverkning av snabbreaktorbränsle i

Sverige. För en effektiv användning av snabba reaktorer krävs att omloppstiden utanför reaktorn begränsas till några år. Mängden transporter av material som är känsligt ur vapenspridningssynpunkt skulle därigenom också kunna hållas nere. Alternativt skulle Sverige bli beroende av upparbetning och bränsletillverkning i ett annat land, vilket förutsätter att en marknad kommer att finnas. Detta är troligt om snabba reaktorer används i stor omfattning i världen, men knappast i ett övergångsskede.

Med detta scenario skulle två parallella spår utvecklas i Sverige, lagring av en del använt bränsle för senare användning i snabba reaktorer och deponering av resterande mängd använt bränsle som avfall i ett slutförvar. Detta skulle ha fördelen att arbetet med slutförvaring av använt bränsle har påbörjats och tekniken finns tillgänglig, även för det fall att snabba reaktorer inte utvecklas i förväntad takt och allt använt bränsle därmed behöver deponeras. Hur mycket bränsle som ska sparas behöver inte bestämmas förrän ganska sent, med hänsyn till att plutoniet i tillkommande använt bränsle från tio reaktorer under en tioårsperiod räcker för att starta två nya snabba reaktorer. Det råder således stora osäkerheter, även i de mest avancerade ländernas program och ännu mera så för Sverige, om och i så fall när snabba reaktorer kommer att spela en roll för energiförsörjningen och hushållningen med uranråvaran. Vid ett eventuellt framtida beslut om en långsiktig satsning i Sverige på avancerad kärnkraft kommer det att finnas ett överskott av plutonium för att starta nya reaktorer i befintligt använt bränsle. En stor del av det använda bränslet kommer därför även fortsättningsvis att ses som ett avfall som behöver slutförvaras. Utvecklingen av snabba reaktorer är därför ingen orsak till att fördröja arbetet med slutförvaring av svenskt använt bränsle.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bland annat bilaga K:12 – Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB P-14-20). Ytterligare bakgrund finns i rapporten Utveckling av snabba reaktorer. Påverkan på det svenska systemet för hantering av använt bränsle (SKB P-13-33).

11.2.3 Reducering av avfallsmängderna genom transmutation

Transmutation innebär att långlivade radionuklider i det använda bränslet, främst americium och curium, separeras i en upparbetningsanläggning för tillverkning av nytt bränsle som återförs i reaktorer där nukliderna klyvs (”förbränns”) till mer kortlivade fissionsprodukter. Teoretiskt skulle detta kunna leda till en radikal minskning av det återstående avfallets långlivade radiotoxicitet samt dess värmeutveckling. En förutsättning för transmutation är tillgång till avancerade upparbetnings-anläggningar och snabba reaktorer. Transmutationstekniken befinner sig ännu på forsknings- och utvecklingsstadiet. Det bör också noteras att de ämnen som kan transmuteras inte ger upphov till nämnvärda doser i säkerhetsanalysen för ett slutförvar, trots att de har högst radiotoxicitet. Detta beror på att de har mycket låg löslighet och rörlighet i djupa grundvatten.

En ny generation kärnkraft byggd på de avancerade system som studeras ger delvis en annan uppsättning avfallstyper vad gäller nuklidinnehåll, termisk utveckling och radiotoxicitet, men behovet av långsiktigt säker geologisk slutförvaring kvarstår. Använt bränsle från dessa reaktorer är minst lika långlivat som bränslet från dagens reaktorer så för att, om möjligt, komma ned i mängden långlivade radionuklider och därmed kraven på förvaringstider måste allt bränsle upparbetas och de långlivade elementen återföras i nytt bränsle i led efter led. Det ställer stora krav på minimering av förlusterna av långlivade nuklider till sekundärt medelaktivt avfall i varje steg i bränslecykeln. Återcykling av plutonium i flera steg och separation av aktiniderna återstår att visa i teknisk och industriell skala. En allmän bedömning är att i synnerhet separation och efterföljande hantering av curium innebär så besvärliga strålskyddsproblem – på grund av höga nivåer av bland annat neutronstrålning – att det inte är realistiskt att genomföra i större skala. Ytterligare en aspekt är att vid en avveckling av ett sådant avancerat reaktorsystem måste det bränsle som finns i sluthärdarna antingen slutförvaras i befintligt skick eller så måste man bygga särskilda förbränningsreaktorer som på sikt till en del kan minska mängden långlivade element som blir kvar för slutförvaring. Allt detta innebär att den reduktion av

avfallsmängder och förvaringstider som det i praktiken skulle gå att uppnå, ligger långt under den teoretiskt beräknade. Vidare är införande av ett sådant system en lång och komplex process som tidigast kan ske i de mest avancerade länderna något decennium efter det att de snabba reaktorerna tagits i drift. Därefter tar det 50–100 år innan systemet i praktiken kommer i jämvikt och ytterligare samma tidsrymd vid en eventuell avveckling av ett sådant system, om man inte vill direktdeponera bränslet i reaktorernas sluthärdar. Det innebär att en satsning på transmutation av använt kärnbränsle kräver en mycket långsiktig och uthållig satsning på avancerad kärnkraft i sekelskala.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bland annat bilaga K:12 – Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB P-14-20). Denna innehåller en aktuell redovisning av utvecklingsläget för separation/transmutation.

11.3 Andra metoder för slutförvaring

Flera remissinstanser tar upp SKB:s metodval och alternativ till detta. Det gäller utgångspunkterna för SKB:s val såväl som krav på att andra metoder borde väljas, utvecklas eller utredas närmare.

SKB vill i sammanhanget framföra att en central aspekt gäller innebörden av ansvaret för att lösa slutförvarsfrågan på ett säkert sätt. Med ansvaret måste följa såväl skyldigheten att ta fram ett förslag i en ansökan och rättigheten att få just det förslaget prövat mot gällande miljö- och säkerhetskrav. Vidare är det viktigt att det är tydligt vad som krävs för att, när slutförvaringsarbetet genomförts, ansvaret kan anses vara fullt ut uppfyllt. På den punkten följer, enligt SKB, av internationella överenskommelser och standards och svenska myndighetsföreskrifter att det färdiga förslutna slutförvaret ska vara passivt säkert, det vill säga det ska inte för sin säkerhet vara beroende av aktivt underhåll, monitering eller övervakning.

Utgångspunkterna för SKB:s val av sätt för att slutförvara kärnavfallet framgår av kapitel 2 i MKB:n (Ändamålet med slutförvarssystemet) med hänvisningar till de lagar och konventioner som ligger till grund för inom vilka ramar och med uppfyllande av vilka krav valet av strategi och metod måste ske.

SKB har i kompletteringsyttrandet (komplettering I, april 2013), avsnitt 4.4, MKB:n som beslutsunderlag redovisat sin syn på MKB:ns omfattning och innehåll. SKB uppfattar att de kompletteringar som efterfrågas rörande metodval ligger vid sidan av vad en MKB ska innehålla enligt 6 kap 7 § miljöbalken. Efterfrågat underlag för SKB:s val av slutförvaringsmetod finns dock redovisat i ansökan och avsnitt 11.3.1 i denna bilaga innehåller ytterligare kommentarer rörande konceptet djupa borrhål.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bland annat bilaga K:11 (SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3 (SKBdoc 1440497, ver 1.0)). I denna ger SKB en samlad överblick av skälen för att, vid en jämförelse med andra metoder, välja den metod som ansökan avser. Dessutom kompletterar SKB med bilaga K:12, Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB P-14-20).

11.3.1 Djupa borrhål

Flera remissinstanser anser att SKB ska närmare redovisa, ytterligare utreda eller till och med utveckla alternativet djupa borrhål. SKB:s ståndpunkt är att ansökan innehåller det underlag som krävs i denna fråga.

SKB har ett ansvar kopplat till bestämmelserna i kärntekniklagen §12 att studera och följa utvecklingen av andra metoder än KBS-3-metoden – inklusive djupa borrhål, och redovisar detta arbete i Fud-programmen. SKB har vid några tillfällen dessutom jämfört andra metoder med KBS-3-metoden. Dessa jämförelser har visat att ingen av de andra metoderna – inklusive djupa borrhål, skulle vara mer lämplig än KBS-3-metoden.

Jämfört med KBS-3 är djupa borrhål ett helt annat koncept för att åstadkomma geologisk förvaring. Därmed är inte djupa borrhål någon alternativ utformning till den sökta metoden, KBS-3. SKB har valt att i föreliggande ansökan enligt miljöbalken redovisa det underlag och de överväganden som lett fram till beslutet att förorda och gå vidare med ett slutförvarssystem enligt KBS-3-metoden. Ansökansbilagan MV – Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle, ger en samlad och utförlig redovisning i ämnet. I denna konstateras bland annat att ett slutförvar enligt KBS-3-metoden kan, till skillnad mot alternativet djupa borrhål, uppföras, drivas och förslutas på ett i alla led kontrollerat och verifierbart sätt. Vidare noteras att konceptet djupa borrhål inte är tillgängligt som ett tekniskt utvecklat system.

Sedan tillståndsansökningarna lämnades in i mars 2011, har rapporter från studier av förutsättningarna för slutförvaring i djupa borrhål i olika avseenden, framförallt från USA, publicerats. De innehåller dock inget som i ett helhetsperspektiv på något avgörande sätt förändrar synen på förutsättningarna eller SKB:s bedömning. SKB har för avsikt att inom ramen för Fud-programmen även fortsättningsvis publicera kompletterande underlag kring djupa borrhål samt referenser till utredningar och rapporter av relevans som genomförts och publicerats av andra aktörer.

Anpassning till senare års teknik- och kunskapsutveckling

Synpunkter har framförts att SKB:s redovisning förefaller bygga på kunskap och teknik som var tillgänglig vid tidigare sammanställningar och att jämförelsen mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål därför behöver uppdateras mot bakgrund av senare års teknik- och kunskapsutveckling.

SKB har under lång tid engagerat sig i studier av alternativa metoder för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Denna process beskrivs i avsnitt 2.3 i Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-12) som är en referens till bilaga MV. Där beskrivs även hanteringen av metodvalsfrågan i de olika Fud-programmen. När arbetet med att ta fram rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-13) – som också är en referens till bilaga MV – initierades var den utformning av deponering i djupa borrhål som togs fram i PASS-projektet (Projekt AlternativStudier Slutförvar, SKB-TR-93-04) den enda tillgängliga utformningen som var tillräckligt genomarbetad för att kunna utgöra underlag för en metodjämförelse. SKB är medvetet om att Sandia National Laboratories (SNL), i kölvattnet av att Yucca Mountain projektet avbröts, engagerat sig i en utveckling av koncept för deponering i djupa borrhål[11].

Eftersom SNL:s utveckling då fortfarande befann sig på ett tidigt stadium, såg SKB ingen anledning att byta inriktning på den metodjämförelse som redan hade påbörjats.

SNL:s koncept bygger på deponering i smalare kapslar än SKB:s tidigare koncept. Det föreslagna deponeringsdjupet är större (3–5 kilometer) än vad SKB tidigare antagit. I SNL:s koncept antas vidare att 40 kapslar kopplas ihop till cirka 200 meter långa kapseltåg som sänks ner i borrhålet. Mellan dessa kapseltåg gjuts betongpluggar som är avsedda att bära lasten av ovanliggande kapslar. De smalare kapslarna rymmer färre bränsleelement (två BWR alternativt ett PWR-element) än de kapslar som togs

[11] Se till exempel:
Brady P V, Arnold B W, Freeze G A, Swift P N, Bauer S J, Kanney J L, Rechard R P och Stein J S, 2009. Deep Borehole Disposal of High-Level Radioactive Waste. Sandia National Laboratories, New Mexico, US.
Arnold B W, Brady P V, Bauer S J, Herrick C, Pye S och Finger J, 2011. Reference Design and Operations for Deep Borehole Disposal of High-Level Radionuclide Waste. Sandia Report, SAND2011-6749.

fram i PASS-projektet (fyra BWR alternativt ett PWR-element). Genom ihopkopplingen av kapseltågen kan 400 kapslar deponeras i en två kilometer lång deponeringszon, istället för de 300 kapslar som ryms i hål av SKB:s skisserade tidigare utformning. Sammantaget innebär detta att det krävs cirka 80 deponeringshål för att rymma det använda bränslet från det svenska kärnkrafts-programmet med SNL:s anläggningsutformning mot cirka 60 hål med utformningen från PASS-projektet.

Då det förefaller finnas en samsyn om att borrning i kristallint berg ner till 4–5 kilometer bör kunna genomföras med standarddimensionen[12] 44,5 centimeter (17,5”), medan den i PASS-studien föreslagna borrhålsdimensionen (80 centimeter) förefaller mindre realistisk, har SKB beslutat att basera sina analyser på det av SNL föreslagna konceptet. SKB vill dock framhålla att det av SNL beskrivna konceptet är just ett koncept och att mycket utvecklings- och analysarbete kvarstår innan man kan avgöra hur applicerbart konceptet skulle vara i praktiken.

SKB kompletterar bilaga MV (Metodval – Utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle) till ansökan med bland annat bilaga K:13 – Uppdatering av rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB P-14-21), som är en uppdatering av rapporten R-10-13. Uppdateringen bygger på det ovan nämnda av SNL föreslagna konceptet.

SKB kompletterar även bilaga MV med bilaga K:11 (SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3 (SKBdoc 1440497, ver 1.0)). I denna sammanfattas SKB:s bedömning av konceptet djupa borrhål, med angivande av för- och nackdelar i förhållande till den valda KBS-3-metoden.

Optimering av anläggningsutformning

SSM anger att SKB:s redovisning av deponering i djupa borrhål brister vad avser optimeringen av anläggningsutformningen, till exempel med avseende på kapselutformning, deponeringsdjup och minimiavstånd mellan borrhålen. SKB:s syn på dessa frågeställningar redovisas nedan.

Kapselutformning

I jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-13) framförs den allmänna synpunkten att den aggressiva miljön på de djup som är aktuella gör det osäkert om det skulle gå att hitta kapselmaterial som skulle kunna ge långa inneslutningstider. Bakgrunden till detta är att på det aktuella djupet råder en förhöjd temperatur (50–80 °C), ett förhöjt tryck (hydrostatiskt tryck 30–50 MPa) och en hög salthalt (>100 gram per liter). SSM har angett att man anser att denna slutsats behöver underbyggas bättre.

Vid utformningen av en kapsel för slutförvaring av använt kärnbränsle är givetvis kapselmaterialets korrosionsbeständighet av central betydelse. Andra faktorer av central betydelse är kapselmaterialets bearbetbarhet liksom kapselns förmåga att motstå mekaniska krafter i samband med hantering och deponering samt förmågan att motstå det externa hydrostatiska trycket efter deponering. I det av SNL föreslagna konceptet begränsar borrhålets dimension korrosionsbarriärens dimensioner och den mekaniska hållfastheten.

Den kapsel som avses komma till användning i ett KBS-3-förvar har utvecklats under flera decennier i internationellt samarbete och ett särskilt kapsellaboratorium har byggts upp för att testa tillverk-ningsmetoder. Kapseln bedöms förbli tät under mycket lång tid (storleksordningen en miljon år) efter att den har deponerats.

[12] Beswick J, 2008. Status of technology for deep borehole disposal. NDA contract no. 01185, EPS International. Nuclear Decommissioning Authority, Storbritannien.

Vid deponering i djupa borrhål är den kemiska och fysikaliska miljön mer aggressiv än i ett KBS-3-förvar. Vidare kan kapseln förväntas vara sämre skyddad av närzonen än i ett KBS-3-förvar, varför kapseln måste antas bli exponerad för den aggressiva miljön. Som redovisas i R-10-13 (avsnitt 2.2) har ett flertal kapselutformningar diskuterats i tidigare studier. I SNL:s arbeten har kapseln antagits konstrueras av standardfoderrör i kolstål.

Inom det brittiska programmet har en jämförelse av korrosionsegenskaperna hos kolstål, koppar, rostfritt stål, titanlegeringar och nickellegeringar för några olika slutförvarsmiljöer med olika salthalter och buffertmaterial gjorts [13]. Man konstaterar att samtliga material har för- och nackdelar i de olika miljöerna. Mikrobiell aktivitet anses vara till nackdel för korrosionsmotståndet hos kapslar av koppar och kolstål och kopparkapslar bör inte användas om sulfid förekommer. Man har inte identifierat några särskilda kritiska faktorer för titan- och nickellegeringar, men konstaterar att det finns kvarstående frågeställningar om korrosionsbeständigheten hos legeringar vars korrosionsmotstånd är beroende av passivering. SKB vidhåller mot denna bakgrund att det förefaller svårt att hitta ett kapselmaterial som med säkerhet kan förväntas ha en livslängd i den miljö som kan förväntas råda vid deponering i djupa borrhål som är i samma storleksordning som den livslängd som förväntas för en KBS-3-kapsel i ett KBS-3-förvar.

Deponeringsdjup

SKB har i tidigare studier utgått från det koncept som togs fram inom PASS-studien (TR-93-04). När PASS-studien togs fram fanns det endast mycket begränsade data om grundvattenkemin på större djup. De indikationer man hade tydde på att ett deponeringsdjup på två kilometer skulle innebära att grundvattenrörelserna runt det deponerade bränslet skulle vara mycket långsamma och att därför isoleringseffekten skulle vara tillräcklig.

Det fanns vid tidpunkten för PASS-studien en medvetenhet om att borrningen av hål med 80 centimeters diameter ner till fyra kilometers djup skulle innebära väsentliga tekniska utmaningar. Större djup bedömdes knappast ligga inom rimligheternas ram ens med omfattande teknikutveckling. De erfarenheter som då fanns tydde också på att det var svårt att bibehålla rakheten på borrhål med större djup än några kilometer. Det senare är väsentligt då det är SKB:s bestämda uppfattning att borrhål som ska användas för deponering av använt kärnbränsle, för att i görligaste mån undvika komplikationer vid anläggande, deponering och förslutning, måste vara vertikala och raka med endast små avvikelser.

SKB är väl medvetet om att det i dagsläget betraktas som rimligt att kunna borra sådana raka och vertikala hål ner till fem kilometer djup i kristallint berg[14] om håldiametern är mindre än cirka en halvmeter. Då en ökning av det minsta deponeringsdjupet från två till tre kilometer rimligen ökar säkerhetsmarginalen mot störningar från framtida nedisningar och andra ytligare processer, har SKB beslutat att basera sina analyser på SNL:s koncept även vad beträffar deponeringsdjupen, det vill säga med en deponeringszon mellan tre och fem kilometers djup.

Minimiavstånd mellan borrhålen

Som nämnts ovan visade erfarenheterna från djupa borrhål vid tiden för PASS-studien att man vid flera kilometers borrdjup riskerade väsentliga avvikelser från lodlinjen. För att skapa en säkerhets-marginal mot att de deponerade kapslarna skulle hamna alltför nära varandra antog man då ett minimiavstånd mellan borrhålen på 500 meter. Under den tid när jämförelsen mellan KBS-3-metoden

[13] King F, Watson S, 2010. Review of the corrosion resistance of selected metals as canister materials for UK spent fuel and/or HLW, QRS-138J-1, Quintessa Ltd. for NDA, Cumbria, Storbritannien.
King F, Padovani C, 2011. Review of the corrosion performance f selected canister materials for disposal of UK HLW and/or spent fuel. Corrosion Engineering, Science and Technology, 46, 2 (2011).

[14] Beswick J, 2008. Status of technology for deep borehole disposal. NDA contract no. 01185, EPS International. Nuclear Decommissioning Authority, Storbritannien.

och deponering i djupa borrhål pågick, blev det alltmer tydligt att borrningsbranschen ansåg sig kunna styra borrningen så att avvikelserna från lodlinjen blev mycket små. SKB ansåg då inte att det vid den tidpunkten var befogat att göra om genomförda beräkningar och analyser, utan insatsen begränsades till att kommentera frågan i R-10-13.

SKB har initierat nya modellberäkningar av termiskt drivet grundvattenflöde vid deponering i djupa borrhål. Denna studie bygger i sin helhet på den förvarsutformning som SNL har föreslagit. SKB har dock inte anammat SNL:s idé att konsolidera bränslet och förvara bränslestavarna tätpackat i kapslarna. SKB anser att demontering av cirka 30 000 bränsleelement (i storleksordningen tre miljoner bränslestavar) skulle medföra alltför stora risker för missöden och personalexponering för att kunna motiveras. Således antas kapslarna innehålla två BWR-element alternativt ett PWR-element. Avståndet mellan borrhålen har varierats ner till 50 meter. Preliminära resultat tyder på att temperaturpåverkan på berget mellan borrhålen kan förväntas bli marginell om hålens inbördes avstånd är 100 meter eller mer.

Karakterisering av berggrund och grundvatten och förutsägelser av utvecklingen på stora djup

De studier som ligger till grund för beskrivningen av deponering i djupa borrhål i ansökningshandlingarna bygger på sammanställningar av geovetenskapliga data som initierats av SKB (Very Deep hole concept: Geoscientific appraisal of conditions at great depth (SKB TR 98-05) och Recent geoscientific information relating to deep crustal studies (SKB R-04-09)).Vid uppdateringen av R-04-09 var det känt att ett borrhål var borrat ner till cirka 2 500 meters djup i närheten av Outokumpu i östra Finland. Data därifrån kunde dock av tidsskäl inte tas med i rapporten.

SKB har nu påbörjat en sammanställning av information som tillkommit efter publiceringen av den senaste rapporten. Denna sammanställning kommer att omfatta information från hålet i Outokumpu samt från flera hål som borrats för anläggning av geotermiska energianläggningar i kristallint berg i Sverige (Lund), Frankrike (Soultz) och Schweiz (Basel). I Tyskland finns därutöver ett antal geotermiska anläggningar med djupa borrhål. Dessa är dock borrade i sedimentära bergarter och är därför av begränsad relevans för utvärdering av förutsättningar för deponering i djupa borrhål i Sverige.

Om Sverige skulle utveckla ett slutförvarskoncept för deponering av använt kärnbränsle i djupa borrhål, så utgör den Fennoskandiska urbergsskölden den enda troliga berggrunden för en förläggningsplats. Det kan noteras att mängden tillgänglig geovetenskaplig information från djupt liggande kristallint berg är mycket begränsad och att de konceptuella modeller för berget och grundvattnet som använts i samband med tidigare studier alla har byggt på observationer i ett fåtal borrhål med stor geografisk spridning. Flera av dessa borrhål, till exempel de i Schweiz och Frankrike, är borrade i berggrund som torde vara opåverkad av de klimatförhållanden med bland annat återkommande nedisningar som historiskt har förekommit inom det Fennoskandiska området.

I den påbörjade sammanställningen av geovetenskaplig information ingår ett svenskt och ett finskt borrhål som inte tidigare har utvärderats, ett geotermiskt borrhål vid Lund och ett geovetenskapligt borrhål vid Outokumpu i Finland. Lundahålet är inte beläget inom den Fennoskandiska urbergsskölden och det kristallina berget överlagras av närmare två kilometer sedimentära bergarter. Större delen av Outokumpuhålet är borrat genom glimmerskiffer som är en metamorfiserad sedimentbergart som sannolikt är äldre den Fennoskandiska urbergsskölden. Kunskapen om bergrund och grundvatten på flera kilometers djup baseras således på data från ett fåtal borrhål och de konceptuella modeller som tagits fram måste anses vara behäftade med stora osäkerheter.

Slutsatsen av detta är att de i tidigare studier antagna konceptuella beskrivningarna av berg och grundvatten på stora djup i aktuella geologiska omgivningar bygger på information vars relevans för utvärderingen av förutsättningar för deponering i djupa borrhål i dag är okänd. Eftersom kapseln och dess närzon kan förväntas lämna endast ett mycket begränsat skydd är bergets och grundvattnets egenskaper helt centrala för den långsiktiga säkerheten vid deponering i djupa borrhål. SKB ser inte att motiv finns för att genomföra de undersökningar av förhållandena på stora djup i relevant geologi som

skulle behövas som underlag för att göra fördjupade analyser av deponering i djupa borrhål meningsfyllda.

Barriärer och barriärfunktioner samt förutsättningar för radionuklidtransport

SSM anger att det i en jämförande utvärdering mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål behöver ingå en fördjupad analys av barriärer och barriärfunktioner för respektive slutförvarsmetod samt en bedömning av det funktionsmässiga oberoendet mellan barriärfunktionerna. SSM anger vidare att SKB behöver redovisa förutsättningarna för radionuklidtransport från stora djup till markytan med beaktande av densitetsskillnader för grundvatten på olika djup, framtida glaciationer och jordskalv.

SKB tolkar SSM:s ståndpunkt så att en konceptuell modell för barriärfunktioner och spridningsförlopp efterfrågas för de båda slutförvarstyperna. Sådana beskrivningar framgår av kapitel 6 i R-10-13. Som ovan nämnts har SKB därutöver påbörjat en aktualisering av det geovetenskapliga underlaget för stora djup i kristallint berg, kompletterande beräkningar av termiskt driven grundvattenströmning och framtagning av en konceptuell modell för gasbildning och gastransport vid deponering i djupa borrhål.

Fysiskt skydd, kärnämneskontroll och framtida markanvändningsrestriktioner

Fysiskt skydd vid kärntekniska anläggningar styrs av SSM:s föreskrift om fysiskt skydd[15]. Enligt dessa föreskrifter ska kärnämne eller kärnavfall hanteras, bearbetas lagras eller slutförvaras inom skyddat område. Kärnämne som enligt konventionen om fysiskt skydd av kärnämne[16] hänförs till skyddsklass två eller tre får under vissa förutsättningar temporärt lagras inom bevakat område. Med skyddat område avses de byggnader eller delar av byggnader som innehåller utrustning för anläggningens säkra drift eller i vilka kärnämne eller kärnavfall hanteras bearbetas, lagras eller slutförvaras, medan det med bevakat område avses det område som omger en anläggning och avgränsas av ett områdesskydd. Det är SKB:s uppfattning att ett slutförvar enligt KBS-3-metoden enligt detta regelverk kan utgöra en sammanhållen kärnteknisk anläggning med ett bevakat område, och att byggnader inom detta område inklusive undermarksdelen där kärnavfall hanteras och lagras kan utgöra skyddat område.

Vid deponering i djupa borrhål kommer den kärntekniska verksamheten att vara utspridd på ett flertal deponeringsplatser som var och en kommer att betraktas som en kärnteknisk anläggning. Det uppstår då ett behov att enligt gällande regelverk upprätta såväl ett bevakat område som ett skyddat område. Antalet sådana kärntekniska anläggningar blir beroende av hur många deponeringshål som kan anläggas inom varje bevakat område.

Genom att Sverige har skrivit under icke-spridningsavtalet och är medlem av Europeiska Unionen har Sverige godtagit att svenskt kärnämne får inspekteras av IAEA och av Euratom. En expertgrupp inom IAEA kallad ASTOR (Application of Safeguards to Repositories) arbetar sedan år 2005 med att stödja utvecklingen av ett system för kärnämneskontroll för slutförvar och tillämpningen av system på specifika anläggningar [17]. SKB deltar i arbetet inom ASTOR-gruppen. SKB ser svårigheter att i dag definiera skillnader mellan de olika metoderna vad avser förutsättningarna för kärnämneskontroll. SKB anser att det finns förutsättningar att bygga slutförvar enligt båda koncepten utan väsentliga restriktioner på den framtida markanvändningen.

---

[15] Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar, SSMFS 2008-12.
[16] Konventionen om fysiskt skydd av kärnämne, Sveriges överenskommelser med främmande makter, SÖ 1985:24.
[17] Technological Implications of International Safeguards for Geological Disposal of Spent Fuel and Radioactive Waste, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.21 (2010), International Atomic Energy Agency, Vienna.
The Back-End of the Nuclear Fuel Cycle in Sweden Considerations for safeguards and data handling, SSM Rapport 2011:02, Strålsäkerhetsmyndigheten, Solna.

Status av referenserna R-10-12 och R-10-13

Referenserna Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-12) och Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle (SKB R-10-13) till metodvalsrapporten är framtagna av en av SKB:s konsulter. Det framgår av gällande branschavtal att en konsult alltid är ansvarig för den rådgivning han ger. SKB har som policy att alltid införa en ”disclaimer” i konsultrapporter för att betona att rapporten beskriver konsultens slutsatser och rådgivning. SKB har sedan för ansökan sammanfattat de huvudsakliga slutsatserna i den metodvalsrapport som ingår i ansöknings-handlingarna och till vilken rapporterna R-10-12 och R-10-13 utgör referenser. I det aktuella fallet har inte SKB tagit avstånd från några specifika slutsatser i de aktuella rapporterna.

Rapporten R-10-13 togs fram år 2010. En övergripande slutsats i rapporten är att det inte finns något som pekar på att deponering i djupa borrhål skulle leda till en säkrare slutförvaring av det använda kärnbränslet än vad KBS-3-metoden ger. Vidare konstateras att KBS-3-metoden ger ett slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet som är i alla led kontrollerbart och verifierbart, medan denna kontrollerbarhet och verifierbarhet i flera avseenden saknas vid deponering i djupa borrhål. SKB gör fortfarande denna bedömning.

11.4 Andra metoder för mellanlagring

Milkas, Oss och SERO uttrycker önskemål om att också andra metoder för mellanlagring av bränsle bör redovisas, till exempel den teknik för torrlagring i behållare som används i många länder. De metoder som tas upp är DRD (Dry Rock Deposit) och HOSS (Hardened On Site Storage).

Övervakad lagring kan delas in i våt lagring respektive torr lagring. Vid våt lagring sker strålskärmning och kylning med hjälp av vatten. Vid torr lagring svarar lagringsbehållaren eller lagringsutrymmet för strålskärmning och kylning. Den vardagliga driften är enklare vid torr lagring än vid våt, men i båda fallen finns ett behov av övervakning. Clab har nu varit i drift i drygt 25 år och är ett utmärkt exempel på att övervakad våt lagring kan bedrivas på ett säkert sätt. Drifttiden för Clab har utretts. Slutsatserna är att det är möjligt att förlänga mellanlagringen cirka 100 år utan större problem, samt att en förlängning upp till 200 år är möjlig, men kräver större insatser.

SKB menar att eftersom inte andra metoder för mellanlagring kan uppfylla kraven på slutförvar så är den redovisning som finns i ansökan av nollalternativet tillräcklig. Mellanlaget Clab drivs med erforderliga tillstånd från bland annat SSM, som också utövar tillsyn av säkerheten. SKB bedriver också ett löpande förbättringsarbete på anläggningen och vid behov, till exempel som resultat av de så kallade stresstesterna som uppföljning av Fukushimakatastrofen, genomförs åtgärder för att upprätthålla eller stärka dess säkerhet.

SKB utgår i sitt arbete och i metodvalet från de krav och den vägledning som ges i lagar samt föreskrifter och allmänna råd från ansvariga myndigheter. Grunden är kärntekniklagen, där anges bland annat (10 § 2 stycket) att reaktorägarna är skyldiga ”… att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt.”

Bara av detta följer, som SKB ser det, att förvarsutformningar som kräver löpande underhåll och/eller skötsel för att bibehålla säkerheten inte kan anses uppfylla det krav som ställs. Detta framgår ytterligare av SSM:s föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SSMFS 2008:21). I föreskrifternas 2 § anges att ”Säkerheten efter förslutning av ett slutförvar ska upprätthållas genom ett system av passiva barriärer.” De allmänna råden till 1 § i dessa föreskrifter ger följande precisering av när kravet på slutförvaring kan anses uppfyllt:

Enligt 14 § kärntekniklagen kvarstår skyldigheterna för tillståndsinnehavare att på ett säkert sätt slutförvara kärnavfallet och kärnämnet till dess de fullgjorts. I enlighet med 16 § kärntekniklagen är det SSM:s som avgör om dessa skyldigheter är fullgjorda. I fråga om ett slutförvar kan detta ske efter det att SSM godkänt förslutningen av slutförvaret. I och med att SSM konstaterat att en tillståndsinnehavaren har uppfyllt sina skyldigheter, upphör också skyldigheten att följa bestämmelserna i dessa föreskrifter för slutförvaret.

Dock är det förstås inget som hindrar en fortsatt övervakning av förvarsplatsen i samhällets regi. I redovisningen av den långsiktiga säkerhetsanalysen, SR-Site, avsnitt 5.8.4 Övervakning efter avfallets deponering anges att monitering, är tänkt att fortgå tills allt avfall har deponerats och förvarsanläggningen förslutits.

Internationellt pågår en diskussion om övervakning efter förslutning, men det finns i dag ingen detaljerad samlad syn på hur och i vilken utsträckning detta bör ske. Det är däremot tydligt, se till exempel IAEA:s Safety Standard SSR-5, att ett slutförvar ska uppfylla krav på passiv säkerhet, det vill säga säkerheten ska inte förutsätta att aktiv övervakning, kontroll eller korrigerande åtgärder sker.

11.5 Finansiering och ansvar (efter förslutning)

I remissvaren finns önskemål på tillkommande redovisningar eller beskrivningar vad gäller finansiering och ansvarsfördelning efter förslutning.

11.5.1 Finansiering

Oss, Naturvårdsverket, MKG och Kärnavfallsrådet frågar bland annat efter en redogörelse för hur den planerade verksamheten ska säkras ekonomiskt långsiktigt och om det behövs säkerhet för andra kostnader än de som täcks av finansieringssystemet.

Enligt kärntekniklagen svarar den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara bland annat använt kärnbränsle som uppkommer i verksamheten, se 10 § och 2 § 2 kärntekniklagen. Enligt 13 § är tillståndshavaren skyldig att svara för kostnaderna för bland annat de åtgärder som anges i 10 §.

Den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet är också skyldig att betala avgifter till Kärnavfallsfonden och ställa säkerheter enligt lagen (2006:647) om finansiella åtgärder för hantering av restprodukter från kärnteknisk verksamhet (finansieringslagen). Syftet med lagstiftningen är enligt 1 § finansieringslagen att säkerställa finansieringen av bland annat de skyldigheter som anges i 10 § kärntekniklagen.

Finansieringslagen och den tillhörande förordningen reglerar hur avgifter och säkerheter ska beräknas. Sammantaget innebär systemet att tillståndshavarna ska fondera medel för framtida kostnader och ställa säkerheter för de kostnader som ännu inte täcks av fonderade medel. Om de fonderade medlen inte räcker för att täcka uppkomna kostnader är det tillståndshavarna som är ansvariga för finansieringen, enligt 13 § kärntekniklagen.

Hela den beräknade kostnaden för SKB:s slutförvarssystem är alltså täckt av reglerna för fondering av medel och säkerheter och finansieringen är alltså långsiktigt säkrad. För närvarande (slutet av 2012) finns cirka 49 miljarder kronor i kärnavfallsfonden.

Hela finansieringssystemet står på olika sätt under SSM:s kontroll. Kärnavfallsfonden förvaltas av en särskilt inrättad myndighet med samma namn. Även Riksgälden fullgör vissa uppgifter inom systemet. Finansieringssystemet står således under noggrann statlig kontroll.

I 16 kap 3 § miljöbalken anges att, det vid bland annat vid tillståndsgivning, får ställas krav på att den som avser att bedriva verksamheten ställer säkerhet för kostnaderna för avhjälpande av miljöskada och andra åtgärder för återställande som verksamheten kan orsaka. Enligt bestämmelsen behöver inte den som är skyldig att betala avgift eller ställa säkerhet enligt finansieringslagen ställa säkerhet för åtgärder som omfattas av sådana avgifter eller säkerheter.

Finansieringen enligt fonden omfattar dels driften av det sammanhängande systemet för slutförvaring, dels avvecklingen av verksamheten genom slutlig förslutning. Enligt SKB saknas skäl att därutöver föreskriva om skyldighet att ställa säkerhet enligt 16 kap 3 § miljöbalken för den sökta verksamheten.

11.5.2 Ansvar och rollfördelning

Ansvarsfrågor och rollfördelning mellan SKB:s ägare, SKB, myndigheter, kommuner och regeringen tas upp av Östhammars kommun, MKG och Kärnavfallsrådet.

Enligt 10 § 2 stycket i kärntekniklagen ansvarar den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet för att de åtgärder vidtas som behövs bland annat för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt. Detta innebär att det är de kärnkraftbolag som haft tillstånd till och drivit kärnkraftverken som också har ansvaret för hantering och slutförvaring av avfallet. Likaså svarar tillståndshavaren för att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar där verksamhet inte längre ska bedrivas, 10 § 2 kärntekniklagen. Ansvaret upphör när allt kärnämne och kärnavfall placerats i ett slutförvar som slutligt förslutits. Se även avsnitt 11.4, Andra metoder för mellanlagring, i denna bilaga.

Kärnkraftbolagen fullgör sitt ovan angivna ansvar genom SKB, som de äger. SKB kommer att såsom tillståndshavare vara ansvarigt för verksamheten vid Clink och slutförvarsanläggningen. Äganderätten till det använda kärnbränslet överförs dock aldrig till SKB. Det är alltså respektive kärnkraftbolag som äger sitt använda kärnbränsle.

Varken stat, kommun eller markägare har enligt gällande lagstiftning något ansvar för det använda bränslet eller slutförvaret. I betänkandet ”Strålsäkerhet – gällande rätt i ny form” (SOU 2011:18) föreslås regler som innebär att staten tar över kärnkraftsbolagens ansvar för det använda bränslet om det inte finns någon annan som kan göras ansvarig. I betänkandet förs också resonemang om statens möjlighet att ta över ansvaret för slutförvarsanläggningen efter det att den slutligt förslutits. Förslagen i betänkandet har ännu inte lett till lagstiftning.

Revisionsförteckning

Version	Datum	Revideringen omfattar	Utförd av	Kvalitetssäkrad	Godkänd
2.0	Se sidhuvud	Tillägg med anledning av komplettering II till mark- och miljödomstolen, se inledning.	Sofie Tunbrant Lars Birgersson	Se sidhuvud	Se sidhuvud
1.0	2013-04-02	Komplettering I till mark- och miljödomstolen, se inledning.	Sofie Tunbrant Lars Birgersson	Saida Engström Olle Olsson	Anders Ström