

# **SKI:s utvärdering av SKB:s Fud-program 2007**

Gransknings PM

Statens kärnkraftinspektion

Juni 2008



# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>15</b>
1.1 Allmänt om programmet.....	15
1.2 SKI:s beredning av ärendet.....	15
<b>2 Övergripande synpunkter på SKB:s program.....</b>	<b>17</b>
2.1 Inledning .....	17
2.2 Rapportstruktur och innehåll.....	17
2.3 Beslutsprocess och MKB-process.....	20
2.4 Fud-process.....	25
2.5 Ansvar efter förslutning .....	25
2.6 Resurser till aktörer i kärnavfallsprocessen .....	26
<b>3 Synpunkter på SKB:s handlingsplan .....</b>	<b>29</b>
3.1 Inledning .....	29
3.1.1 Bakgrund .....	29
3.1.2 Om SKI:s granskning av handlingsplanen .....	30
3.1.3 Övergripande synpunkter på handlingsplanen .....	31
3.2 Kärnbränsleprogrammet .....	33
3.3 Loma-programmet .....	42
3.4 SKI:s sammanfattande bedömning handlingsplan.....	44
<b>4 Slutförvaret för använt kärnbränsle.....</b>	<b>47</b>
4.1 Lokaliseringsalternativ och platsval .....	47
4.2 Återkoppling från PLU till Fud-arbetet .....	51
4.3 Samlad utvärdering av platskaraktärisering.....	52
4.4 Utgångspunkter för uppförande och drift .....	53
4.5 Arbetsmetodik under uppförande och drift.....	54
4.6 Huvudskede tillståndsprövning, uppförande, driftsättning och drift .....	58
4.7 SKI:s sammanfattande bedömning slutförvaret.....	59
<b>5 Teknikutveckling inom kärnbränsleprogrammet .....</b>	<b>63</b>
5.1 Berglinjen.....	64
5.1.1 Undersökning och karaktärisering.....	66
5.1.2 Tätning med injektering .....	67
5.1.3 Borrning och sprängning av bergutrymmen.....	69
5.1.4 Borrning av deponeringshål .....	71
5.2 Buffertlinjen.....	72
5.3 Kapsellinjen .....	74
5.3.1 Konstruktionsförutsättningar hållfasthetsfrågor - krav på kapseln ....	74
5.3.2 Konstruktionsförutsättningar materialfrågor - krav på kapseln.....	76
5.3.3 Tillverkning och oförstörande provning av insatsen.....	78

5.3.4	Tillverkning av kopparhöljet .....	80
5.3.5	Förslutning och oförstörande provning av svetsen.....	81
5.3.6	Bränsle i inkapslingsanläggningen .....	82
5.3.7	Transportbehållare för inkapslat bränsle .....	83
5.3.8	Hantering av kapseln i slutförvaret.....	84
5.4	Återfyllningslinjen .....	85
5.5	Förslutningslinjen .....	87
5.6	Återtag.....	89
5.7	Alternativ förvarsutformning – KBS-3H.....	91
5.8	SKI:s sammanfattande bedömning teknikutveckling .....	92
<b>6</b>	<b>Säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning .....</b>	<b>99</b>
6.1	Säkerhetsanalys.....	99
6.1.1	SKI:s sammanfattande bedömning säkerhetsanalys.....	102
6.2	Klimatutveckling.....	102
6.3	Bränsle .....	107
6.3.1	Karaktärisering av använt bränsle .....	107
6.3.2	Upplösning av använt bränsle i grundvatten .....	108
6.3.3	Speciering av radionuklider, kriticetsfrågor, och frågor kring kolloidbildning .....	110
6.4	Kapseln som barriär .....	111
6.4.1	Initialtillstånd.....	111
6.4.2	Kapselprocesser.....	111
6.4.3	Kopparkorrosion.....	115
6.5	Buffert.....	120
6.5.1	Kravspecifikation, initialtillstånd och materialval .....	120
6.5.2	Fysikaliska processer i bufferten .....	121
6.5.3	Integrerad utvärdering samt kopplad THM-modellering .....	123
6.5.4	Kemiska processer i bufferten .....	125
6.5.5	Kolloidbildning i och omkring bufferten .....	128
6.5.6	Radionuklidtransport i bufferten .....	130
6.5.7	Övriga processer.....	131
6.5.8	KBS-3H.....	133
6.5.9	SKI:s sammanfattande bedömning buffert.....	133
6.6	Återfyllning.....	134
6.6.1	Översikt återfyllning samt kravspecifikation, initialtillstånd och materialval .....	134
6.6.2	Vattentransport i återfyllningen.....	136
6.6.3	Svällning av återfyllningen samt erosionsprocesser.....	137
6.6.4	Integrerade studier av återfyllningens funktion samt radionuklidtransport .....	138
6.6.5	Återfyllning av andra utrymmen förutom deponeringstunnlar .....	139

6.6.6	SKI:s sammanfattande bedömning återfyllning .....	140
6.7	Geosfär .....	140
6.7.1	Initialtillstånd i geosfären .....	141
6.7.2	Värmetransport och termisk rörelse .....	142
6.7.3	Rörelser i intakt berg, reaktivering och nysprickbildning .....	143
6.7.4	Tidsberoende deformationer och erosion .....	148
6.7.5	Grundvattenströmning .....	148
6.7.6	Advektion/blandning – grundvattenkemi .....	154
6.7.7	Advektion/blandning – radionuklidtransport .....	155
6.7.8	Diffusion – grundvattenkemi .....	156
6.7.9	Diffusion - radionuklidtransport .....	156
6.7.10	Reaktioner med berget – grundvatten bergmatris .....	157
6.7.11	Reaktioner med berget – lösning/fällning av sprickmineraler .....	158
6.7.12	Reaktioner med berget – sorption av radionuklider .....	158
6.7.13	Mikrobiella processer .....	159
6.7.14	Nedbrytning av oorganiskt konstruktionsmaterial .....	160
6.7.15	Kolloidomsättning – kolloider i grundvatten .....	160
6.7.16	Kolloidomsättning – radionuklidtransport med kolloider .....	161
6.7.17	Gasbildning/gaslösning .....	162
6.7.18	Metanisomsättning och saltutfrysning .....	162
6.7.19	Integrerad modellering – hydrogeokemisk utveckling .....	163
6.7.20	Integrerad modellering - radionuklidtransport .....	163
6.7.21	SKI:s sammanfattande bedömning geosfär .....	165
6.8	Biosfär .....	166
6.8.1	Inledande kommentarer .....	167
6.8.2	Förståelse och konceptuella modeller .....	168
6.8.3	Modellutveckling .....	169
6.8.4	Transportprocesser .....	169
6.8.5	Terrestra ekosystem .....	170
6.8.6	Akvatiska ekosystem .....	171
6.8.7	Redovisning av biosfären i säkerhetsanalysen .....	172
6.9	Andra metoder .....	173
6.9.1	Separation och transmutation .....	174
6.9.2	Djupa borrhål .....	177
<b>7</b>	<b>Samhällsvetenskaplig forskning .....</b>	<b>183</b>
7.1	Översikt – samhällsvetenskaplig forskning .....	183
7.2	Genomgång av SKB:s senaste resultat .....	187
7.2.1	Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter .....	188
7.2.2	Beslutsprocesser .....	189
7.2.3	Opinion och attityder – psykosociala effekter .....	191

7.2.4	Omvärldsförändringar .....	193
7.3	SKI:s sammanfattande bedömning samhällsvetenskaplig forskning.....	194
<b>8</b>	<b>Loma-programmet och rivning .....</b>	<b>197</b>
8.1	Översikt.....	197
8.2	Låg-och medelaktivt avfall .....	198
8.2.1	Avfallens ursprung – avfallsmängder och avfallstyper.....	198
8.2.2	Anläggningar för låg- och medelaktivt avfall .....	200
8.3	Säkerhetsredovisningar .....	202
8.3.1	Föreskrifter för säkerhet och strålskydd .....	202
8.3.2	Säkerhetsredovisningar för SFR 1 och utbyggt SFR.....	203
8.3.3	Preliminär säkerhetsredovisning (PSAR) för SFL .....	203
8.4	Forskning .....	204
8.5	Ansvarsfördelning och strategier för rivning.....	206
8.5.1	Ansvarsfördelning och SKB:s huvudstrategi för rivning .....	206
8.5.2	Tidplaner för rivning av Barsebäcksverket .....	207
8.5.3	Tillståndshavarnas strategier för rivning .....	209
8.5.4	Ågesta kärnkraftvärmeverk .....	211
8.6	Teknik för rivning .....	211
8.7	SKI sammanfattande bedömning av del VI – Loma-programmet och rivning . .....	212
8.7.1	Allmänna synpunkter på SKB:s redovisning .....	212
8.7.2	Särskilda synpunkter .....	213
	<b>Referenser .....</b>	<b>217</b>

## **Sammanfattning**

Granskningen av Fud-programmen (Forskning, Utveckling, Demonstration) från Svensk Kärnbränslehantering, SKB, är en återkommande myndighetsuppgift för Statens kärnkraftinspektion SKI och dess understödande remissinstanser varav den viktigaste är Statens strålskyddsinstitut SSI.

Yttrandet över det senaste programmet som granskats av SKI, Fud-program 2004, överlämnades till regeringen i juni 2005.

I varje ny granskning bedöms den utveckling av det svenska kärnavfallsprogrammet som ligger under SKB:s ansvar. Företaget är den viktigaste drivkraften i alla aktiviteter för att omhänderta kärnavfall i olika former och i detta sammanhang den viktiga frågan om hur det använda kärnbränslet långsiktigt skall hanteras och slutförvaras.

Kärnavfallsfrågan innehåller både tekniska, vetenskapliga, samhällsekonomiska och demokratiska utmaningar som skall hanteras av SKB. Alla dessa aspekter berörs i SKI:s yttrande till regeringen även om tonvikten av naturliga skäl hamnar i de tekniska och vetenskapliga problem som står i fokus för en myndighet som sysslar med säkerhetsfrågor och tillsyn av kärntekniska anläggningar.

SKI:s granskning är disponerad i enlighet med det program som lämnats av SKB och omfattar företagets handlingsplan, slutförvaret för använt kärnbränsle, teknikutveckling inom kärnbränsleprogrammet, säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning samt samhällsvetenskaplig forskning som sedan Fud-program 2004 inkluderats i SKB:s forskningsprogram gällande slutförvaring av kärnavfall. Under rubrik säkerhetsanalys och forskning redovisas åtta olika forskningsområden; säkerhetsanalys, klimatutveckling, bränsle, kapseln som barriär, buffert runt kapslarna, återfyllning av förvaret (speciellt deponeringstunnlarna), de geologiska förhållandena i området för deponeringen (geosfären), mark och miljöpåverkan (biosfären). Dessutom redovisar SKB kunskap och forskning om alternativ till det planerade geologiska slutförvaret på 400-700 m djup.

Förutom inriktning på hantering av det använda kärnavfallet redovisar SKB i de avslutande kapitlen i rapporten hanteringen av långlivat låg- och medelaktivt avfall (Loma-programmet) som bland annat uppstår som en följd av rivning av kärntekniska anläggningar.

Denna sammanfattning av SKI:s gransknings-PM följer dispositionen i huvudtexten som i sin tur följer SKB:s redovisning i Fud-program 2007.

## **Ansvar efter förslutning**

I sitt yttrande över Fud-program 2004 efterlyste Oskarshamns kommun ett uttalande från regeringen om hur man avser ta hand om frågan om ansvar för slutförvaret efter förslutning. Regeringen gav därefter SKI och SSI direktiv genom regleringsbrevet att lämna förslag på hur ansvarsfrågan kan förtydligas i gällande lagstiftning. SKI och SSI har i en rapport till miljödepartementet utförligt redovisat gällande lagstiftning och de olika aktörernas ansvar. I rapporten lämnas ett förslag till ändring i 14 § kärntekniklagen

som markerar statens sistahandsansvar. Däremot föreslås det inte vara lämpligt att redan nu lagreglera statens sistahandsansvar för slutförvaret.

Oskarshamns kommun vill, trots utredningens slutsats, se att ansvarsfrågan nu regleras i lag och inte avvaktar en framtida förslutning. Detta är ett kommunalt krav baserat på framför allt närboendes och markägares behov.

## **SKB:s handlingsplan**

SKI anser att handlingsplanen utgör en bra introduktion till programmets övriga delar. SKI bedömer ändå att handlingsplanen i dess nuvarande utformning är alltför allmänt hållen för att uppfylla sitt syfte.

SKI anser att redovisningen i Fud-program 2010 behöver omfatta en förtydligad övergripande strategisk handlingsplan som bättre redogör för SKB:s strategiska planering, och som omfattar mer detaljerad information om underliggande logik och argumentation för ställningstaganden. Planen behöver i första hand fokusera på tids- och aktivitetsplaner för uppförande av nya slutförvarsanläggningar, eller utbyggnad av befintliga anläggningar, som behövs för att ta omhand det kärnavfall som uppstår i samband med avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar.

Planen behöver särskilt adressera dels processen för att omlicensiera och bygga ut slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) dels processen för att etablera ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt kärnavfall (SFL). Planen behöver även omfatta en alternativ strategi för lagring av använt bränsle i det fall som drifttagning av slutförvaret för använt bränsle försenas och tillgängliga lagringsutrymmen i Clab blir fullt utnyttjade.

SKI anser att SKB behöver ta fram en bättre samt mer utvecklad och detaljerad redovisning av innehållet i kommande underlag för en ansökan om ett slutförvar för använt bränsle. Speciellt viktigt är det att adressera kopplingar mellan olika skeden i slutförvarets livscykel; tillståndsprövning, uppförande, provdrift, rutinmässig drift med parallell deponering och återfyllning av förvarsdelar samt successiv utbyggnad, avveckling/återfyllning och förslutning. SKI anser vidare att SKB bör ta fram det förtydligade planeringsunderlaget inom ramen för fortsatt samråd mellan SKB och myndigheterna.

Myndigheterna bedömer att underlaget till en ansökan om ett slutförvar inte behöver omfatta en fristående systemanalys i form av ett separat dokument. Detta förutsätter dock att ansökans huvuddokument innehåller en läsanvisning med information om var någonstans i ansökansunderlaget som motsvarande information kan återfinnas, som skulle ha redovisats i det heltäckande systemanalysdokumentet.

## **Kärnämneskontroll**

SKI anser att SKB ur safeguardsynpunkt bör redovisa hur man förvissas sig om att data för bränslet levererat från Clab är korrekt innan det görs redo för inkapsling. SKB bör även indikera när man behöver veta att tillräcklig information finns om bränslet. Att en



mätstation kommer att finnas i inkapslingsanläggningen är tillfyllest för att slutligt bekräfta redan i Clab verifierade uppgifter om bränslet.

Visuell verifiering ska enligt planerna ske i inkapslingsanläggningen innan stålloppet lyfts på plats efter att kapseln är fylld med bränsle. Inget nämns om hur denna verifiering skall göras eller på vilket sätt detta dokumenteras. Detta är en kritisk punkt i hanteringen då detta är tillfället då man övergår från att hantera enskilda bränsleelement till att kapseln utgör minsta enhet. Efter inkapsling måste kapseln hanteras och förvaras under tillfredsställande kunskapsbevarande till exempel genom kameraövervakning eller sigill.

SKI vill betona att SKB bör vara medveten om att safeguardaspekten behöver integreras i flera delar av SKB:s program och borde därför ha omnämnts i flera avsnitt i de inledande kapitlen i Fud-programmet.

SKI kan konstatera att SKB inte närmare har beskrivit omfattningen av hur safeguard kommer att organiseras i planerade kärntekniska anläggningar. Det bör nämnas att åtgärderna ur safeguardsynpunkt innefattar anläggningsbeskrivning från ett safeguardperspektiv, bokföring och rapportering av kärnämne, inventarieregister, användande av kameraövervakning och sigill etc. SKB borde översiktligt ha beskrivit hur sådana åtgärder kan implementeras i de olika stegen från mellanlager i Clab till förslutet slutförvar.

## **Slutförvar för använt kärnbränsle**

### **Lokaliseringsalternativ och platsval**

SKB har i pågående samråd med SKI och SSI om platsundersökningsskedet antytt att val av plats för slutförvaret kommer att tillkännages innan ansökan inlämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten. SKI vill betona vikten av att SKB tydligt anger vilken metodik och vilka kriterier som avses tillämpas och därmed blir styrande för valet. Detta gäller speciellt om underlaget för valet inte kommer att vara helt jämförbart. SKI anser också att bortvald plats behöver redovisas på ett sådant sätt att myndigheten kan göra en egen oberoende bedömning baserat på jämförelser med vald plats.

För att den nya Strålsäkerhetsmyndigheten ska kunna bedöma de olika stegen av lokaliseringsarbetet som lett fram till SKB:s slutliga val av plats är det nödvändigt att SKB i tillståndsansökan kan visa att man utrett och beaktat alla faktorer av betydelse för förvarets långsiktiga funktion, samt redovisar de avvägningar man gjort mellan olika lokaliseringsfaktorer och andra åtgärder för att förbättra slutförvarets skyddsförmåga. Redovisningen av planerna och genomförande inför ansökan kan följas upp inom ramen för fortsatt samråd med SKB.

### **Återkoppling från PLU till Fud-arbetet**

SKI konstaterar att SKB nu nått relativt långt beträffande integrering av olika geologiska och geovetenskapliga discipliner. SKI anser dock att beträffande användning av mätdata från borrhållradar behöver SKB utvärdera tillförlitligheten av dessa data

eftersom planen är att använda tekniken för att kartlägga förekomst av sprickor som inte tillåts skära deponeringshål.

### **Samlad utvärdering av platsval**

SKI noterar att SKB i sin redovisning i Fud-program 2007 inte diskuterar planerna för detaljundersökningar under uppförande av slutförvarsanläggningen, vilket måste betraktas som en brist. Anledningen till detta är att SKI vill ha ett tillräckligt underlag för att bedöma vilken informationsinsamling i perspektivet långsiktig säkerhet som är möjlig under konstruktionsfasen.

### **Utgångspunkter för uppförande och drift**

SKI anser att helt färdiga teknikval för tillämpning inom industriellt bruk inte behöver vara klara vid ansökningstillfället under 2010. Det är dock nödvändigt att SKB i ansökan redovisar uppnådd teknikutveckling och utifrån BAT-perspektivet motiverar vald teknik. Dessutom behöver SKB ange en realistisk tidplan när fullt utvecklade industriella metoder för uppförande av förvaret kan presenteras för den tillståndsgivande myndigheten.

Beträffande tiden för tillståndsprövning anser SKI att SKB:s antaganden måste betraktas som ytterst optimistiskt. Såväl SKI som SSI uppskattar att hela processen kommer att ta betydligt längre tid än de två år som ingår i SKB:s planeringshorisont.

### **Arbetsmetodik under uppförande och drift**

Under utbyggnaden och driften av anläggningen måste organisation och ledningssystem utformas med hänsyn till de krav som gäller för att uppföra och driva kärntekniska anläggningar. Vidare måste arbetssättet anpassas till de speciella villkor som gäller för projektering och byggande av undermarksanläggningar. Detta starka krav på anpassning, organisation och ledning av projektet framhålls också av SKB i Fud-programmet.

## **Teknikutveckling inom kärnbränsleprogrammet**

### **Berglinjen**

SKI delar SKB:s uppfattning gällande otillräcklig kunskap om den störda zonens (EDZ) omfattning, som uppstår vid bergbyggnad, och metoder att kontrollera och mäta zonen. SKI understödjer därför SKB:s planer på att utforma och genomföra ett storskaligt mätförsök av EDZ runt en sprängd tunnel under realistiska bergmekaniska och hydrogeologiska förhållanden.

SKI bedömer att SKB:s utveckling av metoder för undersökningar och mätningar i deponeringstunnlar och deponeringshål är angelägen, eftersom valet och karaktäriseringen av deponeringspositionerna är betydelsefullt för säkerhetsanalysens initialtillstånd. SKI anser även att det är angeläget att SKB genomför fullskaletester av metoderna så att en effektiv tillämpning under konstruktionsfasen visar sig vara möjlig.

SKI kan även konstatera att SKB hittills under 2000-talet har gjort betydande insatser för att själva eller i samarbete med andra intressenter öka kunskaperna om tätning av berg med injektering.

SKI anser att val av referensmetod för uttag av deponeringstunnlar bör ske i samband med att ansökan för uppförande av slutförvaret lämnas in, vilket även är SKB:s avsikt. Som en grund för valet bör SKB genomföra en jämförande studie mellan alternativen fullortsborrning och konventionell borrning och försiktig sprängning utöver det som redan genomförts i Äspölaboratoriet.

SKI anser därför att innan ansökan om slutförvaret inlämnas till den nya Strålsäkerhetsmyndigheten bör SKB i en rapport tydligt redovisa för- och nackdelar med respektive metod och utgående från detta motivera sitt val av metod för byggande av slutförvaret. Detta gäller speciellt tillredning av deponeringstunnlar. Som exempel på frågor som SKB behöver belysa i sin jämförelse kan nämnas kostnad, genomförbarhet, flexibilitet, behov av bergförstärkning och injektering, störda zonens utbredning, kartering av berg och vatteninläckage, utrustning för deponering av buffert och kapslar, tillverkning och krav på block för återfyllning, teknik för återfyllning etc.

### **Buffertlinjen**

I Äspölaboratoriet har SKB vid installation av buffert i Prototypförvaret testat hur bufferten skall skyddas från alltför snabb mättnad i deponeringshål med stort vatteninflöde. SKI anser att SKB bör ta fram en mer detaljerad beskrivning av vilken teknik som skall användas under installation av bufferten för att förhindra alltför snabb mättnad av bufferten.

Beträffande tillverkning av block för bufferten i full skala konstaterar SKI att erfarenheterna begränsar sig till ett mindre antal exemplar som har använts vid försöken i Äspölaboratoriet. SKI anser därför att ytterligare provtillverkning kan behövas för att visa att önskad kvalitet kan uppnås för aktuella material och vid omständigheter som mer liknar serietillverkning. Geometriska toleranser och tydliga acceptanskriterier för bentonitblock bör då tas fram och tillämpas.

SKI konstaterar att SKB övergivit isostatisk pressning som referensmetod för bufferttillverkning utan att ange något skäl till detta. SKI har tidigare framfört synpunkter på SKB:s val av referensmetod utgående från att en isostatpress för tillverkning av fullskalebblock inte finns tillgänglig.

SKB har ännu inte redoivsat sina tankegångar kring vad som behöver ingå i ett program för kvalitetssäkring för bufferten. Det är därför nödvändigt att SKB tar fram någon form av kvalitetsprogram för bufferttillverkning på samma sätt som man gjort för kapseltillverkning. Det behövs även en diskussion om vilka avvikelser som kan inträffa vid tillverkningen och vilken betydelse avvikelser kan ha för den långsiktiga säkerheten, till exempel heterogena förhållanden i bufferten.

Beträffande installation av block och ringar bedömer SKI att SKB visat att installation av buffert i fullstor skala i princip är möjlig i såväl sprängd som fullortsborrad tunnel genom de försök som genomförts vid Äspölaboratoriet. SKB har däremot inte

demonstrerat deponering av kapsel med strålskärm eller fjärrmanövrering för installation av strålskärmsslucka över deponeringshålet. Detta behöver SKB göra innan en eventuell deponering kan påbörjas vid ett utbyggt förvar på den valda platsen.

### **Kapsellinjen**

SKI anser att SKB behöver fortsätta att utveckla konstruktionsförutsättningarna så att de kan ge ett bättre underlag för materialval, dimensionering och tillverkningskontroll av kapseln liksom för den långsiktiga säkerheten. Dessutom bör SKB genomföra fortsatta utredningar angående möjligheten av att skjuvning från ett jordskalv och isostatisk last från en glaciation skulle kunna inträffa samtidigt.

SKI anser även att det fortfarande finns vissa frågetecken när det gäller trovärdigheten av SKB:s krypmodeller för koppar. SKI anser också att SKB vid framtagning av sina modeller för kryp av koppar bör ta hänsyn till de förhållanden som råder i förvaret, det vill säga låga temperaturer och låga belastningar.

SKI anser att det återstår för SKB att visa att kapseldetaljer kan tillverkas i den takt och med den kvalitet som SKB föreskriver. Det brådskar att bland annat utveckla metoderna för tillverkning av insatser för bränsle från tryckvattenreaktorer om SKB ska kunna innehålla sina tidplaner. Inom utveckling av oförstörande provning har SKB undersökt och utvärderat flera olika metoder. Det är viktigt att SKB nu mer i detalj beslutar sig för vilka kombinationer av provningsmetoder som behövs för att få en ändamålsenlig kvalitetssäkring.

När det gäller oförstörande provning anser SKI att SKB mer i detalj behöver visa hur en kombination av oförstörande provningsmetoder finner de tillverkningsfel som kan förekomma. SKB behöver också fortsätta arbetet med en process för att med hjälp av oberoende tredjepartsorgan visa detta.

### **Återfyllningslinjen**

Beträffande materialval för återfyllning av deponeringstunnlar anser SKI det viktigt att SKB visar att tillräcklig mängd data finns för aktuella alternativ, så att dess egenskaper och funktion kan bedömas. SKI anser också att SKB tydligare bör redovisa hur kraven på kompressibilitet för återfyllningen påverkar materialval och utformning av återfyllningen innan ansökan om slutförvaret inlämnas. SKB behöver också för återfyllningen ta fram ett kvalitetsprogram för tillverkning och inplacering i deponeringstunnlar.

SKI anser det som angeläget att SKB redovisar tidplanen för test och demonstration av återfyllningen i full skala i Äspölaboratoriet efter förtester i Bentonitlaboratoriet. SKB bör ange hur tester och förväntat resultat kommer att anpassas till tidplanen för ansökan med tillhörande säkerhetsanalys. SKI och SSI är överens om att det är av stor vikt att SKB demonstrerar att man kan hantera buffert, återfyllnad och installation av pluggar med den spännvidd av framförallt hydrologiska förhållanden och geokemiska förhållanden som kan förväntas råda på den valda platsen. SKI anser också att SKB i sin ansökan bör redovisa referensmetoder för förslutningarna av de olika bergutrymmena

samt kontrollprogram för dessa. Redovisningen av planerna och genomförande inför ansökan kan följas upp inom ramen för fortsatt samråd med SKB.

### **Förslutningslinjen**

Med hänvisning till nyvunnen kunskap om piping/erosion, buffererosion och reaktion mellan cement och bentonit anser SKI att SKB behöver utreda om metoderna för pluggning av undersökningsborrhål med bentonit behöver uppdateras. SKB bör här även utreda frågan om det behövs ett respektavstånd mellan undersökningsborrhål och deponeringshål.

Vid utformning av förslutning av förvarets tunnlar och schakt så bör SKB beakta risken för påverkan genom tektoniska rörelser i samband med framtida glaciationer. Det behöver även redovisas vilka konsekvenser ofullständig förslutning skulle få för förvarets långsiktiga säkerhet. SKI utgår ifrån att detta kommer att redovisas i SR-Site. SKB behöver också uppskatta livslängden för de material som avses användas för förslutning av slutförvarets olika delar.

### **Återtag**

Enligt SKI:s föreskrifter och allmänna råd framgår att inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret eller för att försvåra tillträde till slutförvaret skall analyseras och redovisas till Statens kärnkraftinspektion.

### **Alternativ förvarsutformning – KBS-3H**

Frågor som behöver besvaras för konceptet horisontell deponering är distansblockens funktion vid ojämn bevättning, vilket kan leda till ojämn uppbyggnad av svälltrycket i kontakten mellan deponeringshål och berg, speciellt där bergutfall och vatteninflöde kan uppstå.

SKI noterar att utöver skillnader mellan KBS-3V respektive 3H gällande hydrologiska och kemiska aspekter behöver SKB också utreda om skillnader föreligger för mekanisk påverkan till exempel vid höga bergspänningar. SKI har låtit oberoende konsulter utreda bergspänningars påverkan på de båda koncepten vid en slutförvarsförvarsanläggning i Forsmark. Minst påverkan på förvaret sker om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med riktningen för största horisontella bergspänningen.

### **Bentonit- och Äspölaboratoriet**

SKB behöver i samband med ansökan redovisa resultat från pågående försök i Bentonit- och Äspölaboratoriet som avser bentonit och återfyllning och utgående från detta redovisa en plan för hur man tänker hantera de frågeställningar som inte är tillräckligt besvarade genom utförda försök. Detta är också synpunkter som SSI framfört i sitt remissvar till SKI. Såväl SKI som SSI anser att SKB också behöver klargöra vilka ytterligare försök som behövs, vilket syfte som de olika försöken avser att tillgodose samt ta fram en planering för deras genomförande. Föreslagen redovisning kan följas upp inom ramen för fortsatta samråd med SKB.

SKB behöver också innan ansökan redovisa hur de olika produktionslinjerna skall integreras och visa på dess inbördes beroenden för att uppnå initialtillståndet vid förslutning av förvaret.

## **Säkerhetsanalys**

SKI konstaterar att SKB har utvecklat en metodik kring säkerhetsanalys med en lämplig utformning i förhållande till SKI:s och SSI:s föreskriftkrav. Denna slutsats baseras på SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av säkerhetsanalysen SR-Can. Det är av stor betydelse att SKB inför SR-Site höjer ambitionsnivån för kvalitetsarbetet i samband med säkerhetsanalys. SKI anser att samrådet mellan myndigheterna och SKB kunde användas till en fortsatt dialog för att undvika onödiga oklarheter kring metodikfrågor, tolkningar av föreskriftkrav och redovisningsformer.

## **Naturvetenskaplig forskning**

### **Klimatutveckling**

I SKB:s klimatscenario för det glaciala klimattillståndet visar utförda numeriska simulering av en inlandsis en maximal förväntad istjocklek på 2 600 m i Laxemar och 3 200 m i Forsmark. SKI anser att resultatet är rimligt utgående från observationer från Grönland och Antarktis men att det finns anledning för SKB att bättre beskriva modellen och de förenklingar som den baserats på.

SKI anser att SKB behöver öka förståelsen av hydrogeologiska förhållanden i och kring en inlandsis geom att sammankoppla de beskrivna insatser som kan påverka grundvattenflödet.

I klimatscenariot med växthuseffekt anser SKB att avsmältningen av den grönländska inlandsisen motsvarar en global höjning av havsytan på cirka sju meter men att landhöjningen ändå fortsätter i såväl Forsmark som Laxemar. SKI noterar att konsekvenserna av att inlandsisarna på Grönland och västra Antarktis smälter torde innebära att såväl Forsmark som Laxemar kommer att hamna under Östersjöns vattenyta inom 1 000 år. Detta skulle kunna leda till inträngning av grundvatten med en högre salthalt i slutförvaret.

SKI anser att SKB:s beräkningar av permafrost involverar vissa osäkerheter gällande såväl modeller som indata, som inte redovisas på ett tydligt sätt. SKI anser också att SKB inte tillräckligt diskuterat risken för en betydande glacial erosion vid de båda kandidatområdena. Detta skulle medföra erosionsdjup som avsevärt skulle kunna påverka beräkningarna av permafrostdjup (250 m i Forsmark och 160 m i Laxemar beräknat av SKB) och möjligheten att undvika frysning av bufferten inom den period (1 miljon år) som säkerhetsanalysen täcker in.

## **Bränsle**

SKI anser att SKB behöver genomföra experiment och studier av högutbränt bränsle med anledning av planer på att gradvis öka medelutbränningen av bränsle vid de svenska kärnkraftverken.

I samband med granskningen av SR-Can påpekade SKI och SSI att förståelse av bränsleupplösningsmekanismer behöver demonstreras bättre med bland annat modellstudier. Dessutom behöver det visas att det gjorts en koppling mellan analyserna av bränsleupplösning och förvarets utveckling. Bufferterrosion kan till exempel även påverka förutsättningarna för bränsleupplösning.

SKI håller med SSI om att vissa ytterligare insatser kommer att krävas för att visa att kriticitet på grund av förändrad geometri och omfördelning av radionuklider inte är en viktig process.

## **Kapseln som barriär**

Beträffande kapselprocesser anser SKI att SKB behöver fortsätta arbetet med analyser av såväl insats som kopparhölje för både glaciationslast och skjuvlast samt i förekommande fall en kombination av dessa laster. Analyserna ska ge underlag för både att verifiera hållfastheten för de definierade konstruktionsförutsättningarna samt ge vägledning för tillverkning och tillverkningskontroll.

SKI anser att fenomenet spänningskorrosion ännu inte kan avfärdas som en dimensionerad process i förvaret. SKB bör antingen genom trovärdig provning visa att även om en spricka initieras är tillväxten så långsam att kapselns integritet inte äventyras eller möjligtvis redovisa konsekvensen av att en del kapslar kan tänkas spricka genom tillväxt av sprickor orsakade av spänningskorrosion.

SKI bedömer att om bufferterrosion inte kan uteslutas så bör experimentella studier av kopparkorrosion även innefatta kopparytor som inte skyddas av en omgivande bentonitbuffert. Resultat från studier av kopparkorrosion i anoxisk miljö som tagits fram vid KTH bör föranleda SKB att genomföra en förnyad analys av denna typ av korrosionsprocess, som baseras på teoretiska studier och experiment.

## **Buffert**

SKI bedömer att SKB generellt har ett bra program för bufferten. Det finns dock en osäkerhet kring vilka buffertmaterial som kan komma ifråga och vilken sammansättning dessa material behöver ha. SKI anser därför att SKB behöver ta fram en mera detaljerad kravspecifikation för bufferten och föreslå konkreta material som lämpliga kandidater för användning i ett slutförvar. Enligt SKI bör SKB bättre motivera temperaturkriteriet för bentonitbufferten och mera ingående utreda risken för en extrem uttorkning av bufferten. Följderna av att en buffert förblir omättad under lång tid behöver studeras även fortsättningsvis. SKI är positiv till utvecklingen av simuleringsverktyg för kopplade processer i bufferten och bedömer att de bör finnas goda möjligheter att adressera ovanstående frågor. SKB bör före ansökan redovisa så mycket information som möjligt från de storskaliga demonstrationsförsöken vid Äspölaboratoriet.

SKI anser att tiden är mogen för en planering av de ytterligare försök som behöver göras under uppförandefasen av ett slutförvar. SKI kan dock konstatera att planera i Fud-program 2007 är mycket vaga inom detta område.

Beträffande kemiska processer i bufferten anser SKI att SKB bättre bör uppmärksamma cementeringsprocesser, kopplingen mellan jonbytesprocesser och omvandlingar av smektit, samt risken för en strukturell sönderdelning av smektitlera. Kemiska processer i bufferten har också fått en betydelse för att beräkna omfattningen av buffererosion, vilken för närvarande är den mest betydelsefulla osäkerheten kring buffertens långsiktiga funktion. SKI konstaterar att SKB verkar ha ett bra forskningsprogram om buffererosion. Det är enligt SKI av stor betydelse att kunskaperna uppnår en tillräcklig mognadsnivå inom detta område innan SKB lämnar in en ansökan om att få uppföra slutförvaret. Processens negativa konsekvenser behöver kunna gränsättas och buffertens roll i SKB:s säkerhetskoncept behöver kunna definieras i perspektivet av att den eventuellt inte kan förutsättas vara helt stabil i säkerhetsanalysens tidsskala.

### **Återfyllning**

SKI konstaterar att betydande insatser återstår innan kunskaperna kring både praktiska hanteringsfrågor för återfyllningen och analys av långsiktig utveckling når samma nivå som för kapsel och buffert. SKI bedömer dock att SKB i Fud-program 2007 har höjt ambitionsnivån för arbetet med återfyllningen och att det idag finns konkreta planer för att fylla igen de viktigaste kunskapsluckorna.

SKI anser att de återfyllningsmaterial som SKB för närvarande undersöker inte har redovisats ordentligt i Fud-program 2007. Liksom för bufferten efterlyser SKI även en tydligare kravspecifikation för återfyllningen med avseende på bland annat kemisk och mineralogisk sammansättning. Enligt SKI behövs mera konkreta planer kring storskaliga demonstrationsförsök som behöver genomföras för att undersöka återfyllningens funktion under så realistiska betingelser som möjligt.

SKI bedömer att SKB har ett lämpligt program för att begränsa och förutsäga den initiala erosionsrisk som föreligger under den tidiga återmättnadsfasen. Risken för en långsiktig erosion av återfyllda tunnlar behöver dock uppmärksammas mera. I båda fallen bör SKB eftersträva en bättre teoretisk förståelse för de styrande erosionsmekanismerna. Konsekvenser av att återfyllningens täthet gradvis minskas bör även utredas. SKI anser slutligen att det i Fud-program 2007 fattas redovisning kring kemiska processer i återfyllningen samt information om återfyllning av andra förvarsområden förutom deponeringstunnlar.

### **Geosfär**

I Fud-programmet är geosfärskapitlet indelat i 26 avsnitt och strukturen medger en detaljerad beskrivning relaterade till många olika processer. SKI anser dock att kopplingarna som krävs för att binda samman nyckelfrågorna med de relevanta processerna inte är tydliga i framställningen. Nyckelfrågor kopplade till geosfären är exempelvis radionuklidtransport, buffererosion och kopparkorrosion. Med SKB:s val av indelning med hänsyn till processer utan att strukturera koppla dem till öppna nyckelfrågor riskerar viktiga frågor att inte bli tillräckligt belysta.



En frågeställning som uttryckligen är del av kapitelindelningen är radionuklidtransporten som finns med i fyra avsnitt. SKI anser dock att det är betydelsefullt att identifiera de viktigaste behoven av fortsatt forskning och utveckling utgående från hela systemet. Således anser SKI att SKB bör planera och redovisa forskningen och utvecklingen för transport av radionuklider sammanhållet för betydelsefulla aspekter av både geosfären och biosfären.

SKI håller med SKB i antagandet att om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med största huvudspänningsriktningen är risken för spjälkning under byggskedet mindre än för orientering i andra riktningar. Detta styrks också i studier genomförda på uppdrag av SKI.

SKI har i olika sammanhang påtalat avsaknaden av studier gällande hållfasthet och deformation av stora sprickor och sprickzoner. Denna typ av studier är angelägna mot bakgrund av regionala och lokala modelleringar som behövs för analys av spänningstillstånd, bergmassans hållfasthet och frågor kring kopplade processer. I SKB:s program kan SKI inte finna att detta tagits om hand på ett bra sätt vilket behöver åtgärdas.

SKB behöver också redovisa sina synpunkter på vad de anser om att förvaret i sig kan komma att utgöra ett svaghetsplan och därmed utgöra en brottanvisning i samband med framtida jordskalv.

Beträffande nysprickbildning anser SKI att SKB behöver ta fram ett bättre underlag för bedömningen av en eventuell påverkan på förvarets långsiktiga säkerhet. SKI skulle vilja se en utförligare analys kring förutsättningarna för en möjlig framtida nysprickbildning på kandidatplatserna Forsmark och Laxemar.

SKI liksom SSI anser att SKB, utifrån en samlad problembeskrivning, bör härleda och redovisa ett program för fortsatt arbete som belyser utveckling av modeller för att bedöma effekterna av ett jordskalv av magnitud 6 eller större, metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner, ytterligare arbete med diskreta nätverksmodeller samt utveckling av respektavstånd och kriterier för val av deponeringspositioner.

## **Biosfär**

Eftersom SSI är expertmyndighet inom området biosfär återges här SSI:s text in extenso.

SSI framhåller att i SR-Can tog SKB fram en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjning. Myndigheterna framförde i granskningen av SR-Can att det är bra med en integrerad ansats. Det finns dock svagheter i metodiken som bör åtgärdas inför SR-Site:

- Metodiken ger en effekt av utspädning i dosberäkningarna.
- Relevanta transportprocesser har inte inkluderats i modellbeskrivningen.
- Valideringen av modellerna mot fältdata är bristfällig.
- Det saknas en osäkerhetsanalys.

Vidare anser SSI att Fud-program 2007 inte ger svar på frågan om SKB:s program tar hand om de svagheter som myndigheterna påtalat i samband med granskningen av SR-Can. Det saknas en tydlig beskrivning av vidareutvecklingen av dosmodeller, till exempel vilka processer som ska ingå i myr- och sjömodeller. När det gäller modellvalidering är skogsmodellen den enda modell som SKB anser ska valideras. SKB nämner heller inte hur osäkerheter i data och modeller ska hanteras i samband med dosberäkningar.

Eftersom det inte kommer att ske någon ytterligare Fud-redovisning innan SKB planerar att lämna in tillståndsansökan, anser SSI att SKB bör klargöra hur myndigheternas synpunkter på SR-Can och på Fud-program 2007 kommer att omhändertas i det fortsatta biosfärsprogrammet.

### **Separation och transmutation**

SKI vill uppmuntra SKB att även fortsättningsvis genomföra eller delta i systemstudier. Fördjupade studier bör som hittills ske inom områden där svensk forskning visat sig kunna ge seriösa bidrag. Under dessa förutsättningar har SKI inget att invända mot den aviserade ökningen av SKB:s insatser under de kommande åren.

### **Djupa borrhål**

SKI konstaterar såsom gjordes i granskningen av Fud-program 2004, och även utgående från dagens kunskapsnivå, att den enda barriär som kan antas fungera för konceptet djupa borrhål är berget. Egenskaper på kort och lång sikt hos bentonit eller andra buffertmaterial i borrhålet, när det gäller att skydda kapseln mot större bergrörelser och korrosionsangrepp, är svåra att bedöma på stora djup. Likaså är kapselns täthet även för kortare tider svår att förutsäga beroende på rådande höga bergtryck och den aggressiva kemiska miljön på förvarsdjup.

SKI vill erinra om att ett förvarskoncept som redan från början baseras enbart på berget som enda barriär står i strid med SKI:s föreskrifter (SKI FS 2002:1) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall.

Utgående från de diskussioner och den argumentation som SSI redovisade vid Kasam:s (numera Kärnavfallsrådet) seminarium om djupa borrhål i mars 2007 och SSI:s synpunkter och argumentation i yttrandet över detta Fud-program kan SKI stödja SSI:s argument för varför SKB bör ta fram ett bättre underlag om djupa borrhål för en jämförelse med KBS-3 metoden. SKI anser dock att kritiska synpunkter framförda i tidigare Fud-granskningar kvarstår eftersom SKI bedömer att djupa borrhål i dagsläget inte är ett realistiskt alternativ till KBS-3 metoden.

SKI håller däremot med SSI om att underlaget som Strålsäkerhetsmyndigheten behöver för att kunna jämföra djupa borrhål med KBS-3 metoden behöver förstärkas i ansökan om uppförande av slutförvaret för använt kärnbränsle.

## **Samhällsforskning**

SKI anser att den forskning som bedrivs av SKB inom det samhällsvetenskapliga forskningsområdet bidrar till en helhetsbild av slutförvarsprocessen som är en viktig del av beslutstagande när ansökan för slutförvaret lämnas in och ska hanteras av myndigheter och andra aktörer. SKI välkomnar därför fokusering på fortsatt arbete utgående från att Fud-programmet 2004 lämnades in och granskades av berörda aktörer. Den forskning som har finansierats genom programmet har omfattat ett brett samhällsvetenskapligt fält och resulterat i intressanta studier som har tagit upp nya frågeställningar och vars forskningsresultat har gett ytterligare kunskap och insikt om tidigare frågor.

För att tillvarata resultaten från de viktiga frågor som hanterats inom programmet är det viktigt att kopplingen mellan SKB:s samhällsvetenskapliga forskning och övriga dokument och beslutsprocesser (till exempel MKB), som utgör en del av förberedelser till SKB:s ansökan om uppförande av slutförvaret 2010, ytterligare tydliggörs. SKI anser att kontinuerlig forskning inom samhällsvetenskapliga området är viktigt och fortsatt samhällsforskning efter 2010 vore önskvärd.

## **Loma-programmet och rivning**

### **Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall - SFL**

Med en vag hänvisning till bristande resurser har SKB inte fullt ut beaktat SKI:s, SSI:s och regeringens förväntningar om redovisning av planerna för SFL i Fud-program 2007. Oavsett det kommer att ta ett, två eller tre decennier innan uppförandet av denna anläggning behövs det enligt SKI:s uppfattning redan nu en trovärdig utformning av denna anläggning som kan ligga till grund för kriterier för val av behandlingsmetoder för avfall som är avsett för deponering i SFL. SKI anser därför att SKB behöver komplettera Fud-program 2007 när det gäller sina planer och program för SFL. En sådan komplettering bör utformas så att det ger myndigheterna underlag för bedömning av om SKB:s redovisning av programmet för SFL i Fud-program 2010 blir av tillräcklig omfattning i följande avseenden:

- En kvantitativ uppskattning av när i tiden sådant avfall uppkommer som är avsett att slutförvaras i SFL. En sådan uppskattning behövs som underlag för att motivera och bedöma rimligheten av SKB:s tidplan för SFL, inklusive identifierade möjligheter till stegvis utbyggnad och/eller behov av mellanlagring av avfallet.
- Framtagande av alternativ för slutförvarets utformning, inklusive de konstruktionsförutsättningar och säkerhetsfunktioner som kommer att tillämpas.
- Inriktning för kommande säkerhetsanalyser av SFL, bland annat med sikte på att kunna ta fram och verifiera acceptanskriterier för avfall avsett att slutförvaras i SFL.
- Innehåll i ett forsknings- och utvecklingsprogram som stöd för kommande säkerhetsanalyser av SFL.

### **Slutförvaret för kortlivat låg- och medelaktivt avfall – SFR**

SKI gör bedömningen att SKB på ett tydligare sätt behöver motivera sina planer för utbyggnad och drift av SFR. Detta bör i första hand ske i anslutning till Fud-program

2010. För att myndigheterna i god tid dessförinnan skall kunna förvissa sig om att dessa frågor kommer att hanteras på ett bra sätt anser dock SKI att Fud-program 2007 bör kompletteras på denna punkt. Kompletteringen bör följaktligen omfatta hur SKB kommer att redovisa dessa frågor i Fud-program 2010 inklusive en preliminär redogörelse för omhändertagandet av drift och rivningsavfall i SFR. SKB bör kunna utgå från den redogörelse för omhändertagande av rivningsavfall som SKB nyligen tagit fram.

### **Planering för rivning av kärnkraftverk**

Enligt SKI:s uppfattning har denna del av Loma-programmet ännu inte fått en ändamålsenlig struktur och ett tillräckligt detaljerat innehåll.

Av SKB:s redovisning framgår det tydligt att kärnkraftbolagen har ett kvarstående ansvar att tillsammans eller var för sig redovisa sina egna planer och strategier för rivning av kärnkraftverken. SKI anser inte att SKB:s redovisning av kraftbolagens strategier för rivning i generella termer är tillräcklig för att myndigheterna skall kunna bedöma rimligheten i tidplaner och åtgärdsprogram oavsett ansvaret för dessa ligger hos SKB eller kraftbolagen. SKI gör därför bedömningen att SKB bör inkomma med en komplettering till Fud-program 2007 i form av en sammanställning av de avvecklingsplaner som kraftbolagen tagit fram i enlighet med SKI:s och SSI:s föreskrifter. Denna komplettering skall kunna utgöra underlag för Strålsäkerhetsmyndighetens bedömning av hur SKB och kraftbolagen skall gå vidare med denna fråga i samband med Fud-program 2010.

Enligt SKI:s uppfattning är den motivering av tidplanen för rivning av Barsebäcksverket som SKB anger tämligen välgrundad. Det saknas dock fortfarande visst underlag som i kvantitativa termer visar på möjligheter och svårigheter att påbörja deponering av rivningsavfall i det befintliga SFR vid olika tidpunkter. Detta gäller särskilt en redogörelse för när och i vilken takt olika slags avfall uppkommer under rivningen. SKI anser därför att SKB bör komplettera Fud-programmet på denna punkt. Även i detta fall bör SKB kunna bygga på det nyligen redovisade dokument om rivningsavfallet från Barsebäck.

SKI liksom SSI anser att Fud-program 2007 bör kompletteras med en redovisning av hur Vattenfall AB som tillståndshavare för Ågesta kraftvärmereaktor avser att uppfylla sina skyldigheter enligt 12 § kärntekniklagen.

# 1 Inledning

## 1.1 Allmänt om programmet

Enligt kärntekniklagen skall innehavare av kärnkraftsreaktor vidta alla åtgärder som behövs för att ta hand om och slutförvara använt kärnbränsle och kärnavfall. I lagen finns krav på ett forskningsprogram som skall inges till behörig myndighet vart tredje år. Statens kärnkraftinspektion (SKI) är behörig myndighet som granskar och utvärderar programmet. SKI sänder programmet för granskning och eventuella synpunkter till en bred krets av remissinstanser bland annat myndigheter, kommuner, universitet och högskolor samt miljöorganisationer.

Det svenska programmet för slutlig hantering av använt kärnbränsle har nu pågått i ca tre decennier och det planerade slutförvaret kommer troligen inte att förslutas förrän i senare delen av nästa halvsekel om allt går enligt plan. Det krävs innan dess en serie av beslut innan målet är nått. Beslutsprocessen kan därför betecknas som en flerstegsprocess. I de olika stegen kommer säkerhet och strålskydd successivt att prövas varför möjlighet finns för ytterligare utvecklingsarbete och val av förbättrade lösningar. SKI:s uppgift är att se till att säkerheten tillgodoses i alla steg under processen. SKI behöver nu värdera vad som behöver vara utklarat i samband med ansökan och vad som kan anstå till senare tillfällen.

I regeringsbeslutet 1 december år 2005 fann regeringen att SKB:s program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Fud-program 2004, uppfyller de krav som ställs i 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). I beslutet tog regeringen fasta på vad SKI, Statens strålskyddsinstitut (SSI) och Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM numera Kärnavfallsrådet) uttalat rörande SKB:s handlingsplan, ansvar för förslutet slutförvar, rivning, låg- och medelaktivt avfall, samhällsforskning och alternativa metoder.

SKB:s nu ingivna program, som överlämnades till SKI 28 september 2007, är det åttonde ordinarie programmet i serien som inleddes med FoU-program 1986. Föregående Fud-program 2004 var främst inriktat på att belysa tillverkning och förslutning av kapslar utöver övrig forskning och teknikutveckling. Eftersom SKB under första halvåret 2010 planerar att lämna in en ansökan om att få bygga slutförvaret för använt kärnbränsle är Fud-program 2007 främst inriktat på att få fram ett tillräckligt tekniskt underlag för ansökan. Utgående från myndighets- och regeringssynpunkter på föregående Fud-program presenterar SKB också en uppdaterad handlingsplan och en övergripande redovisning av planer för rivning.

## 1.2 SKI:s beredning av ärendet

I slutet på oktober 2007 genomförde SKI och SKB ett möte för berörda remissinstanser där SKB närmare redogjorde för programmet och SKI lyfte fram frågor som remissinstanserna kunde ha i åtanke vid läsning av programmet. Utöver detta har SKI och SSI 1 november 2007 redovisat sina viktigaste synpunkter på föregående Fud-program och även belyst intressanta frågor i aktuellt program för Östhammars kommun.

SKI har genomfört granskningen av SKB:s Fud-program 2007 på samma sätt som vid SKI:s tidigare granskningar av Fud-program. SKI har sänt programmet på remiss till ett femtiotal remissinstanser (myndigheter, kommuner, universitet och högskolor, miljöorganisationer m.fl.). Remissvar har inkommit från 40 av dessa varav tre har avstått från att yttra sig över programmet.

Cirka en tredjedel av remissvaren är fokuserade på frågor som berör alternativa metoder, samhällsvetenskaplig forskning, kapsel/kapselkorrosion och geosfären. Knappt en fjärdedel av remissvaren kommenterar buffert, klimatutveckling, återtag av kapslar och rapportens disposition/läsbarhet/förståelse. Frågor som berör metodval, platsval, återfyllning samt låg- och medelaktivt avfall har kommenterats av sex till sju remissinstanser. Fem remissinstanser har kommenterat frågor om resurser till myndigheter, beslutsprocess, finansiering från kärnavfallsfonden och biosfär medan färre än fem remissvar handlar om bränsle, handlingsplan, säkerhetsanalys, bergbyggnad och ansvar efter förslutning av förvaret för använt kärnbränsle.

Yttrandet från Naturskyddsföreningens och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning består till två tredjedelar av kritik riktad mot SKB, myndigheter och regering. Dessutom riktar organisationerna sig i sin sammanfattning direkt till regeringen med en kravlista innehållande 17 punkter. Den återstående tredjedelen utgörs av synpunkter på SKB:s Fud-program 2007. SKI har där så befunnits relevant återgett organisationernas synpunkter redovisade i sista tredjedelen av yttrandet.

I april informerades SKI:s styrelse om innehållet i inkomna remissvar och några av SKI:s preliminära synpunkter på SKB:s program. SKI:s yttrande till regeringen och tillhörande granskningspromemoria har redovisats och behandlats av SKI:s styrelse 12 juni 2008.

SKI nämner inledningsvis i varje kapitel i granskningspromemorian vilka delar av SKB:s program som kommenteras. Flertalet kapitel innehåller rubrikerna: SKB:s redovisning, remissinstansernas synpunkter och SKI:s bedömning. Några kapitel har dessutom rubriker som kommunsynpunkter, övriga remissinstansers synpunkter, remissinstansernas allmänna synpunkter, SSI:s synpunkter och SKI:s sammanfattande bedömning.

Denna granskningspromemoria; SKI:s utvärdering av SKB:s Fud-program 2007 tillsammans med SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av Fud-program 2007 – program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall överlämnades till regeringen 25 juni 2008 (SKI Rapport 2008:48). Dessutom överlämnades de fullständiga remissvaren och en sammanställning av de remissyttranden som är refererade i granskningspromemorian (SKI-PM 2008:05).

## 2 Övergripande synpunkter på SKB:s program

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på disposition och innehåll i det nu aktuella programmet. SKI redovisar även synpunkter på vissa frågor som SKI tidigare uppmärksammat och som SKB inte i förväntad omfattning inkluderat i programmet till exempel förvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Dessutom kommenteras frågor som togs upp av SKI, SSI och regeringen i beslut över Fud-program 2004 som SKB inte beaktat fullt ut. Frågor om beslutsprocess och ekonomiska resurser som tagits upp av några remissinstanser kommenteras också i detta kapitel.

### 2.1 Inledning

SKB har i sin disposition av programmet valt att utgå från den efterfrågade uppdaterade redovisningen av handlingsplanen som inkluderar hantering av radioaktivt avfall, kärnbränsleprogrammet och Loma-programmet. Inom kärnbränsleprogrammet redovisar SKB bland annat kravhantering och kravspecifiering (kap 2.4). Därefter redovisas delar som berör slutförvaret för använt kärnbränsle och som inkluderar beskrivning av genomförda platsundersökningar, tillståndsprövning, uppförande, driftsättning och drift.

SKB har vidare i Fud-program 2007 inriktat sin redovisning i första hand på frågor som rör teknikutveckling (kap. 4-10 resp. 11-18) kopplade till slutförvaret. Detta grundar sig på SKB:s målsättning att under 2010 lämna in en ansökan om att få bygga slutförvaret för använt kärnbränsle. En nyhet i detta Fud-program är att i redovisningen av teknikutveckling har SKB introducerat begreppet produktionslinjer (kap. 11-18) med kravspecifikationer för komponenter ingående i KBS-3 konceptet. För att få en samlad bild av de krav och restriktioner som utgör konstruktionsförutsättningar för slutförvaret har SKB tagit fram en metodik för systematiskt hantering av krav och andra konstruktionsförutsättningar. Uppgifterna dokumenteras i en särskild databas (sid. 48). Programmet med produktionslinjer länkas sedan ihop med programmen för säkerhetsanalys och forskning om de långsiktiga processer som sker i slutförvaret. Programmet avslutas med redovisning av samhällsvetenskaplig forskning samt Loma-programmet och rivning av kärntekniska anläggningar. Till varje kapitel finns en omfattande referenslista.

För att underlätta för läsare och granskare ger SKB inledningsvis i kapitel 21-33 i rapporten en bakgrund om respektive forskningsområde. Därefter redovisas i varje avsnitt de myndighetssynpunkter som framförts i samband med granskning av tidigare Fud-program. Slutligen redovisas nyvunnen kunskap sedan senaste Fud-programmet samt program för planerad forskning. Övriga kapitel i rapporten kapitel 1-20 samt kapitel 34-40 har en delvis annorlunda disposition.

### 2.2 Rapportstruktur och innehåll

#### *Remissinstansernas synpunkter*

Chalmers tekniska högskola anser att det forskningsprogram (Fud-program 2007) som lämnats ut på remiss är mycket omfattande och beskrivningen av verksamheten mycket

detaljerad. Generellt sett har SKB en sedan länge genomtänkt och utvärderad plan för slutförvaret, något som också avspeglas i Fud-program 2007, vilken täcker många relevanta områden.

Karlstads universitet anser att Fud-program 2007 är fylld av information och säkert också av goda föresatser. Men redovisningen är i flera avseenden nedslående otillräcklig som beslutsunderlag i centrala frågeställningar.

Länsstyrelsen i Kalmar län konstaterar att SKB har med Fud-program 2007 presenterat ett ambitiöst forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram av hög kvalitet. Programmet omfattar perioden 2008-2013 med en högre detaljeringsgrad för de första tre åren. Programmet är väl strukturerat och lättläst, där kvarstående frågeställningar är tydligt redovisade. Den särskilt framtagna sammanfattningen har ytterligare underlättat granskningen och förståelsen av det omfattande Fud-programmet.

Miljörelsens kärnavfallssektariat, Milkas (Hultén) välkomnar det mindre tvärsäkra tonfallet i Fud-rapport 2007. En redogörelse som öppet redovisar problem, ”svåra nötter” inger större förtroende. Försöken till contextualisering välkomnas likaså, även om de är alltför sparsamt förekommande.

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) anser att rapporten är omfattande och ger en god uppfattning om vad som gjorts och vad som återstår att göra inom slutförvaring av kärnbränsleavfall. SLU anser dock att texten är något svårtillgänglig för icke initierade. Detta förstärks av att man använder en mängd fackuttryck som återkommer genom texten, men som aldrig definieras tillfredställande.

Oskarshamns kommun anser att SKB i Fud-program 2007 presenterar ett forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram av hög kvalitet. Speciellt del III ”Teknikutveckling inom kärnbränsleprogrammet” är enligt Misterhultgruppen föredömligt beskriven med en pedagogisk framställning av vad SKB anser vara känd respektive mindre känd teknik samt vad SKB behöver utveckla när det gäller tekniska metoder för att bygga, driva och försluta förvaret. I del IV ”Säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning”, som ytterst via dosberäkningar ska utmynna i en bedömning av påverkan på människor och miljön, är osäkerheterna kring vissa processer och skeenden påfallande, vilket föranleder frågor. Särskilt gäller detta biosfärprogrammet, som, trots osäkerheterna, är förtjänstfullt utvecklat.

Totalförsvarets forskningsinstitut anser att rapporten som beskriver Fud-program 2007 är en imponerande genomgång på 500 sidor (plus mängder av referenser och forskningsrapporter) av planer, teknikutveckling, säkerhetsanalys och forskning. Institutet noterar dock att något som inte alls betraktas i Fud-program 2007 är konsekvenserna av en eventuell utbyggnad av svensk kärnkraft och vilken eventuell inverkan detta skulle kunna ha på det förestående förläggningsbeslutet för ett slutförvar.

Statens strålskyddsinstitut anser att de delar av redovisningen som berör kärnbränsleprogrammet är välstrukturerade och att programmet överlag genomförs med höga ambitioner.

Uppsala universitet anser att allmänt gäller att programmet är både brett och djupt. Det är skrivet med föredömlig klarhet.



Östhammars kommun anser att tillgängligheten har förbättrats i detta Fud-program där sammanfattning och handlingsplan ger en tydlig bild av innehållet i rapporten och över kärnbränsleprogrammet.

### ***SKI:s bedömning***

SKI kan konstatera att rapportstrukturen inte i något större avseende avviker från strukturen i föregående Fud-rapport med en redovisning i delområden innefattande varierande antal kapitel. I detta Fud-program redovisas hela handlingsplanen som en inledande del i rapporten medan i förra programmet merparten av handlingsplanen utgjorde en bilaga. SKI anser nuvarande disposition vara en förbättring. Dock kan SKI konstatera att föregående handlingsplan var mer detaljerad än denna plan.

SKI anser även att SKB:s redovisning gällande kravhantering på ett tydligare sätt även borde ha angett såväl omfattning som tidpunkt för uppfyllande av de olika angivna kraven utöver vad som behövs och av vem. Det är inte tillfredställande att endast ange vad som behöver vara känt innan ansökan lämnas. Av rapporteringen framgår inte vad som händer om kraven inom något av angivna delsystem inte uppnås inom angivna tidsramar. SKB behöver innan ansökan förtydliga vilka kritiska trösklar och moment som behöver övervinnas.

SKI uppskattar att resultatet av platsundersökningarna inkluderats i rapporten. Dock kan SKI konstatera att framåtblicken av vad som återstår innan slutförvaret kan tas i drift, del II, kapitel 5-10 lika väl kunde ha infogats under handlingsplanen.

SKI uppskattar också SKB:s ansats att redovisa vad myndigheter och Kasam (numera Kärnavfallsrådet) ansett om tidigare Fud-program. Dock kan konstateras att SKB inte alltid redovisat planerade åtgärder som en respons på framförda synpunkter. Detta kunde i samtliga kapitel ha åstadkommit genom en redovisning i tabellform motsvarande en utvidgad version av tabell 19-1 gällande forskning om långsiktig säkerhet och tabell 19-2 förvarets initialtillstånd.

SKI ser med tillfredställelse att SKB i rapportens inledning redovisat en efterfrågad kort historisk återblick och viktiga framsteg i tidigare Fud-program. Innebörden av detta är att nytillkomna läsare av programmet nu inte behöver ifrågasätta sådant som redovisats i tidigare Fud-program, till exempel hur SKB kommit fram till valda områden i de kommuner där platsundersökningar just avslutats. Fortfarande saknas dock i kapitlet ett försök till en sammanfattande helhetsbild av programmet som fokuserar på viktiga återstående frågor som behöver besvaras vid olika tidpunkter för programmets framåtskridande.

SKI anser också att SKB tydligare kunde ha redovisat en mer övergripande strategi och måluppfyllelse särskilt för kapitlen 19-28. Det är även svårt för den oinvidde läsaren att bedöma vikten av enskildheters betydelse för att sedan kunna uppskatta hur och i vilken grad dessa bidrar till enskilda forskningsinsatsers måluppfyllelse. Ett exempel som kan anges är att en samlad redovisning av t.ex. radionuklidtransport hade varit att föredra i stället för redovisning i olika delavsnitt.

SKI anser även att det saknas detaljer för återstående planerade forskningsinsatser. Dessutom finns ingen redogörelse för i vilken ordning individuella projekt behöver genomföras och deras inbördes beroenden och påverkan.

SKI saknar också genomgående i programmet en diskussion om genomförande utifrån BAT-perspektivet. Detta påpekas också av Östhammars kommun.

Safeguardaspekten är en annan viktig fråga som borde ha beaktats och integrerats i programmet på ett mycket tydligare sätt än i den redovisning som nu skett i två olika delavsnitt i rapporten (kap 6.7 och 14.6).

SKI kan också konstatera att del VI Loma-programmet och rivning (kapitel 34-40) är svåröverskådligt med många upprepningar inom de olika delkapitlen och därför relativt svårt att granska. Enligt SKI:s uppfattning har kapitlen om rivning i Loma-programmet ännu inte fått en ändamålsenlig struktur och ett tillräckligt detaljerat innehåll. Dessutom är redovisningen av SFL inte av den omfattning som både SKI, SSI och regeringen hade förväntat sig.

SKI noterar också att SKB utöver Fud-processen nu även omnämner andra pågående parallella aktiviteter såsom PLAN-processen och MKB-samråd. Här kunde dock utfallet av hittills genomförda samråd och utförda utredningar kort ha redovisats eller åtminstone referenser angetts. En diskussion kunde också ha förts om samråden i någon omfattning påverkat andra aktiviteter i SKB:s kärnbränsleprogram.

## **2.3 Beslutsprocess och MKB-process**

### ***Kommunsynpunkter***

Oskarshamns kommun framhåller att Fud-program 2007 är det sista programmet som SKB presenterar inför ansökan år 2009 om att uppföra ett geologiskt förvar för använt kärnbränsle i Sverige. Programmet omfattar perioden 2008-2013 och sträcker sig därmed bortom ansökansåret 2009. Därför har kommunen i sin granskning av Fud-program 2007 belyst följande frågeställningar:

- Vilka delar av SKB:s program måste vara kompletta för att möjliggöra en väl underbyggd ansökan vid slutet av år 2009?
- Vilka är de obesvarade frågor som kan skjutas fram till senare myndighetsgranskningar och beslut?

Kommunen framhåller att det är genom att ställa villkor på verksamhetsutövaren som samhället kan bidra till en säker och miljömässigt godtagbar slutförvaring. Det kommer att vara avgörande för ärendet att frågan om villkor hanteras öppet och transparent samt att villkor på en tillräcklig detaljeringsnivå finns tillgängliga när kommunen ska fatta sitt beslut enligt miljöbalken (MB 17 kap 6 §). Kommunen anser att det är naturligt att i samband med ett vetobeslut ställa villkor som inte tillgodosätts i processen och vill nu få klarlagt om det finns formella hinder eller begränsningar mot att ställa villkor i samband med vetobeslutet.

Kommunen vill också få klarlagt att det inte finns formella hinder mot att en och samma miljödomstol bereder regeringens tillåtlighetsprövning av systemet, inklusive INKA i Oskarshamn, även om slutförvar planeras till Östhammar.

Processen inför kommande beslut av provdrift, rutinmässig drift, kontrollprogram och förslutning behöver också klargöras. Klarläggandet av beslutsprocessen är en viktig förutsättning för kommunens förberedelser att medverka i processen och att ställa sina villkor inför respektive beslut.

Kommunen efterfrågar besked om vad som inträffar om slutförvaringen fördröjs orsakad av förlängd livstid för kärnkraftverken och därmed behovet av mellanlagring ökar.

För den kommunala planeringen är det angeläget att ha så realistiska tidplaner som möjligt. Kommunen bedömer det som osannolikt att Sveriges största miljöärende i en så kontroversiell fråga som kärnavfallsfrågan inte skulle överklagas till högsta instans. Kommunen önskar få konsekvenserna av detta scenario belyst.

För att kunna prestera ett bra beslutsunderlag till kommunfullmäktige behöver berörda parter av ansökningshandlingarna kunna utläsa vilka transportlösningar SKB förordar. Kommunen vill se kapseltransporter som inte blandas med annan trafik och miljövänliga och trafiksäkra transportalternativ för bergmassor och insatsvaror. Med Sveriges och SKB:s höga miljöambitioner förväntar sig kommunen bästa möjliga transportlösningar.

Kommunen konstaterar att SKB avser redovisa alternativa metoder i en separat handling och alternativa utformningar till KBS-3 i MKB:n. Alternativfrågan behandlas i villkor 12 i Oskarshamns beslut om platsundersökning från 2002-03-11 där kommunen hänvisar till regeringsuttalande från Fud-granskningar. Redovisas alternativen i en separat handling i stället för i MKB:n ingår de inte i samrådet enligt miljöbalken. Miljödomstolen är den instans som slutligen kommer att avgöra om SKB:s redovisning av alternativ uppfyller miljöbalkens krav. Kommunen betonar att det är viktigt att beslutsprocessen fortgår som planerat och att alternativfrågan inte medför förseningar.

Oskarshamns kommun anser också att samhällsforskningen och samhällsutredningarna är en viktig del av beslutsunderlaget för kommunerna. Kärnavfallsfrågan omfattar betydligt mer än teknik. Med hänsyn till frågans komplexitet finns det all anledning att hålla dörren öppen för fortsatt samhällsforskning och samhällsutredningar även efter de tider som anges i Fud-programmet.

För närboende i Misterhults socken kommer en eventuell etablering av ett slutförvarssystem att bli mycket påtagligt särskilt under utbyggnadsskedet. Denna tid kommer att medföra stora påfrestningar på närboende med etablering av en omfattande industriell verksamhet, stora bergupplag, grundvattenpåverkan, ökad trafikbelastning och kanske stor uppmärksamhet i omvärlden. Kommunen menar att de frågor som närboende fört fram bör ges särskild tyngd.

Östhammars kommun framför att de i ett brev, daterat den 8 maj 2006, till regeringen begärde att regeringen ställer frågan om det kommunala vetot efter att myndigheternas

yttranden finns på bordet. Regeringen svarade kommunen att ”om det av miljödomstolens yttrande till regeringen inte tydligt framgår huruvida kommunen tillstyrker verksamheten eller inte, inhämtar regeringen kommunens yttrande”. Kommunen vill här ytterligare en gång påpeka att för att den lokala processen ska uppfattas som meningsfull måste kommunernas frivillighet bestå ända till slutet.

Kommunen vill samtidigt framföra att det ur kommunal synvinkel är mycket angeläget att processen fortlöper i den takt som säkerhetsaspekterna tillåter. Kommunernas engagemang kräver resurser och har haft undanträngningseffekter på andra viktiga kommunala frågor under många år. Det är av största vikt att slutförvarsfrågan löses så att vi kan fokusera på de ansvarsområden som är kommunens. Ett kommande regeringsbeslut måste, menar kommunen, grundas i inställningen att den långsiktiga säkerheten är den tyngst vägande faktorn. Det framförs regelbundet av SKB att säkerheten kan visa sig vara lika god på två platser och att andra kriterier då kommer att påverka beslutet.

Kommunen påpekar också att kraven på användning av bästa möjliga teknik (BAT) är central i Miljöbalken, såväl när det gäller radiologiska risker som övriga risker för människors hälsa och miljö. Kommunen anser att Miljöbalkens definition på bästa möjliga teknik ska genomsyra projektet och att det är viktigt att beslut om tillstånd fattas på ett sådant sätt att en utveckling inom teknik- och säkerhetsområdena tas tillvara även efter att ett tillståndsbeslut är fattat.

### *Övriga remissinstansers synpunkter*

Länsstyrelsen i Kalmar län konstaterar liksom Oskarshamns kommun (se ovan) att SKB identifierat ett antal frågeställningar som inte bedöms vara besvarade inför tillståndsansökan 2009 och kommer att vara föremål för fortsatt forskning under hela den kommande Fud-perioden, 2008-2013. Vissa frågeställningar bedöms kvarstå även efter denna tidpunkt. Fud-program 2007 är således det sista programmet som granskas innan SKB lämnar in sin ansökan om tillstånd till slutförvarssystemet enligt såväl kärntekniklagen som miljöbalken.

Länsstyrelsen anser att SKB inför tillståndsansökan bör tydliggöra vilka frågor som SKB bedömer måste vara komplett utredda vid ansökningstillfället och vilka frågeställningar som kan hanteras senare än i tillstånds- och tillåtlighetsprövningen av verksamheten och varför. Förslag till villkor i tillstånden angående dessa frågor bör tas fram under 2008.

Länsstyrelsen framför vidare att SKB bör redan i ansökningarna om tillstånd/tillåtlighet tydliggöra och bedöma konsekvenserna av om den fortsatta forskningen inom de olika områdena inte ger de resultat som förväntas. SKB bör inför ansökan identifiera och tydligt belysa de kritiska frågeställningar som kvarstår och, om dessa inte får nöjaktiga svar, eventuellt kan komma att påverka tidplanen för projektet.

Länsstyrelsen i Uppsala län konstaterar att Fud-program 2007 visar att det med avseende på slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet finns viktiga kvarstående frågor, som i vissa fall, enligt Länsstyrelsens bedömning, behöver besvaras inför ansökan enligt miljöbalken. Detta gäller i första hand den utformning/metod och

den plats som SKB kommer att söka tillstånd för, men även redovisningen av alternativa platser och utformningar i miljökonsekvensbeskrivningen.

Länsstyrelsen förutsätter att även riskerna för kemisk-toxisk påverkan på människors hälsa och miljön, bland annat av olika material (till exempel injekteringsmedel) som kan komma att tillföras förvarsanläggningen, blir uppmärksammade i det förestående undersökningsarbetet.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att för att kunna bedöma hur väl industrins slutförvarsförslag för använt kärnkraftsbränsle uppfyller de samhällliga målen och funktionskraven som kan ställas på förslaget måste sådana mål och krav formuleras. För att Fud-programmets relevans skall kunna bedömas är en precisering av slutförvarsprojektets miljömässiga uppgift och mål nödvändig. En sådan precisering utgör ett omistligt steg i processen att genomföra en miljökonsekvensbedömning som uppfyller miljöbalkens krav. Organisationerna anser att det inte är industrin utan samhället (regering och riksdag) som ska formulera mål och krav.

Naturskyddsföreningen och MKG konstaterar att regeringen, länsstyrelserna och myndigheterna sedan lång tid tillbaka har använt begreppet alternativa metoder för det som industrin nu vill kalla andra metoder. Alternativa metoder är också den miljöjuridiska benämningen på det som ska redovisas i en miljökonsekvensbeskrivning enligt miljöbalken. Benämning alternativa metoder användes genomgående vid de två seminarier som Kärnavfallsrådet höll om kärnavfallsjuridik under 2006.

Organisationerna anser att industrins användning av alternativbegreppet i Fud-planen tycks vara en uppenbar taktik från industrins sida inför miljöprövningen av dess slutförvarsmetod. Tidigare har industrin sagt att den inte tänker redovisa alternativa metoder som djupa borrhål, transmutation och långsiktig mellanlagring i miljökonsekvensbeskrivningen i ansökan utan i en separat del av ansökan.

Naturskyddsföreningen och (MKG) konstaterar att även myndigheterna och i viss mån kommunerna har varit kritiska till hur industrin agerar i alternativredovisningsfrågan. Föreningarna betonar att industrins agerande att försöka begränsa alternativredovisningen i miljökonsekvensbeskrivningen är oacceptabel.

Oss och Avfallskedjan framför beträffande kvalitetssäkring att med erfarenhet från händelserna i Forsmark 2007 är det uppenbart att de säkerhets- och ledningssystem SKB hänvisar till inte ger några som helst garantier för vare sig kvalitet eller säkerhet i ett framtida slutförvar. Organisationerna anser därför att innan något beslut kan fattas om ett förverkligande av framlagda planer måste såväl bolaget som ansvariga myndigheter på ett övertygande sätt kunna visa att man kan garantera en sådan kvalitetssäkring, och redovisa trovärdiga och konkreta kontrollåtgärder och kontrollprogram, som är fullt pålitliga i hela det aktuella tidsperspektivet.

Beträffande tillståndsprövningen konstaterar Oss och Avfallskedjan att SKB avser att planera, organisera och projektera anläggningar och verksamheter i slutförvarssystemet samtidigt som tillståndsprövningen pågår. Detta strider mot MKB-lagstiftningen och regeringen bör i sitt yttrande ge tydliga direktiv så att den kommande

tillståndsprocessen inte undermineras av ekonomiska och produktionstekniska lösningar.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) har förståelse för att SKB i sin projektplanering har behov av att utgå från en uppskattad tidsåtgång för olika steg i processen. SSI inser det problematiska i att försöka fastställa en sannolik tidplan för prövningsförfarandet. SSI vill dock framhålla vikten av att SKB bygger sin planering på en välgrundad och realistisk uppskattning av tidsåtgången för prövningsförfarandet. Enligt SSI:s uppfattning är det inte troligt att myndigheternas granskning och det efterföljande prövningsförfarandet kommer att klaras av på två år.

Enligt SSI:s uppfattning måste SKB räkna med en betydligt längre tid än två år för genomförandet av prövningsförfarandet. Inte minst med hänsyn till att berörd(a) kommun(er) ska få nödvändig tid att dels granska själva ansökan, dels ta del av myndigheternas och miljödomstolens bedömningar och slutsatser från granskningsarbetet.

SSI anser också att frågan om alternativredovisning i en tillståndsansökan även kan behöva tas upp i det pågående MKB-samrådet.

Westinghouse Electrics Sweden AB ser mycket positivt på att SKI ger ett stort antal organisationer, som är verksamma inom olika områden, möjlighet att yttra sig över SKB:s Fud-program 2007.

### ***SKI:s bedömning***

SKI håller helt med Oskarshamns kommun och länsstyrelsen i Kalmar län om de frågor som kommunen lyfter fram i sitt yttrande till SKI det vill säga vilka delar av SKB:s program som måste vara kompletta för att möjliggöra en väl underbyggd ansökan under år 2010 och vilka de obesvarade frågor är som kan skjutas fram till senare myndighetsgranskningar och beslut.

SKI kommer i denna PM tydligt redovisa sitt ställningstagande till dessa frågeställningar. Det är dock uppenbart att SKB innan ansökan behöver redovisa de frågeställningar som lyfts fram av såväl Oskarshamns kommun som Länsstyrelsen i Kalmar län och delvis även av Länsstyrelsen i Uppsala län.

Beträffande miljökonsekvensbeskrivningen till SKB:s ansökan enligt lagen (1984:3) kärnteknisk verksamhet om att uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle vill SKI klargöra att alternativa metoder skall redovisas av SKB i den MKB som skall lämnas i samband med ansökan om slutförvaret. Detta har meddelats SKB i två brev daterade december 2006 respektive februari 2008. SKI framhåller i breven att myndigheten kommer att verka för att miljökonsekvensbeskrivningen får den inriktning och omfattning som behövs för tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen och miljöbalken. I brevet till SKB 2008 (SKI dnr. 2007/1155) bifogades en PM som ytterligare förtydligar de synpunkter SKI har i frågan om innehållet i SKB:s miljökonsekvensbeskrivning.

## 2.4 Fud-process

### *Remissinstansernas synpunkter*

Statens stråskyddsinstitut (SSI) konstaterar i sitt yttrande att Fud-processen inte alltid har fungerat på ett ändamålsenligt sätt. SSI ger exempel på frågor som SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken, trots upprepade påpekanden från myndigheterna och trots regeringsbeslut, har hanterat på ett otillfredsställande sätt. Detta är i sig bekymmersamt. Eftersom förevarande Fud-redovisning dessutom är den sista innan SKB planerar att välja plats och lämna in en tillståndsansökan är det angeläget att återkopplingen från myndigheternas granskning förbättras. Annars riskeras omfattande kompletteringar av underlaget att behövas med betydande, och onödiga, förseningar av arbetet.

### *SKI:s bedömning*

SKI är helt överens med SSI att i de återkommande Fud-programmen har SKB inte till fullo beaktat alla frågor som lyfts fram av myndigheterna och gett en återkoppling till myndighetskraven. SKI anser också att med ett så glegt intervall som tre år mellan SKB:s Fud-program har det varit nödvändigt att kommunicera med SKB mer frekvent. Därför har sedan Fud-program 2001 lämnades betydande fora för kommunikation med SKB öppnats upp. Exempel på detta är workshops, seminarier, samrådsmöten och till dessa kopplade expertmöten. Genomförda workshops och seminarier har handlat om bränsle, kapsel, bentonit och återfyllning. Samråden som fastlagts i två regeringsbeslut och troligen kommer att pågå fram till att ansökan inlämnas från SKB har handlat om system och säkerhetsanalys och platsundersökningar.

Vid workshops och seminarier gällande bränsle och tekniska barriärer har SKB inbjudits att redovisa de senaste forskningsresultaten för SKI och dess inbjudna experter. Dessutom har upprättade frågelistor från experter och SKI besvarats av SKB och dess experter. Resultat från sju genomförda workshops gällande tekniska barriärer har publicerats i SKI-rapporter och även redovisats i internationella fora (Toverud och Strömberg, 2007).

För att följa SKB:s platsundersökningar har SKI också etablerat en internationell expertgrupp som varit rådgivande till SKI sedan platsundersökningarna startade 2002. Inom området tekniska barriärer har en internationell rådgivande expertgrupp till SKI nyligen etablerats.

## 2.5 Ansvar efter förslutning

### *Remissinstansernas synpunkter*

I sitt yttrande över Fud-program 2004 efterlyste Oskarshamns kommun ett uttalande från regeringen om hur man avser ta hand om frågan om ansvar för slutförvaret efter förslutning. Regeringen gav därefter SKI och SSI direktiv genom regleringsbrevet att lämna förslag på hur ansvarsfrågan kan förtydligas i gällande lagstiftning. SKI och SSI har i en rapport (SKI Rapport 2007:01, SSI Rapport 2007:01) till miljödepartementet utförligt redovisat gällande lagstiftning och de olika aktörernas ansvar. I rapporten

lämnas ett förslag till ändring av kärntekniklagen som ligger i linje med kommunens platsundersökningsvillkor 13. Däremot föreslås att denna ändring ännu inte ska föras in i lagstiftningen.

Oskarshamns kommun vill se att ansvarsfrågan nu regleras i lag och inte avvaktar en framtida förslutning. Detta är ett kommunalt krav baserat på framför allt närboendes och markägares behov.

### ***SKI:s bedömning***

I rapporten lämnas ett förslag till ändring i 14 § kärntekniklagen som markerar statens sistahandsansvar. Däremot föreslås det inte vara lämpligt att redan nu lagreglera statens sistahandsansvar för slutförvaret. Enligt myndigheternas bedömning bör det i nuläget vara tillräckligt att kunna konstatera att staten genom att ratificera 1997 års konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall har åtagit sig ett sistahandsansvar för säkerheten när det gäller slutförvaret.

## **2.6 Resurser till aktörer i kärnavfallsprocessen**

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Nuturskyddsföreningen och Miljöorganisationerna kärnavfallsgranskning (MKG) påpekar vikten av att det finns resurser så att Strålsäkerhetsmyndigheten (ny myndighet 1 juli 2008 genom sammanläggning av SKI och SSI) kan ta fram ett eget från industrin oberoende underlag som är tillräckligt för granskningsarbetet. Finansieringslagen innehåller denna möjlighet (§ 4 pkt 4) vilket innebär att de medel som behövs kan tas ur Kärnavfallsfonden och på så sätt behöver inte statsbudgeten belastas.

Oskarshamns kommun noterar att SKB kommer att lämna in sin ansökan om tillstånd för slutförvaret i slutet av 2009 (nyligen ändrat av SKB till första halvåret 2010). Kommunens förutsättningar att förbereda sig väl inför ett beslut i kommunfullmäktige är beroende av fortsatt stöd från kärnavfallsfonden. Kommunen förutsätter därför att stödet kommer att finnas tillgängligt under kommunens granskning. Kommunen avser därefter att delta i processen som kompetent part tills drifttillstånd ges och kommer därför att ställa krav på fortsatt stöd från kärnavfallsfonden efter regeringsbeslutet.

Oskarshamns kommun anser också att den kommun som redovisas som alternativ plats för lokaliseringen bör ha resurser för att delta aktivt under granskningsprocessen tills regeringen fattar det slutliga beslutet om tillstånd för ett slutförvar. Det är därför av mycket stor betydelse att regeringen tillstyrker att ekonomiskt stöd utgår till berörd kommun tills regeringsbeslutet är fattat.

Sveriges energiföreningars riksorganisation (SERO) anser att genom att delta i projektet kärnavfallsgranskning byggs en avsevärd kunskap upp om avfallsfrågan hos deltagande organisationer. SERO tror att någon form av fortsättning efter detta projekts avslutning 2008 års utgång skulle vara värdefullt för alla deltagande parter.



Östhammars kommun konstaterar att SKB kommer att lämna in sin ansökan om tillstånd för slutförvaret i slutet av 2009 (nyligen ändrat av SKB till första halvåret 2010). Kommunens möjligheter att förbereda sig inför ett vetobeslut i kommunfullmäktige är helt beroende av stöd från kärnavfallsfonden och kommunen förutsätter därför att stödet kommer att finnas tillgängligt för kommunens granskning av SKB:s ansökan. Frågan kommer sannolikt att vara aktuell lång tid efter att regeringen fattat sitt beslut. Man kan räkna med överklagningar med remisser och yttranden till olika instanser. Kommunen kan behöva ägna tid åt ärendet och behöver då nyttja medel ur kärnavfallsfonden även efter regeringsbeslutet. Kommunen menar att det är viktigt att kommunen har möjlighet att följa frågan tills drifttillstånd ges.

Östhammars kommun har vid flera tillfällen framfört synpunkter, både direkt till miljödepartementet och i andra sammanhang, på hur viktigt det är att myndigheterna SKI och SSI har tillräckliga resurser för att både granska SKB:s arbete och att kommunicera viktiga frågor med kommunen. Detta är i hög grad avgörande för kommunens möjlighet att sätta sig in i underlaget och för förtroendet för processen.

Kommunen uttryckte också i samband med remissförfarandet inför sammanslagningen av myndigheterna en oro över att sammanslagningen kommer vid en tidpunkt då resurserna behöver koncentreras till granskning av slutförvarsärendet. Kommunen vill nu med eftertryck återigen framföra att den hittills inte sett några tecken på att myndigheterna har fått de ökade resurser som kommunen efterfrågat.

De lokala säkerhetsnämnderna vid kärnkraftverken i såväl Oskarshamn som Östhammars kommun framhåller att tillsynsmyndigheternas oberoende roll och tillgång till resurser är av stor vikt. Tillräckliga resurser måste tilldelas myndigheterna för granskning av hela slutförvarssystemet.



## 3 Synpunkter på SKB:s handlingsplan

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på SKB:s presentation av del II i Fud-program 2007 motsvarande kapitel 1-3 i SKB:s rapport.

### 3.1 Inledning

#### 3.1.1 Bakgrund

##### *Yttrande över Fud-program 2001*

SKI:s efterlyste i yttrande över Fud-program 2001 (SKI, 2002) att SKB behövde utveckla ett strategidokument som beskrev hur SKB skulle uppnå målet för en säker slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Den viktigaste anledningen till SKI:s begäran var att SKB:s planering i det skedet förutsatte ett separat regeringstillstånd för inkapslingsanläggningen några år före det att regeringen förväntades fatta ett beslut om tillstånd för slutförvaret för använt bränsle. Därutöver motiverades SKI:s begäran av att berörda myndigheter behövde få klarlagt vilka prövningar som förväntades att genomföras under de kommande åren och hur de beror av varandra.

Myndigheterna framförde också vissa krav på vad ett sådant strategidokument behövde innehålla:

- Tidplan, både en övergripande realistisk sådan och för kommande säkerhets- och systemanalyser.
- Målsättning för pågående och planerade långtidsförsök.
- Redovisning av när kritiska forskningsresultat och modeller måste vara framtagna.
- Innehåll i kommande redovisningar.
- Krav på de olika barriärerna i systemet och en tidplan för när de skall visas vara uppfyllda.
- Tidplanen för ("slutligt") val av de tekniska barriärernas utformning.

Regeringen framförde i sitt beslut över Fud-program 2001 att regeringen "förutsätter att SKB för en dialog med berörda myndigheter och kommuner och att en redogörelse för SKB:s tidplan med tillhörande handlingsplan rörande en säker slutförvaring av kärnavfallet ingår i Fud-program 2004".

##### *Redovisning i Fud-program 2004*

SKB presenterade den efterfrågade handlingsplanen i Fud-program 2004 (SKB, 2004). SKB offentliggjorde därefter i mars 2005 en modifierad handlingsplan som kom att ligga till grund för SKI:s yttrande och regeringens beslut över Fud-program 2004. Den modifierade handlingsplanen innebar ett förfarande med samtidiga regeringstillstånd för både inkapslingsanläggningen och slutförvaret.

##### *Yttrande över Fud-program 2004*

SKI framförde i yttrandet över Fud-program 2004 (SKI, 2005) att SKB:s handlingsplan utgör en bra och systematisk beskrivning av SKB:s tidplaner och för hur olika delar av SKB:s program är beroende av varandra. Myndigheterna gjorde dock bedömningen att

handlingsplanen kan och bör utvecklas vidare och ställde krav på SKB att ta fram en förnyad plan och redovisa denna för myndigheterna. Motiven för SKI:s begäran var att planering och genomförande av tillståndsprövning i en stegvis process under många år kräver kunskap om innehållet i ansökningshandlingar och dess underlag både översiktligt och på detaljnivå.

#### *Ansökansplan*

För att ytterligare tydliggöra planeringen för kärnbränsleprogrammet under de kommande åren presenterade SKB i september 2006 rapporten "Ansökansplan för inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle" (SKB, 2006). Planen redovisar vilka milstolpar som inträffar i kärnbränsleprogrammet fram till dess att slutförvaret tagits i drift och vilken avrapportering till myndigheterna som planeras vid respektive tillfälle.

#### *Ansökan om inkapslingsanläggningen och Clab*

SKB lämnade i slutet av 2006 in en ansökan om att få uppföra en inkapslingsanläggning vid Clab, och att driva anläggningen integrerat med Clab. SKB planerar att komma in med omfattande kompletteringar till ansökan i slutet av 2008.

### **3.1.2 Om SKI:s granskning av handlingsplanen**

SKB:s handlingsplan omfattar de tre inledande kapitlen i del I Fud-program 2007. Kapitel 1 omfattar en relativt genomgripande introduktion till SKB:s program. SKB redogör bland annat för sitt uppdrag och hur långt man kommit i genomförandet av slutförvarsprogrammet, och beskriver översiktligt redan etablerade kärntekniska anläggningar i slutförvarsprogrammet samt transportsystemet. SKB redogör vidare för förutsättningarna för det fortsatta arbetet i termer av resurser för såväl forskning, utveckling och demonstration och det utvecklingsarbete som bedrivs i Kapsel-, Äspö- och Bentonitlaboratoriet, som för kompetens och finansiella resurser.

Kapitel 1 avslutas med en översiktlig beskrivning av SKB:s strategi för att genomföra resterande delar av slutförvarsprogrammet, en genomgång av planeringsförutsättningar och en redovisning av SKB:s huvudtidplan. Utöver de viktigaste milstolparna som redovisas i huvudtidplanen anger SKB att följande förutsättningar måste uppfyllas för att tidplanen ska kunna förverkligas:

Att inkapslingsanläggningen byggs samman med Clab till en integrerad anläggning. Om lokaliseringen vid Clab faller bort som huvudalternativ måste tidplanen revideras.

Att utvecklingen av tekniken för inkapsling och slutförvaring drivs vidare i den takt som planeras och med de framsteg som förväntas. Oväntade svårigheter på någon kritisk punkt kan medföra förseningar och revideringar.

Att SKB erhåller tillåtighets- och tillståndsbeslut från regeringen inom två år från det att ansökan enligt kärntekniklagen för slutförvaret och ansökan enligt miljöbalken för slutförvarssystemet lämnas in. Dessutom krävs att dessa beslut inte överklagas till högre instans.

Kapitel 2 omfattar en mer detaljerad beskrivning av den del av slutförvarsprogrammet som avser hantering och slutförvaring av använt bränsle (Kärnavfallsprogrammet).

Kapitel 3 omfattar en mer detaljerad beskrivning av den del av programmet som omfattar låg- och medelaktivt avfall (Loma-programmet).

Den struktur som SKB valt att använda för handlingsplanen i Fud-program 2007 medför svårigheter att lämna synpunkter på motsvarande sätt som för övriga delar av rapporten. SKI har därför valt följande upplägg för synpunkter på det som SKB redovisat i handlingsplanen.

Det inledande kapitlet i SKB:s handlingsplan består av en allmän översikt av de olika delarna i SKB:s verksamhet. SKI bedömer att avsnittet är informativt och innehåller värdefull information och utgör en bra introduktion till programmets övriga delar. SKI konstaterar att avsnittet, som en följd av detta, innehåller mycket information utöver vad som är relevant för det som SKI förväntar sig att finna i en handlingsplan. SKI anser att informationen i kapitel 1 är så pass allmänt hållen att den förmodligen skulle passa bättre som en allmän introduktion till Fud-programmet och SKB:s verksamhet, på motsvarande sätt som i kapitel 1 i Fud-program 2004, snarare än som en del av handlingsplanen. Detta bekräftas också enligt SKI:s mening av skrivningar i avsnitt 1.4.4 om att en möjlig lokalisering av inkapslingsanläggning till Forsmark förutsätter att slutförvaret placeras där. SKI anser att en sådan skrivning i en framåtblickande handlingsplan kan leda till missförstånd eftersom SKB redan lämnat in en ansökan enligt kärntekniklagen om att uppföra inkapslingsanläggningen vid Clab. En förläggning av inkapslingsanläggningen till Forsmark torde därmed inte längre vara aktuell.

SKI konstaterar vidare att kapitel 1 i stora delar innehåller motsvarande information som återkommer i kapitel 2 och 3 och som i viss utsträckning återkommer på andra platser i redovisning. SKI avstår med anledning av detta att lämna synpunkter i övrigt på informationen i kapitel 1.

SKI redovisar i 3.1.3 övergripande synpunkter på SKB:s handlingsplan. Synpunkterna adresserar i första hand det som myndigheterna anser vara huvudsyftet med handlingsplanen.

Konkreta synpunkter på de delar av handlingsplanen som beskrivs i kapitel 2, Kärnbränsleprogrammet redovisas i efterföljande avsnitt.

Konkreta synpunkter på de delar av handlingsplanen som beskrivs i kapitel 3, Loma-programmet, redovisas i anslutning till redovisning av synpunkter på del VI i SKB:s Fud-program.

### **3.1.3 Övergripande synpunkter på handlingsplanen**

#### ***SSI:s synpunkter***

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidplaner och planerade arbete i de olika delarna av kärnbränslesprogrammet och att strukturen på redovisningen bör kunna vara användbar för fortsatta redovisningar. SSI bedömer att föreliggande

redovisningsstruktur, jämfört med tidigare, ger en tydligare koppling mellan programmets olika delar, åtminstone på en principiell nivå.

### ***Övriga remissinstansers synpunkter***

Oskarshamns kommun anser att handlingsplanen ger en god bild av kärnavfallsfrågan i Sverige med tillbakablickar på de tio forskningsprogram med kompletteringar som SKB producerat sedan 1984.

Östhammars kommun påpekar att området omkring Forsmark utgör riksintresse för slutförvar av använt kärnbränsle och kärnavfall. Kommunen påpekar att områdets roll som riksintresse kommer att upphöra att gälla då beslut fattas om lokalisering och/eller begränsas till det område som prövningen berör. Kommunen anser därför att om SKB planerar att förlägga ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall, SFL, i Forsmark är det angeläget att så tidigt som möjligt justera riksintresseområdet med hänsyn till detta.

### ***SKI:s bedömning***

SKI:s övergripande synpunkter adresserar i första hand handlingsplanens i dess funktion som redovisning av SKB:s strategiska planering men även som ett underlag för myndigheternas strategiska planering inför resurs- och kompetensuppbyggnad inför kommande tillståndsprövningar.

#### ***Myndigheternas förväntningar***

SKI hade förväntat sig att handlingsplanen i Fud-program 2007 skulle ha utvecklats i förhållande till den handlingsplan som SKB redovisade i Fud-program 2004. SKI bedömer att så inte är fallet och att redovisningen i Fud-program 2007 i vissa avseenden är mindre ändamålsenligt jämfört med Fud-program 2004. SKI bedömer detta som bekymmersamt med avseende på handlingsplanens viktiga funktion.

SKI:s förväntningar på handlingsplanen avser på ett generellt plan två olika perspektiv för strategisk planering. Det första perspektivet avser övergripande strategisk planering för hela slutförvarsprogrammet. Det andra perspektivet avser ett mer detaljerat planeringsunderlag inför prövning av kommande ansökningar.

SKI anser att handlingsplanen är alltför allmänt hållen för att uppfylla något av dessa syften. SKI anser att planen i dess nuvarande form inte fullt ut fyller funktionen som tillräckligt bra underlag, vare sig i ett övergripande strategiskt perspektiv eller som detaljerat planeringsunderlag för den ansökan om att uppföra ett slutförvar för använt bränsle som SKB – enligt Fud-program 2007 – avser att lämna in i slutet av 2009.

#### ***Behov av en förtydligad strategisk handlingsplan***

SKI önskar att SKB tar fram en förtydligad övergripande strategisk handlingsplan som bättre redogör för SKB:s strategiska planering, och som omfattar mer detaljerad information om underliggande logistik och argumentation. Planen behöver särskilt fokusera på tids- och aktivitetsplaner för uppförande av nya slutförvarsanläggningar, och utbyggnad av befintliga anläggningar, som behövs för att ta omhand det kärnavfall som uppstår i samband med avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar. SKI anser att motiven för att ta fram en förnyad övergripande strategisk handlingsplan

understryks av att förutsättningarna för SKB:s verksamhet förändrats sedan redovisningen i Fud-program 2004. SKB lyfter särskilt fram förlängda drifttider för kärnkraftverken och de förändrade förutsättningarna i finansieringslagstiftningen.

Den förtydligade övergripande strategiska handlingsplanen behöver särskilt adressera dels processen för att omlicensiera och bygga ut slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) för att kunna ta emot kortlivat låg- och medelaktivt kärnavfall från de avvecklade reaktorerna i Barsebäck och Studsvik, dels för att etablera ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt kärnavfall, SFL (se vidare avsnitt 8.7).

Planen behöver därutöver utökas till att omfatta även de åtgärder som SKB skulle komma att behöva vidta i det fall som uppförandet och inledande drift av ett slutförvar för använt bränsle försenas och tillgängliga lagringsutrymmen i Clab blir fullt utnyttjade.

SKI bedömer att SKB behöver presentera en övergripande förtydligad strategisk handlingsplan, som omfattar hela SKB:s program, senast i samband med redovisningen av Fud-program 2010.

SKI:s bedömningar om förtydligad strategisk handlingsplan för Loma-programmet, och då speciellt avseende slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall, kommenteras i avsnitt 8.7.

## **3.2 Kärnbränsleprogrammet**

SKI kommenterar i detta avsnitt avser kapitel 2 i SKB:s Fud-program 2007.

### ***SKB:s redovisning***

SKB:s redovisning utgår från två huvudkategorier av övergripande milstolpar för den fortsatta utvecklingen inom programmet (se figur nedan). Den ena kategorin avser milstolpar som styrs av lagstiftning och föreskrifter, den andra kategorin styrs av SKB:s interna beslut. Redovisningen omfattar en kommande tidsperiod om ca 15 år. För mer detaljer om omfattning och innehåll i ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken hänvisar SKB till den ansökansplan som publicerades i september 2006 (SKB, 2006). SKB anger vidare att arbetet med ansökans struktur och innehåll samt framtagning av underlag kommer att fortsätta tills det att ansökan lämnas in och hänvisar till pågående samråd enligt tidigare regeringsbeslut om Fud.

SKB redogör för att den del av handlingsplanen som avser kärnbränsleprogrammet endast omfattar en översiktlig beskrivning och hänvisningar till relevanta avsnitt i del II där planerna för uppförandet av slutförvaret redovisas. En tydligare redovisning av kopplingen mellan programmets framskridande i relation till milstolpar och behovet av resultat från teknikutveckling beskrivs också i del II.

De planerade teknikutvecklingsinsatserna redovisas sedan i del III och de prioriterade forskningsområdena redovisas i del IV.

Det inledande avsnittet (kapitel 2.1) redovisar på en översiktlig nivå planeringen för det svenska kärnbränslesprogrammet. SKB betonar att det svenska kärnbränsleprogrammet troligen blir det första projektet i sitt slag i världen som ska prövas, att arbetet pågått flera decennier genom en stegvis utveckling, att förutsättningarna justerats och att tidplanen ändrats i takt med att kunskapen om detaljer i KBS-3 systemet vuxit fram.

Huvudpunkterna i SKB:s redovisning kan sammanfattas som:

- att SKB bedömer att ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken kommer att lämnas in i slutet av 2009,
- att SKB uppskattar tiden från det att ansökningar lämnas in till dess att det sista tillståndet meddelats till minst två år,
- att SKB uppskattar den tid som behövs för att uppföra inkapslingsanläggningen, tillfarterna till slutförvarets förvarsnivå och slutförvarets centralområde till ansökan om provdrift blir cirka sju år,
- att SKB uppskattar att rutinmässig drift kan inledas inom två år efter starten av provdriften.

SKB pekar dock på att uppskattningarna är behäftade med osäkerheter i flera avseenden till exempel beträffande platsens egenskaper, metodval för berguttag samt teknikutvecklingen för de olika delsystemen, samt myndighetsbeslut.

SKB framför också att en given förutsättning för att slutförvaret ska kunna uppföras och drivas är att den teknik som behövs i olika skeden finns utvecklad och färdig att tas i industriellt bruk i den takt behoven uppstår.

Det följande avsnittet (kapitel 2.2) innehåller en något mer detaljerad orientering om milstolparna enligt SKB:s figur 2.1 i SKB:s Fud-program (se figur 1 nedan).

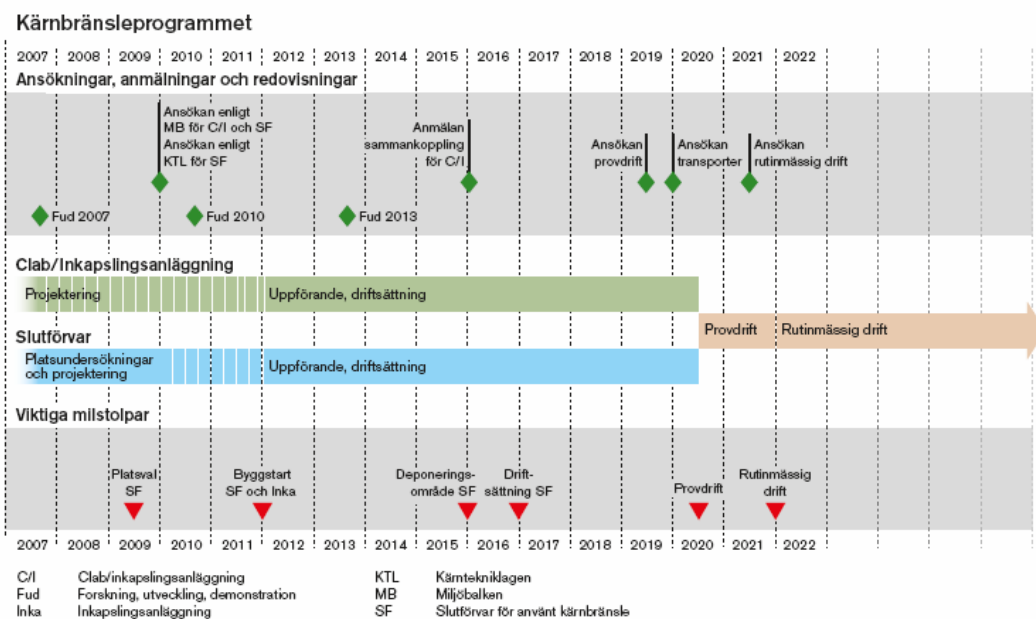
SKB redogör också (kapitel 2.3) för pågående arbete och planer för utveckling av den alternativa förvarsutformningen KBS-3H. De viktigaste milstolparna för det arbetet redovisas som:

- beslut om start av nästa utvecklingsfas,
- beslut om fullskaletest av hela KBS-3H-systemet (tidigast hösten 2009),
- rapport om långsiktig säkerhet, driftsäkerhet och MKB (tidigast 2011/2012),
- beslut om att byta till horisontell deponering kan göras när tillräckligt underlag finns för jämförelse med KBS-3V (år 2012/2013).

SKB anger i anslutning till detta att man kan avbryta utvecklingen av KBS-3H när som helst under perioden fram till 2012 om skäl kommer fram för detta i utvecklingsarbetet.

Sista avsnittet (kapitel 2.4) under Kärnbränsleprogrammet redogör översiktligt för SKB:s arbete inom området kravhantering och kvalificering.





Figur 2-1. Tidsplan för kärnbränsleprogrammet.

Figur 1. Övergripande plan och viktiga milstolpar i SKB:s kärnbränsleprogram.

### SSI:s synpunkter

SSI påpekar att den kommande tillståndsprocessen för ett slutförvar för använt kärnbränsle innebär att viktiga principbeslut rörande såväl metodval som platsval kommer att behöva tas och att det är nödvändigt att programmet är moget för att ta nästa steg. SSI anser att forskningen måste ha kommit så långt att SKB har tillräcklig kunskap om vilka faktorer som är mest avgörande för val av plats och metod, så att bland annat SSI:s krav på riskbegränsning, bästa möjliga teknik (BAT) och strålskyddsoptimering kan uppnås.

SSI har förståelse för att SKB i sin projektplanering har behov av att utgå från en uppskattad tidsåtgång för olika steg i processen men framhåller vikten av att SKB bygger sin planering på en välgrundad och realistisk uppskattning av tidsåtgången för myndigheternas granskning och det efterföljande prövningsförfarandet. SSI betonar att prövningen av ett slutförvarssystem är unik och att det inte är troligt att prövningsförfarandet skulle kunna klaras av på två år och hänvisar också till erfarenheter från miljöprovningarna av Ringhals AB och OKG AB. SSI påpekar också att i dessa fall aktualiserades inte reglerna i 17 kap. 6 § miljöbalken om godkännande av kommunfullmäktige i de berörda kommunerna (kommunal vetorätt). SSI anser att SKB måste räkna med en betydligt längre tid för prövningsförfarandet än två år.

SSI påpekar också att det är svårt att med säkerhet säga vilka övriga konsekvenser SKB:s snävt tilltagna tidplanering har för kärnbränsleprogrammet om planeringen inte håller. SSI anser att perioden ”uppförande och driftsättning” – som enligt planeringen ska pågå i 8-9 år – kan visa sig vara antingen en överskattning men också en underskattning av den egentliga tidsåtgången. SSI påpekar att om SKB underskattat den faktiska tidsåtgången kan programmet hamna ordentligt efter huvudtidplanen. SSI

påpekar vidare att en effekt av detta kan vara att lagringskapaciteten vid Clab inte kommer att räcka till.

SSI anser att SKB måste använda sig av en betydligt mer realistisk tidplanering för kärnbränsleprogrammet och klargöra vilka effekter en mer utdragen process kan leda till längre fram, till exempel behov av utbyggnad av Clab.

### *Övriga remissinstansers synpunkter*

Oskarshamns kommun lyfter i sitt yttrande fram följande frågeställning: Vilka delar av SKB:s program måste vara kompletta för att möjliggöra en väl underbyggd ansökan vid slutet av 2009 och vilka är de obesvarade frågor som man kan skjuta fram till senare myndighetsgranskningar och beslut?

Kommunen framför vidare att man anser det naturligt att i samband med ett vetobeslut ställa villkor som inte tillgodosetts i processen och vill få klarlagt om det finns formella hinder eller begränsningar mot att ställa villkor i samband med vetobeslutet.

Kommunen framför också att processen inför kommande beslut om provdrift, rutinmässig drift, kontrollprogram och förslutning behöver klargöras, och att det är en viktig förutsättning för kommunens förberedelser att medverka i processen och att ställa sina villkor inför respektive beslut.

Kommunen framför att det för den kommunala planeringen är angeläget att ha så realistiska tidplaner som möjligt. Kommunen bedömer det som osannolikt att det som kommunen bedömer vara Sveriges största miljöärende i en så kontroversiell fråga som kärnavfallsfrågan inte skulle överklagas till högsta instans, och önskar få konsekvenserna av ett sådant scenario belysta.

Kommunen önskar att få besked om vad som händer om drifttagning av slutförvaret för använt bränsle försenas och tillgängliga lagringsutrymmen i Clab blir fullt utnyttjade

Östhammars kommun framför att SKB tydligare behöver beskriva hur ytterligare använt kärnbränsle ska förvaras om det uppstår avsevärda förseningar i drifttagning av slutförvaret.

Kommunen efterfrågar vidare, liksom Lokala säkerhetsnämnden i Östhammars kommun, också när SKB kommer att beskriva hur man avser att hantera frågan om en eventuell övergång från KBS-3H till KBS-3V, eftersom ett jämförande underlag för de olika utformningarna inte kommer att finna framme förrän år 2012-2013.

Opinionsgruppen för säker slutförvaring (Oss) och Avfallskedjan anser att SKB bör redovisa vilka säkerhetsmässiga fördelar en snävare tidplan har jämfört med en mer utdragen process, så att det går att värdera tidplanens betydelse för optimeringen av strålskyddet och minimeringen av långsiktiga risker.

## *SKI:s bedömning*

### *Om kommande tillståndsansökan*

SKI vill poängtera att tidigare granskning och utvärdering av SKB:s planer för ett slutförvar för använt bränsle utgått från perspektivet att KBS-3 kan utgöra en planeringsförutsättning för SKB:s fortsatta arbete, det vill säga att SKB bedömer att det med tillräckligt stor sannolikhet kan komma att visas att ett slutförvar enligt KBS-3 metoden kan vara realiserbart.

SKI vill därför framföra att kommande tillståndsprövning har en väsentligt annorlunda karaktär, jämfört med tidigare utvärderingar, i den meningen att SKB inte bara behöver "göra troligt" att metoden är genomförbar. SKB behöver i stor utsträckning också kunna visa att deponering och slutförvaring av kapslar med använt bränsle enligt KBS-3 metoden faktiskt kan genomföras. Det innebär att SKB i tillräcklig omfattning också behöver ha demonstrerat att de för säkerheten på lång sikt mest kritiska momenten kan genomföras, och att barriärer kan konstrueras med den kvalitet som krävs för att uppfylla de krav som förutsätts gälla för slutförvarets initialtillstånd efter förslutning, och som utgör underlag för analys av säkerheten på lång sikt.

SKI vill också betona att en prövning av ett slutförvar för använt bränsle inte ännu genomförts någonstans i världen och att det saknas relevant erfarenhet från motsvarande förfaranden. Därför är det särskilt viktigt att det underlag som SKB tar fram är tillräckligt omfattande och tillräckligt detaljerat för att myndigheterna ska kunna yttra sig. SKI anser därför att SKB behöver utveckla och redovisa ett förnyat planeringsunderlag för myndigheterna att lämna synpunkter på, innan SKB lämnar in en ansökan för ett slutförvar för använt bränsle.

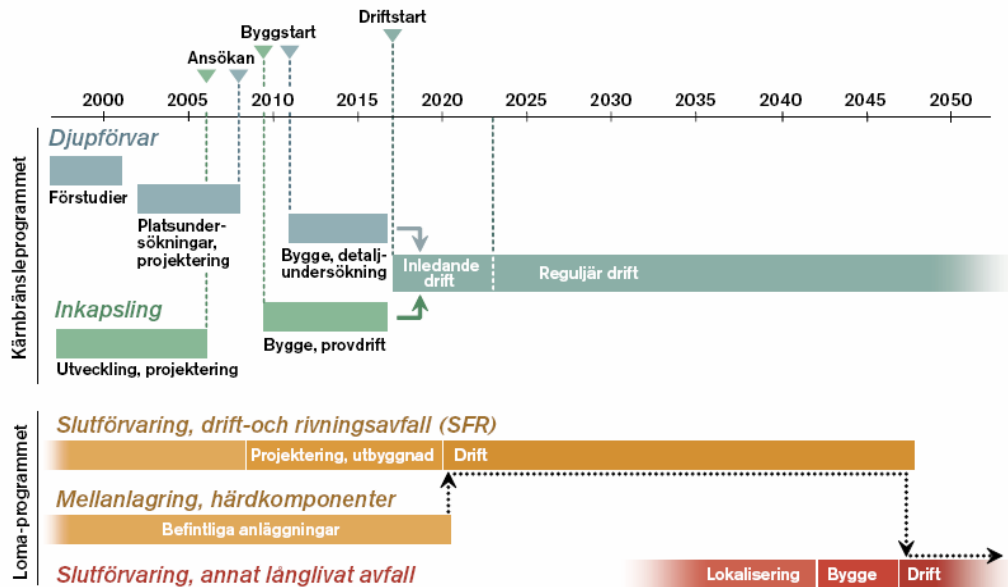
När det gäller innehåll och omfattning av ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken för slutförvaret för använt kärnbränsle hänvisar SKB till rapporten "Ansökansplan för inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle" (SKB, 2006). SKI menar att syftet med den rapport som SKB refererar till i huvudsak var att övergripande presentera hur ansökningar för inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt bränsle kopplar till varandra, och att informationen som sammanställdes i rapporten i vissa delar inte längre är aktuell.

Nedan redovisas en del mer konkreta synpunkter med koppling till handlingsplanen.

### *Detaljundersökningar*

I nedanstående figur från Fud-program 2004 (figur 2) framgår tydligt att detaljundersökningar kommer att genomföras under byggskedet. I motsvarande redovisning i Fud-program 2007 (jfr figur 1 ovan) saknas motsvarande uppgifter om detaljundersökningarna. SKI upplever rent allmänt att begreppet detaljundersökningar tonats ner i Fud-program 2007.

SKI lämnar ytterligare synpunkter på hantering av detaljundersökningar i avsnitt 4.3.

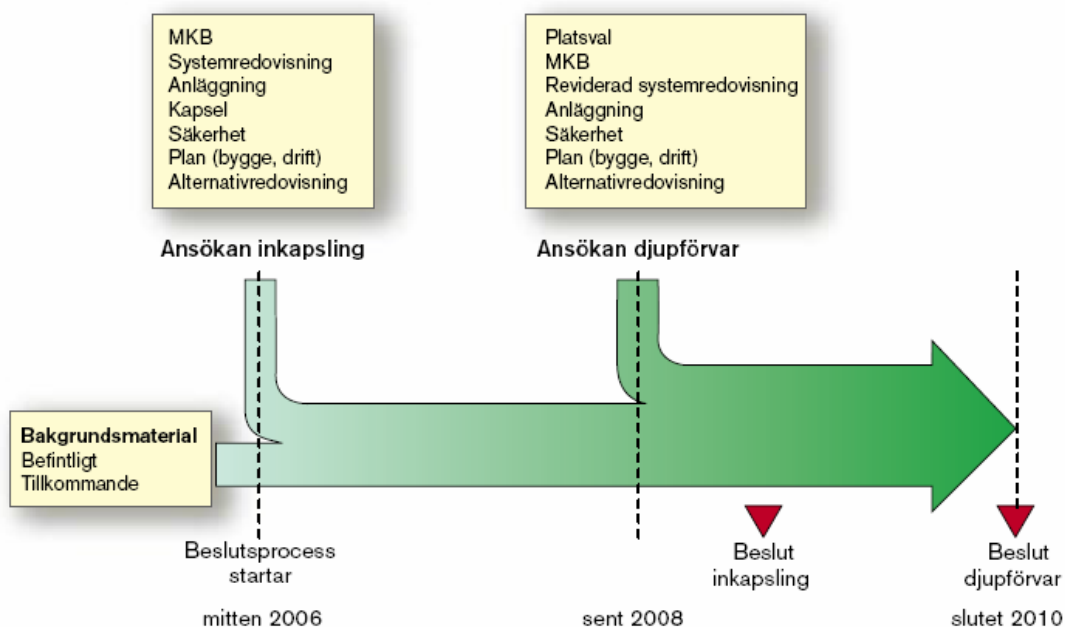


Figur 2-1. Plan för återstoden av det svenska kärnbränsleprogrammet.

Figur 2. Redovisning av övergripande planering i Fud-program 2004

*Ansökan om inkapslingsanläggningen (och Clab)*

Figur 3 nedan är hämtad från Fud-program 2004 och redovisar schematiskt dels planer för omfattning och innehåll i ansökan om inkapslingsanläggningen, dels hur den ansökan kopplar till ansökan om slutförvaret.



Figur 2-3. Ansökningar och beslutsprocess för inkapslingsanläggning och djupförvar.

Figur 3. Upplägg för ansökan om inkapslingsanläggningen i Fud-program 2004

Som framgår ovan planerade SKB vid inlämnandet av Fud-program 2004 att bland annat följande redovisning skulle ingå i kommande ansökan för inkapslingsanläggningen:

- En miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för inkapslingsanläggningen.
- En redovisning av alternativa metoder för att ta hand om använt bränsle.
- En analys av den långsiktiga säkerheten för inkapslat bränsle i ett djupförvar.
- En heltäckande systemanalys för inkapsling, transporter och djupförvar.

Vid en jämförelse med den ansökan om inkapslingsanläggningen och Clab som SKB lämnade in i november 2006 konstateras följande:

Den MKB som lämnades in tillsammans med ansökan är preliminär och omfattar enbart inkapslingsanläggningen. Den kommer att ersättas av en MKB som omfattar hela KBS-3 systemet i samband med att SKB lämnar in ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken för slutförvaret för använt bränsle.

Någon redovisning av alternativa metoder ingick inte i ansökan.

Den analys av den långsiktiga säkerheten för inkapslat bränsle i ett djupförvar (SR-Can) som lämnades in under hösten 2006 ingick inte som en del av ansökan för inkapslingsanläggningen och Clab.

Någon heltäckande systemanalys för inkapsling, transporter och djupförvar ingick inte i ansökan.

#### *Systemanalys*

SKB har i pågående regeringsföreskrivna samråd om system- och säkerhetsanalys framfört att man anser att de behov av redovisning i olika avseenden som tidigare planerades att bli omhändertagna i systemanalysen har förändrats. De argument som SKB fört fram är att den information som skulle ha funnits i systemanalysen återfinns i andra delar av ansökansunderlaget. SKB anser med anledning av detta att det inte är nödvändigt att sammanställa ett separat dokument med information som redan finns på annan plats i ansökansunderlaget. SKB anser därför att det inte längre föreligger något behov av att bifoga en heltäckande systemanalys som en del av ansökansunderlaget till kommande ansökan om ett slutförvar för använt bränsle.

Myndigheterna instämmer i SKB:s argument och bedömer att ansökansunderlaget inte behöver omfatta en fristående systemanalys som ett separat dokument. Detta förutsätter dock att SKB i ansökans huvuddokument presenterar en läsanvisning som anger var i ansökansunderlaget som motsvarande information kan återfinnas, som skulle ha redovisats i ett heltäckande systemanalytdokument.

#### *Variationsbredd för ansökan samt eventuellt byte från KBS-3V till KBS -3H*

SKI vill framföra att en ansökan om att uppföra ett slutförvar för använt bränsle behöver vara tillräckligt detaljerad och specificerad för att myndigheter och övriga involverade aktörer ska ha möjlighet att fullt ut förstå vilken anläggningsutformning och variationsbredd man har att ta ställning till. SKI anser att en förutsättning för att tillstånd ska medges för en sökt verksamhet, är att det finns en tydlig koppling mellan underlagsmaterialet i ansökan och faktiskt avsedd utformning.

SKI vill i sammanhanget särskilt betona att den långsiktiga säkerheten sannolikt kommer att spela en avgörande roll vid tillståndsprövningen och att säkerhetsanalysen därför behöver representera utformning och variationsbredd för den anläggning som SKB avser att uppföra.

SKI vill understryka att en eventuell övergång till KBS-3V till KBS-3H enligt SKB:s nuvarande planering därför ställer särskilt stora krav på omfattning och innehåll i ansökansunderlaget. Ett förfarande som innebär en övergång från en utformning till en annan kräver att det vid provningstillfället finns tillräckligt utförlig redovisning (till exempel för analys av den långsiktiga säkerheten) för de alternativa utformningar som ansökan avses omfatta. Detta för att medge myndigheten möjlighet att vid provningstillfället göra en egen oberoende bedömning av vilka frihetsgrader som kan tillåtas inför ett eventuellt medgivande till verksamheten.

#### *Referensutformning*

SKB redogör i kapitel 6.2 bland annat för att man i den stegvisa utformningen av KBS-3 systemet använder begreppet referensutformning och att en referensutformning är giltig från en definierad tidpunkt till dess att något annat beslutas.

SKI vill med anledning av skrivningarna om referensutformning i kapitel 6.2 framföra att begreppet "referensutformning" kan ha olika innebörd beroende på sammanhanget. SKI vill särskilt uppmärksamma SKB på att ett tillstånd för att uppföra en kärnteknisk anläggning kommer att baseras på den referensutformning som redovisats i ansökan, och i den preliminära säkerhetsredovisning (PSAR) som behöver godkännas inför att själva uppförandet av anläggningen påbörjas. Referensutformningen i PSAR kommer alltså att formellt definiera referensutformningen för anläggningen. Den i PSAR godkända referensutformningen kommer därefter att ligga till grund för en spårbar hantering av vidare utveckling i samband med fortsatt detaljprojektering av anläggningen. Det är därför viktigt att det i såväl ansökan som tillståndet framgår hur man kan avvika från referensutformningen inom ramen för tillståndet.

#### *Realism i tidplaner*

Som tidigare redogjorts för betonas SKB själva att det svenska kärnbränsleprogrammet troligen blir det första projektet i sitt slag i världen som ska prövas. SKI anser att det därför behöver ställas höga krav på att hela förfarandet baseras på en väl genomtänkt och väl utvecklad strategi för projektets genomförande. Framför allt anser SKI att förberedelsearbetet inför inlämnandet av ansökan är betydelsefullt. SKI vill i det sammanhanget betona att det därför är viktigt att förberedelserna ges den tid som behövs, så att SKB kan utveckla ett ansökansunderlag som i tillräcklig grad lever upp till myndigheternas förväntningar. SKI anser att ett förfarande som innebär att tidplaner snarare än kvalitetsmål blir styrande för tidpunkten för inlämnande av ansökan kan komma att visa sig vara kontraproduktivt. Om underlaget till ansökan inte är tillräckligt utvecklat och genomarbetat i avseendena omfattning, detaljeringsgrad och kvalitet kommer det sannolikt att leda till ett besvärligt och tidskrävande kompletteringsförfarande. SKI anser avslutningsvis att SKB bör anpassa sina tidplaner för att optimera prövningsprocessen i sin helhet.

### *Sammankoppling av Clab och inkapslingsanläggningen*

SKB redogör för en särskild milstolpe som avser anmälan av sammankoppling av Clab och inkapslingsanläggningen.

SKI anser att någon särskild milstolpe för sammankoppling av inkapslingsanläggningen inte fyller någon egentlig funktion. SKI bedömer att det kommer att pågå ett kontinuerligt förändringsarbete på Clab för att förbereda successiv inkoppling, funktionsprovning och drifttagning av de gemensamma systemen i den integrerade anläggningen. SKI bedömer att det därför inte kommer att gå att urskilja någon särskild tidpunkt för en anmälan av sammankoppling av anläggningsdelarna.

### *Återkommande helhetsbedömning av Clab (och inkapslingsanläggningen)*

SKI konstaterar att SKB:s tidplan behöver kompletteras med milstolpar som representerar återkommande helhetsbedömning av Clab (och inkapslingsanläggningen), eftersom detta är redovisningar som styrs av lagstiftning och föreskrifter.

### *Behov av ett förtydligt planeringsunderlag*

SKI önskar att SKB tar fram en bättre samt mer utvecklad och detaljerad redovisning av innehållet i kommande underlag för en ansökan om ett slutförvar för använt bränsle. Behovet av detaljering gäller särskilt koppling mellan resultaten av forskning, teknikutveckling, långtidsförsök och acceptanskriterier för barriärer samt sådan forskning och teknikutveckling som SKB avser att bedriva efter att ansökan lämnats in. Speciellt viktigt är det att adressera kopplingar mellan olika skeden i slutförvarets livscykel; tillståndsprövning, uppförande, provdrift, rutinmässig drift med parallell deponering och återfyllning av förvarsdelar samt successiv utbyggnad, avveckling/återfyllning och förslutning.

SKI vill framföra följande aspekter som särskilt viktiga för SKB att arbeta vidare med vid framtagande av ett förtydligt planeringsunderlag:

Redovisning på en principiell nivå av faktorer och/eller företeelser som inverkar på säkerheten efter förslutning (långsiktig säkerhet) och argumentation för den status som redovisning i olika avseenden behöver ha uppnått i olika skeden av tillstånds-, uppförande- och driftfaserna.

Redovisning på en principiell nivå av strategi och hantering för ett eventuellt byte av deponeringsmetod från KBS-3V till -3H. Redovisningen behöver omfatta en konsekvensanalys som tar hänsyn till relevanta aspekter för såväl långsiktig säkerhet som påverkan på uppförande och drift av slutförvarsanläggningen.

Redovisning på en principiell nivå av strategi och genomförande av samtidig deponering av kopparkapslar med använt bränsle och kontinuerlig, stegvis, utbyggnad av slutförvarsanläggningen.

SKI bedömer vidare att SKB i det förtydligade planeringsunderlaget bör adressera rimligheten i antaganden med avseende på:

avsatt tid mellan det att ansökan lämnas in och ett förväntat beslut från regeringen att tillåta verksamheten, tidsåtgång för uppförande av undermarksanläggningen tills det att SKB planerar att ansöka om provdrift,

flexibilitet och variationsbredd i ansökningar.

SKI föreslår att SKB bör ta fram det förtydligade planeringsunderlaget inom ramen för föreslagna samråd.

### **3.3 Loma-programmet**

SKI kommenterar i detta avsnitt avser kapitel 3 i SKB:s Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

Analogt med redovisningen för kärnbränsleprogrammet utgår SKB:s redovisning från två huvudkategorier av övergripande milstolpar för den fortsatta utvecklingen inom programmet. Den ena kategorin avser milstolpar som styrs av lagstiftning och föreskrifter, den andra kategorin styrs av SKB:s interna beslut.

Det inledande avsnittet (kapitel 3.1) redovisar på en översiktlig nivå planeringen för de tre centrala anläggningarna i Loma-programmet och för framtida rivning av anläggningar.

#### ***Slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR)***

SKB planerar att bygga ut SFR i två etapper. Den första utbyggnaden, som SKB planerar att ta i drift 2020, syftar till att skapa slutförvaringsmöjligheter för rivningsavfall från reaktorerna Barsebäck 1 och Barsebäck 2, Studsviks R2-reaktor samt från en eventuell rivning av Ågestareaktorn. Tidpunkten för den andra etappen, som omfattar rivningsavfallet från övriga kärnreaktorer, är inte bestämd.

#### ***Bergrummet för avfall (BFA)***

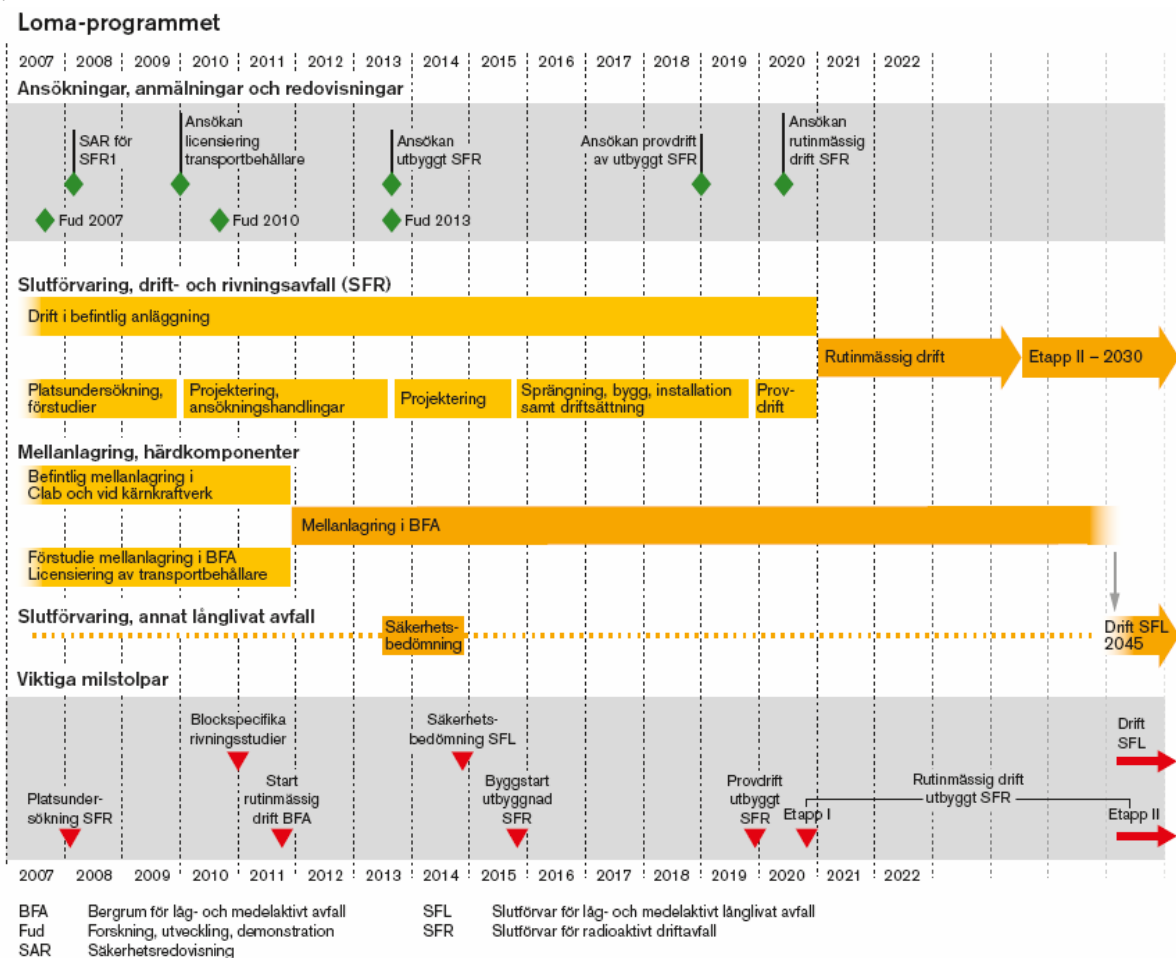
Bergrummet, som är beläget på Simpevarpshalvön i Oskarshamn, ägs och drivs av OKG. Bergrummet används redan i dag för torr mellanlagring av långlivat avfall från OKG som inte kan slutförvaras i SFR. BFA får användas för mellanlagring även av långlivat avfall från andra kärntekniska anläggningar förutsatt att säkerhetsredovisning uppdateras och godkänns. Transporter av hårdkomponenter till BFA förutsätter att tillstånd medges för att använda en ny transportbehållare (ATB-IT). Mellanlagring av hårdkomponenter från övriga kärnkraftverk beräknas kunna starta tidigast i slutet av 2011.

#### ***Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL)***

Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt är den anläggning i slutförvarsprogrammet som kommer att uppföras sist. Någon plats för förvaret är inte vald och någon detaljerad planering finns ännu inte framme. SKB anger att man i Fud-program 2010 kommer att redogöra mer i detalj för planerna för såväl platsval, förvarsdjup, dimensioner och projektering av anläggningen.

De följande avsnitten (kapitel 3.2 – 3.5) innehåller en något mer detaljerad orientering om milstolparna för respektive anläggning och för rivning enligt SKB:s figur 3.1 i SKB:s Fud-program, enligt nedan:





Figur 3-1. Tidsplan för Loma-programmet.

Figur 4. Övergripande plan och viktiga milstolpar i SKB:s Loma-program

### Remissinstansernas synpunkter

Remissinstansernas synpunkter på den del av handlingsplanen som avser Loma-programmet redovisas i anslutning till redovisning av synpunkter på del VI i SKB:s Fud-program.

### SKI:s bedömning

SKI anser att planen bör kompletteras med milstolpar som representerar återkommande helhetsbedömning av SFR, eftersom detta är redovisningar som styrs av lagstiftning och föreskrifter.

SKI:s synpunkter i övrigt på den del av handlingsplanen som avser Loma-programmet redovisas i anslutning till redovisning av synpunkter på del VI i SKB:s Fud-program.

### **3.4 SKI:s sammanfattande bedömning handlingsplan**

#### **Övergripande synpunkter**

SKI bedömer att SKB:s handlingsplan i Fud-program 2007 på en översiktlig nivå utgör en bra och systematisk beskrivning av SKB:s tidplaner och för hur olika delar av SKB:s program är beroende av varandra. SKI anser att handlingsplanen på det viset utgör en bra introduktion till programmets övriga delar.

SKI bedömer ändå att handlingsplanen i dess nuvarande utformning är alltför allmänt hållen för att uppfylla sitt syfte. SKI anser att planen i dess nuvarande form inte fullt ut fyller funktionen som tillräckligt bra underlag, vare sig i ett övergripande strategiskt perspektiv eller som detaljerat planeringsunderlag för den ansökan om att uppföra ett slutförvar för använt bränsle som SKB – enligt Fud-program 2007 – avser att lämna in i slutet av 2009.

#### **Förtydligad övergripande strategisk handlingsplan**

SKI anser att redovisningen i Fud-program 2010 behöver omfatta en förtydligad övergripande strategisk handlingsplan som bättre redogör för SKB:s strategiska planering, och som omfattar mer detaljerad information om underliggande logik och argumentation för ställningstaganden.

Planen behöver i första hand fokusera på tids- och aktivitetsplaner för uppförande av nya slutförvarsanläggningar, eller utbyggnad av befintliga anläggningar, som behövs för att ta omhand det kärnavfall som uppstår i samband med avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar.

Planen behöver särskilt adressera dels processen för att omlicensiera och bygga ut slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) samt för att etablera ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt kärnavfall (SFL). Planen behöver även omfatta en alternativ strategi för lagring av använt bränsle i det fall som drifttagning av slutförvaret för använt bränsle försenas och tillgängliga lagringsutrymmen i Clab blir fullt utnyttjade.

#### **Förnyat planeringsunderlag inför ansökan om slutförvar för använt bränsle**

SKI vill framföra att kommande tillståndsprövning har en väsentligt annorlunda karaktär, jämfört med tidigare utvärderingar i den meningen att SKB inte bara behöver ”göra troligt” att metoden är genomförbar. SKB behöver i stor utsträckning också kunna visa att deponering och slutförvaring av kapslar med använt bränsle enligt KBS-3 metoden faktiskt kan genomföras.

SKI vill också betona att en prövning av ett slutförvar för använt bränsle inte ännu genomförts någonstans i världen och att det saknas relevant erfarenhet från motsvarande förfaranden. Därför är det särskilt viktigt att det underlag som SKB tar fram är tillräckligt omfattande och tillräckligt detaljerat för att myndigheterna ska kunna yttra sig.

SKI anser att SKB behöver ta fram en bättre samt mer utvecklad och detaljerad redovisning av innehållet i kommande underlag för en ansökan om ett slutförvar för använt bränsle. Speciellt viktigt är det att adressera kopplingar mellan olika skeden i slutförvarets livscykel; tillståndsprövning, uppförande, provdrift, rutinmässig drift med parallell deponering och återfyllning av förvarsdelar samt successiv utbyggnad, avveckling/återfyllning och förslutning.

SKI vill framföra följande aspekter som särskilt viktiga för SKB att arbeta vidare med vid framtagande av ett förtydligt planeringsunderlag:

Redovisning av faktorer och/eller företeelser som inverkar på säkerheten efter förslutning och argumentation för den status som redovisning i olika avseenden behöver ha uppnått i olika skeden.

Redovisning av strategi för, och genomförande av, ett eventuellt byte av deponeringsmetod från KBS-3V till -3H, inklusive en konsekvensanalys.

Redovisning av strategi för, och genomförande, av samtidig deponeringsverksamhet och kontinuerlig utbyggnad av slutförvarsanläggningen.

SKI bedömer vidare att SKB i det förtydligade planeringsunderlaget särskilt bör adressera:

Rimligheten i föreliggande tidplan med avseende på tidsåtgången för prövning av ansökan efter inlämnande till dess att tillstånd meddelas.

Rimligheten i föreliggande tidplan med avseende på tidsperiod från att tillstånd meddelats till det att SKB ansöker om provdrift.

Rimligheten avseende flexibilitet och variationsbredd i planerade ansökningar.

SKI anser vidare att SKB bör ta fram det förtydligade planeringsunderlaget inom ramen för föreslagna samråd med SKB.

## **Systemanalys**

Myndigheterna bedömer att underlaget till en ansökan om ett slutförvar inte behöver omfatta en fristående systemanalys i form av ett separat dokument. Detta förutsätter dock att ansökans huvuddokument innehåller en läsanvisning med information om var någonstans i ansökansunderlaget som motsvarande information kan återfinnas, som skulle ha redovisats i det heltäckande systemanalysdokumentet.



## 4 Slutförvaret för använt kärnbränsle

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på SKB:s presentation av del II i Fud-program 2007 motsvarande kapitel 4 -10 i SKB:s rapport.

### 4.1 Lokaliseringsalternativ och platsval

#### *SKB:s redovisning*

Efter mer än fem års omfattande arbete har platsundersökningarna i Forsmark och Oskarshamn i huvudsak avslutats. Figur 4-1 i SKB:s rapport ger en överblick över slutförda, pågående och återstående huvudaktiviteter, samt kopplingar mellan dessa under tiden fram till ansökan. Genomförda platsundersökningar har indelats i inledande- (IPLU) resp. komplett platsundersökning (KPLU). Resultatet från IPLU har bland annat redovisats i form av preliminära säkerhetsutvärderingar för respektive plats.

#### *Forsmark*

Undersökningarna inleddes 2002 och avslutades i princip under sommaren 2007. Efter IPLU gjorde SKB en avstämning av kunskapsläget mot uppställda lämplighetsfaktorer och kriterier (SKB, 2000). SKB:s slutsats var att platsen uppfyllde kraven varför KPLU kunde motiveras och ett program för detta upprättades (SKB, 2004). Strategi, omfattning och inriktning för undersökningarna har i stort sett kunnat följas. Tillkommande, större insatser är mera omfattande bergspänningsmätningar än vad som förutsågs från början. Dessutom sattes ytterligare ett kärnborrhål i ett sent skede.

Platsbeskrivande modeller (SDM) har publicerats enligt plan och den slutliga integrerade modellen, SDM-Site Forsmark förväntas bli klar under våren 2008. Beträffande anläggningsutformning har projekteringen i skede D1 resulterat i en preliminär layout (figur 4-3 i Fud-rapporten) för ett förvar på 400 m djup. I pågående projekteringskede D2 har utformningen reviderats så att bland annat förvarsdjupet ökats till 450-500 m.

Den preliminära säkerhetsanalysen SR-Can, som bygger på resultaten från IPLU och motsvarande SDM anger att ett KBS-3 förvar vid Forsmark kommer att uppfylla SSI:s riskkriterium men att osäkerheterna är betydande i den hydrogeologiska tolkningen och förståelsen för Forsmark. Kompletterande undersökningar har medfört att osäkerheterna reducerats väsentligt.

Enligt SKB finns för Forsmarksområdet inga indikationer från större skalv ( $M < 7$ ) sedan den senaste nedisningen, medan spåren i Oskarshamnsområdet är mer svårtolkade.

#### *Laxemar*

Med start i början av 2004 genomfördes IPLU och KPLU avslutas under första kvartalet 2008 efter att ett kompletterande kärnborrhål satts i områdets södra del för att undersöka en förmodad deformationszon.

Processen gällande platsbeskrivande modeller, anläggningsutformning och säkerhetsanalys har genomförts på motsvarande sätt som för Forsmark. Dock bedöms

stora förändringar av layouten komma att ske i Laxemar. Också kvarstående osäkerheter i Laxemar bedöms vara större än motsvarande osäkerheter i Forsmark på grund av berggrundens större heterogenitet i Laxemar.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Avfallskedjans förening framhåller att om myndigheter och kommuner i framtiden godkänner slutförvaring i urberg krävs att en till två referenskommuner tas fram i vilka två fullständiga platsundersökningar utförs.

Karlstads universitet konstaterar att valet av nu aktuella kandidatplatser vid Forsmark och Laxemar inte kan anses uppfylla miljölagstiftningens krav på säkerhetsrelaterad optimering eftersom ingen av platserna valts ut i en process där berggrundens hydrogeologiska egenskaper fått styra urvalet. Därtill förordas två kustnära platser, vilket vid läckage från ett slutförvar av KBS-typ på ca 500 m djup medför ökad risk för en snabbare transport av radioaktiva ämnen uppåt mot marknära nivåer beroende på att grundvattnet nära kustzonens regionala utströmningsområden har en hög andel uppåtriktade flöden. Karlstads universitet förutsätter att tillsynsmyndigheterna kommer att uppmana regeringen att ålägga SKB att komplettera platsvalsprocessen vad gäller grundvattnets strömningsmönster. En sådan ytterligare insats behöver motsvara den optimering som anges i SSI:s anvisningar om geologisk förvaring (SSI FS 2005:5).

Milkas (Mörner) framhåller att de två undersökta kommunerna inte har några naturliga förutsättningar som är bättre än på andra platser. Enligt Mörner kan andra platser pekats ut som har avsevärt mycket bättre förutsättningar. SKB:s val av Östhammar och Oskarshamn beror inte på geologiska orsaker, utan på socio-ekonomiska aspekter och hänsynstaganden. Detta borde uppmärksammas i miljökonsekvensbeskrivningen. Ingen av dessa två platser skulle klara en deponering enligt KBS-3 metoden om realistiska ”respektavstånd” infördes i stället för fullkomligt ogrundade respektavstånd på 50-100 m.

Enligt Mörner övertvåras Östhammar–Forsmark av en flera km bred skjuvzon. I sådana zoner insåg man tidigt att kärnkraftsverk inte borde förläggas – än mindre avfallslager.. Området uppvisar hög seismisk aktivitet efter den senaste istiden med 5 stora identifierade, undersökta och beskrivna jordbävningar. Den senaste (”the Forsmark Event”) inträffade enligt Mörner för 2900 år sedan och gav upphov till en 20 m hög tsunamivåg.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) ställer frågan om det finns nog med kunskap från platsundersökningarna och undrar även över om platsundersökningen i Laxemar är gjord på ett optimalt sätt, det vill säga finns det tillräckligt med kunskap om berg och grundvatten för intresseområdet i södra och västra Laxemar. Organisationerna frågar även om riskerna med att använda linsen i Forsmark för ett slutförvar med avseende på instabiliteter orsakade av tektoniska rörelser och om de tektoniska rörelserna i området har kartlagts.

Naturskyddsföreningen och MKG betonar också att den lokaliseringen av ett slutförvar för kärnavfall måste avgöras utgående från målsättningen att finna den bästa kombinationen av plats och metod utifrån ett långsiktigt miljö- och hälsoperspektiv. I valet av provborrningskommuner har i första hand acceptans och industriell hänsyn varit avgörande, inte säkerhet. Detta är oförenligt med målsättningarna i lagstiftningen.

Argumenten om vikten av att ta hänsyn till storregional grundvattenströmning, salthalten i grundvattnet och kollektivdoser vid utspädning i havet är viktiga ur ett miljöperspektiv.

Oss och Avfallskedjan betonar att regeringen bör kräva ytterligare klagöranden kring bergförstärkningarnas eventuella negativa effekter för den långsiktiga säkerheten och dess betydelse för platsvalet.

Oss och Avfallskedjan och Karlstads universitet konstaterar att Fud-program 2007 inte visar att de aktuella kandidatplatser Forsmark och Laxemar har valts ut i en vetenskapligt styrd platsvalsprocess där berggrundens hydrogeologiska egenskaper fått påverka urvalet.

Vidare bedömer Oss och Avfallskedjan det både ovetenskapliga, och i strid med kravet på BAT och optimering av strålskyddet, att inte utgå från berggrundens platsspecifika hydrogeologiska egenskaper och försiktighetsprincipen i platsvalsprocessen. Oss och Avfallskedjan anser därför att regeringen bör kräva att SKB kompletterar sin redovisning av den regionala grundvattenproblematiken så att det blir möjligt att bedöma frågans relevans för platsvalet och på vilket sätt bolagets ställningstagande svarar upp mot SSI:s krav på optimering.

Oss och Avfallskedjan påpekar att i granskningen av SKB:s val av platser för platsundersökningar (i den så kallat Fud-K) pekade SSI på att vissa hydrologiska och hydrokemiska frågor behöver utredas närmare innan SKB gör sitt slutliga platsval. Regeringen tog fasta på dessa synpunkter i beslutet över Fud-K. Uppföljningen av dessa frågor har dock inte prioriterats av SKB. SSI tvingades begära in kompletterande redovisningar hösten 2004. Som framfördes i SSI:s granskning av SKB:s senaste redovisning från 2006 återstår ännu för SKB att slutligt utvärdera betydelsen av dessa frågor. Genom denna fördröjning har de praktiska möjligheterna för SKB att ta hänsyn till resultaten och eventuellt revidera sitt val av platser för platsundersökningar påtagligt försvårats.

Såväl Östhammars kommun som Uppsala universitet noterar att Fud-program 2007 innehåller beskrivningar av de undersökningar som gjorts med avseende på glacialt inducerade förkastningar och sprickor i Forsmark och Laxemar. De konstaterar också att det är oklart hur SKB tänker sig det fortsatta engagemanget inom detta område. Enligt universitetet är både neotektonik och paleoseismologi aktiva forskningsfält där möjligheten att analysera, förstå och tidsbestämma rörelserna hela tiden förbättras. Detta är inte minst viktigt vid tolkningen av jordskalvs- och deformationsdata och kan möjligen vara av betydelse för förvarets konstruktion och drift

### ***SKI:s bedömning***

#### *Forsmark*

SKI och SSI har gemensamt genomfört en granskning av SKB:s upprättade preliminära säkerhetsutvärdering baserad på IPLU för såväl Forsmark som Laxemar (SKI, 2008). I granskningen konstaterade myndigheterna att det i PSE-rapporterna (Preliminary Safety Evaluation) redovisas en otillfredsställande liten mängd hydrogeokemisk information från förvarsdjup, vilken behövs i kommande säkerhetsanalyser. Inför en säkerhetsanalys måste också bergets termiska egenskaper vara klarlagda, till exempel inverkan av

heterogenitet. En bättre analys av förvarsdjupets påverkan på förvaret behövs för Forsmark där höga bergspänningar har uppmätts. Vissa brister i dokumentation av återkoppling har identifierats och avvägningen mellan kostnad, tid och kvalitet har inte tydligt redovisats. Det bör noteras att problemen orsakade av brist på data till stor del åtgärdats av SKB under KPLU.

SKB borde med några exempel åskådliggjort påståenden att kompletterande undersökningar har medfört att osäkerheterna reducerats väsentligt.

Beträffande layout (figur 4-3) konstaterar SKI att utgående från känd sprickorientering (och foliation) verkar deponeringstunnlarna skäras med en vinkelvariation på 0-25 grader. Detta kan innebära instabilitet i tunnelväggarna (kilformiga block) som SKB behöver kunna identifiera och karakterisera.

SKI konstaterar också att de detaljerade geofysiska markmätningarna inte täcker gränsområdet väster om det primära layoutområdet och närliggande regionala struktur i sydväst. Information om området kan vara avgörande för att förstå sambandet mellan strukturer inom linsen och den regionala NV-liga deformationszonen. Detta har betydelse för uppskattning av hur framtida berggrörelser i denna zon kan påverka linsens stabilitet.

Martin (2007) har funnit att tidigare befarade höga bergspänningar inte kunnat bekräftas varför förvaret bör kunna förläggas på 450-500 m djup. SKB (Ask et.al., 2007) har helt nyligen publicerat en rapport med metodiken hydraulisk spräckning som antyder lägre bergspänningar jämfört med tidigare mätningar. Det finns dock andra indikationer på förekomst av höga bergspänningar (t.ex. "core diskning") i Forsmark. Eftersom förekomst av höga bergspänningar inte kan uteslutas, anser SKI att SKB bör planera åtgärder för programmets genomförande om bergspänningarna ändå visar sig vara högre än de nu antagna.

#### *Laxemar*

SKI anser att ett potentiellt problem för förståelsen av bergets egenskaper i Laxemarområdet är dess heterogena geologi och begränsad information om det prioriterade södra och sydvästra området. SKI har därför viss förståelse för Naturskyddsföreningens och MKG:s farhågor om tillräcklig information finns från det potentiella deponeringsområdet. Över ett större område runt det tilltänkta förvaret i Laxemar finns dock mycket information och en generellt god kunskap om bergets egenskaper. Det är därför inte uppenbart vilken av de två platsundersökningarna som varit mest utförlig.

I redovisad layout anser SKB att deponeringstunnlarna kan orienteras godtyckligt. SKI anser att även om bergspänningarna är lägre i Laxemar i jämförelse med Forsmark så bör tunnarna ändå orienteras parallellt med riktningen för den största horisontella bergspänningen för att begränsa bergutfall i tunnelväggarna.

SSI och SKI har i brev till SKB (SSI dnr. 2007/1562/26, SKI dnr. 2007/598) med rubrik "Gemensamma bedömningar från granskningen av SKB:s redovisning av storregional grundvattenmodellering för östra Småland" redovisat sina synpunkter på SKB:s avslutade modelleringsstudier. Av brevet framgår att SSI och SKI har var för sig granskat



SKB:s senaste analys av storregional grundvattenströmning i östra Småland (Ericsson m.fl., 2006). SSI:s granskning redovisas i Dverstorp (2007) som innehåller en sammanfattande bedömning samt två externa konsultgranskningar av Voss respektive Wörman. SKI har tidigare redovisat en konsultgranskning av SKB:s rapport (Geier, 2006).

Myndigheterna konstaterar i brevet att SKB:s rapport R-06-64 ger kompletterande information kring de hydrologifrågor som SSI och SKI framfört i samband med SKB:s val av platser för platsundersökningar och senare i samrådet om platsundersökningar. SSI:s och SKI:s granskningar av SKB:s rapport (R-06-64) syftar till att ge SKB vägledning om vilket underlag som myndigheterna anser sig behöva för att bedöma SKB:s planerade tillståndsansökan för ett slutförvar. Syftet med detta brev är att sammanfatta de slutsatser som SSI och SKI enats om från respektive granskningar.

Myndigheterna anser att SKB:s studie är väl genomförd och att den på ett mera förutsättningslöst och utförligt sätt illustrerar tänkbara flödesförhållanden i östra Småland jämfört med tidigare studier. Myndigheterna bedömer vidare att studien kan ge ett bra underlag för att bedöma betydelsen av storregional grundvattenströmning för lokaliseringen av ett slutförvar. Myndigheterna är dock överens om att SKB bör komplettera studien på ett antal punkter och att dessa kompletteringar bör redovisas i tillståndsansökan för slutförvaret.

För att den nya trålsäkerhetsmyndigheten ska kunna bedöma de olika stegen av lokaliseringsarbetet som lett fram till SKB:s slutliga val av plats är det nödvändigt att SKB i samband med tillståndsansökan kan visa att man utrett och beaktat alla faktorer av betydelse för förvarets långsiktiga funktion, samt redovisar de avvägningar man gjort mellan olika lokaliseringsfaktorer och andra åtgärder för att förbättra slutförvarets skyddsförmåga.

## **4.2 Återkoppling från PLU till Fud-arbetet**

### ***SKB:s redovisning***

Med facit från genomförda platsundersökningar konstaterar SKB att teknik och metodik för geovetenskapliga undersökningar i allt väsentligt fungerat som planerat. Dock har uppdateringar och finslipning av teknik skett. Platsundersökningarna har också visat betydelsen av att metodik och teknik för undersökningar anpassas till plats specifika förhållanden. Kvalitetsbrister har upptäckts för mätning av borrhålsavvikelse samt orientering av strukturer med hjälp av borrhåls-TV (Bips-mätningar).

SKB anser också att platsundersökningarna har resulterat i en markant kvalitetshöjning gällande datainsamling, bearbetning, kontroll och redovisning av data, överföring till databaser etc.

SKB anser att det inte funnits några nämnvärda behov av att utveckla nya beräkningskoder för den platsbeskrivande modelleringen. Det är vid valet av verktyg och hur dessa används som viss utveckling har skett. Som väntat har den geologiska modelleringen delvis fått anpassas till plats specifika förhållanden som till exempel

jorddjup. Metodiken för termisk modellering har uppdaterats liksom metodiken för den hydrogeologiska modelleringen och dess integration med den hydrogeokemiska modelleringen. I senare modellversioner läggs mer tonvikt på att få en samstämd geologisk, bergmekanisk och hydrogeologisk beskrivning av bergets sprickgeometri, spänningssituation och hydrauliska egenskaper. SKB anser dock att det funnits liten eller ingen anledning att använda så kallade kopplade modellkoder.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB har visat prov på en god serviceanda vid leverans av data till SKI:s konsulter. Det har dock funnits vissa brister i data som har levererats. Några exempel på detta är att på grund av visst fel i orienterade data (sprickdata från borrhål; BIPS) har dessa data justerats av SKB och därmed har leverans försenats. Det visade sig också att vissa borrhålsgeofysiska data, som resistivitet, saknades för flertalet av borrhålen i Forsmark. Resistivitetsdata är viktiga för analys av strukturers läge i borrhål (klusteranalys).

Exempel på övriga brister i SKB:s datahantering är att:

- data inte alltid har samma benämning i P-rapporter som i SKB:s databas SICADA,
- samma data har även påträffats med olika aktivitetskod.

SKI konstaterar att SKB nått långt beträffande utveckling av modelleringsstrategi för bergets termiska egenskaper. Denna metodik skulle även kunna tillämpas på andra discipliner som bergspänningar och matrisdiffusion.

SKI konstaterar även att SKB nu nått långt beträffande integrering av olika geologiska och geovetenskapliga discipliner. Det är dock förvånande att SKB har haft liten användning av kopplade modellkoder. SKB har nämligen länge verkat aktivt inom det internationella projektet Decovalex med utveckling av kopplade THM modeller. SKB har heller inte ansett att det finns behov av utveckling av nya numeriska beräkningskoder. Detta kan delvis bero på att SKB inte genomfört någon alternativ modellering av berg och deformationszoner som skulle kunna innebära behov av att utveckla modellverktygen.

SKI anser beträffande användning av mätdata från borrhålradar att SKB behöver utvärdera tillförlitligheten av dessa data eftersom planen är att använda tekniken för att kartlägga förekomst av sprickor i slutförvaret som inte tillåts skära deponeringshål.

## **4.3 Samlad utvärdering av platskaraktärisering**

### ***SKB:s redovisning***

SKB gör bedömningen att de undersökningar som utförts ger det underlag som behövs för att uppfylla de krav som ställdes innan platsundersökningarna påbörjades i Forsmark och Oskarshamn. SKB anser vidare att avgörande inför platsvalet är att de grundläggande bedömningarna av platsernas lämplighet är rimligt tillförlitliga och att underlaget ger möjlighet att jämföra platserna.

SKB:s vägledande principer för valet av plats är att den plats ska väljas där ändamålet med etableringen kan uppnås med minsta intrång och olägenhet. De analysresultat och redovisningar som krävs bedöms bli tillgängliga i preliminär form i god tid innan ansökan lämnas in.

### ***SKI:s bedömning***

SKI noterar att SKB i sin redovisning i Fud-program 2007 inte diskuterar planerna för detaljundersökningar under uppförande av slutförvarsanläggningen, vilket måste betraktas som en brist. SKI har även tidigare påpekat behovet av att ett program för detaljundersökningar tas fram i god tid. Anledningen till detta är att SKI vill ha ett tillräckligt underlag för att bedöma vilken informationsinsamling i perspektivet långsiktig säkerhet som är möjlig under konstruktionsfasen. Programmet för detaljundersökningar utgör ett underlag för att bedöma om tillräckliga datamängder samlats in under platsundersökningsfasen. Även SKI:s internationella expertgrupp Insite har påpekat behovet att SKB redovisar ett program för detaljundersökningar innan platsundersökningarna avslutats.

SKB har i pågående samråd med SKI om platsundersökningsskedet (tidigare benämnt PLU-samråd) antytt att val av plats för slutförvaret kommer att tillkännages ett år innan ansökan inlämnas till myndigheterna det vill säga, under 2009. SKI vill betona vikten av att SKB tydligt anger vilken metodik och vilka kriterier som kommer att tillämpas och därmed blir styrande för valet. Detta gäller speciellt om underlaget för valet inte kommer att vara helt jämförbart. SKI anser också att bortvald plats behöver redovisas på ett sådant sätt att myndigheten kan göra en egen oberoende bedömning jämfört med vald plats.

SKI noterar att Forsmark är beläget inom Bergslagen som utgör en malmförande provins. SKI har tidigare framfört behovet av att utföra en geofysisk simulering för att belysa eventuella skillnader mellan den geofysiska responsen av ett slutförvar med kopparkapslar på valt förvarsdjup i relation till en malmkropp på motsvarande djup. SKI kan konstatera att en sådan studie fortfarande saknas.

## **4.4 Utgångspunkter för uppförande och drift**

### ***SKB:s redovisning***

SKB förutsätter att inget färdigt teknikval för industriellt bruk behöver redovisas i samband med ansökan för slutförvaret. Grundkravet bör i stället vara att tekniska lösningar ska redovisas på ett sådant sätt att det framgår att de uppfyller angivna krav och konstruktionsförutsättningar, samt att de är genomförbara. SKB antar vidare att själva tillståndsprövningen kommer att ta minst två år.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI anser att inför drifttagande av slutförvaret behöver SKB demonstrera att man kan hantera samtliga steg i deponeringsprocessen i en sekvens (generalrepetition). Slutliga

planer för demonstration och verifiering av deponeringssekvensen behöver därför vidareutvecklas till tillståndsansökan.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att helt färdiga teknikval för tillämpning inom industriellt bruk inte behöver vara klara vid ansökningstillfället under 2010. Det är dock nödvändigt att SKB i ansökan redovisar uppnådd teknikutveckling och utifrån BAT-perspektivet motiverar vald teknik. Dessutom behöver SKB ange en realistisk tidplan när fullt utvecklade industriella metoder för uppförande av förvaret kan presenteras för den tillståndsgivande myndigheten.

Beträffande tiden för tillståndsprovning anser SKI att SKB:s antagande måste betraktas som optimistiskt. Såväl SKI som SSI uppskattar att mera tid kommer att krävas för hanteringen av SKB:s ansökan.

För detaljerade kommentarer angående status för ingående teknikkomponenter för geosfär och tekniska barriärer (tabell 5-1 t.o.m. 5-4 i SKB:s rapport) rörande slutförvaret hänvisas till kommentarer (kapitel 5 i denna PM) för respektive produktionslinje (berglinjen, buffertlinjen, bränslelinjen, kapsellinjen, återfyllningslinjen, förslutningslinjen).

## **4.5 Arbetsmetodik under uppförande och drift**

### ***SKB:s redovisning***

I sammanlagt sju avsnitt beskriver SKB den arbetsmetodik man avser följa under uppförande och drift av slutförvaret och inleder med att beskriva de olika anläggningsdelarna på och under mark inklusive den ramp och de schakt som förbinder dessa delar. Den referensutformning som redovisas motsvarar den som SKB presenterat i designsteg D1 i projekteringsarbetet.

I avsnitt 6.2 redovisar SKB en handfull viktiga begrepp för sin arbetsmetodik. När det gäller projektering, dimensionering och kontroll av berganläggningar har den europeiska nomineringskommittén, CEN så sent som i augusti 2007 fastställt standarden EN-1997-1 av Eurocode 7. SKB följer idag en projekteringsmetodik som i stort bygger på en stegvis ökad detaljeringsgrad och anpassning till platsförhållandena vid Forsmark och Laxemar.

Under rubriken ”Utgångspunkter för arbetsmetodik under uppförande och drift” avsnitt 6.3.2 framhåller SKB att data från bergarbetena måste snabbt och effektivt kunna återkopplas till projekteringen och att detta kräver en effektiv samverkan och interaktion mellan bergarbeten, undersökningar, modellering, projektering och säkerhetsanalys.

I avsnitt 6.5, som behandlar huvudprocesser och viktiga delprocesser, presenterar SKB de två övergripande huvudprocesserna, 1) Uppförande och drift och 2) Säkerhetsanalys och platsmodellering. SKB anger att huvudprocesserna i sin tur har delats in i ett antal

delprocesser. Sådana delprocesser redovisas för huvudprocessen Uppförande och drift men inte för Säkerhetsanalysen och platsmodelleringen.

I avsnitt 6.6 som avser kvalitetsstyrning, beskriver SKB hur man i en bilaga till ansökan enligt kärntekniklagen för CLAB och inkapslingsanläggningen presenterat hur man avser leva upp till säkerhetskraven när det gäller organisation, ledning och styrning av verksamheten. En motsvarande redovisning av säkerhetskraven avser SKB lämna i samband med ansökan om slutförvaret.

I avsnitt 6.7 av Fud-program 2007 lämnar SKB en kortfattad redogörelse över sitt deltagande i IAEA:s internationella arbete för att definiera kraven på safeguard för ett geologiskt slutförvar samt det samarbete som man bedriver tillsammans med Posiva i Finland, speciellt vad gäller kontrollen av de bergutrymmen som för närvarande sprängs ut i berganläggningen för Onkalo. SKB nämner också att ett väl fungerande safeguardsystem har en helhetssyn för hela bränslehanteringskedjan, från bränslefabrik till och med slutförvaring av det använda kärnbränslet där till exempel kapseln utgör en redovisningsenhet.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning noterar att risken för kärnvapenspridning på lång sikt inte behandlas i Fud-rapporten. Så kallade "safeguards" för att förhindra att kärnämne (plutonium) kommer i orätta händer under driften av slutförvaret behandlas i avsnitt 6.7, men det finns ingen plan på att se till att det finns kunskap om hur slutförvaret ska skyddas efter förslutning.

Oskarshamns kommun ser det som angeläget att formerna för övervakning/kontroll av eventuella läckage av radioaktiva ämnen från slutförvaret utreds i god tid innan ansökan. Detta gäller såväl under deponeringsfasen som efter förslutningen. Möjligheterna till långsiktig övervakning bör utvecklas och vara föremål för samråd med närboende.

Kommunen anser även att dokumentationen av slutförvaret på både kort och lång sikt är mycket viktig. Närboende har genom Misterhultsgruppen i kommunen visat intresse av att medverka i diskussioner om dokumentation/markering på lång sikt.

Uppsala universitet framhåller att de svenska och finska slutförvarsanläggningarna kommer att utgöra nya inslag i bränslecykeln och frågor som berör olika aspekter på safeguards bör belysas tydligare, exempelvis:

- Safeguards-systemet baseras på begreppet "accountancy" vilket bland annat innebär att en viss mängd kärnämne som kommer in i en anläggning ska balanseras av det som går ut ur anläggningen eller som på ett *verifierbart* sätt förvaras i anläggningen. Slutförvaret ger inte möjlighet till detta och hur anläggningen konceptuellt ska inlemmas i safeguards-systemet är ännu en öppen fråga, som sannolikt behöver utredas.
- "Continuity of knowledge" omnämns som basen för safeguards-implementeringen i anläggningarna för inkapsling och slutförvar. Den ansatsen förefaller riktig men tekniken förutsätter att det inkapslade materialet först har verifierats med adekvata

metoder. Hur detta ska ske är också det en öppen fråga och det kan därför förutses ett behov av att ett forsknings- och utvecklingsprogram initieras för att anvisa utvecklingslinjer för sådana metoder. I sammanhanget bör omnämnas IAEA:s allmänna kriterium att man vid en given tidpunkt skall använda den "bästa" tillgängliga tekniken för verifiering. Ett forsknings- och utvecklingsprogram bör därför även adressera frågeställningen hur man agerar när "bättre" teknik implementeras efter hand när redan verifierat bränsle har slutförvarats.

### ***SKI:s bedömning***

SKI noterar att trots en översiktlig beskrivning av grundprinciperna för dimensionering av berganläggningar enligt den nya CEN normen är det inte möjligt att utläsa vilka av de rekommenderade metoderna som SKB kommer att använda för de olika utrymmena under jord. SKB anger inte heller hur den ingenjörsgelogiska rapporten kommer att anpassas till Eurocode 7. SKI delar ändå SKB:s uppfattning att stora delar av slutförvarets anläggningar, och speciellt infrastruktur och byggnader ovan jord kan projekteras med konventionell projekteringsmetodik och med beaktande av gällande CEN norm. Normen är dock inte särskilt anpassad till en kärnteknisk anläggning med dess specifika krav på såväl kort- som långsiktig säkerhet.

Under projekteringsarbetena i layoutsteg D2 har SKB påbörjat arbetet med att ta fram en ingenjörsgelogisk beskrivning med ett tänkt innehåll. Det är dock inte klart utsagt hur SKB avser använda beskrivningen i sin arbetsmetodik under uppförande och drift och på vilket sätt beskrivningen skiljer sig från de geotekniska beskrivningar som Eurokod 7 kräver. Det är viktigt att detta klargörs i den kommande ansökan.

Sista punkten under rubriken 6.3.2 i Fud-rapporten utgör ett exempel på en alltför allmän, övergripande formulering som SKB många gånger använder i kapitel 6. Det exempel som lyfts fram här beträffande arbetsmetodik borde ha åtföljts av en organisationstabla där SKB visar hur man med ett förslag på en bra projektorganisation kan åstadkomma snabb och effektiv samverkan, interaktion och återkoppling av de olika aktiviteterna.

Beträffande avsnitt 6.5 kan frågan ställas om SKB avser att fortsätta med samma ämnesspecifika indelning av platsmodelleringsarbetet (geologi, bergmekanik, hydrogeologi etc.) som SKB använt under platsundersökningarna eller om man väljer en annan indelning och omfattning. I Figur 6-4 illustrerar SKB huvudprocesserna och viktiga delprocesser beträffande uppförande och drift. Mellan huvudprocesserna redovisas interaktionen mellan huvudprocesserna med orden: styrning – info – feedback. Det är ytterligare ett exempel på en alltför allmän redovisning av hur interaktionen och organisationen skall fungera mellan huvudprocesserna. Innehållet i Figur 6-5 hjälper heller inte till att klargöra informationsflödet mellan huvudprocesserna.

Avsnittet 6.5.2 tillsammans med innehållet i Figur 6-6 beskriver de viktiga delprocesserna för uppförandeskedet av anläggningen. Det är på det hela taget en tillräcklig omfattande och bra beskrivning av delprocesserna under uppförande och drift av anläggningen. Avsnitten som beskriver bedömningen av anläggningens och verksamhetens säkerhet, platsmodellering och säkerhetsbedömning samt

säkerhetsanalys – långsiktig säkerhet är samtliga viktiga avsnitt i den arbetsmetodik som SKB valt för uppförande och drift. Den av SKB valda processen lämnar en garanti för att det kommer att utföras mer omfattande analyser av säkerheten i de fall bergkonstruktionen eller bergets egenskaper avviker från förhållandena som kommer att presenteras i säkerhetsanalysen SR-Site.

Under utbyggnaden och driften av anläggningen måste organisation och ledningssystem utformas med hänsyn till de krav som gäller för att uppföra och driva kärntekniska anläggningar. Vidare måste arbetssättet anpassas till de speciella villkor som gäller för projektering och byggande av undermarksanläggningar. Detta starka krav på anpassning, organisation och ledning av projektet framhålls också av SKB i Fud-programmet.

Avsnittet om kvalitetsstyrning 6.6 hade stärkts om SKB redovisat i grova drag hur man avser organisera, styra och leda verksamheterna under inledande skede av projektering och drift av slutförvaret.

Under SKI:s granskning av utbyggnaden av Clab, etapp 2 gavs möjligheten att tillämpa myndigheternas granskning och anvisningar i samband med utbyggnaden av en kärnteknisk anläggning under jord. SKB genomförde också efter utsprängningen av bergrummet ett särskilt projekt med avsikten att inhämta erfarenheter från undermarksarbetena och kärntekniska konstruktionsarbeten som kan komma till nytta vid projekteringen och uppförandet av slutförvaret. Inget av den kunskapsöverföringen finns omnämnd i detta Fud-program. Det finns idag säkert anledning för SKB att återuppliva erfarenheterna och kunskapsöverföringen från utbyggnaden av Clab, etapp 2 och dra nytta av detta för slutförvarsprojektets räkning.

SKI noterar att safeguard för slutförvaret är redovisat i avsnitt 6.7. SKB bör vara medveten om att safeguardaspekten behöver integreras i flera delar av SKB:s program med nedanstående angivna exempel.

SKI kan konstatera att under avsnitt 1.2 SKB:s uppdrag ingår även att se till att kärnämne för vilket SKB ansvarar inte kommer till användning för spridning av kärnvapen. Det vill säga SKB ansvarar för att kärnämne har en tillräcklig kontroll ur icke-spridningssynpunkt.

I kapitlet strategiska metodval, avsnitt 1.4.1, bör även omnämnas att geologisk deponering är ett sätt att se till att kärnämne blir mer svåråtkomligt för framtida användning som eventuellt kärnvapenhot.

Vid beskrivningen av inkapslingsanläggningen och slutförvaret, avsnitt 1.4.4, bör nämnas att dessa bör utformas så att flödet av kärnämne kan kontrolleras ur icke-spridningssynpunkt. I stycket om olika typer av radioaktivt avfall, avsnitt 1.5, omnämner SKB att förekomsten av klyvbart material medför att åtgärder fordras för att hindra att bränslet hamnar i orätta händer. Här borde SKB kortfattat ha kompletterat texten med vilka insatser som planeras för att hantera detta såsom fysiskt skydd, safeguard m.m.

Under milstolpar, avsnitt 2.2, bör även anmälningar till EU-kommissionen följt av kommissionens och IAEA:s aktiviteter för att följa uppförandet av anläggningarna nämnas. Under myndighetsbeslut, avsnitt 5.2.2, behöver även godkännande av EU-kommissionen av den enligt euratomförordningen 302/2005 finnas med.

I avsnitt 6.7 framhåller SKB att safeguard avser åtgärder för att förhindra att kärnämne kommer i orätta händer. SKB har inte närmare beskrivit omfattningen av hur safeguard kommer att organiseras. Det bör nämnas att åtgärderna ur safeguardsynpunkt innefattar anläggningsbeskrivning från ett safeguardperspektiv, bokföring och rapportering av kärnämne, inventarieregister, användande av kameraövervakning och sigill etc. SKB borde översiktligt ha beskrivit hur sådana åtgärder kan implementeras i de olika stegen från mellanlager i Clab till förslutet förvar.

SKI noterar att den finska kärnkraftinspektionen STUK och SKB:s motsvarighet Posiva under de senaste åren har lagt ner ett betydande arbete på safeguard med fokus på slutförvar. SKB bör under tiden fram till ansökningstillfället för slutförvaret öka sina insatser för att kunna uppfylla de krav som kommer att ställas såväl nationellt som internationellt inom safeguardområdet.

## **4.6 Huvudskede tillståndsprovning, uppförande, driftsättning och drift**

### ***SKB:s redovisning***

Under huvudskede tillståndsprovning anger SKB (tabell 7-1) att referensmetod för berggutttag i deponeringstunnlar skall vara vald inför byggstart. I avsnitt 8.2.5 anger SKB under rubrik bergarbeten att så snart som möjligt ska tekniken för att driva deponeringstunnlar och borra deponeringshål, inklusive verifieringen av kriterier för dessa, testas och finslipas.

Under huvudskede drift (figur 10-2) anger SKB att deponering av kapslar skall kunna ske skiljt från bergarbeten och pågå parallellt i en annan del av deponeringsområdet. Ett alternativt förslag från SKB för stegvis utbyggnad redovisades på ett expertmöte i december 2007. Principen innebär att bergarbeten och deponering sker utifrån samma stamtunnel där aktiviteterna på respektive sida i tunneln separeras genom en icke permanent skiljevägg.

SKB redogör kortfattat under avsnitten 10.2.3 och 10.2.4 Transport och mottagningskontroll, respektive Fysiskt skydd, för de moment som transporterarna omfattar och för anläggningens fysiska skydd.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Totalförsvarets forskningsanstalt (FOI) noterar att SKB inte reagerat på FOI:s remissvar på Fud-program 2004 om behovet av att minimera risken att plutonium kan komma på avvägar under transport. FOI förordar att inkapslingsanläggningen och slutförvaret bör samförläggas och sammanbindas med en transporttunnel.



### ***SKI:s bedömning***

SKI:s synpunkter beträffande val av referensmetod för bergguttag i deponeringstunnlar redovisas under avsnitt 5.1 Berglinjen.

Beträffande SKB:s alternativa förslag (expertmöte i december 2007) att bergarbete och deponering skall ske utifrån samma stamtunnel ställer sig SKI frågande till om detta är genomförbart ur logistisk synvinkel och om detta låter sig göras utgående från kommande krav på safeguard för slutförvaret. SKB bör analysera de problem som uppstår med samtidigt pågående bergarbete och deponering (se figur 10-2).

Under verksamhet, avsnitt 7.2, vill SKI nämna att EU-kommissionen och IAEA i ett tidigt skede bör informeras och involveras i förberedelsearbetet. Erfarenheter från Finland i samband med bygget av Onkalo behöver beaktas.

Under huvudskede drift, kapitel 10, bör det enligt SKI finnas en idéskiss om hur kärnämneskontrollen kan utformas. Var är till exempel lämpliga punkter för verifiering av mottagna kapslar, finns lämplig plats för monitorering av mottagning. Kan förvaret betraktas som en "black box" etc.

SKI påpekade i sitt yttrande över Fud-program 2004 att SKB bör flytta fram positionerna inom området fysiskt skydd. SKI stödde därmed FOI:s remissvar, särskilt vad gäller behovet att specificera utrustning, teknik och taktik för övervakning av bränslet i samband med transport. Här har SKB ännu inte presenterat något nytt material. Det borde också tydligt ha framgått av avsnittet 10.2.4 att SKIFS 2005:1 gäller för inkapslingsanläggningen och att den blir en anläggning av kategori 2 med därav följande krav.

Under avsnitt 10.2.6 drift och underhåll av tekniska system bör även installation och underhåll av eventuell övervakningsutrustning för kärnämneskontroll och fysiskt skydd omnämnas.

## **4.7 SKI:s sammanfattande bedömning slutförvaret**

### *Lokaliseringsalternativ och platsval*

Beträffande val av förvarsdjup i Forsmark har Martin (2007) funnit att befarade höga bergspänningar inte kunnat bekräftas varför förvaret verkar kunna förläggas på större djup än vad som tidigare har angivits (450-500 m). Det finns dock fortfarande vissa indikationer på förekomst av höga bergspänningar (t.ex. "core disking") i Forsmark. SKI anser därför att SKB bör genomföra en riskanalys samt planera åtgärder för programmets genomförande om bergspänningarna ändå visar sig vara högre än de nu antagna.

SKI anser att ett potentiellt problem för Laxemarområdet är nu tillgänglig begränsad information om det prioriterade södra och sydvästra området. SKI har därför viss förståelse för Naturskyddsföreningens och MKG:s farhågor att det i dagsläget inte finns

nog med kunskap från platsundersökningarna i Laxemar. Över ett större område runt det tilltänkta förvaret i Laxemar finns dock mycket information och en generellt god kunskap om bergets egenskaper. Det är därför inte uppenbart vilken av de två platsundersökningarna som varit mest utförlig.

I redovisad layout anser SKB att deponeringstunnlarna i Laxemar kan orienteras godtyckligt. Även om bergspänningarna är lägre i Laxemar i jämförelse med Forsmark bör SKB enligt SKI:s uppfattning utgå ifrån att orientera tunnlarna parallellt med riktningen för största horisontella bergspänningen för att begränsa bergutfall i tunnelväggarna.

För att den nya Strålsäkerhetsmyndigheten ska kunna bedöma de olika stegen av lokaliseringsarbetet som lett fram till SKB:s slutliga val av plats är det nödvändigt att SKB i samband med tillståndsansökan kan visa att man utrett och beaktat alla faktorer av betydelse för förvarets långsiktiga funktion. SKB behöver även redovisa de avvägningar som gjorts mellan olika lokaliseringsfaktorer samt andra eventuella åtgärder för att förbättra slutförvarets skyddsförmåga.

#### *Återkoppling från PLU till Fud-arbetet*

SKI konstaterar att SKB nu nått relativt långt beträffande integrering av olika geologiska och geovetenskapliga discipliner. Det är dock förvånande att det inte funnits anledning att använda kopplade modellkoder samt att alternativa modeller för berg och deformationszoner inte har haft fått en större roll i SKB:s program.

SKI anser att SKB behöver utvärdera tillförlitligheten av mätdata från borrhålsradar eftersom tekniken skall användas för att kartlägga förekomst av sprickor i slutförvaret som inte tillåts skära deponeringshål.

#### *Samlad utvärdering av platsval*

SKI noterar att SKB i sin redovisning i Fud-program 2007 inte diskuterar planerna för detaljundersökningar under uppförande av slutförvarsanläggningen, vilket borde ha gjorts. Anledningen till påpekandet är att SKI vill ha ett tillräckligt underlag för att bedöma vilken informationsinsamling i perspektivet långsiktig säkerhet som är möjlig under konstruktionsfasen.

SKB har i pågående samråd med SKI om kärnbränsleprojektet (tidigare benämnt PLU-samråd) antytt att val av plats för slutförvaret kommer att tillkännages ca 1 år innan ansökan inlämnas till myndigheterna det vill säga under 2009. SKI anser att SKB tydligt behöver ange vilken metodik och vilka kriterier som kommer att tillämpas för platsvalet.

#### *Utgångspunkter för uppförande och drift*

SKI anser att helt färdiga teknikval för tillämpning inom industriellt bruk inte behöver vara klara vid ansökningstillfället under 2010. Det är dock nödvändigt att SKB i ansökan redovisar uppnådd teknikutveckling och utifrån BAT-perspektivet motiverar vald teknik. Dessutom behöver SKB ange en realistisk tidplan när fullt utvecklade industriella metoder för uppförande av förvaret kan presenteras för den tillståndsgivande myndigheten.

Beträffande tiden för tillståndsprovning anser såväl SKI som SSI att mera tid kommer att krävas för hanteringen av SKB:s ansökan än den som anges i SKB:s tidplanering.

#### *Arbetsmetodik under uppförande och drift*

Under utbyggnaden och driften av anläggningen måste organisation och ledningssystem utformas med hänsyn till de krav som gäller för att uppföra och driva kärntekniska anläggningar. Vidare måste arbetssättet anpassas till de speciella villkor som gäller för projektering och byggande av undermarksanläggningar. Detta starka krav på anpassning, organisation och ledning av projektet framhålls också av SKB i Fud-programmet.

#### *Safeguard*

SKI noterar att safeguard för slutförvaret är redovisat i avsnitt 6.7. SKB bör vara medveten om att safeguardaspekten behöver integreras i flera delar av SKB:s program. Safeguardaspekten borde ha omnämnts i flera avsnitt i kapitel 1 och även omnämnts i kapitel 2 och 5.

I avsnitt 6.7 framhåller SKB att safeguard avser åtgärder för att förhindra att kärnämne kommer i orätta händer. SKB har inte närmare beskrivit omfattningen av hur safeguard kommer att organiseras. Det bör nämnas att åtgärderna ur safeguardsynpunkt innefattar anläggningsbeskrivning från ett safeguardperspektiv, bokföring och rapportering av kärnämne, inventarieregister, användande av kameraövervakning och sigill etc. SKB borde översiktligt ha beskrivit hur sådana åtgärder kan implementeras i de olika stegen från mellanlager i Clab till förslutet förvar.

#### *Huvudskede tillståndsprovning, uppförande, driftsättning och drift*

Beträffande SKB:s alternativa förslag (expertmöte i december 2007) att bergarbete och deponering skall ske utifrån samma stamtunnel ställer sig SKI frågande till om detta är genomförbart ur logistisk synvinkel och om detta låter sig göras utgående från kommande krav på safeguard för slutförvaret. SKB bör analysera de problem som uppstår med samtidigt pågående bergarbete och deponering.

Under huvudskede drift bör det enligt SKI finnas en idéskiss om hur kärnämneskontrollen kan utformas. Frågor som SKB behöver reflektera över kan vara: var är till exempel lämpliga punkter för verifiering av mottagna kapslar, finns lämplig plats för monitorering av mottagning i förvaret. Kan förvaret betraktas som en "black box" etc.



## 5 Teknikutveckling inom kärnbränsleprogrammet

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på SKB:s presentation av del III i Fud-program 2007. Under underrubrikerna berglinjen, buffertlinjen, kapsellinjen, återfyllningslinjen, förslutningslinjen, återtag och alternativ förvarsutformning – KBS-3H kommenterar SKI SKB:s motsvarande kapitel 12-18 i Fud-program 2007.

SKB har i detta kapitel introducerat begreppet produktionslinjer som utgör en beskrivning av produktionsflödet för de olika delarna i KBS-3 systemet. Syftet med detta är enligt SKB att skapa överskådlighet i den alltmer omfattande dokumentationen. För bedömning av teknikutvecklingen för respektive produktionslinje har SKB valt att beskriva detta med en fyrfärgskala med färgsättningen grå, grön, gul/orange och röd. Grå färg innebär känd och beprövad tillämpning i dag, grön färg innebär känd och beprövad teknik som kan appliceras, gul/orange färg innebär känd och beprövad teknik som kan appliceras efter tester och röd färg innebär teknik som inte är känd eller tillräckligt utprovad i den tilltänkta användningen.

### *Remissinstansernas synpunkter*

Oskarshamns kommun noterar att SKB redovisar de behov som finns inom den tekniska utvecklingen som är nödvändig för att bygga ett geologiskt förvar, i olika linjer (produktionslinjer i SKB:s terminologi): berglinje, buffertlinje, kapsellinje, återfyllningslinje, förslutningslinje, återtag och alternativ förvarsutformning - KBS-3H. Detta är ett välstrukturerat tillvägagångssätt. Speciellt intressant är att SKB anger för varje linje i Del III av rapporten, vilka uppgifter företaget anser mest angelägna på kort sikt, där de röda rektanglarna i sektionerna som berör de olika linjerna anger de frågor som SKB anser måste vara besvarade år 2009.

Det är dock oklart för kommunen hur mycket forskning och fullskaleförsök som kommer att återstå när tillståndsansökan lämnas in 2009 till miljödomstol och myndigheter. Återfyllningen i deponeringstunnlar och andra tunnlar är ännu inte utprovad i fullskaleförsök. Teknikutvecklingen inriktas på att utveckla metoder och utrustning för konceptet med naturligt svällande lera. Tiden för fullskaleförsök där resultat kan redovisas i den kommande ansökan är begränsad. Programmet för krav på kapseln innefattar försök till år 2013. Myndigheterna kommer att pröva många av dessa resultat i samband med ansökan om provdrift som planeras runt 2018 medan kommunerna bara har ett tillfälle att avgörande kunna påverka besluten. Kommunen önskar besked från myndigheterna vilka tester och resultat som krävs för att tillståndsansökan 2009 ska anses komplett.

Länsstyrelsen i Kalmar län har i stort sett motsvarande synpunkter som Oskarshamns kommun har på ansatsen gällande produktionslinjerna. Länsstyrelsen påpekar också att det i buffertlinjen finns ett flertal frågeställningar som måste besvaras. Dessutom anser Länsstyrelsen att frågan om hur buffertmaterialet ska skyddas från vatten i berget ska vara löst och ska ha testats under realistiska förhållanden inför tillståndsansökningarna.

SSI anser att inför tillståndsansökan behöver SKB göra troligt att det inte återstår rent praktiska frågetecken av principiell karaktär kring möjligheten att bygga och driva ett slutförvarssystem av KBS-3-typ. Ännu finns det en rad svårigheter och oklarheter

förknippade med installationen av kapsel, buffert, återfyllnad och pluggar i slutförvaret. Av dessa bedömer SSI att svårigheterna att säkerställa installationen av lerbarriärerna kan vara särskilt svårbemästrade och kritiska för KBS-3 metoden. Exempelvis kan lera eroderas bort från buffert och återfyllnad under installationsfasen vilket kan leda till att ställda krav på barriärerna inte kan uppfyllas. Svårigheterna bedöms i hög grad kunna påverkas av de hydrologiska förhållanden som råder på den plats som väljs för att uppföra slutförvaret. Inför tillståndsansökan behöver SKB därför demonstrera (inte nödvändigtvis i full-skala) att man kan hantera buffert, återfyllnad och installation av pluggar med den spännvidd av framförallt hydrologiska förhållanden och geokemiska förhållanden som kan förväntas råda på den valda platsen.

SSI har vidare inga invändningar mot att den huvudsakliga utveckling och verifiering av metoder för deponeringen sker vid Äspölaboratoriet under förutsättning att de komponenter, metoder och rutiner som används är de som SKB senare avser att tillämpa vid den faktiska driften.

Beträffande långtidsförsök betonar SSI att man i tidigare yttranden över SKB:s Fud-redovisningar har pekat på behovet av en samlad diskussion om behovet av långtidsförsök. SSI har tidigare ifrågasatt SKB:s planer att avsluta försöken i Äspö vid den tidpunkt då den reguljära driften av slutförvaret inleds. SSI bedömde att SKB på ett tydligare sätt behövde motivera detta beslut samt att dessutom utreda möjligheten att göra ytterligare långtidsförsök under den flera decennier långa driftperioden i det faktiska slutförvaret.

SSI noterar också att SKB överväger någon form av ytterligare Prototypförvar, men redovisar i övrigt inga detaljer eller en analys av behoven. Planerna för Äspölaboratoriet är vaga ("...laboratoriet ska vara i drift under en lång tid framöver") och frågan om långtidsförsök i slutförvaret adresseras inte.

Med tanke på återstående frågor kring buffertens och återfyllnadens funktioner anser SSI att SKB borde ha redovisat en analys av tillräckligheten i pågående försök. SSI anser att SKB behöver klargöra vilka försök som behövs, vilket syfte som de olika försöken avser att tillgodose samt ta fram en planering för deras genomförande.

## **5.1 Berglinjen**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 12 Berglinjen i Fud-program 2007.

SKB konstaterar att två stora frågor framstår som särskilt utmanade i utvecklingsarbetet gällande berglinjen (röd färg i rutorna): injektering på stora djup och in-situ bestämning av sprängskadezonens hydrauliska egenskaper.

### ***SKB:s redovisning***

SKB omnämner att ett välkänt fenomen vid berguttag är att det bildas en mer eller mindre störd zon runt tunnlar och berggrum. Kunskap anses finnas om hur zonen utsträckning skall begränsas men att tillräcklig kunskap saknas om hur de hydrauliska egenskaperna ändras om graden av störning ändras. SKB anser att sprängskadezonen

kan byggas bort med försiktig och kontrollerad teknik för borrhning och sprängning. För att undvika störd zon i sulan på deponeringstunneln introducerar SKB alternativet linsågning av pallen i tunneln vilket även skulle underlätta inplacering av de förkompakterade bentonitblocken.

Vid inlämnade av ansökan för slutförvaret ska SKB ha en referensmetod för borrhning och sprängning av deponeringstunnlar. SKB har heller inte för avsikt att studera TBM-borrhning för berguttag för deponeringstunnlar under pågående projekteringsskede, D2, utan endast att studera teknik för borrhning och sprängning.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Luleå tekniska universitet anser att i det föreslagna Fud-programmet saknas studier av samverkan mellan berg och förstärkningssystem samt mellan de ingående förstärkningselementen. Universitetet tycker detta är anmärkningsvärt eftersom den belastning som bergförstärkningen utsätts för genereras av bergets rörelser och bergförstärkningens reaktion på densamma. Vidare anser universitetet att bergförstärkningen bör utformas för att klara dynamiska belastningar.

Milkas (Pettersson) framhåller att borrhade deponeringstunnlar ger mycket liten störd bergzon. Uppenbarligen har SKB övergett denna bättre metod. Man tänker föra in kemiska ämnen som legerat armeringsstål, betong, cement och syntetiska tätningemedel. Vad detta betyder för den kort- och långsiktiga säkerheten analyseras inte. Det finns inga uppgifter om borrhålstoleranser för deponeringshålen eller tillåtna minimi- och maxflöden av vatten. Kriterier för ej godkända hål och vad man skall göra med ett underkänt hål saknas.

Oss och Avfallskedjan påpekar beträffande kapitel 12.4 I Fud-programmet, tätning med injektering, framgår att någon forskning i avsikt att få fram något mer långtidsbeständigt injekteringsmaterial fortfarande inte ingår i SKB:s program och inte heller någon forskning för att utveckla metoder för att fastställa långtidsbeständigheten hos de material som är tänkta att användas i sammanhanget.

Vetenskapsrådet anser att en fördjupad kunskap om injekteringsmaterial är av stor betydelse och mer information behövs om den långsiktiga stabiliteten av detta material.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att planerade forskningsinsatser kring injektering på stora djup är angelägna (se ytterligare kommentarer under avsnitt 5.1.2.). I figur 12-1 saknas rutor för behov av att utföra efterinjektering och bergförstärkning i tunnlar och även behov av injektering i deponeringshål i något skede av enhetsoperationerna.

SKI delar SKB:s uppfattning att det saknas kunskap om den störda zonens (EDZ) omfattning och metoder att kontrollera och mäta den. SKI understödjer därför SKB:s planer på att utforma och genomföra ett storskaligt mätförsök av EDZ runt en sprängd tunnel under realistiska bergmekaniska och hydrogeologiska förhållanden samt planerna på att tillsätta en specialistgrupp inom SKB för tunneldrivning och injektering. Detta

stämmer bra med SKI:s uppfattning om vad som ser ut att utgöra ett betydande problem vid uppförande av ett slutförvar (se vidare kommentarer under 5.1.3).

### **5.1.1 Undersökning och karaktärisering**

#### ***SKB:s redovisning***

Under denna rubrik presenterar SKB 11 olika områden för undersökning och karaktärisering av berget som man avser utveckla instrument och metoder för. De angivna områdena är: stabilisering av borrhål, laserskanning, geofysiska borrhålsinstrument, bergmekaniska mätningar, mätning av bergets termiska egenskaper, utrustning för hydrotester (enhålstester), mätning av vattenflöde i ramp och tunnlar, mätning av inflöde till deponeringshål, bestämning av sorptionsparametrar, bestämning av pH och redoxförhållanden samt informationssystem och informationsteknik.

SKB planerar att ta fram snabbetablerade och funktionella hydrotestutrustningar för mätningar i långa undersökningshål och i sonderingsborrhål.

SKB planerar ett projekt för utveckling och valet av metodik och metoder för undersökningar och mätningar i deponeringstunnlar och deponeringshål. Projektet omfattar kvalitativa och kvantitativa kartläggningar av positioner och flöden i borrhålsväggen och bestämning av transmissiviteter med hjälp av hydraultester.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola (CTH) anser att det är positivt att SKB framhåller de svårigheter som finns i att översätta laboratoriebestämda  $K_d$  värden och jonbyteskapaciteter till in-situ parametrar. Vidare anser CTH att SKB:s program förefaller vara relevant för en ökad förståelse av detta problem.

Uppsala universitet (UU) påpekar att de saknas ett tydligt åtagande för den seismiska övervakningen av förvaret. Denna långtidsövervakning nämns visserligen i kap. 8.2.2 men saknas i andra diskussioner. För att få önskad effekt måste övervakningen starta i god tid före anläggningsarbetenas inledning på den valda förvarsplatsen. Instrumenten bör placeras i borrhål, men kanske också på ytan och inne i anläggningen för specifika ändamål, för att observera händelser på olika rymd- och magnitudskalor. Geofysiska borrhålsmätningar nämns i kap. 12.3, men inte seismiska sådana. UU anser vidare att mikroseismiska observationer är av stor vikt för identifiering av sprickbildning och hydraulisk uppsprickning samt spänningsomlagring.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att de metoder som föreslås för stabilisering av undersökningsborrhål är relevanta. Föreslagna metoder för kartering av såväl tunnlar som borrhål i form av laserskanning och geofysiska borrhålsinstrument är bägge välmotiverade och i vissa fall nödvändiga. Det har under senare år skett en utveckling av laserinstrument för kartering och karaktärisering av bergutrymmen och den nya utvecklingen är mer eller mindre utprovade för att nu kunna tillämpas fullt ut i SKB:s underjordsarbeten. När det gäller bergmekaniska mätningar inskränker sig beskrivningen i Fud-programmet till en förklaring till beslutet att ingen ytterligare utveckling av metoder för



bergspänningsmätningar i dagborrhål kommer att ske. I avsnittet om bergmekaniska mätningar saknas uppgifter om metoder och instrument för att bestämma bergmassans och deformationszonernas hållfasthet och deformationsegenskaper.

I samband med platsundersökningarna har SKB utfört ett berömvärt arbete gällande bestämningar av berget och bergmassans termiska egenskaper. I ett sent skede av platsundersökningarna presenterade SKB en intressant metod för karaktärisering av bergmassan och dess termiska konduktivitet utifrån densitet och andra parametrar. SKB uppmanas att fortsätta detta lovande utvecklingsarbete och överväga att vidga metodiken för tillämpningar inom andra discipliner än geotermik, t.ex. kopplade till bergets diffusionsegenskaper och bergmekanik.

SKI anser att SKB bör förtydliga hur kraven på hydrotesternas effektivitet förhåller sig till möjligheten att utföra transienta mätningar som kan användas för att utvärdera flödesdimensioner (engelska: flow dimension) och randeffekter.

SKI bedömer att SKB:s utveckling av metoder för undersökningar och mätningar i deponeringstunnlar och deponeringshål är bra, eftersom valet och karaktäriseringen av deponeringspositionerna är betydelsefullt för säkerhetsanalysens initialtillstånd. SKI anser även att det är angeläget att SKB genomför fullskaletester av metoderna så att en effektiv tillämpning under konstruktionsfasen visar sig vara möjlig. I SKB:s redovisning nämns inget om mätningar i pilothål för deponeringshålen. SKI anser att SKB bör förtydliga hur mätningar i dessa ska hanteras.

SKI håller i stort sett med Uppsala universitet att SKB behöver ta ett samlat grepp gällande ett program för seismisk övervakning av slutförvaret.

### **5.1.2 Tätning med injektering**

#### ***SKB:s redovisning***

För att begränsa vatteninflödet till slutförvaret och uppträngning av underliggande salt grundvatten behöver berget tätas med hjälp av injektering. Även punktflöden och ackumulerande flöden måste begränsas eftersom de kan ge upphov till erosion av buffert och återfyllning. Krav på förvarets långsiktiga funktion leder till vissa restriktioner i fråga om injekteringsmaterial, till exempel pH-värdet på lakprodukterna från injekteringsmedlet och använda tillsatser. SKB:s eget krav på inläckage till deponeringstunnlar är angivet till 1 l/min.

I ett samarbete mellan SKB, Posiva och Numo har lämpliga injekteringsmedel för en slutförvarsanläggning utretts. Resultatet innebär att SKB påbörjat ett utvecklingsarbete i Äspölaboratoriet med målet att komma fram till om silica sol med lågt pH (<11) är ett lämpligt material för tätning av finare sprickor (<0,1 mm) på förvarsdjup. Grövre sprickor avses tätas med cementbaserade injekteringsmaterial. Erfarenheter av injektering av kraftigt vattenförande zoner i Äspölaboratoriet skall sammanställas.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oss och Avfallskedjan konstaterar att av Fud-program 2007 framgår att forskning i avsikt att ta fram något mer långtidsbeständigt injekteringsmaterial fortfarande inte

ingår i SKB:s program. SKB hävdar utan någon acceptabel motivering att KBS-3 systemet inte förutsätter några långsiktigt bestående tätningsåtgärder. Inställningen tycks vara att eftersom man inte ser någon möjlighet att åstadkomma en bestående begränsning av vattengenomsläppligheten i berget, löser man problemet enklast genom att förklara det hela som onödigt.

Oss och Avfallskedjan noterar vidare att vid bergförstärkning planerar SKB att använda en låg-pH-betong som av programmet att döma ännu befinner sig på experimentstadiet. Hur det slutliga receptet kommer att se ut är uppenbarligen en helt öppen fråga. Oss och Avfallskedjan anser att SKB måste förtydliga vilka forskningsresultat man åberopar för att hävda att man inte behöver sätta pH-gränsen lägre än vad som angivits för att långsiktigt eliminera betongens degraderande effekter på bentonitbuffert och återfyllnad.

Oss och Avfallskedjan anser att ännu en fråga som måste belysas ytterligare är i vilken omfattning stål och järn kommer att utgöra eller ingå i förstärknings- och tätningselement med tanke på korrosion, gasbildning och påverkan på bentonitens fysikaliska och kemiska egenskaper. Organisationerna tolkar det som att det kommer att finnas tillräckligt av såväl järn som betong i förvaret efter förslutning för att kunna ställa till med åtskilligt av problem med nedbrytning av bentonitbuffert och återfyllningsmaterial, och samtidigt bidra till en miljö lämplig för utveckling av bakterieflora som kan orsaka en snabb korrosion av kopparkapslarna.

### ***SKI:s bedömning***

SKI konstaterar att SKB nu redovisar planer, metoder och program för fortsatta studier som efterfrågades av SKI vid granskning av föregående Fud-program. SKI noterar att SKB ämnar begränsa inläckaget till deponeringstunnlar till 1 l/min men en gräns för läckage till deponeringshål (som angavs i SR-Can) saknas här.

SKI konstaterar vidare att en specificerad sammansättning på låg-pH cement fortfarande saknas. Förekomst av tillsatsmedel i cement och risken för komplexbildning vid användning av sådana bör tydliggöras. Frågan om hur den långsiktiga säkerheten påverkas av mängden tillförd cement i förvaret behöver ytterligare belysas. SKB bör även ange om injektering i deponeringshål kommer att ske om kriteriet för inflöde till ett deponeringshål överskrids.

SKI kan även konstatera att SKB hittills under 2000-talet har gjort betydande insatser för att själva eller i samarbete med andra intressenter öka kunskaperna om tätning av berg med injektering. Detta är motiverat av att tätning med hjälp av injektering på stora djup är särskilt utmanande. Projekten som SKB drivit har haft tillräcklig längd och bra resurser för att kunna åstadkomma genombrott i kunskapen om olika injekteringsmedel och deras uppförande och egenskaper i berget. SKB står nu bättre rustat gällande grundläggande kunskaper om injektering av berg men behöver nu se till att kunskaperna omsätts i praktiska metoder som kan nyttjas i bergarbetena. Detta gäller hela kedjan från olika injekteringsmaterial, själva injekteringen och kontrollen av denna till bestämningen av injekteringsarbetets resultat och kvalitet. Här återstår ytterligare insatser av SKB i samarbete med andra intressenter inom injektering av berg. Den

fortsatta satsningen på tillämpad injektering som föreslås i SKB:s program är därför befogad.

Ett kännetecknande drag hos den injekterade bergmassan är att allt som oftast leder en injektering av berget på ett avsnitt av en tunnel till att ett nytt läckage uppstår inom ett område som tidigare varit torrt och tätt. Denna förflyttning av läckage kan i vissa fall tänkas ske i samband med den successiva utbyggnaden av slutförvaret. En sådan förflyttning eller nybildning av läckage kan komma att påverka grundvattenströmningen i närområdet av deponeringshål och deponeringstunnlar. SKI kan inte finna att SKB har behandlat detta problem i Fud-programmet.

### **5.1.3 Borrning och sprängning av bergutrymmen**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB förordar borrning och sprängning för tillredning av centralområdet, transporttunnlar, stamtunnlar och deponeringstunnlar i slutförvaret. SKB baserar detta på erfarenheter från de försök som genomförts i Äspölaboratoriet (Zedex- och Apseförsöken). SKB motiverar sitt val med stöd av resultatet i säkerhetsanalysen SR-Can där SKB konstaterat att utvecklingen av den störda zonen *förefaller* ha liten betydelse för nuklidtransporten, jämfört med förekomsten av naturliga sprickor som skär en deponeringstunnel. Försöken i Äspö visar att storleksordningen på uppkomna skador inte äventyrar funktionen på lång sikt. Apseförsöken indikerar att sprängning av en deponeringstunnel bör ske i två steg i en takort och i en pall med tjockleken minst 0,8 m djup. Sprängskadeförsök i Apsetunneln visade på en maximal sprickutbredning på 0,2 – 0,3 m medan en reducerad seismisk p-vågshastighet indikerade skador 0,4-0,5 m under tunnelgolvet och att de makroskopiska sprickorna som induceras längs konturhålen inte var kontinuerliga över gränsen till nästa sprängsalva. Hydrauliska egenskaper i relevant skala har inte bestämts i skadezonen påverkad av makro- och mikroskopiska sprickor, men känslighetsanalys för deras möjliga påverkan analyserades i SR-Can.

SKB anger att SKI i granskning av Fud-program 2004 påpekade att handlingsfrihet beträffande metoder för berguttag består ända fram till uttag av deponeringsutrymmena.

De viktigaste inslagen i SKB:s planerade program är studier av olika sprängämnes påverkan på skadezon, följa upp erfarenheter av berguttag i Onkalo i Finland, genom Decovalex studera radiell och axiell hydraulisk konduktivitet i skadezonen samt utforma och genomföra ett storskaligt mätförsök på sprängskadezonen runt en sprängd tunnel i berg med realistisk bergspänningssituation och realistiska geohydrauliska förhållanden. I Äspölaboratoriet planerar SKB också genomföra tester av två metoder för försiktigt uttag av bottenpallen i en deponeringstunnel; försiktig borrning och sprängning samt linsågning.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Luleå tekniska universitet anser att det har inte skett något arbete med att faktiskt ta reda på vilka mekaniska egenskaper den störda och skadade zonen har så att man kan ta hänsyn till detta i designen.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att val av referensmetod för uttag av deponeringstunnlar bör ske i samband med att ansökan för uppförande av slutförvaret lämnas in, vilket även är SKB:s avsikt. Som en grund för valet bör SKB genomföra en jämförande studie mellan alternativen fullortsborrning (TBM) och konventionell borrning och försiktig sprängning utöver det som redan genomförts i Äspölaboratoriet (Zedex- och Apseförsöken). Innan ansökan om slutförvaret inlämnas till den nya Strålsäkerhetsmyndigheten bör SKB i en rapport redovisa för och nackdelar med respektive metod och utgående från resultatet motivera sitt val av metod för tillredning av deponeringstunnlar. Som exempel på frågor som SKB behöver belysa i sin jämförelse kan nämnas kostnad, flexibilitet, bergförstärkning, injektering, kartering, deponering, återfyllning etc.

SKI konstaterar att ett argument som angetts av SKB att inte använda TBM-teknik är den mindre flexibilitet som metoden innebär. SKB har dock själva tidigare diskuterat möjligheten att placera deponeringstunnlarna i en godtycklig vinkel (ex. 30-45 grader) från stamtunneln. Därigenom går det att överbrygga problemet med de snäva svängar (90 grader) som talar mot användande av den mindre flexibla TBM-tekniken. SKI kan också konstatera att i fallet borrarad och sprängd tunnel förordar SKB hjulburen deponeringsmaskin medan spårbinden metod anses gynnsammast i fallet TBM-tunnel. SKI har dock inte sett någon utredning gällande möjlig användning av en hjulburen deponeringsmaskin i en TBM-tunnel.

SKI bedömer att det med utgångspunkt från BAT finns tydliga argument för att valet för uttag av deponeringstunneln borde vara fullortsborrning. SKB:s försök (Zedex) har visat att det endast uppstår en minimal skadezon i hela tunnelperiferin i jämförelse med borrning och sprängning. SKB har också i Äspölaboratoriet demonstrerat (Prototypförvaret) att det går att genomföra en deponering i en fullortsborrad tunnel.

Ovanstående styrks också av att metoden har använts vid drivning av den 7,6 m diameter stora tunneln för projektet Exploratory Study Facility vid Yucca Mountain anläggningen i Nevada, USA. TBM användes för tunnelarbeten i försökslaboratoriet i Grimsel i Schweiz och i Äspölaboratoriet och har föreslagits som bergavverkningsmetod för deponeringstunnlarna i Nagras program för slutförvaring i Schweiz. En specialtillverkad TBM för tunneldrivning av deponeringstunnlar behöver övervägas som alternativ vid motiveringen av BAT.

Beträffande SKB:s planerade studier av olika sprängämnes påverkan på skadezon kan SKI konstatera att laddningen i innersta delen av respektive borrhål vid tunneldrivning normalt är så kraftig att det troligen kommer att bli svårt att avgränsa skadezonen så att inte transportvägar för vatten öppnas trots planerna att vinkla hålen något ut från planerad tunnelperiferi.

SKI vill också upprepa vad som framfördes i granskningen av Fud-program 2004 det vill säga "Om SKB menar allvar med uppställt krav om begränsad påverkan på berget bör SKB fastslå att mekanisk brytning av såväl deponeringstunnlar som deponeringshål skall ske. Metoden ger minst skadezon runt öppningarna, bästa möjliga väggstabilitet, minimal bergförstärkning och sannolikt mindre tätningsbehov. SKI håller därmed inte med SKB att handlingsfrihet finns beträffande metod för berguttag ända fram till uttag

av deponeringstunnlar och deponeringshål och även efter påbörjad deponering.” Som framgår av ovanstående citat har SKB tyvärr tappat bort ordet *inte* i sin redovisning av vad SKI uttalade i granskningen 2004. SKI vill också upprepa vad SKI föreslog i sin granskning av Fud-program 2004 att SKB även skall redovisa berguttag med enbart mekaniska metoder i layoutförslag D2. Detta gäller speciellt för berguttag av deponeringstunnlar.

SKI anser att alternativet linsågning av pallen i en deponeringstunnel verkar vara återgång till gammal förlegad teknik i jämförelse med modern TBM-teknik som troligen kommer att utvecklas ytterligare innan byggstart av slutförvaret. Dessutom kommer linsågning att orsaka skarpa hörn med trolig hög spänningskoncentration och därmed öka risken för bergutfall. Fördelen med linsågning kan vara att den plana ytan möjligen underlättar geologisk kartering och inplacering av förkompakterade block som återfyllnad.

Oavsett val av metodik för uttag av deponeringstunnlar ser SKI positivt på SKB:s engagemang i Decovalex för att utreda den hydrauliska konduktiviteten i den sprängskadade zonen i tunnlar i slutförvaret.

#### **5.1.4 Borrning av deponeringshål**

##### ***SKB:s redovisning***

Resultatet av genomförd förstudie har lett till att SKB valt omvänd stigortsborrning som referensmetod för berguttag för deponeringshål. För att få den strålskyddade kapseln på plats i deponeringshålet, och spara kostnader genom att minska tunnelarean, behövs enligt SKB en avfasning i storleksordningen 1,1 m djup och 1,6 meter bred. Två alternativa tekniker är enligt SKB linsågning och vattenjet där linsågning bedöms ha störst potential.

##### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att tester av föreslagna borrar metoder tillförlitlighet i områden där spjälkbrott förväntas bör kunna genomföras i tunnlar med en geometri som förhöjer bergspänningarna i sulan på orten motsvarande den ortprofil som användes i Apseprojektet i Äspölaboratoriet.

Oavsett metodiken för berguttaget av avfasningen kommer överdelen av deponeringshålet tillsammans med avfasningen att resultera i en komplicerad geometri och spänningssituation med risk för höga spänningskoncentrationer och åtföljande sprickinitiering, sprickpropagering och spjälkbrott. Ny sprickbildning kan leda till ökad grundvattenströmning i det kritiska området mellan deponeringshålet och tunnelsulan. SKB behöver därför visa hur avfasningen bäst bör utformas och avverkas för att ge minsta möjliga störning av stabilitetssituationen och minimera riskerna för ökad grundvattenströmning i närområdet av kapseln.

SKI noterar att SKB inte angett det praktiska genomförandet för borrning av pilothål i deponeringshålets position och vilka tester som planeras i hålet.

SKI anser också att maskinen för borrning av deponeringshålen borde kunna konstrueras så (vinkla maskinen) att den även kan borra ut nödvändig avfasning i deponeringshålet.

## **5.2 Buffertlinjen**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 13 Buffertlinjen i Fud-program 2007.

Buffertlinjen omfattar tillverkning, hantering och installation av den buffert, i form av ringar och block av högkompakterad bentonit, som omger kapseln i deponeringshålen. I linjen ingår pressning av bentonitblock och bentonitringar, mellanlagring, inredning av deponeringshålen och installationen. Av färgsättningen i rutorna framgår att SKB anser att det mesta i teknikutveckling finns framme men att viss vidareutveckling eller optimering är motiverat.

### ***SKB:s redovisning***

Buffertens huvuduppgift är att skydda kapseln och att hindra vattenflödet, samt fördröja transporten av radionuklider från en otät kapsel till berget. Kraven på de metoder och utrustning som behövs för att den installerade bufferten ska kunna uppfylla den långsiktiga funktionen samt för att möjliggöra hantering och installation anges av SKB i åtta punkter. Förutom bentonitens kemiska egenskaper, som är en given förutsättning i teknikutvecklingen, är täthet hos torr substans och vattenkvot viktiga egenskaper.

Block och ringar av bentonit (MX-80) i fullstor skala har tillverkats med enaxlig pressning och installerats i Återtagningsförsöket, Prototypförvaret och Lasgitförsöket i Äspölaboratoriet.

SKB har ännu inte slutligt valt referensmetod för att tillverka block och ringar.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationerna kärnavfallsgranskning (MKG) framhåller att en central fråga av speciellt intresse är hur industrin ska hantera erfarenheterna från den verklighet som den mött vid fullskaleförsöken i Äspölaboratoriet. Ett bra exempel är upptäckten att det inte går att deponera bentoniten kring kopparkapseln utan att skydda den mot grundvattnet i berget under deponeringsfasen. Organisationerna anser att det behövs en fullskaledemonstration av hur detta kan göras där hänsyn tagits till att riktiga kapslar kommer att stråla kraftigt under deponeringsfasen. Utan ett sådant försök kan inte en fullgod säkerhetsanalys göras.

Miljörelsens kärnavfallssektariat, Milkas (Pettersson) konstaterar att den valda bentonitsorten MX-80 har övergetts och SKB nu testar en rad olika lermaterial. Vidare framhåller Milkas att kontroll och styrning av lerans svälltryck och temperatur i buffert och återfyllning är svår att hantera beroende på variationer i vattenutflöden från berget och variationer i luftspalter och luftfickor mellan berget och bufferten och mellan kapsel och bufferten. Sammantaget konstaterar Milkas att det återstår mycket demonstrations-, utvecklings och forskningsarbete på de områden som rör svällande lera.

Oss och Avfallskedjan anser att regeringen bör avkräva SKB en fullständig och tydlig redovisning av funktionskraven för bentonitbufferten, en tydlig beskrivning av optimala grundvattenförhållandena för bentonitbuffertens funktion, samt en tydlig koppling mellan bentonitbuffertens kravbild, funktionsoptimering och förutsättningar på den valda platsen och vilken tillverkningsmetod som bäst uppfyller uppsatta krav.

### *SKI:s bedömning*

SKI anser att SKB bör ta fram en mer detaljerad beskrivning av vilken teknik som skall användas under installation av bufferten för att förhindra alltför snabb mättnad av bufferten. I Äspölaboratoriet har SKB vid installation av buffert i Prototypförvaret visserligen testat hur bufferten skall skyddas från alltför snabb mättnad orsakad av vatteninflöde. I IPR-02-23 (SKB, 2002) redovisas dock endast en bild på ett plasttäck som avlägsnades innan spalten mot bergväggen fylldes med pellets utan kommentarer om hur väl testet utföll.

### *Tillverkning*

SKB anser att man i Prototypförvaret visat att den önskade buffertdensiteten kan ( $>2000\text{kg/m}^3$ ) uppnås (SKB, 2006a). SKB menar därför att tillverkning och installation av buffertkomponenter har demonstrerats. Det kan dock konstateras att angiven densitet inte uppnådes för några av de överst belägna diskformade ringarna. Dessa försök i Äspölaboratoriet omfattar dessutom relativt få exemplar. SKI anser därför att ytterligare provtillverkning kan behövas för att visa att erforderlig kvalitet för valt material kan uppnås vid omständigheter som mer liknar serietillverkning. Geometriska toleranser och tydliga acceptanskriterier för bentonitblock bör då tas fram och tillämpas. Om SKB dessutom väljer en annan typ av lera behövs större insatser för att demonstrera tillverkning av buffertkomponenter.

Beträffande tillverkning kan SKI konstatera att SKB övergivit isostatisk pressning som referensmetod utan att ange något skäl till detta. SKI har tidigare framfört synpunkter på SKB:s val av referensmetod utgående från att en isostatpress för tillverkning av fullskaleblock inte finns tillgänglig inom landets gränser. SKI är också förvånad över att SKB nedprioriterat frågan om tillverkning av block med isostatpress.

SKB redovisar heller inte sina tankegångar vad som behöver ingå i ett program för kvalitetssäkring för bufferten. Det är därför nödvändigt att SKB tar fram någon form av kvalitetsprogram för bufferttillverkning på samma sätt som man gjort för kapseltillverkning. Det behövs även en diskussion om vilka avvikelser som kan inträffa vid tillverkningen och vilken betydelse avvikelser kan ha för den långsiktiga säkerheten, till exempel om heterogena förhållanden kan uppstå i bufferten.

### *Installation av block och ringar*

SKI bedömer att SKB visat att installation av buffert i fullstor skala i princip är möjlig i såväl sprängd som fullortsborrad tunnel genom de försök som genomförts vid Äspölaboratoriet. Det är dock fråga om begränsade tester som genomförts under delvis andra förutsättningar än vid en framtida drift av ett slutförvar. SKB bör därför uppmärksamma svårigheten att uppnå hög kvalitet under de mera krävande förhållanden som råder för rutinemässig drift, till exempel med fjärrmanövrerad deponering med den

hastighet som en verklig deponeringssekvens förutsätter. SKB har inte heller demonstrerat deponering av kapsel med strålskärm eller fjärrmanövrering för installation av strålskärmsslucka över deponeringshålet.

SKI håller med Oss och Avfallskedjan att SKB bör, i samband med att ansökan lämnas in, presentera en fullständig redovisning av funktionskraven för bentonitbufferten m.m.

### **5.3 Kapsellinjen**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 14 Kapsellinjen i Fud-program 2007.

Kapsellinjen beskriver hur kapslarna, som det använda kärnbränslet kapslas in i, tillverkas, försluts, transporteras och deponeras. SKB anger två områden där teknikutvecklingen inte är känd (rödfärgade rutor). Dessa är oförstörande provning (OFP) av kapselkomponenter och omlastning till deponeringsmaskin. Utöver detta anger SKB tio områden med känd och provad teknik som kan appliceras efter tester.

I slutförvaret har kapseln till uppgift att isolera det använda kärnbränslet från omgivningen under mycket långa tider. Referensutformningen för kapseln utgörs av en yttre korrosionsbarriär av koppar och en lastbärande insats av segjärn.

#### **5.3.1 Konstruktionsförutsättningar hållfasthetsfrågor - krav på kapseln**

##### ***SKB:s redovisning***

De övergripande krav som ställs på kapselns funktion beskrivs i konstruktionsförutsättningarna för kapseln (SKB, 2006b). Dessa ligger till grund för hur kapselns olika delar utformas. I SKB:s Fud-program 2007 redovisas konstruktionsförutsättningar för kapseln i en speciell Bilaga A till huvudrapporten. Kapseln består av en gjuten insats av segjärn omgiven av ett kopparhölje. Kopparhöljets funktion är att:

- förhindra korrosion,
- isolera kärnbränslet,
- vara en del av strålskyddsbarriären.

Gjutjärnsinsatsens funktion är att:

- utgöra den bärande strukturen vid yttre laster (skjuvdeformation och isostatiska belastningar),
- hålla bränslet i kanalerna separerade,
- vara en del av strålskyddsbarriären.

Hela kapseln ska vidare:

- ha försumbar negativ termisk, kemisk och mekanisk inverkan på de andra barriärerna och på bränslet,
- kunna transporteras, deponeras och i övrigt hanteras på ett säkert sätt,
- vara baserad på beprövad eller väl utprovad teknik,



- ska kunna tillverkas, förslutas och kontrolleras i önskad takt och med hög tillförlitlighet i produktionen,
- kunna kontrolleras mot specificerade acceptanskriterier vad gäller dess egenskaper.

SKB (SKB, 2006b) medger att man inte fullständigt beaktar alla aspekter från säkerhetsanalysen SR-Can. Det gäller bland annat acceptanskrav för olika variabler. SKB anger att konstruktionsförutsättningarna i rapporten idag inte ger ett fullständigt underlag för materialval och detaljerad dimensionering av kapseln, men att arbete pågår med att ta fram en fullständig dokumentation. Det av SKB planerade programmet för konstruktionsförutsättningarna avseende hållfasthetsfrågor innefattar:

- Nya beräkningar som studerar påverkan på kapseln från postglaciala jordbävningar. Resultatet beror både på de geologiska förutsättningarna och på buffertens egenskaper.
- Utredning av samverkan mellan toleranser i indata och marginalen mot tröskeffekter vid beräkning av kollapslast för insatsen.
- Utredning av kombinerade lastfall och dess påverkan på den totala spänningsnivån i insatsen.
- Analys av skadetåligheten i insatsen med avseende på tillåtna defekter under olika belastningar. Det ska bilda underlag till kvalitetskontrollen med oförstörande provning OFP. Analyserna ska även behandla effekten av eventuella spänningskorrosionssprickor i insatsen.
- Analys av defekter i insatsens mellanväggar med avseende på kriticitet, vilken ska bilda underlag till kvalitetskontroll med oförstörande provning.
- Kartläggning av hanteringsskador och deras effekt på kapselns hanteringssäkerhet och långsiktiga integritet. Vidare ska missöden under driftfasen studeras och deras påverkan på kapselns förmåga att innesluta bränslet.

### ***SKI:s bedömning***

SKI håller med SKB att de hittills presenterade konstruktionsförutsättningarna är ofullständiga. Konstruktionsförutsättningarna ska normalt innehålla uppgifter om belastningar och belastningskombinationer under såväl normala driftförhållanden som förväntade störningar, vilka bör specificeras i säkerhetsanalysens huvudscenario samt mindre sannolika scenarier. SKB bör specificera ungefärliga förekomstfrekvenser som de olika scenarierna svarar mot. För själva förvaret ska även ingå lastfall som avser hantering av kapseln, till exempel om kapseln tappas under lyft eller transport. I konstruktionsförutsättningarna ska det även ingå acceptanskriterier för olika variabler där olika säkerhetsmarginaler definieras. I konstruktionsförutsättningarna kan ingå både deterministiska och probabilistiska kriterier. Vidare saknas vissa återstående krav på kapselns olika material liksom vissa slutliga geometriska toleranser som har betydelse för tillverkningen av kapseln. Det saknas också uppgifter om de största tillåtna defekterna i kapselns olika delar som har betydelse för tillverkningskontrollen. I flera fall planerar SKB i det fortsatta arbetet att klarställa dessa frågor men det förtjänar ändå att förtydligas.

SKI vill framhålla att det ännu saknas en fullständig designanalys av kapseln innehållande en dimensionering av kapseln och en sammanställning av de hållfasthetsanalyser som genomförts med referens till aktuella konstruktionsförutsättningar. En

sådan sammanhållen designanalys av kapseln inklusive säkerhetsmarginaler bör SKB ta fram inför ansökan om att få bygga slutförvaret. Som det är nu är hållfasthetsanalyserna spridda på en mängd rapporter och det är inte klarlagt vilka analyser som SKB anser gäller och vilka rapporter som anses vara föråldrade.

Det förekommer fler svälltryckslastfall i den äldre utgåvan TR-98-08 (Werme, 1998) av konstruktionsförutsättningar än i R-06-02 (SKB, 2006b). Här behöver SKB rensa upp bland svälltryckslastfallen och analysera påverkan på framför allt kopparhöljet.

SKI bedömer att de analyser som presenterats av SKB inte är tillräckliga för att förkasta möjligheten av att en skjuvning från ett jordskalv och isostatisk last från en glaciation skulle kunna inträffa samtidigt. SKB bör utföra fortsatta studier för att belysa hur dessa laster kan samverka.

Sammanfattningsvis anser SKI att SKB behöver fortsätta att utveckla konstruktionsförutsättningarna så att de kan ge ett bättre underlag för materialval, dimensionering och tillverkningskontroll av kapseln liksom för den långsiktiga säkerheten. Dessutom bör SKB genomföra fortsatta utredningar angående möjligheten av att skjuvning från ett jordskalv och isostatisk last från en glaciation skulle kunna inträffa samtidigt.

### **5.3.2 Konstruktionsförutsättningar materialfrågor - krav på kapseln**

#### ***SKB:s redovisning***

Det av SKB planerade programmet för konstruktionsförutsättningar avseende materialfrågor innefattar:

- Provnings av krypegenskaperna hos koppar som har pågått i flera år. Undersökningarna har nu koncentrerats till FSW-svetsningens egenskaper, effekter av extrem långsam pålastning och krypning med fleraxligt spänningstillstånd. Frågeställningar om fosfors långtidsstabilitet har förekommit. En validerad krypmodell måste tas fram eftersom tidsberoende förlopp måste beaktas vid till exempel postglacial förskjutning av kapseln. Krypning vid låg temperatur, 0°C bör studeras.
- Vätets påverkan på koppar och segjärn eftersom enstaka bränslestavar kan vara skadade och vatten ha trängt in i staven. Det är av intresse att studera om bildat väte påverkar de mekaniska egenskaperna hos segjärn och koppar.
- Om kallbearbetning har någon effekt på kapselns långtidsegenskaper skall utredas viken grad av kallbearbetning som kan tillåtas. Plasticering av kopparhöljet kan uppstå vid hantering. Detta kan leda till deformationshårdnader med åtföljande ökning av brottsgränsen och minskad brottförlängning som kan innebära att krypegenskaperna kan påverkas.
- Under senare tid har diskuterats att spänningskorrosion i kopparhöljet kan uppstå. Därför finns intresse att genomföra spänningsanalyser av kopparhöljet men även se över den argumentation från kemisk synpunkt som finns inom området.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Kungliga tekniska högskolan har i sitt remissvar pekat på att koppars mekaniska egenskaper kan förändras på grund av väteupptag/väteförsprödning och att SKB bör utreda effekten av väteupptag även från utsidan av kapseln avseende koppars mekaniska egenskaper.

Uppsala universitet anser att det av största vikt att påverkan från väte på koppar och segjärn studeras ingående, och att simultana effekter av mekaniska spänningar och strålning analyseras. I forskningsprogrammet för materialfrågor (sid. 161) anges att väteets påverkan på koppar och segjärn ska studeras 2008-2009, och att spänningskorrosion ska studeras 2008-2010. Forskningen inom områdena bör samordnas, och det kan ifrågasättas om de angivna tidsperioderna är tillräckliga.

### ***SKI:s bedömning***

SKB har i flera olika rapporter och artiklar redovisat de senaste krypprovningarna och presenterat en kryppmodell för beräkning av koppars krypegenskaper under långa tider. Provningar genomförda på material från svetsen har också redovisats. Enligt SKI:s uppfattning finns det fortfarande vissa frågetecken som behöver redas ut när det gäller trovärdigheten av dessa kryppmodeller. SKB avser att utreda kryppproblematiken och även fosforns långtidsstabilitet vidare under de kommande åren.

SKI har tidigare påpekat att de provningar som har gjorts inte alltid är representativa för de förhållanden som råder i förvaret. Annan typ av brott (duktilt kontra sprött) kan ha varit rådande under vissa provningar. SKI anser att SKB bör ta hänsyn till de förhållanden som råder i förvaret det vill säga låga temperaturer och låga belastningar vid framtagning av en kryppmodell.

SKB avser att undersöka effekten av väte i koppar och i gjutjärn då det kan tänkas att väte förekommer i kapseln till följd av anaerob korrosion. SKI anser att SKB ansats att undersöka effekten av väte gällande de mekaniska egenskaperna hos koppar och gjutjärn och att reda ut vilka halter av väte som kan tillåtas i kapseln är ett steg i rätt riktning. KTH har i sitt remissvar påpekat att effekten av väteförsprödning även från utsidan av kapseln bör utredas. Även om det material som har valts till kopparkapseln (syrefri koppar, OF-koppar) allmänt anses vara immun mot väteförsprödning, anser SKI att ytterligare insatser behövs innan risken för väteförsprödning kan uteslutas.

SKB redovisar skador (SKB, 2006c) som kan förekomma på ytan av den förslutna kapseln. Enligt SKB kan hanteringsskador som kallbearbetningseffekter förekomma på den förslutna kapseln. Kallbearbetning kan leda till deformationshårdnande med förhöjd brottgräns och minskad brottförlängning. Dessa kan ha effekt på koppars krypegenskaper. SKB planerar att undersöka om bearbetningseffekter har någon effekt på kapselns långtidsegenskaper. SKI anser att i detta sammanhang bör effekten av kvarvarande deformation på spänningskorrosion också beaktas.

SKI anser därför att det är positivt att SKB nu har insett vikten av att se över sitt resonemang angående spänningskorrosion och planerna att genomföra fler prov samt utföra spänningsanalys av kopparhöljet och även se över argumentationen kring betydelsen av kemiska faktorer.

Sammanfattningsvis anser SKI att SKB vid framtagning av sina modeller för kryp av koppar bör ta hänsyn till de förhållanden som råder i förvaret det vill säga låga temperaturer och låga belastningar.

### **5.3.3 Tillverkning och oförstörande provning av insatsen**

#### ***SKB:s redovisning***

Tillverkning av insatsen, delsystem insats i produktionssystemet för kapseltillverkning, omfattar huvudsakligen processerna: gjutning av insatsen och oförstörande provning. Dessutom omfattar delsystemet stödjande processer såsom bearbetning av insatsen samt tillverkning av en stålkassett och ett stållock.

#### ***Tillverkning av insatsen***

SKB redovisar de aktiviteter som har pågått sedan Fud-program 2004 redovisades. Flera insatser har tillverkats både i BWR- och i PWR-utförande. De flesta insatser har varit i BWR-utförandet. Flera justeringar har gjorts i insatsens utförande för att förbättra kvaliteten, till exempel genom att kunna kapa bort orenheter. En probabilistisk analys har utförts på insatsen för att visa att den har tillräcklig hållfasthet. Dessutom har prov utförts för att visa att kapselkonstruktionen, speciellt insatsen är tillräcklig tillförlitligt när det gäller övertryck. Tryckprovning på två förkortade kapslar har genomförts. Vid båda proven har belastningen successivt ökat till ca 130 MPa. SKB redovisar också det utvecklingsprogram som pågår i samarbete med SKB:s leverantörer för att tillverka insatser. Ett program för prekvalificering av processen för tillverkning av BWR-insatser pågår.

I SKB-s program för den kommande treårsperioden ingår bland annat att:

- intensifiera utvecklingen av PWR-insatser,
- serietillverka BWR-insatser och ta fram underlag för prekvalificering, etc.

Dessutom kommer SKB att arbeta enligt programmet för kvalificering där kvalificering av tillverkningen av insatser ingår.

#### ***Oförstörande provning***

Den primära kvalitetssäkringen görs genom att tillverkningsprocesser styrs så att erforderlig kvalitet erhålles. Den oförstörande provningen är den viktigaste komponenten för att verifiera detta. För vissa detaljer såsom stål lock och bultar kommer SKB undersöka om standardprodukter kan köpas in med tillhörande kvalitetscertifikat. Det pågår ett arbete med att utifrån konstruktionsförutsättningar och hållfasthetsanalyser definiera den oförstörande provning som behövs.

Ultraljud är den primära provningstekniken för provning av kapselkomponenter. Flera ultraljudstekniker redovisas som kommer att kombineras för att täcka hela provningsvolymen.

SKB kommer under följande år att utveckla metoder för segjärnsinsatsen och förbereda kvalificering av dessa. SKB anger också att inom programmet för oförstörande

provning av insatsen kommer provningskonfigurationer att fastställas, underbyggt av förväntade diskontinuiteter och preliminära acceptanskriterier och vissa förutsättningar. Modellering kommer att underbygga detta ytterligare. Arbete med tillförlitlighetsstudier kommer att genomföras under perioden liksom preliminära strategier för kvalificering av provningssystemen.

### ***SKI:s bedömning***

#### *Tillverkning av insatsen*

Ett av kraven på kapseln är att den ska kunna tillverkas, förslutas och kontrolleras i önskad takt. SKB redogör för de antal komponenter (insats, lock, botten, etc.) som hittills har tillverkats.

SKI medger att det finns metoder idag för att tillverka kapselkomponenter och hela kapslar. Dessa metoder behöver dock vidareutvecklas vilket också pågår. När det gäller serieproduktion finns enligt SKI:s uppfattning behov av ytterligare insatser. De snäva toleranser som råder för kapselkomponenterna och den färdiga kapseln medför att tillräckligt bra kvalitet kan vara svår att uppnå vid serieproduktionen med stora kassationer som följd. SKB redovisar antal komponenter som har tillverkats men det går inte att utläsa hur många av dessa komponenter som har uppfyllt av SKB alla ställda kvalitetskrav. Det utvecklingsbehov som finns i stort sett för alla de valda tillverkningsmetoderna kan göra det svårt för SKB att innehålla sina redovisade tidplaner. SKI håller också med SKB om att det är av stor vikt att utveckla tillverkningsmetoderna för PWR-insatserna.

#### *Oförstörande provning*

SKI anser att det borde vara fullt möjligt att köpa in standardprodukter med tillhörande kvalitetscertifikat så länge krav på underleverantören utreds och redovisas.

Gällande arbetet med att utifrån konstruktionsförutsättningar och hållfasthetsanalyser definiera den oförstörande provning som behövs är detta i linje med SKI:s uppfattning och den praxis som används inom kärnkraftverken idag.

SKB har även bedrivit utveckling av metoderna radiografering och induktiv provning, men vilka metoder som slutligen kommer att användas/kombineras är fortfarande otydligt. SKI anser att det är nödvändigt och viktigt att SKB utvecklar flera olika provningsmetoder som kompletterar varandra. Hur denna komplettering är tänkt återstår för SKB att utveckla och redovisa i sitt kommande arbete.

SKI anser att arbetet med utveckling och kvalificering av provningsmetoder för segjärninsats är lika viktigt som för hölje och förslutningssvets.

Sammanfattningsvis anser SKI att det återstår för SKB att visa att kapseldetaljer kan tillverkas i den takt och med den kvalitet som SKB föreskriver. Det brådskar bland annat att utveckla tillverkningsmetoderna för tillverkning av PWR-insatser om SKB ska kunna innehålla sina tidplaner. Inom utveckling av oförstörande provning har SKB undersökt och utvärderat flera olika metoder. Det är viktigt att SKB nu mer i detalj beslutar sig för vilka kombinationer av provningsmetoder som behövs för att få en ändamålsenlig kvalitetssäkring.

### **5.3.4 Tillverkning av kopparhöljet**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar de förbättringar av koppargöt som har åstadkommit genom att kapaciteten vid tillverkning av göt har ökat.

SKB redogör också för de rör som har tillverkats genom extrusion, dornpressning och smidning. Flera rör har tillverkats genom dessa metoder. Extrusion har varit en fungerande metod för rörtillverkning. Under senare tid har man däremot upptäckt förändrad materialstruktur i vissa områden. Detta är under utredning. Dornpressning har fördelen att man kan tillverka ett rör med integrerad botten. De rör med integrerad botten som har tillverkats hittills har haft stora korn i botten. Försök pågår att utveckla processen så att botten med godkänd kornstorlek kan erhållas. Utveckling av smidning har pågått och rör med finkornig struktur har kunnat tillverkas.

Kopparlock och kopparbottnar har tillverkats i stort antal. Ultraljudprovning av dessa har visat att de tillverkade locken har ojämn struktur. Smidesprocessen kommer att utvecklas för att förbättra strukturen. SKB redovisar även de olika metoder som utreds för att anpassa locken till processen friction stir welding (FSW).

SKB redovisar också utvecklingsarbetet med den laserteknik som har tagits fram för att mäta kopparrörets raket och rundhet.

Under den kommande treårsperioden kommer utveckling av metoderna för tillverkning av kopparrör att fortsätta. SKB kommer att arbeta med att förbättra den geometriska noggrannheten i processen extrudering och studera de lokala variationerna i materialstrukturen längs extruderade rör. Metoden för att smida lock och botten kommer att utvecklas för att få jämnare struktur i dessa komponenter. Dessutom kommer tillverknings- och provningsmetodernas tillförlitlighet att undersökas.

#### ***SKI:s bedömning***

SKB har visat att det går att tillverka kapselkomponenter och att det är möjligt att framställa hela kapslar som uppfyller kraven enligt SKB:s kvalitetskrav. SKB redogör också för de utvecklingsbehov som finns för de flesta av tillverkningsmetoderna. SKI anser att även i de fall då SKB har valt en referensmetod finns ett behov av utveckling. SKB diskuterar också kapaciteten av dessa metoder vid serietillverkning och redogör för antal komponenter som har tillverkats.

SKI:s synpunkter gällande tillverkning av kopparhöljet är desamma som SKI redovisat för tillverkning av insatsen (se 5.3.3). SKI anser ändå att SKB:s redovisade utvecklingsprogram är ändamålsenligt och går i rätt riktning.

### 5.3.5 Förslutning och oförstörande provning av svetsen

#### *SKB:s redovisning*

##### *Förslutning*

SKB planerar att försluta kapseln med FSW och kontrollen av svetsens kvalitet görs med ultraljudsprovning och radiografering. I den framtida produktionen planerar SKB att genomföra svetsningen i egen regi, vilket innebär att svetsprocedurer och system för detta ska utvecklas och att svetsystem ska installeras både i kapselfabriken och i inkapslingsanläggningen. SKB planerar använda samma svetsmetod i båda anläggningarna där systemet för inkapslingsanläggningen ingår i en kärnteknisk verksamhet.

SKB redovisar grunderna för valet av FSW som referensmetod för svetsning. I och med valet av FSW som referensmetod har fokus vid fortsatt forskning, utveckling och demonstration lagts på denna metod.

Enligt SKB har ett stort antal svetsförsök genomförts med FSW med gott resultat och mycket bra repeterbarhet. Processfönstret är stort vilket betyder att störningar eller parameterförändringar vid svetsningen inte påverkar svetskvaliteten.

SKB:s program inriktar sig nu främst på att utveckla FSW-processen. Programmet för utveckling av EBW kommer att vara begränsat.

##### *Oförstörande provning*

SKB beskriver teknikerna som utvecklats. SKB har primärt använt ultraljud för att täcka nödvändig provningsvolym. För att bedöma svetsarna mekaniska och kemiska egenskaper redovisar SKB en hel del provningar som har utförts både på FSW och på elektronstrålesvets (EBW).

SKB har nu valt FSW som referensmetod för svetsning. Flera försök har gjorts för att utveckla svetsprocessen samt testa provningssystemen för denna typ av fel. Preliminära procedurer har tagits fram för FSW-svets och tillförlitlighetsstudier har redovisats för den provning som utförts hittills. Fortsättningsvis kommer programmet inriktas på kvalificeringsförberedelser. Omfattning, metodval, praktiska försök och modellering kommer att vara de primära uppgifterna de närmsta åren. På lite längre sikt kommer fokus att ligga på att ta fram kvalificeringsunderlag. I detta arbete fastställs exakt hur provningen kommer att se ut för respektive provningsområde.

#### *SKI:s bedömning*

##### *Förslutning*

SKI efterlyste i Fud-program 2004 en utredning av de kemiska och mekaniska egenskaperna hos svetsgodsen. SKB redovisar nu sådana undersökningar. I de flesta fall har FSW-svets likvärdiga egenskaper som grundmaterialet. Undersökningarna har dock visat att vissa defekter som oxidinneslutningar eller foglinjeböjning kan förekomma. SKB menar dock att oxidpartiklar kan elimineras och foglinjeböjning kan bemästras. SKI anser att det återstår för SKB att genom fler prover visa att detta är fallet. SKB har i sitt program redogjort för avsikten att automatisera FSW-processen. Enligt SKI:s

uppfattning är detta av stort intresse för att i framtiden kunna få så hög repeterbarhet som möjligt.

#### *Oförstörande provning*

SKI anser att SKB:s planerade utveckling av oförstörande provning är ändamålsenlig med inriktningen på att underbygga kraven på systemen utifrån konstruktionsförutsättningar och hållfasthetsanalyser. SKB har dessutom kommit långt när det gäller verktyg för provning av hela volymen på kopparhöljet. SKI har också förstått att tidiga diskussioner förs med kvalificeringsorganet för att få förståelse för den inriktning som en kvalificering av provningssystem innebär.

Sammanfattningsvis anser SKI att SKB bör visa hur defekter som foglinjeböjning och oxidinneslutningar kan undvikas i FSW-svetsen. Automatisering av svetsprocessen är också av stor vikt. När det gäller oförstörande provning behöver SKB mer i detalj visa hur en kombination av oförstörande provningsmetoder tillsammans finner de tillverkningsfel som kan förekomma. SKB behöver också fortsätta arbetet med en process för att med hjälp av oberoende tredjepartsorgan visa detta.

### **5.3.6 Bränsle i inkapslingsanläggningen**

#### *SKB:s redovisning*

I SKB:s ansökan om att få uppföra inkapslingsanläggningen och Clab redogörs för den teknikutveckling som skett under projekteringsarbetet och som pågått sedan Fud-program 2004. I ansökan redovisas kravbilden och sådana tekniska lösningar som uppfyller kraven. Under system- och detaljkonstruktionen av anläggningen, som är nästa skede i projekteringen, kan de tekniska detaljlösningarna komma att ändras. SKB kommer att ha en mätutrustning för gammamätningar i inkapslingsanläggningen för eventuell verifiering av resteffekten. När kapseln är fylld görs visuell verifiering.

#### *SKI:s bedömning*

SKB nämner att inga formella krav ännu finns på mätning av bränslet vilket är riktigt. SKB bör dock redovisa hur man förvissas sig om att data på bränslet är korrekt innan det görs redo för inkapsling. Om dokumentationen inte är komplett eller eventuellt har brister bör SKB ta fram en åtgärdsplan för att hantera detta. SKB bör även indikera när man behöver veta att tillräcklig information finns om bränslet. Att en mätstation kommer att finnas i inkapslingsanläggningen är tillfyllest för att slutligt bekräfta redan av SKB verifierade uppgifter om bränslet. Det är här ett för sent läge att kontrollera bränslet om differenser upptäcks som inte tidigare uppmärksammats. Sådana kontroller bör vara genomförda redan i Clab. Därefter bör godkänt bränsle placeras separat under tillfredsställande "Continuity of Knowledge" (C/S).

Visuell verifiering ska enligt planerna ske innan stållocket lyfts på plats efter att kapseln är fylld med bränsle. Inget nämns om hur denna skall göras eller på vilket sätt detta dokumenteras. Detta är en kritisk punkt i hanteringen eftersom här är tillfället då man övergår från att hantera enskilda bränsleelement till att kapseln utgör minsta enhet.



### **5.3.7 Transportbehållare för inkapslat bränsle**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar transport av inkapslat bränsle på motsvarande sätt som de transporter av icke inkapslat bränsle som pågått sedan 1985 från de svenska kärnkraftverken till mellanlagret Clab. Det innebär att SKB:s transportsystem kommer att användas parallellt för kapseltransporter och övriga transporter såsom transporter av använt bränsle till Clab och avfall till SFR. Transportsystemet beskrevs relativt utförligt i Fud-program 2004 och SKB fokuserar nu på framtagningen av lämplig transportbehållare.

För kapseltransporter från inkapslingsanläggningen till slutförvaret behövs en specialutformad transportbehållare, som ska uppfylla reglerna i IAEA:s transportrekommendationer. Trots inkapsling är ändå såväl gamma- som neutronstrålningen så hög att det krävs en transportbehållare med en tjockväggig mantel av kolstål eller gjutjärn. SKB har låtit två konkurrerande företag utföra förstudier av tänkbara konstruktioner. Åtminstone fem behållare bör vara levererade när slutförvarsanläggningen tas i drift, varefter resterande behållare levereras successivt.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommun vill för att kunna prestera ett bra beslutsunderlag till kommunfullmäktige, kunna se vilka transportlösningar som SKB förordar. Kommunen vill att kapseltransporter inte blandas med annan trafik och den vill se miljövänliga och trafiksäkra transportalternativ för bergmassor och insatsvaror.

Misterhultsgruppen i Oskarshamns kommun påtalar att det inte framgår av Fud-program 2007 hur transporterna till alternativet med slutförvar i Laxemar ska gå till. Gruppen känner oro för de störningar i form av t ex buller, föroreningar, olyckor och minskad framkomlighet som transporterna kan åstadkomma, främst under byggskedet då stora mängder bergmassor skall flyttas.

Vad avser fysiskt skydd vid transport av inkapslat bränsle, se avsnitt 4.6.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI noterar med tillfredställelse att två förstudier har genomförts om kapseltransportbehållarens tänkbara konstruktion. I yttrandet över Fud-program 2004 ansåg SKI att en tidplan bör fastställas för hela tillverknings- och certifieringsproceduren, så att inte brist på godkända transportbehållare blir en flaskhals. Om en sådan tidplan finns så framgår den dock inte av Fud-program 2007.

SKI delar Oskarshamns kommuns uppfattning att det vore en fördel om kapseltransporter inte behöver gå på det allmänna vägnätet. Det är fråga om tunga transporter med specialfordon och transporterna kommer att kräva särskild bevakning. Det torde åtminstone bli nödvändigt att avlysa vägen för annan trafik när kapslar transporteras.

SKI saknar fortfarande resonemang från SKB:s sida om dimensionering av transportverksamheten. SKI ställer frågan om det är rimligt att avlysa vägen till

Laxemar i den omfattning som kan bli nödvändig, eller om FOI:s propå om en transporttunnel är mer realistisk (se avsnitt 4.6). Vidare behöver frågan om hur intensiv fartygstrafiken blir om slutförvaret förläggs till Forsmark besvaras. Dessutom behöver frågan besvaras om hur eventuella landtransporter mellan hamnen i Forsmark och förvaret ska gå till.

### **5.3.8 Hantering av kapseln i slutförvaret**

#### ***SKB:s redovisning***

Med hantering av kapseln i slutförvaret avser SKB hela hanteringskedjan från det att kapseln anländer till terminalbyggnaden inom slutförvarets bevakade område i en licensierad kapseltransportbehållare (KTB) tills kapseln är deponerad, alla kontrollmoment är utförda och dokumenterade och en tom KTB är returnerad till terminalbyggnaden.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI påpekade vid granskningen av förra Fud-programmet att SKB behöver arbeta vidare med hela hanteringskedjan för kapseln i slutförvarsanläggningen, så att verksamheten kan ske på ett ur alla synpunkter säkert sätt. SKI påpekade också att SKB bör redovisa hur lastning och lossning av kapseln ska ske och vad som behöver automatiseras på grund av strålning etc. SKI kan nu konstatera att inga rapporter i detta avseende hittills tagits fram av SKB. Däremot anger SKB under rubriken nyvunnen kunskap en del vaga begrepp som till exempel undersökt, studerats, inarbetats och togs fram kopplat till uttrycken hanteringskedjan för kapseln, transporter i rampen, preliminär layout och konstruktion av nästa generations deponeringsmaskin.

SKI noterar också att SKB inte heller under rubrikerna nertransport och omlastning samt deponering kan redovisa någon rapport hur långt man nått i sitt arbete. Däremot anger SKB planer för olika aktiviteter under de närmsta åren och aviserar tester i Äspölaboratoriet, delvis i samarbete med Posiva, för att bland annat verifiera att vald metod och utrustning för hantering av kapslar och buffertenheter kommer att fungera som planerat.

Beträffande safeguardfrågor vill SKI uppmärksamma SKB på att vid beskrivning av kapsellinjen bör även metoder anges för att kunna verifiera/dokumentera innehållet i kapslarna ur kärnämneskontrollsynpunkt. Såsom påpekats av SKB i avsnitt 6.7 är Continuity of Knowledge en viktig faktor och i detta skede övergår hanteringen från att utgöras av enskilda bränsleknippen till en hel kapsel. Hur märkning eller annan metod att identifiera kapseln är tänkt att genomföras saknas i beskrivningen.

## 5.4 Återfyllningslinjen

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 15 Återfyllningslinjen i Fud-program 2007.

Återfyllningslinjen omfattar tillverkning, hantering och installation av återfyllning i deponeringstunnlarna och i deponeringshålets översta del och installation av en temporär plugg i mynningen mot stamtunneln.

SKB anger i sin färgsättning tre områden där teknikutvecklingen inte är känd (rödfärgade rutor). Områdena är installation av återfyllning i övre del av deponeringshål, återfyllning med block i deponeringsort och återfyllning med pelletar/granuler i deponeringsort.

### *SKB:s redovisning*

Kraven på återfyllningen är att den ska begränsa buffertens expansion uppåt i deponeringshålet och förhindra att det utvecklas hydrauliska transportvägar i deponeringsorterna så att vattenomsättningen på försvarsnivå påverkas.

SKB har tidigare utrett flera koncept för att återfylla deponeringstunnlar och den fortsatta teknikutvecklingen inriktas nu på att utveckla metoder och utrustning för konceptet förkompakterade block av naturlig svällande lera (Friedlandlera).

Hittills genomförda tester i såväl laboratorie- som industriell skala tyder på att det är möjligt att tillverka block med tillräcklig hög densitet och produktionshastighet. Tunnlarna planeras återfyllas med blockenheter med dimensionen 120x80x50 cm till 80% av tunnelns tvärsnitt medan återstoden fylls med pelletar eller granuler. Sex meter tunnel planeras kunna återfyllas per dag.

Återfyllningen av avfasningen av deponeringshål kräver enligt SKB ett grundligt arbete med att utforma konceptet fram till ansökningarna för slutförvaret enligt kärntekniklagen och för slutförvarssystemet enligt miljöbalken.

Återfyllningsmetoden kommer att testas och demonstreras i full skala i Äspölaboratoriet efter förtester i Bentonitlaboratoriet avseende såväl block som pelletar eller granuler.

Den temporära pluggen i deponeringstunneln har ingen långsiktig funktion, utan dimensioneras för att klara av att stå emot vattentrycket på försvarsdjup och svältrycket i återfyllningen. Den ska också vara så tät att de eventuella kanaler i återfyllningen som bildas under installationen, kan självläka.

Två pluggkoncept omnämns av SKB, armerad plugg respektive friktionsplugg. Armerad plugg har installerats i Backfill and Plug Test i Prototypförvaret i Äspölaboratoriet. SKB har ännu inte valt vilken typ av plugg som kommer att utgöra referenskoncept i ansökan, men för det valda konceptet planerar SKB att utforma och installera en plugg i full skala i Äspölaboratoriet.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Miljörelsens kärnavfallssektariat, Milkas (Pettersson) framhåller att mycket utvecklingsarbete återstår och framför att bentonitens svällning och tryck syns vara det största problemet. Vidare noterar Milkas att SKB inte anger vilket svälltryck i vilket skede som ska uppnås för att kapseln inte ska tryckas upp okontrollerat i tunneln. En komplikation är att tillräckligt svälltryck måste finnas i tunneln innan bufferten börjar svälla uppåt, detta synes omöjligt att kontrollera och styra. Milkas framför att ett nytt fullskaleexperiment för att få svar på om vitala delar i metoden fungerar är helt nödvändiga innan ansökan enligt kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken lämnas in.

Oskarshamns kommun konstaterar att återfyllningen i deponeringstunnlar och andra tunnlar är ännu inte utprovad i fullskaleförsök. Det är oklart för kommunen hur mycket forskning och fullskaleförsök som kommer att återstå när tillståndsansökan lämnas 2009. Teknikutvecklingen inriktas på att utveckla metoder och utrustning för konceptet med naturligt svällande lera. Tiden för fullskaleförsök där resultat kan redovisas i den kommande ansökan är begränsad. Kommunen ställer frågan om vad myndigheterna anser att SKB:s ansökan ska omfatta när det gäller återfyllning och om återfyllningen kan betraktas som en barriär i slutförvaret.

Oskarshamns kommuns expert Pereira efterfrågar tidpunkt när det högsta tillåtna inflödet av vatten till deponeringstunneln vid installation av återfyllningen ska undersökas, före eller efter ansökan. Vidare efterfrågas vad SKB planerar att göra i de bergpartier som är för torra.

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) bedömer att det för återfyllningslinjen återstår teknikutveckling för installation av bentonitblock i deponeringshål och deponeringsorter samt för tätning av undersökningshål. FOI anser även att SKB, vid utformningen av återfyllning av schakt, ramp m.m., bör beakta möjligheten att så långt som möjligt försvåra en avsiktlig utgrävning av dessa utrymmen.

### ***SKI:s bedömning***

Beträffande materialval av återfyllning anser SKI det viktigt att SKB visar att tillräcklig mängd data finns för Fridlandlera eller den lera SKB väljer så att dess egenskaper och funktion kan bedömas.

### ***Tillverkning***

SKI påpekade i granskningen av föregående Fud-program att SKB skulle utreda frågan om vad en uppskalning av alternativet förkompakterade block som läggs i tunneln innebär. SKI kan konstatera att så skett genom att SKB vid provtillverkning i befintliga pressar kunnat visa att block med tillräckligt hög densitet kunnat framställas.

Återfyllningen behöver ge ett tillräckligt mottryck för att motverka den vertikala expansionen av bufferten i deponeringshålen. SKB har tidigare angivit ett kompressibilitetsvillkor ( $M > 10$  MPa) för en återfyllning bestående av bentonit och krossat berg. SKI anser att SKB tydligare bör redovisa hur kraven på kompressibilitet för återfyllningen påverkar materialval och utformning av återfyllningen.

SKI kan konstatera att förkompakterade block är en tämligen oprövad metod vilket kan innebära okända problem kring implementering i fullskala. För att effektivare och snabbare återfylla deponeringstunnlar bör SKB även överväga tillverkning av ännu större block än de som redovisats i Fud-programmet. SKB behöver också för återfyllningen ta fram ett kvalitetsprogram för tillverkning och inplacering i deponeringstunnlar.

Beträffande tillverkning och användning av pelletar och granuler för att fylla ut tomrum mellan blocken i deponeringstunnlarna (20 % av utrymmet) skulle dessa kunna ersättas med sågade block anpassade till en cirkulär fullortsborrad tunnel. Detta gäller såväl tunnelsidor som sula och tak i deponeringstunneln. Pelletar och granuler kan ändå komma att behövas för tätning av spalten mellan bentonit och berg i deponeringshålen.

#### *Hantering och installation av återfyllning*

Installation av hela block av återfyllning i deponeringshålets övre del bör inte orsaka några större problem eftersom detta antas komma att ske på samma sätt som installationen av övriga buffertblock. Däremot behöver SKB, som också antyds, utreda hur den utsågade fasen i deponeringshålet skall återfyllas oavsett vald metod för avfasningen.

SKI anser att SKB bör redovisa tidplanen för test och demonstration av återfyllningen i full skala i Äspölaboratoriet efter förtester i Bentonitlaboratoriet och anpassningen till tidplanen för ansökan med tillhörande säkerhetsanalys. Som såväl Oskarshamns kommun som SSI påpekat är det av stor vikt att SKB därför demonstrerar att man kan hantera buffert, återfyllnad och installation av pluggar med den spännvidd av framförallt hydrologiska förhållanden och geokemiska förhållanden som kan förväntas råda på den valda platsen.

#### *Installation av temporär plugg*

För de två koncept för pluggning av deponeringstunnlar som redovisas är det betydelsefullt att SKB förvissas sig om att pluggen förhindrar vattentransport i den axiellt transmissiva zon som kan uppstå, speciellt om tunneln avses sprängas. Detta problem kan SKB förmodligen bortse ifrån om tunneln fullortborras. Oavsett vilken tillredningsteknik som väljs skall pluggen ha sådan beständighet att den förblir tät åtminstone under slutförvarsanläggningens hela drifttid. Referenskoncept för pluggning bör redovisas innan ansökan om slutförvaret inlämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten.

## **5.5 Förslutningslinjen**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 16 Förslutningslinjen i Fud-program 2007.

SKB anger i sin färgsättning att de mest omfattande insatsbehoven gäller förslutning av undersökningsborrhål (en röd plus fyra gula rutor) medan insatser gällande tillfarter kräver mest ny teknik (två röda rutor). Krav gällande återfyllning av deponeringstunnlar är fastställda medan krav för återfyllning och pluggning av övriga utrymmen ej fastställts.

### ***SKB:s redovisning***

SKB arbetar för närvarande med en strategi där krav på återfyllning kommer att anpassas efter respektive utrymmens betydelse för radionuklidtransport från otäta kapslar. Detta kommer att analyseras och redovisas av SKB i säkerhetsanalysen SR-Site. Beroende på resultaten av säkerhetsanalysen kommer SKB sedan att välja förslutningsmetod och material. För förslutning av borrhål finns ett grundläggande koncept där hålen tätas med perforerade kopparrör fyllda med högkompakterad smektitlera. Utöver detta har tre olika koncept studerats nämligen container-, courunne- och pelletkonceptet. Där borrhål passerar vattenförande sprickor kan hålen fyllas med silika-betong som uppfyller de krav på stabilitet som gäller under den korta tid som krävs att installera leran i ett borrhål. Metoden behöver dock provas i borrhål djupare än 500 m.

SKB har tillsammans med Posiva tagit fram ett koncept för att täta långa och korta borrhål med hjälp av bentonitfyllda perforerade rör. Metoden har testat i ett ca 500 m långt borrhål lokaliserat till schaktläget för ett av schakten till Onkalo-anläggningen i Olkiluoto. Eftersom borrhålet kommer att nå från den ramp som Posiva idag driver i Onkalo betyder det att man kan kontrollera och utvärdera funktionen hos förslutningen av borrhålet. SKB och Posiva avser fortsätta undersökningarna av förslutningsmetoder och kommer under den kommande forskningsperioden att demonstrera förslutningar av upp till 1 000 m djupa borrhål.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oss och Avfallskedjan anser att för den slutliga förslutningen av slutförvaret saknas redovisning i Fud-program 2007 av tydliga funktionsvillkor. En avgörande kritik mot KBS-3 konceptet är att slutförvaret alltid kommer att vara tillgängligt för avsiktliga intrång. För bedömningen av kraven för ”*Safeguard*” måste villkoren för förslutningen ingå.

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) framhåller att en detalj som inte färdigutvecklats är de intrångshinder som slutligen skall installeras nära marknivå vid de öppningar som funnits under drift till ramp, schakt och borrhål. FOI anser att detta är en viktig del för att försvåra för oönskade grupper i senare generationer att komma åt det plutonium som finns i förvaret. Dock finns här ett inbyggt motsatsförhållande mellan att hindra oönskad åtkomst och att hålla öppet för ett möjligt återtag i syfte att tillämpa nya och mer effektiva metoder.

### ***SKI:s bedömning***

SKI håller med SKB att förslutningen av slutförvaret ligger så långt fram i tiden att man kan avvakta resultatet från teknikutvecklingen av återfyllningen av deponeringstunnlar innan SKB fattar beslut om vilka behov av teknikutveckling som finns gällande definitiv förslutning av hela slutförvaret. Däremot är det viktigt att SKB i sin ansökan redovisar trovärdiga referensmetoder gällande krav på metoder, val av metoder och material för förslutningarna av de olika bergutrymmena samt kontrollprogram för dessa.

Eftersom de ytliga delarna av ett slutförvar kommer att utsättas för upprepade nedfrysningar och upptiningar finns anledning för SKB att närmare studera hur olika

återfyllningsmaterial reagerar på upprepade frysningar och upptiningar. SKI anser att SKB gör en riktig bedömning när man beslutat genomföra dessa undersökningar i storskaliga fältförsök i arktisk miljö.

Det är också viktigt att SKB och Posiva planerar och genomför förslutningar av bland annat borrhål som kan studeras och kontrolleras under mycket lång tid såsom fallet är i det planerade finska slutförvaret Onkalo.

Med hänvisning till nyvunnen kunskap om piping/erosion, buffererosion och reaktion mellan cement och bentonit anser SKI att SKB behöver utreda om metoderna för pluggning av undersökningsborrhål med bentonit behöver uppdateras. SKB bör här även utreda frågan om det behövs ett respektavstånd mellan undersökningsborrhål och deponeringshål.

Vid utformning av förslutning av såväl borrhål som förvarets tunnlar och schakt är det viktigt att SKB redovisar risken för påverkan genom bergdeformation orsakad av tektoniska rörelser i samband med framtida glaciationer och vilka konsekvenser en otillräcklig förslutning får för förvarets långsiktiga säkerhet. SKI utgår ifrån att detta kommer att redovisas i SR-Site. SKB behöver också redovisa livslängden på kort sikt för de material som avses användas för förslutning av slutförvarets olika delar.

## 5.6 Återtag

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 17 Återtag i Fud-program 2007.

### *SKB:s redovisning*

SKB har i återtagsförsöket i Äspölaboratoriet demonstrerat att det är möjligt att återta en deponerad kapsel genom en hydrodynamisk metod. Nackdelen med metoden är att den är tidskrävande. SKB har formulerat ett krav på att slutförvaret ska utformas på sådant sätt att det är möjligt att ta tillbaka deponerade kapslar för förslutning.

### *Remissinstansernas synpunkter*

Avfallskedjans förening anser att SKB är otydliga när det gäller återtag och hävdar att SKB måste ange hur långt fram i tiden återtag skall anses genomförbart på ett säkert sätt och hur det skall finansieras.

Karlstads universitet betonar att när det gäller redovisningen av olika metodvalsstrategier och principer i avsnitt 4.1 (ett tema som för övrigt återkommer på flera ställen i Fud-program 2007) är det inte är förenligt med god vetenskaplig metodik att underlåta att redovisa de avvägningar som måste göras när det föreligger motstridiga principer. Mest iögonenfallande är de båda principerna svåråtkomlighet och återtagbarhet, det vill säga att kärnavfallet dels ska deponeras så oåtkomligt att det förblir skyddat för både avsiktliga och oavsiktliga intrång och dels att avfallet ska kunna återtas om man så finner befogat. Men hur denna nödvändiga avvägning bör göras finns varken redovisat eller motiverat i Fud-programmen.

Milkas (Pettersson) framhåller att återtag är ett givet krav innan förslutningen. Det är nödvändigt att kunna denna teknik. Misslyckas provdriften eller den ordinarie driften under 100 år, blir det nödvändigt att ta upp kapslarna igen. En planering för detta sannolika scenario saknas. Hur och var skall kapslarna sedan hanteras? En planering för detta mellanlager bör upprättas. Däremot skall inte återtag vara möjligt efter förslutningen, annars uppfylls inte lagens krav på en slutlig definitiv lösning av kärnavfallet.

Milkas (Hultén) noterar att återtagbarhet – en lösning som tillåter omflyttning av avfallet efter deponering – har valts bort redan i utgångspunkterna för SKB:s arbete. Alternativ som erbjuder återtagbarhet har klara nackdelar, avfallets tillgänglighet innebär i sig ett hot. Men nämnda olösta problem ger stöd för tanken, att en lösning med återtagbarhet kan vara att föredra.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) framhåller att det är tydligt i Fud-planen att när det finns målkonflikter i frågan om hur åtkomligt slutförvaret ska vara för kommande generationer så har industrin inga svar. Till exempel ger en möjlighet till återtagbarhet efter förslutning fördelar (bättre slutförvarsmetod upptäcks, energiinnehållet används) men även nackdelar (risker för terrorism och kärnvapenspridning samt oavsiktliga intrång).

Oskarshamns kommun framhåller att i Sverige finns inget formellt krav på att det ska vara möjligt att återta deponerade kapslar efter förslutning av förvaret. Att återta kapslar utgör kärnteknisk verksamhet och kräver tillstånd enligt kärntekniklagen. Slutförvaret ska också utformas på ett sådant sätt att det inte behöver övervakas. Kommunen önskar myndigheternas syn på återtagbarhet och dess eventuella betydelse för långsiktig säkerhet.

Oss och Avfallskedjan anser att regeringen bör ge tydliga direktiv om vad som bör gälla som funktionsvillkor kopplat till kärntekniklagens ickespridningskrav och behovet av safeguard. Regeringens bör begära ett förtydligande kring riskerna med oavsiktliga och avsiktliga intrång i ett KBS-3 förvar så att det blir möjligt att värdera den valda metodens lämplighet i det avseendet.

Uppsala universitet anser att slutförvaret för använt kärnbränsle ska utformas så att det inte behöver övervakas. Det är bra att återtag av använt kärnbränsle finns med som ett möjligt alternativ och att SKB har formulerat ett eget krav på att slutförvaret skall utformas på ett sådant sätt att det är möjligt att återta deponerade kapslar innan förvaret tillsluts. Kravet innebär också att det ska vara möjligt att återta ett stort antal kapslar i ett senare skede. Detta krav är av principiellt stor betydelse då det ger en frihet att återanvända kärnbränslet till exempel i samband med ytterligare energiproduktion, om en framtida teknologiutveckling på kärnreaktorområdet skulle medge detta.

### ***SKI:s bedömning***

SKI vill härmed upprepa vad som framfördes i granskningen av föregående Fud-program 2004 nämligen att i SKI:s föreskrifter och allmänna råd (SKI, 2002) anges i 8 § att ”Inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret eller för att



försvåra tillträde till slutförvaret skall analyseras och redovisas till Statens kärnkraftinspektion”. I de allmänna råden till 8 § anges att ”Åtgärder kan också vidtas under uppförande och drift med främsta syftet att underlätta återtagande av deponerat kärnämne och kärnavfall från slutförvaret, antingen under driftperioden eller efter förslutning”. För dessa åtgärder gäller att det bör framgå av säkerhetsredovisningen för anläggningen enligt 9 § att åtgärderna antingen har en liten och försumbar inverkan på slutförvarets säkerhet, eller att åtgärderna medför en förbättring av säkerheten, jämfört med fallet att åtgärderna ej vidtagits”.

## **5.7 Alternativ förvarsutformning – KBS-3H**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 18 Alt förvarsutformning – KBS-3H i Fud-program 2007.

### ***SKB:s redovisning***

SKB bedriver tillsammans med Posiva ett program för horisontell deponering av kapslar omfattande tre områden; utformning, demonstration i Äspölaboratoriet och studier av konceptets långsiktiga säkerhet. Konceptet bedöms av SKB ha flera osäkerheter och problemställningar, såsom kanalbildning i buffertmaterialet, stränga krav på vatteninflödet till deponeringstunneln, heterogen vattenmättnad och sprickbildning i distansblocken. Vatteninflödet anses kunna begränsas med hjälp av stålpluggar och efterinjektering med en megamanschett. Andra buffertmaterial och andra material än stål i supercontainern kommer att studeras.

I Äspölaboratoriet har deponeringssekvensen av supercontainern demonstrerats liksom installation av en sprutbetongplugg med lågt pH där testet visade att det var svårt att få bra vidhäftning mellan pluggen och bergytan. SKB bedömer att det finns behov av långtidstester för att studera stålpluggens funktion och hur övrigt material i konceptet påverkar buffertens funktion.

En internationell expertgrupp har år 2004 genomfört en preliminär säkerhetsbedömning av konceptet och funnit att kraven på långsiktig säkerhet bedömdes kunna bli uppfyllda. En preliminär säkerhetsanalys för KBS-3H baserad på platsdata från Olkiluoto i Finland skall redovisas av Posiva 2007.

SKB redovisar två väsentliga skillnader för koncepten vertikal respektive horisontell kapseldeponering. I KBS-3H är deponeringstunnlarna långa och att det därmed finns risk för kanalbildning och erosion av buffert och distansblocken innan bentonitblocken vattenmättats. KBS-3H har dessutom flera komponenter av stål som kommer att korrodera och bilda gas. Järnet kan också komma att påverka bentonitens fysikaliska och kemiska egenskaper.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Östhammars kommun konstaterar att en säkerhetsanalys för KBS-3H inte är klar vid ansökanstillfället eftersom SKB har material framme för en jämförelse med KBS-3V först 2012-2013. Kommunen liksom lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark vill veta hur handläggningen av frågan planeras.

### ***SKI:s bedömning***

Frågor som behöver besvaras för konceptet är distansblockens funktion vid ojämn vätning orsakande ojämn uppbyggnad av svälltrycket i kontakten mellan deponeringshål och berg, speciellt där bergutfall och vatteninflöde kan uppstå. Ett möjligt praktiskt problem som kan uppstå är att få containern på plats om spjälkning/bergutfall sker i tunneln och om bentoniten på grund av fuktig atmosfär i tunneln börjar svälla innan containern nått sin slutliga position i den 300 m långa tunneln.

SKI noterar att utöver redovisade skillnader i de båda koncepten gällande hydrologiska och kemiska aspekter nämner SKB också behovet av att utreda mekanisk påverkan genom till exempel höga bergspänningar och dess konsekvenser för respektive koncept.

SKI instämmer helt i det identifierade utredningsbehovet beträffande bergspänningar med hänvisning till SKI:s konsulter Backers & Stephansson (2008). Konsulterna har vid genomförd 2D-modellering av såväl KBS-3V som KBS-3H-metoden applicerad på ett förvar i Forsmark funnit att det mest fördelaktiga alternativet är KBS-3H. Slutsatsen grundas på att om deponeringstunneln orienteras parallellt med riktningen för största horisontella bergspänningen blir påverkan genom spänningsförändringar, svälltrycket från bentoniten och temperaturhöjning betydligt mindre än för ett KBS-3V förvar. Lämpligast förvarsnivå med minsta påverkan på deponeringshålen tycks vara på ca 450 m djup. Val av förvarsdjup bör dock liksom för KBS-3V baseras på en sammanvägd bedömning som även inkluderar andra faktorer.

SKI ser fram emot att ta del av (och eventuellt granska) de slutsatser som framkommit i den preliminära säkerhetsanalys som redovisats av Posiva under våren 2008. SKI förväntar sig att merparten av de frågeställningar som gäller konceptet horisontell deponering har kunnat klarläggas utgående från kravet på långsiktig säkerhet.

## **5.8 SKI:s sammanfattande bedömning teknikutveckling**

### ***Berglinjen***

SKI delar SKB:s uppfattning att det saknas viss kunskap om den störda zonens (EDZ) omfattning och metoder att kontrollera och mäta den. SKI understödjer därför SKB:s planer på att utforma och genomföra ett storskaligt mätförsök av EDZ runt en sprängd tunnel under realistiska bergmekaniska och hydrogeologiska förhållanden samt planerna på att tillsätta en specialistgrupp inom SKB för tunneldrivning och injektering. Se vidare kommentarer under 5.1.3.

SKI bedömer att SKB:s utveckling av metoder för undersökningar och mätningar i deponeringstunnlar och deponeringshål är angelägen, eftersom valet och karaktäriseringen av deponeringspositionerna är betydelsefullt för säkerhetsanalysens initialtillstånd. SKI anser även att det är angeläget att SKB genomför fullskaletester av metoderna för att säkerställa en effektiv tillämpning under konstruktionsfasen. I SKB:s redovisning nämns inget om mätningar i pilothål för deponeringshålen. SKI anser att SKB bör förtydliga hur mätningar i dessa ska hanteras.

SKI konstaterar att SKB nu redovisar planer, metoder och program för fortsatta studier som efterfrågades av SKI vid granskning av föregående Fud-program. SKI noterar att SKB ämnar begränsa inläckaget till deponeringstunnlar till 1 l/min men en gräns för läckage till deponeringshål (som angavs i SR-Can) saknas här.

SKI konstaterar vidare att en specificerad sammansättning på låg-pH cement saknas fortfarande och att inverkan av tillsatsmedel i cement med till exempel risk för komplexbildning bör tydliggöras. Frågan är också hur kemiska förhållanden i förvaret påverkas av mängden tillförd cement. Ytterligare en fråga som SKB bör belysa är om deponeringshål kommer att injekteras och hur detta i så fall kommer att bedömas vid tillämpningen av flödeskriterier.

SKI konstaterar att SKB hittills under 2000-talet har gjort betydande insatser för att själva eller i samarbete med andra intressenter öka kunskaperna om tätning av berg med injektering. Detta är motiverat av att tätning med hjälp av injektering på stora djup är särskilt utmanande. Projekten som SKB drivit har haft tillräcklig längd och bra resurser för att kunna åstadkomma genombrott i kunskapen om olika injekteringsmedel och deras egenskaper i berget. SKB står nu bättre rustat gällande grundläggande kunskaper om injektering av berg men behöver nu se till att kunskaperna omsätts i praktiska metoder som kan nyttjas i bergarbetena. Detta gäller hela kedjan från olika injekteringsmaterial, själva injekteringen och kontrollen av denna till bestämningen av injekteringsarbetets resultat och kvalitet. Här återstår ännu mycket att göra för SKB själva och i samarbete med andra intressenter inom injektering av berg. En fortsatt satsning på tillämpad injektering som föreslås i SKB:s program är därför befogad.

SKI anser att val av referensmetod för uttag av deponeringstunnlar bör ske i samband med att ansökan för uppförande av slutförvaret lämnas in, vilket även är SKB:s avsikt. Som en grund för valet bör SKB genomföra en jämförande studie mellan alternativen fullortsborrning (TBM) och konventionell borrning och försiktig sprängning utöver det som redan genomförts i Äspölaboratoriet (Zedex- och Apseförsöken). Innan ansökan om slutförvaret inlämnas till Strålsäkerhetsmyndigheten bör SKB i en rapport redovisa för och nackdelar med respektive metod, samt motivera sitt val av metod för tillredning av deponeringstunnlar. Som exempel på frågor som SKB behöver belysa i sin jämförelse kan nämnas kostnad, flexibilitet, bergförstärkning, injektering, kartering, deponering, återfyllning etc.

SKI anser att alternativet linsågning av pallen i en deponeringstunnel verkar vara återgång till gammal förlegad teknik i jämförelse med modern TBM-teknik som troligen kommer att utvecklas ytterligare innan byggstart av slutförvaret. Dessutom kommer linsågning att orsaka skarpa hörn med trolig hög spänningskoncentration och därmed öka risken för bergutfall. Fördelen med linsågning kan vara att den plana ytan möjligen underlättar geologisk kartering och inplacering av förkompakterade block som återfyllnad.

Oavsett metodiken för berguttaget av avfasningen kommer överdelen av deponeringshålet tillsammans med avfasningen att resultera i en komplicerad geometri och spänningssituation med risk för höga spänningskoncentrationer och åtföljande sprickinitiering, sprickpropagering och spjälkbrott. Ny sprickbildning kan leda till ökad grundvattenströmning i det kritiska området mellan deponeringshålet och tunnelsulan.

SKB behöver därför visa hur avfasningen bäst bör utformas och avverkas för att ge minsta möjliga störning av stabilitetssituationen och minimera riskerna för ökad grundvattenströmning i närområdet av kapseln.

#### *Buffertlinjen*

I Äspölaboratoriet har SKB vid installation av buffert i Prototypförvaret testat hur bufferten skall skyddas från alltför snabb mättnad orsakad av vatteninflöde. SKI anser att SKB bör ta fram en mer detaljerad beskrivning av vilken teknik som skall användas under installation av bufferten för att förhindra alltför snabb mättnad av bufferten.

Beträffande tillverkning av buffert anser SKB att man i Prototypförvaret visat att den önskade buffertdensiteten ( $>2000\text{kg/m}^3$ ) uppnåtts. SKB anser därmed att man visat att man med enaxlig pressning kan tillverka och installera buffertkomponenter av MX-80 typ. Dock kan konstateras att angiven densitet inte uppnåtts i några hål i några av de överst belägna diskformade ringarna. Det är ändå fråga om relativt få komponenter som tillverkats för försöken i Äspölaboratoriet. SKI anser därför att ytterligare provtillverkning kan behövas för att visa att erforderlig kvalitet kan uppnås vid omständigheter som mer liknar serietillverkning. Geometriska toleranser och tydliga acceptanskriterier för bentonitblock bör då tas fram och tillämpas. Om SKB dessutom väljer en annan typ av lera blir förstås kravet på nytillverkade buffertkomponenter ännu mer omfattande.

Beträffande tillverkning kan SKI konstatera att SKB övergivit isostatisk pressning som referensmetod utan att ange något skäl till detta. SKI har tidigare framfört synpunkter på SKB:s val av referensmetod utgående från att en isostatpress för tillverkning av fullskaleblock ej finns tillgänglig inom landets gränser. SKI är också förvånad över att SKB nedprioriterat frågan om tillverkning av block med isostatpress.

SKB redovisar heller inte sina tankegångar vad som behöver ingå i ett program för kvalitetssäkring för bufferten. Det är därför nödvändigt att SKB tar fram någon form av kvalitetsprogram för bufferttillverkning på samma sätt som man gjort för kapseltillverkning. Det behövs även en diskussion om vilka avvikelser som kan inträffa vid tillverkningen och vilken betydelse avvikelser kan ha för den långsiktiga säkerheten, till exempel heterogena förhållanden i bufferten.

Beträffande installation av block och ringar bedömer SKI att SKB visat att installation av buffert i fullstor skala i princip är möjlig i såväl sprängd som fullortsborrad tunnel genom de försök som genomförts vid Äspölaboratoriet. Det är dock fråga om begränsade tester som genomförts under delvis andra förutsättningar än vid en framtida drift av ett slutförvar. SKB bör därför uppmärksamma svårigheten att uppnå hög kvalitet under de mera krävande förhållanden som råder för rutinmässig drift, till exempel med fjärrmanövrerad deponering med den hastighet som en verklig deponeringssekvens förutsätter.

SKI håller med Oss och Avfallskedjan att innan ansökan lämnas skall SKB presentera en fullständig redovisning av funktionskraven för bentonitbufferten mm.

### *Kapsellinjen*

De övergripande krav som ställs på kapseln funktion har SKB beskrivit i rapporten konstruktionsförutsättningar för kapseln. Sammanfattningsvis anser SKI att SKB behöver fortsätta att utveckla konstruktionsförutsättningarna så att de kan ge ett bättre underlag för materialval, dimensionering och tillverkningskontroll av kapseln liksom för den långsiktiga säkerheten. Dessutom bör SKB genomföra fortsatta utredningar angående möjligheten av att skjuvning från ett jordskalv och isostatisk last från en glaciation skulle kunna inträffa samtidigt.

SKB:s planerade program för konstruktionsförutsättningar avseende materialval innefattar bland annat provning av krypegenskaper hos koppar, vätets påverkan på koppar, kallbearbetnings effekt på koppar och spänningskorrosion i kopparhöljet. SKI anser att det fortfarande finns vissa frågetecken när det gäller trovärdigheten av kryptmodeller. SKI anser att SKB vid framtagning av sina modeller för kryp av koppar bör ta hänsyn till de förhållanden som råder i förvaret det vill säga låga temperaturer och låga belastningar.

SKI anser vidare att SKB ansats att undersöka effekten av väte gällande de mekaniska egenskaperna hos koppar och gjutjärn och att reda ut vilka halter av väte som kan tillåtas i kapseln är ett steg i rätt riktning. SKI anser också att det är positivt att SKB nu har insett vikten av att se över sitt resonemang angående spänningskorrosion och planerar att genomföra fler prov samt utföra spänningsanalys av kopparhöljet och även se över den argumentation ur kemisk synvinkel som har diskuterats inom området.

Tillverkning av insatsen, delsystem insats i produktionssystemet för kapseltillverkning, omfattar huvudsakligen processerna gjutning av insatsen och oförstörande provning. Sammanfattningsvis anser SKI att det återstår för SKB att visa att kapseldetaljer kan tillverkas i den takt och med den kvalitet som SKB föreskriver. Det brådskar bl. a. att utveckla tillverkningsmetoderna för tillverkning av PWR-insatser om SKB ska kunna innehålla sina tidplaner. Inom utveckling av oförstörande provning har SKB undersökt och utvärderat flera olika metoder. Det är viktigt att SKB nu mer i detalj beslutar sig för vilka kombinationer av provningsmetoder som behövs för att få en ändamålsenlig kvalitetssäkring.

Beträffande förslutning och oförstörande provning anser SKI sammanfattningsvis att SKB bör visa hur defekter som foglinjeböjning och oxidinneslutningar kan undvikas i FSW-svetsen. Automatisering av svetsprocessen är också av stor vikt. När det gäller oförstörande provning behöver SKB mer i detalj visa hur en kombination av oförstörande provningsmetoder tillsammans finner de tillverkningsfel som kan förekomma. SKB behöver också fortsätta arbetet med en process för att med hjälp av oberoende tredjepartsorgan visa detta.

Beträffande bränsle i inkapslingsanläggningen bör SKB redovisa hur man förvissas sig om att data på bränslet är korrekt innan det görs redo för inkapsling. Kontroller bör vara genomförda redan i Clab. Visuellt verifiering ska enligt planerna ske i inkapslingsanläggningen innan stållocket lyfts på plats efter att kapseln är fylld med bränsle. Inget nämns om hur denna skall göras eller på vilket sätt detta dokumenteras. SKI anser detta vara en kritisk punkt i hanteringen eftersom här är tillfället då man övergår från att hantera enskilda bränsleelement till att kapseln utgör minsta enhet.

Beträffande transport mellan inkapslingsanläggning och slutförvar saknar SKI fortfarande resonemang om dimensioneringen av transportverksamheten. Vid eventuell förläggning av slutförvaret till Laxemar frågar sig SKI om det kan bli nödvändigt att avlysa vägen till Laxemar. Vid eventuell förläggning av slutförvaret till Forsmark behöver SKB redogöra för hur transporter mellan hamnen i Forsmark och slutförvaret skall gå till.

#### *Återfyllningslinjen*

Beträffande materialval av återfyllning anser SKI det viktigt att SKB visar att tillräcklig mängd data finns för Friedlandlera eller den lera SKB väljer så att dess egenskaper och funktion kan bedömas. SKI anser också att SKB tydligare bör redovisa hur kraven på kompressibilitet för återfyllningen påverkar materialval och utformning av återfyllningen innan ansökan om slutförvaret inlämnas. SKB behöver också för återfyllningen ta fram ett kvalitetsprogram för tillverkning och inplacering i deponeringstunnlar.

SKI anser det som angeläget att SKB redovisar tidplanen för test och demonstration av återfyllningen i full skala i Äspölaboratoriet efter förtester i Bentonitlaboratoriet. SKB bör ange hur tester och förväntat resultat kommer att anpassas till tidplanen för ansökan med tillhörande säkerhetsanalys. Som såväl Oskarshamns kommun som SSI påpekat är det av största vikt att SKB därför demonstrerar att man kan hantera buffert, återfyllnad och installation av pluggar med den spännvidd av framförallt hydrologiska förhållanden och geokemiska förhållanden som kan förväntas råda på den valda platsen.

#### *Förslutningslinjen*

SKI anser det viktigt att SKB i sin ansökan redovisar trovärdiga referensmetoder gällande krav på metoder, val av metoder och material för förslutningarna av de olika bergutrymmena samt kontrollprogram för dessa.

Eftersom de ytliga delarna av ett slutförvar kommer att utsättas för upprepade nedfrysningar och upptiningar finns anledning för SKB att närmare studera hur olika återfyllningsmaterial reagerar på upprepade frysningar och upptiningar. SKI anser därför att SKB gör en riktig bedömning när man beslutat genomföra dessa undersökningar i storskaliga fältförsök i arktisk miljö.

Med hänvisning till nyvunnen kunskap om piping/erosion, bufferterrosion och reaktion mellan cement och bentonit anser SKI att SKB behöver utreda om metoderna för pluggning av undersökningsborrhål med bentonit behöver uppdateras. SKB bör här även utreda frågan om det behövs ett respektavstånd mellan undersökningsborrhål och deponeringshål.

Vid utformning av förslutning av såväl borrhål som förvarets tunnlar och schakt är det viktigt att SKB redovisar risken för påverkan genom bergdeformation orsakad av tektoniska rörelser i samband med framtida glaciationer och vilka konsekvenser en otillräcklig förslutning får för förvarets långsiktiga säkerhet. SKI utgår ifrån att detta kommer att redovisas i SR-Site. SKB behöver också redovisa livslängden på kort sikt för de material som avses användas för förslutning av slutförvarets olika delar.

### *Återtag*

Enligt SKI:s föreskrifter och allmänna råd framgår att inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret eller för att försvåra tillträde till slutförvaret skall analyseras och redovisas till Statens kärnkraftinspektion. I de allmänna råden anges att åtgärder kan också vidtas under uppförande och drift med främsta syftet att underlätta återtagande av deponerat kärnämne och kärnavfall från slutförvaret, antingen under driftperioden eller efter förslutning. För dessa åtgärder gäller att det bör framgå av säkerhetsredovisningen för anläggningen att åtgärderna antingen har en liten och försumbar inverkan på slutförvarets säkerhet, eller att åtgärderna medför en förbättring av säkerheten, jämfört med fallet att åtgärderna ej vidtagits.

### *Alternativ förvarsutformning – KBS-3H*

Frågor som behöver besvaras för konceptet horisontell deponering är distansblockens funktion vid ojämn vätning orsakande ojämn uppbyggnad av svälltrycket i kontakten mellan deponeringshål och berg, speciellt där bergutfall och vatteninflöde kan uppstå.

SKI noterar att utöver redovisade skillnader i de båda koncepten 3V respektive 3H gällande hydrologiska och kemiska aspekter behöver SKB också utreda förhållandet gällande mekanisk påverkan genom till exempel höga bergspänningar och dess konsekvenser för respektive koncept. SKI har också låtit konsulter utreda bergspänningars påverkan på de båda koncepten vid en förvarsanläggning i Forsmark. Minst påverkan på förvaret sker om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med riktningen för största horisontella bergspänningen.





## 6 Säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning

### 6.1 Säkerhetsanalys

I detta avsnitt redovisas synpunkter på kapitel 20 i Fud-program 2007 om säkerhetsanalys.

#### *SKB:s redovisning*

SKB redovisar en 10-steps metodik för genomförande av säkerhetsanalys som tillämpats vid framtagandet av säkerhetsanalysen SR-Can. De tio stegen syftar i grova drag till att definiera systemet, att beskriva externa förhållanden och interna processer som förväntas påverka systemet, att välja ut säkerhetsfunktioner och indata för beräkningar, att analysera utvecklingen av systemet, identifiera och analysera scenarier, samt slutligen att redovisa kravuppfyllelse och identifiera behov av fortsatt arbete. All planerad vidareutveckling av säkerhetsanalysmetodik är till för att användas i den förestående säkerhetsanalysen SR-Site. SR-Site skall användas som ett underlag för SKB:s kommande ansökan om att få uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle. Utvecklingen av metodik inför SR-Site kommer främst bestå av uppdateringar och vidareutveckling av de verktyg som tillämpats inom SR-Can.

Viktiga nyheter i SKB:s säkerhetsanalysmetodik är bland annat den fördjupade användningen av säkerhetsfunktioner som baseras på funktionsindikatorer med tillhörande kriterier. Säkerhetsfunktionerna bildar även grunden för en delvis ny metodik för att välja ut scenarier till säkerhetsanalysen. Ett annat område under utveckling är kvalitetssäkring av data, modeller, användning av experter m.m. SKB arbetar med att ta fram kvalitetsplaner för säkerhetsanalys samt styrande dokument.

#### *Remissinstansernas synpunkter*

Karlstads universitet noterar att SKB med stor beslutsamhet har utvecklat dagens KBS-koncept till en i många avseenden imponerande teknologisk nivå. Fast med ökad konkretion i materialfrågor för avfallskapslar, bentonitbuffertar och återfyllning av tunnlar och schakt har flera säkerhetsproblem åter aktualiserats. Bland annat finns nya uppgifter om snabb korrosion av koppar under vissa förhållanden, degradering av bentonitbuffertar (bland annat genom illitisering), gasbildning i förvaret och svårigheter att långtidstäta återfyllningen i tunnlar och schakt.

Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk framhåller att när det gäller den kommande säkerhetsanalysen, SR-Site, anger SKB att det för huvuddelen av processerna i slutförvaret finns tillräcklig kunskap för att fylla säkerhetsanalysens behov. Säkerhetsnämnden anser att det inte kan finnas några kunskapsluckor när det gäller säkerhetsanalysen utan att samtliga processer ska vara analyserade. Lokala säkerhetsnämnden anser att säkerhetsanalysen utgör ett mycket viktigt dokument i SKB:s ansökan om tillstånd för slutförvaret. I likhet med Oskarshamns kommun anser säkerhetsnämnden att SKB och myndigheterna måste vara överens om en ”lågsta nivå” på den forskning och utveckling som ska vara slutförd när ansökan kommer att lämnas år 2009.

Lokala säkerhetsnämnden vill särskilt framhålla vikten av säkerhetsaspekterna och noggranna analyser vid valet av plats för lokalisering av ett slutförvar av använt kärnbränsle. I sammanhanget är det också av vikt att analyser och övrigt tekniskt underlag är tillgängligt och begripligt för olika grupper i samhället.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark anser att det är av största vikt att säkerheten, motiverat med noggranna analyser, är den faktor som avgör valet av plats för lokalisering av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Lokala säkerhetsnämnden kompletterar kommunens yttrande med synpunkten att i den kommande svenska versionen av SR-Site bör SKB på ett tydligt sätt redogöra för innebörden i SSI:s och SKI:s föreskrifter.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationerna kärnavfallsgranskning (MKG) noterar att en närmare studie av forskningsplanen ger uppfattningen att ett stort antal frågor som är viktiga för den kommande säkerhetsanalysen i ansökan (SR-Site) inte kommer att vara tillräckligt utredda innan ansökan lämnas in. Det gäller dels de frågor som behandlas i del III i SKB:s rapport och som behövs svaras på för att på ett säkert sätt genomföra själva konstruktionen, deponeringen och återfyllningen och förslutningen av förvaret. Det gäller i ännu högre grad de frågor som behandlas i del IV som rör den långsiktiga säkerheten.

Naturskyddsföreningen och MKG påpekar också att en central fråga är hur mycket av forsknings- och utvecklingsarbetet som ska ligga till grund för att göra slutförvaret långsiktigt säkert kan lämnas till efter det att ansökan lämnats in.

Oskarshamns kommun framhåller att säkerhetsanalysen SR-Site kommer att utgöra det vetenskapliga underlaget till kommunernas, myndighetens (SSI/SKI) och regeringens beslut om ett geologiskt förvar för använt kärnbränsle. Kommunen anser att SKB och myndigheterna måste vara överens om en "lägsta nivå" på den forskning och utveckling som ska vara klar när ansökan lämnas 2009.

Kommunen konstaterar vidare att kapseln med sitt kopparhölje är den viktigaste tekniska barriären i säkerhetssystemet. Kopparkorrosion har kommit i fokus sedan två forskare påvisat korrosion av koppar i syrefria förhållanden. Det är angeläget att dessa forskningsresultat följs upp av myndigheterna så att det inte kvarstår frågeställningar när tillståndsansökan granskas. Analysen av långsiktig säkerhet utgår från det tillstånd som råder då förvaret just förslutits. Detta kräver i sin tur kännedom om det tillstånd som rådde innan förvaret byggdes och hur det sedan påverkades.

SSI anser att den 10-steps metodik som föreslås av SKB är en bra utgångspunkt inför SR-Site. Denna slutsats baseras i huvudsak på den myndighetsgemensamma granskningen av SR-Can (SKI, 2008). SSI identifierar ett antal punkter där SKB behöver utveckla metodiken: a) metoderna för säkerhetsanalys bör motiveras på ett mera samlat sätt, b) säkerhetsfunktioner och tillhörande kriterier bör motiveras bättre, c) fullständighet i scenarier bör ses över till exempel med hänsyn till uteslutna FEP, d) osäkerhets- och känslighetsanalyser bör genomföras systematiskt och kopplas till utvärdering av optimering och bästa möjliga teknik, e) hantering av utspädning och

transportprocesser bör förbättras i beräkningarna av dos och risk, f) fullständiga rutiner för kvalitetssäkring av alla delar av analysen bör implementeras.

SSI anser att SKB skulle behöva genomföra en förnyad redovisning av sitt program för metodutveckling inom säkerhetsanalys inom det pågående samrådet för platsundersökningsskedet. Detta beror på att Fud-program 2007 av tidsskäl inte kunnat utnyttjas för att redovisa åtgärder med anledning av att myndigheternas granskning av SR-Can.

Östhammars kommun framhåller vikten av att säkerhetsanalysen SR-Site skall vara på svenska när den granskas av kommunen.

### ***SKI:s bedömning***

SKI konstaterar att det inte här är meningsfullt gå in på några enskilda detaljer i SKB:s säkerhetsanalysmetodik, dels därför att en detaljerad granskning nyligen har genomförts (SKI, 2008), dels därför att det i Fud-program 2007 inte finns någon fullständig redovisning om dessa frågor.

SKI anser liksom SSI att det inom samrådet mellan SKB och myndigheterna bör föras en dialog om olika delar av SKB:s säkerhetsanalysmetodik. Målsättningen bör vara att det inför SR-Site finns en samsyn kring tillämpningen av metodik, så att granskningen kan fokuseras på frågor av direkt relevans för säkerhet och strålskydd. I och med att det nya Strålsäkerhetsmyndigheten etableras kan det också finnas anledning att inom samrådet redovisa förtydliganden på tillämpningen av de aktuella föreskrifterna. SKI anser att de förbättringsförslag (6 punkter) som SSI identifierat i sin granskning, utgör en bra utgångspunkt för den fortsatta dialogen med SKB. Dessa punkter utgör också en bra sammanfattning av de båda myndigheternas kommentarer kring metodikfrågor i SR-Can granskningen.

SKI anser att en av de viktigaste komponenter i den metodikutveckling som ägt rum är användning av väl specificerade och väl underbyggda säkerhetsfunktioner styr upp analysens inriktning och utformning. Detta utgör en mera användbar grund för att identifiera scenarier än listor av processer, egenskaper och händelser (FEPs) med högst varierande signifikans för säkerhet och strålskydd. SKI bedömer dock att FEPs-metodiken fortfarande behöver används som ett komplement. De scenarier som väljs ut främst med säkerhetsfunktioner som grund bör även stämmas av mot tillgängliga FEPs databaser.

SKI håller med Oskarhamns kommun och Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk om att en viss lägsta nivå av kunskaper och erfarenheter måste vara uppfylld inför SR-Site. Det är dock svårt att på förhand definiera detaljerade krav på redovisningen inom enskilda områden eftersom säkerhetsbetydelsen beror på sammanhanget i den fullständiga säkerhetsanalysen. SKI planerar dock att via expertgrupperna Brite, INSITE samt inom olika forskningsprojekt så snart som möjligt följa upp ett antal kunskapsluckor som identifierats vid granskningen av SR-Can.

SKI kan liksom Karlstads universitet konstatera att tidigare okända problem med bufferten för första gången uppmärksammats i SR-Can. Det behövs här dels en robust

grund för den försiktiga hantering som behövs för konsekvensberäkningar, dels någon form av redovisning som visar att buffererosion inte kan minskas väsentligt med andra alternativa utformningar av de tekniska barriärerna.

SKI hyser sedan tidigare vissa farhågor om att SKB:s kvalitetsarbete inom säkerhetsanalys inte har varit tillräckligt väl definierat och att ambitionsnivån beträffande tillämpningen av kvalitetsprogram och styrande dokument inte är samma överallt inom SKB:s organisation. SKI har för att råda bot på detta genomfört vissa granskningar av SKB:s kvalitetsarbete. Det har också påbörjats dialog med SKB om dessa frågor i samrådet. Vi kan nu konstatera att utvecklingen är på rätt väg. Det är dock viktigt att SKB så snart som möjligt fastställer ett slutligt kvalitetsprogram för SR-Site med nödvändiga styrande dokument m.m. SKB behöver också skapa så goda förutsättningar som möjligt för tillämpningen av kvalitetsprogrammet och på ett systematiskt sätt följa upp genomförandet. I den mån kvalitetsbrister upptäcks behöver de dokumenteras och konkreta åtgärder bör därefter vidtas.

### **6.1.1 SKI:s sammanfattande bedömning säkerhetsanalys**

SKI konstaterar att SKB har utvecklat en metodik kring säkerhetsanalys med en lämplig utformning i förhållande till SKI:s och SSI:s föreskriftkrav. Denna slutsats baseras på SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av säkerhetsanalysen SR-Can. Det är av stor betydelse att SKB inför SR-Site höjer ambitionsnivån för kvalitetsarbetet i samband med säkerhetsanalys. SKI anser att det föreslagna samrådet mellan myndigheterna och SKB kunde användas till en fortsatt dialog för att undvika onödiga oklarheter kring metodikfrågor, tolkningar av föreskriftkrav och redovisningsformer.

## **6.2 Klimatutveckling**

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på kapitel 21 Klimat i Fud-program 2007.

Klimatförändringar kan förväntas i det mer än hundrausenåriga tidsperspektiv som slutförvarets säkerhet skall analyseras. En god förståelse och bra beskrivning av tänkbara framtida klimatförändringar är därför nödvändig. För att kunna tillämpa kunskapen i en säkerhetsanalys behöver dessutom dessa förändringars påverkan på förvarets funktion kunna kvantifieras. Kunskaper om vad en lämplig plats för ett slutförvar genomgått under tidigare klimatcykler utgör en viktig pusselbit för förståelsen av möjliga framtida klimatförändringar. Denna kunskap är viktig att sammanställa och utnyttja i beskrivningen av klimatets påverkan på ett slutförvar. I den säkerhetsanalys som levererades till SKI i november 2006 (SR-Can) har klimatfrågor enligt SKI:s uppfattning på ett bra sätt integrerats i säkerhetsanalysen.

I Fud-program 2004 redovisade SKB en omfattande plan för forskningen inom klimatområdet i jämförelse med tidigare program. Särskilt behandlades strandlinjeförskjutningen, förekomst av postglaciala skalv, erosion och inlandsisens hydrologiska system och i begränsad omfattning permafrost.

### ***SKB:s redovisning***

SKB fokuserar i detta Fud-program sina forskningsinsatser inom klimatområdet på att identifiera och förstå förhållanden och processer inom tre olika klimattillstånd, tempererat -, permafrost- och glacialt tillstånd, som har betydelse för slutförvaret och dess säkerhet. SKB nämner också vikten av att utreda betydelsen av klimattillståndens varaktighet och inkludera tänkbara övergångar mellan dessa.

SKB:s angreppssätt går ut på att först konstruera ett huvudscenario som visar hur klimattillstånden avlöser varandra under en glacial cykel under ca 100 000 år. Två varianter av huvudscenariot har valts ut och analyserats. Den första varianten är en rekonstruktion av hur klimatrelaterade parametrar varierade under den senaste glaciala cykeln Weichsel. I den andra varianten dominerar initialt ett varmare klimat, orsakat av en ökande växthuseffekt som kan innebära avsmältning av den grönländska inlandsisen. Detta innebär en global höjning av havsytan som kan komma att påverka de båda kustnära platserna Forsmark och Laxemar.

Utöver huvudscenariot väljer SKB ett antal alternativa platsspecifika klimatutvecklingar av mer extrema klimat i termer av amplitud och utsträckning i tiden. Därmed ges möjlighet att analysera förvarets funktion vid exempelvis tjockare inlandsisar eller djupare permafrost än i huvudscenariot.

SKB:s klimatprogram indelas i denna Fud-redovisning i delprogrammen inlandsisdynamik och glacial hydrologi, isostatiska förändringar och strandlinjeförskjutning, permafrosttillväxt samt klimat och klimatvariationer. Däremot nämner inte SKB något om glacial erosion. Under rubrik inlandsisars hydrologi nämner SKB en etablerad kontakt med Danmarks och Grönlands geologiska undersökning där den grönländska inlandsisen avses användas som en analogi för den skandinaviska inlandsisen.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola anser att satsa på att utreda effekt av klimatförändring i större skala än det som sker i dag med anledning av den pågående klimatdebatten är knappast meningsfullt. I de tidigare studierna har de klimatförändringar som kan förväntas inom en tidrymd av 100 000 år hanterats, inklusive ett par istider och mellanliggande temperaturhöjning. Det som sker i dag med global uppvärmning utgör inte någon betydande skillnad beträffande effekter globalt, men väl en snabbare förändring och stora lokala variationer. Oavsett hur framtida förändringar sker kan osäkerheten generellt i de prognoser som finns och inverkan av möjliga variationer vara av stort intresse.

Högskolan konstaterar att regn diskuteras exempelvis inte i klimatutvecklingskapitlet. Prognosen om en ökad mängd regn i Sverige inom den närmsta framtiden och i ett mer långsiktigt perspektiv behöver enligt Chalmers inkluderas. Osäkerhetsfaktorer relaterade till hur mycket havsnivån kommer att stiga bör studeras närmare då båda slutförsvarsanläggningarna ligger i kustområden. Generellt bör man också vara försiktig med att diskutera klimat som ett förutsägbart cykliskt fenomen.

Miljöförbundet jordens vänner konstaterar att om bentoniten eroderas bort på grund av stor tillförsel av grundvatten ökar risken för korrosion av kapseln. Ett sådant scenario är möjligt efter en istid då landytan tryckts ner under havsytan. En kraftig landhöjning kan orsaka jordbävningar och följderna av dem kan bli att nya sprickor bildas i berggrunden.

Milkas (Hultén) ställer frågan om vilken betydelse och påverkan på berget förvaret i sig har genom att dess naturliga egenskaper och hittillsvarande jämvikt är satt ur spel. Milkas upplever frågan som väsentlig, men som inte tas upp i Fud-rapport 2007 i förväntad utsträckning. Hur berg som på förhand förlorat sin integritet genomlevt en glaciationsperiod har, vad Milkas kunnat se, inte exemplifierats i rapporten. Har problemställningen avhandlats på annat håll? Eller saknas kanske referensmaterial? Eller är det för att denna aspekt helt enkelt inte problematiserats i forskningsprogrammet? Sätillvida Milkas har missat passusen omtalas det inte heller i SR-Can.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) ställer frågan om hur stor påverkan blir på ett slutförvar under istider (extralaster från isen, hydrologi, mikrobiologi, landhöjning och -sänkning, jordbävningar). De undrar även över hur stor påverkan blir av framtida klimatförändringar. Organisationerna framhåller att det finns nya rön som menar att havsnivån skulle kunna höjas så mycket som 50 meter om Grönlandisen och betydande delar av isen på Antarktis smälter. Om detta sker under en tusenårsperiod, hur påverkas slutförvaret? Hur påverkar en eventuell ökad nederbörd grundvattenförhållandena i ett slutförvar? Finns det även en risk för att en global uppvärmning relativt snabbt orsakar en ny istid?

Oskarshamns kommuns expert Pereira anser det verkar rimligt att det experimentella programmet knuten till Grönlandisen bör ha högsta prioritet och ges en betydande del av SKB:s klimatutvecklingsresurser. Därför anser Pereira att det inte räcker med att "SKB fortsätter att bevaka möjligheterna inom detta område" (sid. 238, 1:a stycket).

Pereira ställer också frågan om hur permafrost påverkar de övre delarna av förvaret som ska återfyllas (tidigare borrhåll, rampen etc.). Pereira anser att denna del av programmet bör vara ett prioriterat område med tanke på indata till planerad analys om långsiktig säkerhet.

Oskarshamns kommun konstaterar att av Fud- programmet framgår att SKB fortfarande har mycket kvar att utreda innan ansökan lämnas in 2009.

Sveriges geologiska undersökning anser att studierna av permafrostens betydelse för grundvattnets flöde och sammansättning syns gjorda med mycket konservativa utgångspunkter och att programmet för fortsatta studier är rimligt.

Uppsala universitet noterar att SKB i Fud-program 2007 lägger stor vikt vid glaciala förhållanden och dess möjligheter att framkalla stora jordskalv. Detta är naturligt med tanke på de stora jordskalv, större än magnitud 8, som är kända från den senaste istidens slut, och sannolikheten att fler nedisningar är att vänta under förvarets livstid. SKB driver i nuläget forskning som ökar förståelsen av processerna bakom de glaciala skalven. Det engagemanget bör fortsätta, särskilt med tanke på den snabba teknikutveckling som pågår inom fältet för modellering av jordens respons på glaciationer just nu. Detsamma gäller möjligheten att modellera och förstå

jordskalvsprocessen samt de hydrologiska förhållandena under en glaciation. Dessa framsteg sammantaget bör kunna få stor betydelse för förståelsen av processerna bakom de glacialt inducerade skalven.

Vetenskapsrådet konstaterar att det sedan Fud-program 2004 skett en markant förbättring av kunskapsläget men framhåller att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringar av grundvattenströmning, mikrobiell aktivitet, gasbidning/gaslösning, metanisomsättning och saltutfrysning. Vetenskapsrådet anser också att det är svårt att förutse och i vilken takt klimatet kommer att utvecklas. Därför är SKB:s strategi att till två rimliga huvudscenarier också inkludera extrema situationer ett rimligt arbetssätt.

Östhammars kommun och Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark framhåller att SKB inte har undersökt kompression av bergets porer och sprickor i samband med en glaciation och hur det kan påverka vattenströmningarna i berget och hydrokemiska förhållanden som styr korrosion av kopparkapslarna. Kommunen och säkerhetsnämnden ställer därför frågan om SKB kommer att studera kompression av sprickor och porer i samband med glaciation och även om planer finns på att genomföra fältundersökningar på bentonit som genomgått glaciationer.

### ***SKI:s bedömning***

Inledningsvis kan SKI konstatera att SKB gjort betydande framsteg i förståelsen av hur klimatförändringar påverkar ett slutförvar, särskilt för närmast kommande glaciationer.

#### *Inlandsisodynamik och glacial hydrologi*

SKI konstaterar liksom SKB att en bottenfrusen is genom sin tyngd ger ett tillskott till det hydrostatiska trycket på förvarsdjup medan en bottenmältande inlandsis även ger ett tillskott till grundvattenbildningen genom det mycket jonfattiga och syrerika smältvatten som bildas under isen. Det vatten som når förvarsdjup kan påverka såväl buffertens som återfyllningens egenskaper (se avsnitt 6.6 – 6.7). Utöver påverkan av glacialt smältvatten påverkas även bergspänningarna i berörda områden som skulle kunna medföra reaktivering av sprickzoner i form av glaciala skalv, se avsnitt 6.8.5.

Utförd numerisk inlandsissimulering visar en maximal förväntad istjocklek på 2 600 m i Laxemar och 3 200 m i Forsmark. SKI:s konsult Holmlund (2008) anser att resultatet verkar rimligt utgående från observationer från Grönland och Antarktis men att det finns anledning för SKB att bättre beskriva modellen och de förenklingar som den baserats på.

I granskningen av SKB:s säkerhetsanalys SR-Can uppmanade SKI:s och SSI:s expertgrupp SIG ("Site Investigation Group") att SKB borde kunna utnyttja erfarenheter från naturliga analogier som till exempel den grönländska inlandsisen. Därför ser SKI med tillfredsställelse på SKB:s planer att utnyttja nämnda analogi speciellt gällande frågor kring hur en inlandsis påverkar grundvattenflöde och kemi kring ett slutförvar. SKI saknar dock en referens till pågående arbete kopplat till den grönländska inlandsisen.

SKI stöder också Holmlunds synpunkter att frågan om glacial hydrologi behöver integreras bättre med hanteringen av övriga klimatfrågor och beskrivas bättre. Holmlund framför också att skillnader i antaganden mellan beräkningarna för glacial hydrologi och inlandsisens utveckling bör tydliggöras. SKI anser också att SKB bör hantera de osäkerheter som uppstår i och med att de flesta processtudierna har genomförts på relativt små glaciärer medan de flesta modelleringarna relaterar till storskaliga inlandsisar, vilket även SKB har uppmärksammat.

SKI anser även att SKB bör koppla insatserna att öka förståelsen av de hydrologiska förhållandena i och kring en inlandsis och hur inlandsisen påverkar grundvattenflödet till insatserna som beskrivs i SKB:s kapitel 26.2.7 Reaktivering – rörelse längs befintliga sprickor. I SR-Can arbetade olika grupper med dessa frågor och kunskap från integrerade THM modeller tillvaratogs inte i modelleringen av den glaciala hydrologin.

#### *Isostatiska förändringar och strandlinjeförskjutning*

SKI håller med SKB om att strandlinjeförskjutning är den viktigaste klimatrelaterade processen för ett slutförvar inom det tempererade klimattillståndet. SKI noterar också att SKB inlett ett projekt där Global Isostatic Adjustment (Gia) modellering är en central del, och vars syfte är att förstå och kvantifiera strandlinjeförskjutning. Utgående från simuleringarna anser SKB att landhöjningen i Oskarshamn och Forsmark under kommande 40 000-50 000 år kommer att uppgå till storleksordningen 20-35 meter vilket SKI inte har anledning att ifrågasätta.

I klimatscenariot med en ökad växthuseffekt anser SKB att avsmältningen av den grönländska inlandsisen motsvarar en global höjning av havsytan på cirka sju meter men att landhöjningen ändå fortsätter i såväl Forsmark som Laxemar. Inte heller antagandet om nivån på avsmältningen kan ifrågasättas. IPCC (2007) antar att den grönländska inlandsisen kan komma att smälta inom 1 000 år och orsaka nämnda havsytehöjning. Landhöjningen i Forsmark under samma tidsrymd uppgår till 6 m och i Laxemar till 1 m. Om också istäcket i västra Antarktis kollapsar späder detta på havsytehöjningen med ytterligare 5 m (IPCC, 2007). Den termiska expansionen i världsdhagen kan på längre sikt innebära ytterligare höjning av havsytanivån. SKI noterar att konsekvenserna av ovanstående antaganden innebär att såväl Forsmark som Laxemar kommer att hamna under Östersjöns vattenyta inom 1 000 år. Detta skulle kunna leda till inträngning av grundvatten med högre salthalt i slutförvaret.

#### *Permafrosttillväxt*

SKI noterar att SKB anammat framförda synpunkter i Fud-program 2004 och nu redovisar resultat från beräkningar av permafrostdjup och dess eventuella påverkan på bufferten för lokaliseringalternativen Forsmark och Oskarshamn. I genomförda beräkningar anser SKB att permafrosten i huvudscenariot som djupast når 250 m i Forsmark och 160 m i Laxemar. SKI anser liksom SKI:s och SSI:s expertgrupp under SR-Can granskningen (Site Investigation Group) att SKB mera ingående bör utvärdera geokemiska och hydrologiska förändringar under permafrost, liksom de osäkerheter som är förknippade med dessa. Permafrostperiodens betydelse understryks av att denna förväntas bli längre än den glaciala perioden under en glacial cykel och inträffa under en tidigare fas i förvarets utveckling.



SKI:s konsult Holmlund (2008) anser att SKB:s beräkningar av permafrost involverar vissa osäkerheter gällande såväl modeller som indata, som inte redovisas på ett tydligt sätt. En av osäkerheterna är att lufttemperaturen på centrala Grönland troligen inte kan uppskattas med bättre precision än  $\pm 10^\circ\text{C}$ , vilket skulle avsevärt påverka permafrostdjupet om den blev bestående under 1 000-tals år. SKI håller med Holmlund att SKB bör bättre redovisa och utvärdera osäkerheter i samband med permafrostberäkningar för att bland annat bättre kunna bedöma signifikansen av de stora säkerhetsmarginaler som SKB åberopar.

SKI instämmer också i de synpunkter som Holmlund framfört i granskningen av SR-Can att SKB inte tillräckligt diskuterat risken för en betydande glacial erosion vid de båda kandidatområdena. Med tanke på att analysen beaktar en miljon år kan detta inte utan vidare uteslutas. Storleken av erosionsdjupet för hela perioden beror på erosionspotentialen och tiden för glacial erosion under varje cykel. Holmlund utesluter inte erosionshastigheter på ca 1 mm/år under erosionstider på 20 000 - 30 000 år. Detta skulle medföra erosionsdjup som avsevärt skulle kunna påverka beräkningarna av permafrost och möjligheten att undvika frysning av bufferten mot slutet av den period som säkerhetsanalysen täcker in.

SKB bör redovisa konsekvenserna av om en frysning av såväl buffert som återfyllning trots all sker. SKI noterar att SKB avser att studera effekten av att återfyllningsmaterialet fryser i deponeringstunnlar och ramp.

#### *Klimat och klimatvariationer*

SKI noterar att påpekandet i granskning av Fud-program 2004 om att SKB tydligare bör redovisa hur man försäkras sig om att de valda klimatutvecklingarna belyser de viktigaste klimatrelaterade påfrestningarna på främst de tekniska barriärernas funktion till exempel hydrostatiskt tryck, grundvattenkemi och berggrörelser nu tagits om hand. SKI stöder också SKB:s plan på att genomföra två projekt med målsättningen att erhålla en mer nyanserad bild av hur klimatet i Skandinavien kan te sig under specifika perioder av en glacial cykel till exempel perioder med ett kallt och mycket torrt klimat som är gynnsamt för permafrosttillväxt.

## **6.3 Bränsle**

I detta avsnitt diskuteras frågor kring bland annat karaktärisering av använt kärnbränsle samt dess reaktion med grundvatten. SKI:s synpunkter avser kapitel 22 Bränsle i Fud-program 2007.

### **6.3.1 Karaktärisering av använt bränsle**

#### *SKB:s redovisning*

SKB räknar med att den totala mängden PWR- och BWR-bränsle som behöver slutförvaras i det svenska programmet uppgår till 12 000 ton. Det tillkommer dessutom mindre mängder MOX-bränsle, bränsle från Ågesta och bränslerester från Studsvik.

SKB konstaterar att skillnader mellan inventariet för olika utbränningsgrad och bränsletyper är marginella för perspektivet säkerhetsanalys. Nya beräkningar har genomförts för radionuklidinventariet i MOX-bränsle. SKB planerar eventuellt att genomföra nya beräkningar för bränsle med hög utbränningsgrad. SKB har även studerat icke-radioaktiva fissionsprodukter.

Beträffande gapinventarium har SKB studerat förutsättningarna för att strålningsinducerad diffusion skulle kunna öka andelen gapinventarium. Beräkningar visar dock att processen endast har marginell betydelse för tider ända upp till 1 miljon år. Inom den kommande perioden kommer SKB utreda hur gapinventariet påverkas av en ökning av medelutbränningen.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI anser att SKB bör fördjupa förståelsen av hur strålningsinducerad diffusion kan förändra gapinventariet som funktion av tiden. Det påpekas vidare i SSI:s granskning att studier av effekterna av heliumproduktion i bränslet bör gälla alla bränsletyper inte bara högutbränt bränsle och MOX-bränsle som anges i SKB:s program.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att kärnkraftverkens planer på att höja utbränningsgraden innebär att mera data kommer att behövas för högutbränt bränsle. Betydelsen av utbränningsgrad kan inte fastställas utan ett ordenligt underlag. Kommande säkerhetsanalyser bör representera bränsle med en trolig fördelning av utbränningsgrad och inte bara medelutbränningsgraden av det bränsle som idag förvaras i Clab. Det finns skäl att misstänka att en hög utbränning påverkar bland annat bränslet struktur och fysikaliska egenskaper. Detta kan innebära en ökad kontaktyta för bränsle i kontakt med grundvatten samt att andelen radionuklider som kan bli snabbt tillgängliga för upplösning är större än för det bränsle som studerats mest hittills. Det är därför bra att SKB planerar lagningsförsök med bränsle med utbränningar runt 50 MWd/kg U. Även om andelen MOX-bränsle är liten i det svenska programmet behövs även i detta fall underlag som kan visa att denna bränsletyp har hanterats på ett rimligt sätt i kommande säkerhetsanalyser.

SKI håller med SSI om att vissa ytterligare insatser kan krävas för att utvärdera effekter av strålningsinducerad migration av radionuklider liksom betydelse av heliumproduktion i bränslet. Så som påpekades i SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SR-Can behövs en mera transparent och utförlig motivering av hanteringen av dessa processer. I denna granskning påpekades även att SKB behöver se över dataunderlag och motivering av den procentuella andelen av olika radionuklider som inom säkerhetsanalysberäkningar förutsätts vara tillgängliga för snabb upplösning (det så kallat gapinventariet).

## **6.3.2 Upplösning av använt bränsle i grundvatten**

### ***SKB:s redovisning***

SKB har under den avslutade Fud-perioden både på egen hand om genom internationella samarbeten genomfört experiment för att studera hur

bränsleupplösningen påverkas av radiolys. Frågans betydelse är kopplad till att radiolysen bildar oxidanter som kan påskynda upplösningen. Experiment har genomförts med material med olika helt olika stålningfält som använt bränsle, alfa-dopad urandioxid samt vanlig urandioxid. Alfa-dopad urandioxid simulerar ett bränsle som är några tusen år gammalt utan det ursprungliga starka gamma-strålningfältet. Ett viktigt resultat är att vätgas och järn(II) har en kapacitet att förbruka genom radiolysen producerade oxidanter som väteperoxid.

Försök vid Studsvik med använt bränsle antyder att bränsleupplösningen minskar kraftigt med tiden. Denna slutsats baseras på mätningar av frigörelsen av icke-redox känsliga fissionprodukter, som kan användas som ett mått på upplösningshastigheten. Halterna av redoxkänsliga nuklider minskar med tiden och motsvaras efter en tid av jämviktsskoncentrationerna för deras reducerade oxider. För plutonium och neptunium är halterna ännu lägre, vilket tolkas som att de möjligen deltar i medfällningsprocesser med uran.

SKB planerar med tanke på planerna att öka medelutbränningen av bränsle vid de svenska reaktorerna att göra upplösningsexperiment med bränsle med hög utbränningsgrad under den kommande perioden (högre än 50 MWd/ kg U). Mätningar av bränsleupplösning under in-situ betingelser kommer även att genomföras vid Äspölaboratoriet med den så kallat Chemlab II sonden.

Arbetet med att förstå mekanismer för bränsleupplösning i närvaro av lösta reducerade ämnen kommer också att fortsätta genom experiment och modelleringsstudier. Inom EU-projektet Micado kommer bland annat osäkerheter vid bränslemodellering att utvärderas.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI bedömer att SKB har identifierat de viktigaste frågorna för bränsleupplösningshastigheten i Fud-program 2007 men att programmet behöver fördjupas ytterligare inom vissa områden innan tillståndsansökan.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB generellt har ett bra forskningsprogram inom området. Liksom SSI gör dock SKI bedömningen att kompletteringar och fördjupningar kan bli nödvändiga särskilt om buffererosion behöver inkluderas även i kommande säkerhetsanalyser (buffererosion kan medföra att kapselns långsiktiga isolerande förmåga försämras, vilket ökar betydelsen av bränsleupplösningshastigheten). Detta gäller till exempel bränsleupplösningens tidsberoende och analysen av hur styrande mekanismer förändras efter lång tid. Det har till exempel föreslagits att radiolysen på sikt upphör att spela en roll som dominerande drivande process för bränsleupplösning (Stenhouse m.fl., 2008). I samband med granskningen av SR-Can (SKI, 2008) påpekade SKI och SSI att förståelse av bränsleupplösningmekanismer behöver demonstreras bättre med modellstudier. Modellstudierna behövs bland annat för att visa inverkan av konceptuella osäkerheter. Dessutom behöver det visas att det gjorts en koppling mellan analyserna av bränsleupplösning och förvarets utveckling.

SKI anser att det är bra att SKB planerar att genomföra in-situ försök med använt bränsle (Chemlab II sonden). Det finns ett generellt behov att i rimlig utsträckning demonstrera att laboratorieförsök och modellingsstudier inte ger väsentligt annorlunda resultat jämfört med försök i en realistisk förvarsmiljö. Sådana demonstrationsförsök behöver planeras så att data blir tillgänglig vid viktiga beslutstidpunkter för det svenska programmet.

### **6.3.3 Speciering av radionuklider, kriticitetsfrågor, och frågor kring kolloidbildning**

#### ***SKB:s redovisning***

Beträffande kemiska processer för individuella radionuklider planeras studier av redoxkinetik för radionuklider i oxiderad form, liksom studier av medfällning av radium med barium. Eftersom de flesta radionuklidernas kemiska egenskaper är beroende av redoxbetingelser pågår studier av processer som kontrollerar redox i en skadad kapsel.

SKB planerar att göra nya kriticitetsberäkningar för att utreda betydelsen av gjutdefekter i kapselinsatsen samt för att få ett underlag även för MOX-bränsle.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI anser att SKB behöver utreda om borttransport av buffert och kapselmateriäl kan innebära en ökad risk för kriticitet på grund av förändrad bränslegeometri.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att det är bra att medfällning av Ra-226 med bariumsulfat kommer att studeras under den kommande Fud-perioden. I SR-Can interimrapporten (SKB, 2004) antydde till exempel en betydande effekt av medfällningsprocesser för toppdoserna av Ra-226. Eftersom Ra-226 är en dominerande nuklid inom SR-Can kan man därför inte utesluta en stor påverkan på säkerhetsanalysens slutresultat. Enligt SKI är därför viktigt att det tas fram ett underlag som visar vilken tilltro som kan fästas vid medfällningsprocesser inom säkerhetsanalyssammanhang.

SKI tycker att de i Fud-program 2007 angivna kompletteringar inom kriticitetsområdet är angelägna. SKI håller vidare med SSI om att vissa ytterligare insatser kommer att krävas för att visa att kriticitet på grund av förändrad geometri och omfördelning av radionuklider inte är en viktig process. I SR-Can saknas en fyllig diskussion om denna risk. När de tidigare åberopade studierna om denna fråga genomfördes saknades till exempel kännedom om att buffererosion kan behöva beaktas.

SKI anser slutligen att mera arbete krävs inom området kolloidbildning av radionuklider. Eftersom fallet med buffererosion fortfarande är aktuellt finns en risk att bufferten inte kan filtrera kolloider så som tidigare har förespeglats. Det är till exempel känt att plutonium och eventuellt andra fyrvärdade aktinider kan bilda kolloider genom polymerisation eller bildning av nanoklusterns av kristallin plutoniumdioxid (Stenhouse m.fl., 2008).

## 6.4 Kapseln som barriär

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 23 Kapseln som barriär i Fud-program 2007.

### 6.4.1 Initialtillstånd

Med initialtillstånd menar SKB tillståndet hos kapseln vid tiden för deponeringen, vilket beskrivs i säkerhetsanalysen av en uppsättning tillståndsvariabler.

#### *SKB:s redovisning*

SKB anger att man genomfört analyser för insatsen som ett led i arbetet med att ta fram acceptanskriterier för tillverkning av segjärnsinsatsen. SKB menar att dessa analyser indikerar att insatsen är mycket defekttålig. Vidare anger SKB att man utfört restspänningsmätningar på en locksvets utförd med friktionssvetsning (friction stir welding) som visar att restspänningarna ligger väl under sträckgränsen för svetsgodset. SKB avser att uppdatera skadetålighetsanalysen för segjärnsinsatsen samt genomföra ytterligare bestämningar av restspänningarna i förslutningssvetsar utförda med friktionssvetsning.

#### *SKI:s bedömning*

SKI ser positivt på att SKB avser att fortsätta arbetet med skadetålighetsanalyser. Sådana analyser behöver ge tillräcklig vägledning till krav på de kontroller med OFP som kapseln kommer att utsättas för. SKI välkomnar också ytterligare undersökningar av restspänningarna efter svetsning av kopparlock mot kopparcylinder och speciellt vad dessa kan ha för betydelse för uppkomsten av skador på grund av spänningskorrosion eller krypning.

### 6.4.2 Kapselprocesser

#### *Deformation av kapsel*

Här redovisas SKB:s aktiviteter som syftar till att bestämma hållfastheten hos kapseln (både gjutjärnsinsatsen och kopparhöljet) utsatt för en isostatisk last samt en skjuvning från en jordbävningslast.

#### *SKB:s redovisning*

SKB har utfört en probabilistisk analys av insatsen med en statistisk fördelning av gjutjärnsdefekter, för att bestämma sannolikheten för (lokal) kollaps när kapseln utsätts för ett ökande yttre tryck svarande mot en glaciationslast. SKB anger att vid ett tryck på 44 MPa var brottsannolikheten obetydlig (cirka  $2E-9$ ), även med flera pessimistiska antaganden. Vidare anger SKB att den utförda probabilistiska analysen endast beaktar lokal kollaps och att en total kollaps av kapseln kommer att inträffa vid betydligt högre tryck. SKB hävdar att detta styrks av de storskaliga experiment som utförts av två kapselsegment med full diameter men med en kortare längd. Analyser som genomförts i samband med dessa experiment visar, enligt SKB, att avkortade kapslar inte ger några fördelar ur hållfasthetssynpunkt.

SKB anger att arbete pågår med att genomföra deterministiska analyser av global kollaps av kapseln med och utan defekter och dessa resultat kommer att ligga till grund för acceptanskriterier för oförstörande provning av kapselinsatser.

SKB har även låtit utföra analyser av inverkan av en skjuvning från en jordbävningsslast. Analyserna visar enligt SKB att plastiska töjningar större än 1 % uppstår i kopparhöljet redan efter 10 cm skjuvning i alla fallen med natrium- och kalciumbentonit. De maximala plastiska töjningarna i kopparhöljet och insatsen är i alla studerade fall större med kalciumbentonit än med natriumbentonit. Cementerad bentonit ger allvarligare konsekvenser för kapseln beroende på en ökad styvhet hos bentoniten. Dock påpekar SKB att egenskaperna hos cementerad bentonit är dåligt kända. Vidare anger SKB att man börjat analysera effekten av krypning av kopparmaterialet vid en skjuvlast med användning av en specifik krypmodell i datorkoden ABAQUS. SKB anger att man avser att komplettera analysen av kapselhållfastheten för en skjuvrörelse med probabilistiska analyser. Vidare avser SKB att fortsätta arbetet med att införa krypmodeller och genomföra de försök som behövs för att verifiera modellerna.

### ***SKI:s bedömning***

SKI instämmer i att SKB:s analyser visar att de avkortade kapslarna som har studerats experimentellt inte ger några avgörande skillnader gentemot en fullängdskapsel. Däremot kan de 2-dimensionella spänningsanalyserna av en begränsad del av ett kapseltvärsnitt, ge ett mer gynnsamt resultat på grund av påtvingade randvillkor från symmetrin. SKB bör därför utföra ytterligare analyser av kapseln (insats plus kopparhölje) med ett tryck upp till kapselbrott (svarande mot att det går håll på kapseln) som tar hänsyn till kapselns fulla storlek och som ger information om känsligheten för variation av såväl materialdata som vissa geometriska nyckelparametrar som till exempel excentriciteten.

SKI välkomnar att SKB avser att utföra deterministiska analyser av global kollaps av kapseln med och utan defekter. SKB:s analyser bör även omfatta defekter i kopparhöljet och som kan tjäna till vägledning i värderingen av sannolikheten för uppkomst av spänningsskorrosionssprickor. Analyserna bör ge uppgifter om de största acceptabla defektstorlekarna i både gjutjärnsinsats och kopparhölje samt en värdering av om sådana defektstorlekar kan detekteras med de använda OFP-metoderna. Studien bör även innehålla känslighetsanalyser för variation av väsentliga parametrar inklusive sådana som har betydelse för tillverkningen, för att påvisa robustheten i resultaten. Hänsyn bör även tas till egenstressningar i kopparhöljet i samband med svetsningen, om dessa egenstressningar visar sig vara betydelsefulla.

Hållfastheten hos kapseln från en skjuvning på grund av ett jordskalv beror starkt på bentonitens egenskaper. SKI anser att de studier som utförts av Börgesson och Hernelind (2006) ger en bra grund för de fortsatta analyserna. SKB bör utföra fortsatta studier för:

- att verifiera generellt hur man kan garantera att densiteten hos bentoniten inte överskrider  $2050 \text{ kg/m}^3$  eftersom kapseldeformationen ökar relativt kraftigt med en ökande bentonitdensitet,

- att undersöka och verifiera kalciumbentonitens egenskaper som inte synes ha studerats tillräckligt samt,
- att verifiera att fallet med cementerad bentonit inte kan ge upphov till ännu styvare bentonit eller att en större del av bentoniten skulle kunna bli cementerad än vad som hittills antagits.

SKI noterar att SKB avser att komplettera analysen av kapselhållfastheten för en skjuvrörelse med probabilistiska analyser, vilket torde ge bättre information om sannolikheten för att skador ska uppstå på kapseln. Men SKB bör också redovisa ytterligare deterministiska analyser och undersökningar som kan verifiera att inte den faktiska brottöjningen överskrider för gjutjärnsinsatsen under en skjuvlast, dels med hänsyn till påvisad stor spridning av gjutjärnsinsatsens brottöjning, dels med hänsyn till inverkan av töjningshastigheten på kopparmaterialet och i gjutjärnsinsatsen så att inte sådana effekter innebär att man lättare når materialens brottöjning än vid kvasistatisk pålastning. SKB bör även studera inverkan av defekter i gjutjärnsinsatsen under en skjuvlast.

SKB bör även demonstrera att de skadetålighetsanalyser för BWR-kapseln som planeras, tillräckligt väl täcker in även PWR-kapslar med avseende på både hållfasthetsaspekter och tillverkningsaspekter.

Beräkningarna av Börgesson och Hernelind (2006) redovisar relativt stora töjningar i kopparlocket vid skjuvlaster. SKB bör föreslå nya analyser (till exempel bättre analysmetodik, nyare materialdata eller omkonstruktion av locket) för att ytterligare demonstrera tillräcklig hållfasthet av kopparhöljet. SKB bör i detta sammanhang utreda inverkan av kvarstående egenspanningar i kopparhöljet efter en skjuvlast och hur det kan påverka risken för spänningsskorrosion i de fall man inte kan utesluta att miljön kan understödja en sådan process.

SKI ser positivt på de analyser av kopparhöljet som genomförts med hänsyn till krypning. Inledande beräkningar av SKB indikerar att krypbrott av kopparhöljet inte kan förväntas vid en skjuvning på maximalt 10 cm även om relativt höga kryptöjningar predikteras. SKB bör dock utföra ytterligare studier med andra krypmodeller för att kunna göra en säkrare bedömning av risken för krypbrott av kopparhöljet efter en skjuvning. Dessutom bör man beakta samverkans effekter mellan plastisk deformation och krypdeformation vid analys av kopparhöljets integritet.

SKI bedömer att de analyser som presenterats av SKB inte är tillräckliga för att förkasta möjligheten av att en skjuvning från ett jordskalv och isostatisk last från en glaciation skulle kunna inträffa samtidigt (SKI, 2008). SKB bör utföra fortsatta studier för att belysa hur dessa laster kan samverka. Studierna bör bland annat innefatta inverkan av vilken modell av jordskorpan (till exempel viskoelastisk eller viskoplastisk modell samt inverkan av olikformig tjocklek) och is som är mest relevant, inverkan av portryck och kohesion samt eventuella tredimensionella effekter. Det kan även vara värt att utföra en hållfasthetsanalys av kapseln utsatt för en skjuvning med en samtidig isostatisk last från en glaciation för att studera hur hållfastheten påverkas. SKI:s ytterligare kommentarer och synpunkter på respektavstånd och jordskalv redovisas i avsnitt 6.8.5.

Sammanfattningsvis anser SKI att SKB behöver fortsätta arbetet med analyser av såväl insats som kopparhölje för både glaciationslast och skjuvlast samt i förekommande fall en kombination av dessa laster. Analyserna ska ge underlag för både att verifiera hållfastheten för de definierade konstruktionsförutsättningarna samt ge vägledning för tillverkning och tillverkningskontroll.

#### *Spänningskorrosion*

Här redovisas SKB:s aktiviteter som syftar till att bestämma processerna beträffande spänningskorrosion av kapselns ytterhölje.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar att under perioden har undersökningen av spänningskorrosion i acetathaltiga vatten avslutats. Koppar och svetsar i koppar har undersökts i långsam töjningsteknik och vid olika acetathalter. Någon känslighet för spänningskorrosion kunde inte påvisas i den aktuella miljön. SKB anger att förutsättningarna för sprickbildning på grund av spänningskorrosion kommer att utredas ytterligare under perioden.

#### ***SKI:s bedömning***

Provning genom långsam töjningsteknik (SSRT) är en metod som ofta används för att undersöka om sprickinitiering genom spänningskorrosion kan förekomma. Dessutom är tiden då en sådan provning pågår ganska kort. Detta innebär att det finns en stor risk att det inte ges möjlighet till eventuell tillväxt av sprickor orsakade av spänningskorrosion.

SKB har tidigare redovisat förutsättningarna för spänningskorrosion. Enligt denna redovisning behövs ett samspel av flera olika parametrar. En parameter är förekomst av tillräcklig höga dragspänningar på kapselns yta för att sprickbildning och sprickutbredning ska kunna ske. Eftersom kopparkapseln i förvaret anses vara i stort sett fri från dragspänningar användes detta resonemang för att avfärda möjligheten till sprickbildning och spricktillväxt på grund av spänningskorrosion.

I SKB (2006a) redovisar SKB skador som kan förekomma på den förslutna kapseln. Enligt SKB kan hanteringskadorna som kallbearbetningseffekter förekomma på den förslutna kapseln. Även efter en istid kommer kapseln att utsättas för dragspänningar under en lång tid.

SKI har tidigare påpekat att spänningskorrosion är ett mycket komplext problem och förekommer ofta i metalliska material i kärnkraftreaktorer. Exempelvis har erfarenheter från kärnkraftanläggningar visat att vid tillräcklig långa tider kan sådana material som har ansetts vara immuna mot spänningskorrosion i en viss miljö och inte har några nämnvärda dragspänningar ändå spricka genom spänningskorrosion. De förutsättningar som orsakar spänningskorrosion i sådana material är inte helt klarlagda men en viss relation till att ytan har genomgått måttliga deformationer med små kvarstående töjningar har kunnat påvisas.

Enligt SKI:s uppfattning kan inte spänningskorrosion avfärdas som en dimensionerande process i slutförvaret enbart med stöd av dragspänningarnas storlek under det initiala



skedet av förvaret. Resonemanget ovan och det faktum att tiden i det här fallet är extremt lång är exempel på faktorer som gör att spänningskorrosion måste ges mer uppmärksamhet. SKB bör antingen genomföra så trovärdiga provningar att det går att extrapolera resultaten för mycket långa tider och därmed visa att man kan avfärda spänningskorrosion som en dimensionerad process, alternativt visa att även om en spricka initieras är tillväxten så långsam att kapselns integritet inte äventyras. SKB skulle också kunna utreda och redovisa konsekvenserna av att det kan gå håll på ett visst antal kapslar på grund av sprickbildning och spricktillväxt genom fenomenet spänningskorrosion.

### **6.4.3 Kopparkorrosion**

I detta avsnitt diskuteras frågor kring allmän och lokal korrosion av kopparkapslar (som ingår i kapitel 23 i Fud-program 2007) och tillhörande forskningsfrågor. Spänningskorrosion redovisas däremot i avsnitt 6.4.2 av denna granskning. Även korrosion av koppar i syrefritt vatten diskuteras i detta avsnitt.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har under den avslutade Fud-perioden studerat korngränskorrosion på verkliga svetsar från kopparkapslar. I den nu avslutade studien dras slutsatsen att denna typ av korrosion är mycket osannolik i en representativ miljö. Några ytterligare studier inom detta område är därför inte inplanerade.

Kopparkorrosion i anaeroba kloridlösningar med sulfid har studerats experimentellt. Denna process ger upphov till en sulfidfilm som om den förblir intakt leder till en extremt långsam korrosion. Vid spänning i gränssytan blir dock tillväxten av korrosionsprodukter nodulär, vilket leder till fortsatt filmtillväxt. SKB har även studerat hur den ursprungliga  $\text{Cu}_2\text{O}$ -filmen omvandlas i en sulfidmiljö till en  $\text{Cu}_2\text{S}$ -film. Försöken visar att processen äger rum i gränsen mellan oxidfilm och vattenfas snarare än genom galvanisk koppling. Försöken med kopparkorrosion i syrefria sulfidlösningar kommer att fortsätta under den kommande Fud-perioden. Ett särskilt projekt kring ytfilmer på kopparytor kommer också att genomföras.

Försök med sulfidkorrosion på koppar har också genomförts i närvaro av bentonit med olika densitet och svälltryck. Resultaten från dessa försök visar att korrosionshastigheten minskar linjärt med ökande bentonitdensitet, vilket styrker den redan befintliga uppfattningen om kopparkorrosion i bentonit. Med hjälp av nya försök skall gränsvärden etableras och kvantitativa mått på sulfidbildning kommer att fastställas, vilket förväntas leda till ett underlag för kvantitativ hantering inom säkerhetsanalysen. Även LOT-försöken vid Äspö skall leda till ett förbättrat kunskapsunderlag kring sulfidkorrosion i bentonit.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI ser positivt på att SKB:s arbete med att fastställa kriterier för mikrobiell aktivitet i bufferten. SSI anser att SKB bör utreda om det enbart är vattenaktiviteten som begränsar den mikrobiella aktiviteten eller om det även finns andra betydelsefulla faktorer.

SSI anser att SKB:s försök kring mikrobiella processer har blivit mera ändamålsenliga eftersom de nu involverar naturligt förekommande mikrober. Enligt SSI är det inte särskilt meningsfullt att studera enskilda bakterier, eftersom samspelet mellan olika typer av mikrober är avgörande. SSI bedömer att det behövs en bred ansats för att få fram konservativa koncentrationer för korroderande ämnen, i vilken begränsningar som energikällor och näringsämnen beaktas. De mikrobiella processer som involverar kväveföreningar måste också hanteras eftersom de påverkar risken för spänningsskorrosion.

### ***SKI:s bedömning***

SKI ser liksom SSI positivt på att SKB planerar att ta fram ett mera kvantitativt angreppssätt för hanteringen av mikrobiell aktivitet i bufferten. Experiment med kopparkorrosionshastigheter vid olika densitet får en konkret tillämpning om scenarier med buffererosion inte kan uteslutas i SR-Site. Det är generellt mera försvarbart att utgå ifrån ett synsätt där aktiviteten av mikrobiell aktivitet förutsätts gradvis avta i takt med ökande densitet och minskande vattenaktivitet, snarare än påvisa en gräns över vilken mikrobiell aktivitet absolut inte förekommer. Många års forskning har visat att mikrober kan överleva under mera ogynnsamma betingelser än vad man tidigare trott och det kan inte uteslutas att så är fallet även i kompakterad bentonit. I studierna av mikrobiell aktivitet i bufferten bör det ingå långtidsförsök som bryts först efter ett antal år. Sådana studier kan ge underlag för att bekräfta befintliga modeller. De kan också visa om det finns tillväxningseffekter för mikrobiella populationer så att det blir mera aktiva efter en inledande latent period.

SKI anser att fortsatta studier av uppbyggnaden av sulfidfilmer på kopparytan är angelägna. Studier av filmens täthet och karaktär samt hur jämt korrosionsangreppen sker på kopparytan bör genomföras både med och utan bentonitbuffert. I samband med SR-Can granskningen (SKI, 2008) påpekade SKI och SSI att det behövs ett bättre underlag för att utesluta att korrosionsdjupet inte avviker mer än marginellt från ett genomsnittligt värde. Större avvikelser i korrosionsdjupet till exempel inducerade av mikrobiella effekter skulle kunna leda till en kortare kapsellivslängd. Det behöver också mera utförligt visas hur eventuella defekter i kopparhöljet ur korrosionssynpunkt kan påverka kapslarnas livslängd.

SKI konstaterar att advektions-korrosionsfallet i SR-Can skapar behov av kompletterande studier av kopparkorrosion i en något annorlunda miljö. Om fallet även fortsättningsvis kommer att inkluderas behöver frågor kring korrosion på kopparytor direktexponerade för grundvatten utredas ytterligare. Styrande för korrosionshastigheten är främst faktorer kopplade till grundvattenkemi och hydrologi (se avsnitt 6.8.). Storleken på den exponerade ytan och dess förhållande till masstransport behöver också analyseras bättre. När kopparn inte längre skyddas av bufferten kan det bildas en biofilm på ytan som kan påskynda korrosionen. SKI anser att SKB bör överväga experiment som kan ge underlag om hur korrosionsangreppens karaktär och fördelning påverkas av en eventuell biofilm.

SKI anser att SKB eventuellt behöver utvidga uppsättningen av långtidsförsök för kopparkorrosion i in-situ miljö (det vill säga verksamheten vid Äspö). Dessa försök utgör ett komplement till laborieförsök. De bör kunna användas för att testa olika

hypoteser och modeller kring kopparkorrosion i en representativ slutförvarsmiljö. SKB behöver överväga om antalet korrosionsförsök vid Äspö är tillräckligt eller om försöken behöver utökas. Det kan till exempel komma att finnas behov av att bryta försök inför olika beslutssteg i det svenska kärnavfallsprogrammet. SKI anser till exempel att SKB bör överväga långsiktiga korrosionsförsök för kopparytor utan en skyddande bentonitbuffert i in-situ miljö. Studier av reaktionen mellan grundvatten och en direktexponerad yta i in-situ miljö bör kunna ge underlag för att pröva realismen hos befintliga modeller. Försökens relevans beror dock delvis på om advektions-korrosions fallet förblir central för förvarets beräknade risk i kommande säkerhetsanalyser.

Avslutningsvis så kan det finnas anledning att återkomma med mera synpunkter kring korrosionsfrågor efter att en uppdaterad kunskapsmanställning av korrosionsfrågor har publicerats av SKB i samarbete med Posiva.

#### *Korrosion av koppar i syrefritt vatten*

SKB redovisar inte denna fråga i Fud-programmet. Fråga aktualiserades just innan Fud-programmet 2007 publicerades (september 2007) med en artikel i *Electrochemical and Solid-State Letters* under augusti 2007 (Szakalos m.fl., 2007). I artikeln redovisas experimentella data som antyder att koppar korroderar i syrefritt avjoniserat vatten under bildning av väte. Jämviktstrycket av vätgas vid 73°C befanns vara en faktor 2 000 gånger högre än vätgastrycket i atmosfären.

#### *Remissinstansernas synpunkter*

Chalmers tekniska högskola noterar att de uppgifter som nyligen framkommit om korrosion av koppar i rent vatten i avsaknad av syre inte behandlas i Fud-program 2007. Vidare påpekas det att det är tveksamt om uppgifterna i sig är tillräckliga för att inleda nya studier i ämnet. Däremot anser Chalmers att SKB bör kommentera den diskussion som pågår i frågan.

Krisberedskapsmyndigheten framför att i förebyggande syfte och för att minska sårbarheten i samhället så bör försiktighetsprincipen tillämpas genom ytterligare experiment för att få mer kunskap och för att bekräfta slutförvarets säkerhet i ett långtidsperspektiv.

Kungliga tekniska högskolan (KTH) anser att SKB:s forskningsprogram behöver kompletteras under den kommande Fud-perioden med anledning av ovan nämnda forskningsresultat. Enligt KTH:s bedömning är kopparkapslar under den initiala perioden med förhöjd temperatur (60-90°C) inte immuna mot korrosion i syrefritt vatten vid de vätgastryck som råder i slutförvarsmiljö (0,1 - 3mbar). Detta skulle kunna få till följd att kopparkapslarna förbrukas i förtid till följd av korrosion under den inledande varma perioden på cirka 1 000 år, att bentonitleran påverkas negativt samt att väteupptag i kopparn leder till försämrade mekaniska egenskaper för kapseln. KTH utesluter inte att KBS-3 metoden kan behöva vidareutvecklas med anledning av dessa problem, men bedömer ändå att dessa svårigheter bör vara teknisk lösbara. KTH föreslår, som ett komplement till fortsatt experimentellt arbete, att teoretiska beräkningar och förutsägelser om korrosionsprodukterna bör genomföras. Enligt KTH bör också mera detaljerade studier genomföras av partialtrycket av vätgas på förvarsdjup.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning har identifierat ett antal frågeställningar som de anser ännu inte vara tillräckligt utredda och som är viktiga för den långsiktiga säkerheten av slutförvaret. En av dessa är frågan om det finns nog med kunskap om riskerna för kopparkorrosion, speciellt om de nyligen publicerade rön om att koppar kan korrodera i syrefria miljöer, speciellt vid högre temperaturer.

Opinionsgruppen för säker slutförvaring och Avfallskedjan framhåller att det nyligen har framkommit nya forskningsrön om att koppar kan korrodera under vissa förutsättningar. Vidare framför de att regeringen bör uppmana SKB att snarast redovisa vilka betingelser i berggrunden som kan ha negativ effekt på kopparkapseln och vilken tyngd dessa faktorer bör ha i bedömningen av metod- och platsvalet.

Oskarshamns kommun anser att det är angeläget att dessa forskningsresultat följs upp av myndigheterna så att det inte kvarstår frågeställningar när tillståndsansökan granskas.

SSI anser att det är för tidigt att avfärda processen även om påverkan på kopparkapslar i förvarsmiljö kan vara extremt långsam. SSI:s inställning baseras på att det finns en avsaknad av termodynamisk information om väteinnehållande komplexa korrosionsprodukter samt att försök med syreisotoper gör det svårt att avfärda processen baserat på kemisk kinetik.

Westinghouse Electric Sweden AB (WSE) noterar att det i öppen litteratur nyligen presenterats uppgifter som visar att koppars långtidskorrosionsegenskaper kan ifrågasättas i vissa typer av miljöer. WSE anser att de nya resultaten bör beaktas och att ytterligare undersökningar av koppars långtidskorrosionsegenskaper bör genomföras inom ramen för Fud-programmet.

### ***Brite gruppens bedömning***

SKI har låtit sin rådgivande expertgrupp för tekniska barriär (Brite) granska KTH:s korrosionsförsök (Apted m.fl., 2008). Gruppen anser inte, baserat på information i den ovannämnda artikeln, att det går att utesluta att koppar under aktuella försöksbetingelser korroderar i syrefritt rent vatten. Brite anser dock att inga övertygande analytiska resultat har presenterats för den föreslagna korrosionsprodukten ( $H_xCuO_y$ ). Gruppen uppmanar KTH forskarna att så snart som möjligt publicera ytterligare data som kan bringa klarhet i denna fråga. Brite avser då att återkomma med ytterligare granskningskommentarer om så visar sig befogat.

Brite anser att det är osannolikt att den undersökta reaktionen har varit en dominerande process i naturen på grund av förekomsten av gedigen koppar och att den inte heller kan förväntas vara det i ett slutförvar med grundvattenkemin inuti en bentonitbuffert. Detta gäller oavsett om processen förekommer under vissa betingelser i laborieförsök. Gruppen anser vidare att KTH forskarna har överdrivit betydelsen av att kapselmaterialet måste vara termodynamiskt immunt mot korrosion.

Brite rekommenderar sammanfattningsvis att nya försök bör utföras med anledning av att det finns en allmän osäkerhet om frågan. De anser att detta arbete helst bör utföras av

en oberoende instans som övervakas av en expertpanel. I denna panel bör myndighetssidan vara representerad.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser de försöksresultat som hittills tagits fram på KTH ger SKB anledning att ta fram egen uppdaterad information om den föreslagna korrosionsmekanismen, vilken bör baseras både på experiment och teoretiska beräkningar. Brite gruppens arbete med frågan (som sammanfattas ovan) har varit en utgångspunkt för denna bedömning. Den kritik som KTH forskarna framhållit kring tidigare studier behöver beaktas i sådant sammanhang (till exempel oavsiktlig tillgång på syre under försöken). Publicerade termodynamiska data för kända koppar(hydr)oxider ger inget stöd för att koppar reagerar direkt med syrefritt vatten (Apted m.fl., 2008). KTH forskarnas resultat måste därför betraktas som oväntat, vilket bör föranleda en vetenskaplig utvärdering. Förslaget om bildning av en helt ny väteinnehållande korrosionsprodukt med annorlunda egenskaper än kända fasta faser är intressant men måste betraktas som spekulativt. Det kan konstateras att mycket lite är känt om denna eventuella fas struktur och egenskaper.

Ett alternativ till en SKB finansierad studie är att en helt oberoende studie genomförs i enlighet med Brite gruppens förslag. Det skulle dock kräva betydande resurser från den nya Strålsäkerhetsmyndigheten som SKI inte kan uttala sig om i dagsläget.

Enligt befintliga korrosionsmodeller som tillämpas i t.ex. säkerhetsanalysen SR-Can, är koppar inte immunt mot korrosion i ett slutförvar utan reagerar med sulfid i grundvattnet. Långa kapsellivslängder och den låga korrosionshastigheten i in-situ miljö baseras på beräkningar som visar att materieöverföring i buffert och/eller berget omkring deponeringshål är mycket långsam. Liknande materieöverföringsbegränsningar skulle gälla för en hypotetisk korrosionsmodell i vilken borttransport av väte från kopparytan är styrande. SKI konstaterar vidare att de försöksresultat som hittills tagits fram inte har visat korrosion av koppar under vätgasutveckling i en representativ slutförvarsmiljö. För att ha någon påverkan på ett slutförvar skulle denna mekanism behöva vara betydelsefull i en miljö med liknade grundvattensammansättning och motsvarande pH- och redoxbuffringsreaktioner (frågan om väteförspridning kommenterar SKI i avsnitt 5.3.2.). SKI anser att dessa omständigheter tillsammans med den ofullständiga karaktären på de resultat som hittills har presenterats talar för ett stort mått av försiktighet innan slutsatser dras om kopparkapslarnas livslängd och eventuella behov av att modifiera KBS-3 konceptet.

Gedigen koppar har visats vara stabil under 100-tals miljoner år, vilket talar emot att koppar skulle reagera direkt med grundvatten i en geologisk slutförvarsmiljö (Apted m.fl., 2008). Det finns visserligen ingen fullständig information om den geokemiska utvecklingen i miljöer där såväl gedigen koppar som andra kopparmineral finns, men observationer av förekomstformer för koppar i olika geologiska miljöer och på olika djup utgör ett värdefullt komplement till studier av korrosionsmekanismer i samband med lab- och demonstrationsförsök. Inom SR-Can diskuteras förekomst av koppar i lera som en naturlig analogi för ett bränsleförvar med kopparkapslar (SKB, 2006b). SKB bör överväga att utöka redovisningen för att bättre utnyttja den befintliga kunskapen kring olika former av koppar i naturen.

SKI anser att diskussion om denna fråga är ytterligare ett argument för SKB att se över uppsättningen av långtidsförsök för kopparkorrosion i in-situ miljö. Dessa försök kan t.ex. användas för att testa hypotesen kring vätedrivande kopparkorrosion i slutförvarsmiljö med representativ temperatur och grundvattenkemi.

## **6.5 Buffert**

I detta avsnitt kommenteras kapitel 24 i Fud-program 2007 vilket behandlar forskning kring karaktärisering och den långsiktiga utvecklingen av bufferten. De praktiska frågorna kring tillverkning, hantering och deponering av buffert redovisas i avsnitt 5.2.

### **6.5.1 Kravspecifikation, initialtillstånd och materialval**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har i SR-Can (SKB, 2006b) definierat funktionsindikatorer med tillhörande kriterier som kopplar till buffertens säkerhetsfunktioner. Kriterierna behöver nödvändigtvis inte förbli uppfyllda under hela perioden som säkerhetsanalysen behandlar, men om så är fallet förenklas analysen. I Fud-program 2007 sammanfattar SKB kraven på bufferten och kopplingarna till funktionsindikatorerna. De tillhörande kriterierna skall inte förväxlas med acceptanskriterier som bara gäller för initialtillståndet.

I Fud-program 2007 redovisar SKB arbeten kopplade till design och karaktärisering av buffertens initialtillstånd. Vissa aspekter definieras vid valet av kommersiell produkt (bentonitsammansättning), medan andra aspekter styrs av design av deponeringshålet (geometri, KBS-3V eller KBS-3H) och bentonitblock (vattenhalt, densitet). Tidigare hade SKB den kommersiella bentoniten MX-80 som referensmaterial, men nu studeras istället ett stort antal liknande material parallellt. För närvarande körs fältförsök där 13 olika material exponeras för förvarsliknande förhållanden under en längre tid.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola noterar att det har gjorts allvarliga försök att både beskriva bufferten och dess funktion, men anser att behövs det göras ytterligare satsningar inom området. Effekter av olika parametrar har studerats individuellt. Chalmers rekommenderar att SKB även gör en omfattande studie där man kombinerar parametrar utifrån ett "worst case" scenario

Oskarshamns kommuns expert Pereira framför att om återmättnaden av bufferten sker alltför långsamt finns det en risk att återmättnad av bentoniten blir ojämn och detta kan komma att rubba kapselns läge i sidled. Det är oklart om SKB bemästrar denna situation.

Östhammars kommun och lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark konstaterar att buffertens och återfyllningens funktioner är mycket viktiga för säkerheten i ett slutförvar. Vidare framhåller de att det kan finnas svårigheter för SKB att på experimentell väg studera hur bentonit reagerar under långvariga förhålland-

en i ny miljö och frågar om SKB planerar fältundersökningar av till exempel bentonit som genomgått glaciationer.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB inför ansökan behöver redovisa och motivera en i förhållande till SR-Can uppdaterad version av buffertens säkerhetsfunktioner inklusive eventuella gränsvärden som tillämpas vid utvärdering av dessa (i SR-Can saknades tillräcklig information om bland annat bufferterosion). Det behöver vidare formuleras en tydlig specifikation av vilka kemiska och fysikaliska egenskaper som ett buffertmaterial måste ha. SKI anser att en kravspecifikation som till exempel enbart innefattar enkla fysikaliska egenskaper som täthet och svälltryck är otillräcklig. Detta beror på att bentonit har en komplex och varierande kemisk och mineralogisk sammansättning som har betydelse för buffertens långsiktiga utveckling. Slutsatser från försök med bentonit, som utnyttjas som grund för säkerhetsanalysen, kan vara avhängig den specifika bentonit som har använts just i det försöket. Det behöver därför i ansökan finnas en koppling till specifika material som är väl undersökta ur relevanta perspektiv. Detta utesluter dock inte att andra material kan införas i ett senare skede. Dessa material måste i så fall karakteriseras i samma omfattning och visas ha motsvarande egenskaper. Det behöver även genomföras långtidstester för att visa att nya material har lika goda långtidsegenskaper.

SKI anser att SKB förutom att ange en minimal halt av montmorillonit (som ger bentonitens gynnsamma tätande egenskaper) även behöver ange haltintervall för andra mineral som kan ha en påverkan på långsiktig säkerhet. Det är till exempel väl känt att vissa spårmineral har stor betydelse för buffertens geokemiska utveckling.

SKI anser det vara positivt att SKB har breddat sitt program för tester av buffertmaterial. Detta belyser betydelsen av likheter och skillnader mellan material från olika leverantörer samt kan ge en grund för demonstration av bästa möjliga teknik. Det är dock rimligt att långtgående krav på undersökningar endast är kopplade till de material som ingår i ansökan och att andra material kan karakteriseras på enklare sätt. SKB bör därför ta fram en plan för vilka material som olika nya försök skall innefatta, så att resurser utnyttjas på ett optimalt sätt.

## **6.5.2 Fysikaliska processer i bufferten**

### ***SKB:s redovisning***

De viktigaste processerna i ett tidigt skede efter förslutning är:

- temperaturökning samt värmetransport genom bufferten på grund av bränslets resteffekt,
- upptag av vatten från omgivande berg tack vare det kapillära undertrycket,
- utveckling av ett svälltryck i bufferten vid vattenupptaget samt efterföljande mekanisk växelverkan med kapsel, omgivande berg och återfyllning.

En viktig fråga för temperaturutvecklingen i ett tidigt skede är bland annat temperatursprånget i de gap som initialt finns mellan kapsel och buffert samt buffert och berg. Detta har bland annat en betydelse för uppfyllelse av temperaturkriteriet 100°C

vid kapselytan. En detaljerad utvärdering av försök vid Äspölaboratoriet (TBT-försöket och prototypförvaret) visar att värmeledningsegenskaperna hos bufferten motsvarar förväntningar från laborieförsök, samt att värmeöverföringen i gap är något effektivare än vad som tidigare förutsatts. SKB planerar att genomföra detaljerade simuleringar av prototypförvaret, samt att omsätta de erhållna kunskaperna i arbetet med att dimensionera och designa slutförvaret.

SKB har fortsatt studierna av buffertens vattenmättnadsförlopp genom modelleringar och fältförsök. Resultat från simuleringar visar till exempel hur vatten från bergmatrisen och återfyllningen kan bidra till återmättnadsprocessen om berget runt ett deponeringshål inte korsas av några vattenförande sprickor. För de storskaliga fältförsöken i Äspö (Återtagningsförsöket, TBT-försöket, Prototypförvaret) har återmättnadsförloppen följts med givare som mäter den relativa fuktigheten. Resultaten har visat att full återmättnad i vissa fall uppnåts i utrymmet mellan kapsel och berg men dock inte ovanför och under kapseln. För deponeringshål med torra förhållanden sker dock processen mycket långsammare. I det fortsatta arbetet kommer modelleringarbetet att fortsätta och mera detaljerad information kommer fås från fältförsöken när dessa avslutas (via utgrävningar av bufferten).

Buffertens svällningsförlopp är viktigt för att bufferten skall få önskvärda egenskaper i form av till exempel täthet, filtrering av kolloider och begränsad/eliminerad mikrobiell aktivitet. Svällning medför en hög grad av homogenitet i bufferten även om vissa gradienter kan kvarstå på grund av friktion mot deponeringshålets väggar. Eftersom svälltrycket är högre i bufferten än i återfyllningen måste en viss uppträngning av buffertbentonit att kunna äga rum (enligt preliminära resultat ca 8 cm). Svällningen kan också få den oönskade egenskapen att buffertmaterial tränger in i vattenförande sprickor, vilket kan leda till erosionsprocesser (se avsnitt 2.5).

SKB har genomfört studier av buffertmaterial som långtidsexponerats för ca 130°C och funnit att svällningen förblivit opåverkad men materialet har delvis blivit mera sprött än vad som förväntats. Detta kan bland annat ha betydelse för kapselns möjligheter att motstå en skjuvrörelse i berget. Beräkningar av kapsel deformation för detta fall har utförts med Abaqus-koden. SKB planerar att under den kommande perioden utföra ytterligare laborieförsök av svällnings- och homogeniseringsförloppet i en buffert. Experiment med kalciumbentonit och modellering (bland annat förnyad analys av tidigare genomförda skalförsök) skall även ge bättre underlag för utvärderingen av skjuvlastfallet.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommuns expert Pereira framför att SKB:s program för att studera cementering av buffertmaterial verkar adekvat. Dock anser Pereira att definitiva resultat inte kan förväntas vid utgången av 2009 och insatserna måste ses i ett längre tidsperspektiv.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB som en förutsättning för analysen av den termiska påverkan på bufferten bättre behöver motivera temperaturkriteriet 100°C. Det finns andra processer



förutom illitiserings i vilka temperaturen är en viktig faktor. Förutsättningarna för de termiska beräkningarna i form av till exempel förvarslayouter, accepterade deponeringspositioner m.m. behöver också redovisas bättre i jämförelse med underlagsmaterialet för SR-Can. Rutqvist och Tsang (2008) påpekade i samband med granskningen av SR-Can att en osäkerhet i temperaturberäkningarna är om en betydande uttorkning av bufferten kan ske närmast kapselytan vilket skulle reducera buffertens termiska konduktivitet och medföra att temperaturen kan stiga över 100°C. Enligt dessa forskare är osäkerheten kring en sådan uttorkning främst kopplad till att den termiska diffusionskoefficienten inte bedöms vara tillräckligt väl känd. En noggrann analys av den termiska utvecklingen förutsätter att kopplingar till den hydrauliska och bergmekaniska utvecklingen är väl kartlagda (till exempel återmättnad, termisk spjälkning).

Beträffande utvärderingen av den hydrologiska återmättnadsprocessen anser SKI att SKB behöver mera ingående analysera förloppet i mycket täta bergarter. Vissa brister i SKB:s nuvarande analys som påpekades vid granskningen av SR-Can behöver åtgärdas. Exempel är hanteringen av randvillkor vid modelleringen, samt kunskaper om bergets vattenhållningskurva och konduktivitet för en sprickfri bergmatris. Ett sprickfritt deponeringshål är förmodligen mycket gynnsamt ur flera av säkerhetsanalysens perspektiv, men det förhindrar inte att det medför att frågor kopplade till betydelsen av matrisvatten och vatten i återfyllningen får en ökad betydelse för buffertens återmättnad. Frågor kring innebörden av att en buffert som förblir omättad under lång tid behöver också hanteras på ett tydligare sätt än hittills.

SKI anser att kunskaperna kring buffertens svällningsegenskaper har förbättrats. Det är nu tydligt att höga salthalter kan vara ett problem för återfyllningen snarare än för bufferten (Savage, 2005). SKB bör dock bli tydligare med att ange den platsspecifika högsta salthalt som behöver beaktas vid utformning av bufferten samt mera explicit motivera kriteriet för maximal salthalt i bufferten. Ytterligare karaktäriseringsarbete behövs även vad gäller kalciumbentonitens svällningsegenskaper. SKB behöver även utreda om det finns speciella förutsättningar i berget som kan medföra en ogynnsamt stor uppträngning av bufferten i deponeringstunneln. Om så är fallet behöver SKB visa om detta kan hanteras genom en metod att identifiera och undvika sådana positioner eller om det kan hanteras med andra åtgärder.

SKI anser att det är angeläget att så mycket information som möjligt från fältförsöken vid Äspölaboratoriet tas fram, sammanställs och utvärderas innan SKB lämnar in en ansökan om slutförvaret.

### **6.5.3 Integrerad utvärdering samt kopplad THM-modellering**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har uppfattningen att den kopplade THM-utvecklingen under förvarets tidiga skede inte är av avgörande betydelse för förvarets säkerhet, men att förståelsen ändå behövs till exempel vid utvärderingen av fältförsök. Viktiga nya resultat från de senaste åren har erhållits från simuleringar med Code Bright och Abaqus samt utvärdering av TBT-försöket och prototypförvaret. I perspektivet modellutveckling läggs de flesta resurserna på Code Bright som bedöms ha större potential än Abaqus. SKB har bland

annat utvärderat de mekaniska konstitutiva lagarna som implementerats i Code Bright. Beträffande laboratoriestudier har en doktorsavhandling presenteras i vilken relationen mellan svälltryck och vattenmättnadsgrad har studerats experimentellt och teoretiskt. Under de kommande åren avser SKB att förfina och vidareutveckla Code Bright för mera kvalificerade tillämpningar. Inom internationella projekt fokuseras insatserna på jämförelser mellan modellsimuleringar och resultat från storskaliga försök. Utgrävning av vissa försök förväntas ge kompletterande och mera detaljerad information. Samverkan mellan torrt berg och buffert studeras genom URL/Buffer-Container Experiment och prototypförvaret. Under perioden kommer SKB att planera nya fullskaliga fältförsök.

SKB har även med hjälp av Abaqus koden simulerat utvecklingen av förhållanden i bufferten efter förlust av bentonit. Vid stora initiala bentonitförluster ("piping/erosion") eller avsaknad av bentonitringar sväller tomrummet igen men densitet och svälltryck blir kraftigt reducerat på grund av friktion mot berget. Kanalbildning inuti en buffert har även simulerats och resultaten visar att en mycket litet hålrum förblir bestående även efter att den öppna kanalen har förseglats.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommuns expert Pereira anser att det är positivt att SKB har ett starkt program inom detta område och framhåller samtidigt att det är viktigt att SKI genom egna insatser kan följa upp detta arbete.

### ***SKI:s bedömning***

SKI är positiv till den planerade fortsatta utvecklingen av simuleringskoderna Code Bright och Abaqus. De utgör centrala verktyg för att ta fram underlag för SKB:s planerade ansökan. Tillgång till väl beprövade koder i samband med prövningen av ansökan är också viktig för att kunna undersöka eventuella nya frågeställningar och kompletterande fall som kan komma upp. SKI bedömer att simuleringen av buffertutveckling i ett förhållandevis torrt berg kan bli en utmaning där spalter och pellets kan ha stor betydelse, liksom växelverkan med återfyllningen. Det är därför bra att SKB planerar särskilda studier av samverkan mellan buffert och berg i fall där berget har mycket låg genomsläpplighet. SKI anser att det viktigt att det arbete som sker i internationella sammanhang som Decovalex, Theresa och Task Force EBS ägnas tillräcklig uppmärksamhet. Jämförelser av beräkningsresultat mellan olika koder liksom jämförelser med storskaliga försök ("benchmarking") utgör en grundpelare för tilltron till kodens kapacitet.

Ett annat viktigt inslag för att få bra underlag för att fatta beslut under olika skeden i SKB:s program är resultat från fleråriga in-situ försök som genomförs under så realistiska förhållanden som möjligt. De finns i vissa fall risk för att fel slutsatser dras från laboratoriestudier som inte alltid kan göras helt representativa för slutförvarssituationen. I detta sammanhang ger in-situ försök en nödvändig kompletterande information. De utgör ett verktyg för att pröva realismen i resultat från laboratorieförsök och kan vara oundgängliga för att testa olika hypoteser som dyker upp under prövningen av en ansökan. Fältförsök har inte bara betydelse för studierna av bufferten men även för kapseln, återfyllning, cement etc. Resultaten kan få stor

betydelse för de olika stegen i beslutsprocessen kring ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle.

SKI anser att SKB generellt har en bra uppsättning av in-situ försök i Äspölaboratoriet (LOT, Prototypförvaret, TBT, Återtagningsförsöket, Lasgit etc.). Det är viktigt att dessa fullföljs enligt en långsiktig plan samt att data utvärderas och publiceras så snart som möjligt. Informationen kan ha en betydelse för den nya Strålsäkerhetsmyndighetens granskning av SKB:s ansökan.

Tiden bör även vara mogen för att genomföra en inledande planering av nya kompletterande försök med beaktande av dels tidigare försökserfarenheter, dels resultat kring betydelsen av olika processer i SR-Can. Det behöver göras en förutsättningslös inventering av vilka försök som rimligtvis kan vara intressanta att utföra och därefter en prioritering utgående från säkerhetsanalysens behov. Nya försök kan av tidsskäl inte komma att utgöra underlag för den förestående ansökan men kommer att behövas för att ge information till eventuella efterföljande beslutssteg under den mycket långa tidsperioden för utveckling av ett slutförvar. SKI anser att Fud-program 2007 är vag beträffande planerna för nya fältförsök och bedömer därför att mera detaljerade planer skulle behövas. SKB bör förstärka sina metoder för riskhantering under särskilt långtidsförsök (det vill säga risker att försöket misslyckas), säkerställa att försöksplaneringen beaktar viktiga beslutstidpunkter, utveckla modeller för förväntade resultat som sedan faktiska resultat kan jämföras med samt redan från början identifiera relevanta exempel på hur kommande resultat kan komma att understödja säkerhetsanalysen (se vidare Hicks, 2007). Kvalitetssäkring är givetvis också en viktig fråga. I den mycket långsiktiga planeringen behövs det överväganden kring om försök skall genomföras vid Äspölaboratoriet eller en i framtiden konstruerad tunnel för ett verkligt slutförvar.

SKI anser att en prioriterad fråga för fortsatt arbete inom integrerad utvärdering bör vara utvecklingen av en buffert i vilken erosionsprocesser har påbörjats. Det konstaterades i samband med granskningen av SR-Can att utvärderingen av två faser i bufferten (intakt och partiellt eroderad) behöver kompletteras med en analys av vad som händer i övergången mellan dessa två tillstånd. Det kan till exempel hända att vissa försämringar i bufferten kan inträffa redan innan advektiv transport blir möjlig (till exempel ökad diffusion och/eller mikrobiell aktivitet). Det finns vidare stora osäkerheter kring geometrin och svälltryckfördelning för en buffert under olika stadier av dess utveckling. SKB bör därför parallellt med studierna av grundläggande mekanismer för bufferterosion med hjälp av modellering och eventuellt experiment, mera detaljerat analysera effekterna av erosionen i en lämplig skala. SKI är medveten om att det finns svårigheter med att under realistiska former undersöka dessa kopplade fenomen eftersom det är processer som förväntas inträffa först efter mycket lång tid efter förslutning av ett förvar.

#### **6.5.4 Kemiska processer i bufferten**

##### ***SKB:s redovisning***

SKB anser att bentonitens tätningsegenskaper inte påverkas så mycket av salthalt eftersom den negativa flakladdningen i huvudsak kompenseras av montmorillonitens

motjoner även vid höga salthalter. Detta förutsätter dock att relativt höga densiteter används både för buffert och för återfyllning. Ett omfattande laboratorieprogram har genomförts för att studera hur bentoniten påverkas av koncentrationerna av kalcium, magnesium, natrium, kalium samt kopparklorid. Ett LOT-försök har också brutits och exponerade mineral uppvisar små förändringar på grund av grundvattnets salthalt. SKB avser att främst ytterligare studera kalciumdominerande bentoniter då samstämmighet mellan teoretiska och experimentella studier hittills inte är lika god som för natriumbaserade bentoniter. Natriumbaserade bentoniter anses vara väl karakteriserade med avseende på osmotiska effekter och ytterligare insatser för dessa anses därför inte nödvändiga.

Jonbyte mellan natrium och kalcium är särskilt viktigt att studera då dessa är dominerande anjoner i svenska grundvatten. Undersökningar har därför genomförts av hur svälltrycket påverkas av jonbyte och buffertdensitet. Betydande skillnader har noterats mellan de en- och tvåvärda motjonerna för lägre densiteter. Ytterligare arbete behövs framförallt vid för system med tvåvärda joner. Långtidsförsök (LOT) visar att förutom jonbytet med kalcium kan jonbyte med koppar(II)-joner från kapselkorrosion också ske. En jämförelse mellan försök som brutits efter ett respektive sex år, visade dock att ingen ytterligare ökning av mängden jonbytt koppar sker efter det initiala upptaget av koppar efter 1 år.

Montmorillonitens grundstruktur är en förutsättning för bentonitens goda tätande egenskaper. Förmågan till vattenupptag är avhängig en lagom stor flakladdning. En ökad flakladdning genom kiselavgång och fixering av kalium ger till exempel ett material som inte binder vatten i tillräcklig utsträckning (illitisering). Frigörelse av kisel kan också orsaka utfällning i bufferten som försämrar buffertens mekaniska egenskaper (cementerig). Förändrade pH-förhållanden samt upptag av järn kan också förändra montmorilloniten och därmed bentonitens goda egenskaper. SKB har till exempel funnit att höga pH ger en inkongruent upplösning av bentonit samt att järn kan tas upp av lermatrisen som ger icke-svällande lerfaser. SKB avser att under den kommande perioden genomföra ett laboratorieprogram för att verifiera parametervärden för verifiering av montmorillonitvandling. Analys och modellering av de avslutade och brutna LOT-försöken (Äspölaboratoriet) kommer också att genomföras. Ett exempel på en målsättning med det sistnämnda momentet är att få en fördjupad förståelse för effekterna av metalliskt och strukturellt järn.

Andra mineral i bentonit, förutom montmorillonit, så som kalcit, kvarts, fältspat, pyrit m.m. kan ha betydelse för buffertens långtidfunktion. SKB har genomfört modelleringsarbeten för att studera hur den geokemiska utvecklingen påverkas av dessa mineral. Det visar sig att en viss omfördelning av mineral sker på grund av av den termiska gradienten i bufferten, vilka kan påverka de reologiska egenskaperna (cementerig). Viss experimentell information om denna process har även erhållits från LOT-försöken. Under den nästkommande perioden kommer geokemisk modellering av fältförsöken att genomföras.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Kungliga tekniska högskolan (KTH) framför att den syrefria kopparkorrosionen (avsnitt 6.2.3) producerar positivt laddade kopparjoner vilka kan degradera lerans buffrande

förmåga redan i ett tidigt skede. Vidare framhåller KTH att ett annat problem med leran är att de bildade kopparjonerna på grund av syrgasfri korrosion kontinuerligt kommer att fångas upp och bindas till leran vilket ökar korrosionskinetiken samtidigt som lerans egenskaper förstörs. Detta innebär att två av tre så kallat barriärerna, kopparmetallen och bentonitleran, kan slås ut samtidigt under den varma perioden då kopparn korroderar i syrefattigt vatten.

### *SKI:s bedömning*

Enligt SKI:s uppfattning har SKB i huvudsak ett bra underlag för utvärderingen av buffertens initiala kemiska utveckling baserat på laboratorieförsök, fältstudier och modellering. SKB:s resultat har delvis kunnat verifieras med oberoende analyser (Marsal m.fl., 2008). Särskilt för den lite längre tidsskalan bör det dock bättre uppmärksammas att det finns kopplingar mellan jonbyte/sorption och omvandlingar av montmorillonit. Dessa typer av processer kan inte betraktas som väsensskilda eftersom de båda är starkt kopplade till den långsiktiga utvecklingen av porvattenkemin i bufferten. SKB bör därför överväga ett mera integrerat synsätt kring interaktioner mellan bentonit och grundvatten.

Det finns processer som är otillräckligt belysta i Fud-program 2007, varav det viktigaste förmodligen är den cementering som kan komma till stånd genom uppvärmningen av bufferten. Cementering kan medföra sämre förutsättningar för en kapsel att motstå rörelser i berget nära ett deponeringshål. Svårigheten förefaller inte vara att förutsäga hur stor mineralogisk omvandling som kan förväntas, utan snarare att översätta denna omvandling i en viss påverkan på buffertens mekaniska egenskaper. SKI utgår ifrån att resultat från exponerade prover som antyder viss cementering beaktas i säkerhetsanalysen. SKB behöver redovisa åtgärder för att minimera eller utesluta detta problem och om detta inte är möjligt ta fram en metod att ta hänsyn till konsekvenserna. SKI håller med KTH att SKB behöver studera buffertens påverkan av kopparjoner från korrosionsprocesser. Det kan tänkas att kopparn enbart hamnar i jonbytespositioner i leran, men en annan mera skadlig inverkan kan inte uteslutas. Resultat från försök vid Äspölaboratoriet borde kunna ge viss information. En värdering av den potentiella betydelsen av denna process förutsätter att kopparkorrosionen under den termiska perioden kan förutsägas med rimlig precision (se avsnitt om kopparkorrosion). Resultat från försök vid Äspölaboratoriet borde kunna ge viss information. En värdering av den potentiella betydelsen av denna process förutsätter att kopparkorrosionen under den termiska perioden kan förutsägas med rimlig precision (se avsnitt om kopparkorrosion).

Risken för en strukturell sönderdelning av montmorillonit behöver beaktas mera ingående än det som redovisats i SR-Can. Den analysen var fokuserad på illitiserings temperaturberoende, men SKI och SSI föreslog i sin granskning att inverkan av andra faktorer som tillgängligheten av kalium borde kunna utvärderas och redovisas parallellt för att stärka tilltron till slutsatserna. I SR-Can omnämns även flera andra mekanismer för en strukturell sönderdelning av montmorillonit som inte erfordrar kalium, vilka inte beaktas med hänvisning till att de är mindre förekommande i naturen eller mindre väl kända. SKI håller med SKB om kännedomen om att illit är den dominerande omvandlingsprodukten i naturen är ett viktigt argument, men anser också att det inför ansökan behövs mera fullständiga underlag och resonemang utan de luckor i argumentationen som kunde identifieras i SR-Can. Att ta fram ett sådant underlag bör

vara en viktig fråga inom SKB:s fortsatta program. Beroende på utfallet av en sammanhållen utvärdering kring montmorillonitombildningar kan det också behöva tas fram ett fall i vilken betydelsen av hypotetiska omvandlingar för olika tidskalor illustreras. SKI noterar att SKB inte genomförde en sådan analys i SR-Can.

SKI anser att SKB bör testa de kemiska mätmetoder för kompakterad bentonit som har utvecklats vid VTT i Finland (Muurinen och Carlsson, 2007). Dessa direktmetoder bör förbättra förutsättningarna för att karakterisera porvattenkemi i en buffert samt för att utvärdera de teoretiska modeller för porvattenkemi som behövs för olika applikationer inom säkerhetsanalysen. Möjligheter att genomföra bra mätningar i naturliga lerformationer kan också öka värdet av naturliga analogier för bufferten.

### **6.5.5 Kolloidbildning i och omkring bufferten**

#### ***SKB:s redovisning***

Bentonitpartiklar kan i vissa fall transporteras bort med grundvattenflödet vilket kan allvarligt skada buffertens egenskaper om materialförlusterna är stora. I Fud-program 2007 beskrivs två fall där denna process har betydelse. Det första fallet avser kanaler i bufferten som bildas en kort tid efter deponering av en buffert innan ett tillräckligt svälltryck har hunnit byggas upp som skulle förhindra uppkomst av sådana kanaler ("piping/erosion"). Problemet anses vara mera kritiskt för KBS-3H än för KBS-3V. Det andra fallet avser förlust av buffertmaterial som pressats ut i sprickor som korsar deponeringshålen. Denna process kan vara särskilt betydande i samband med kommande istider då mycket utspädd grundvatten kan tränga ner på förvarsdjup.

SKB konstaterar att piping/erosion sannolikt kan undvikas vid inflöden i deponeringshålen på runt 0,01 dm<sup>3</sup>/minut. En föreslagen strategi för att hantera problemet är därför att selektivt välja deponeringshål med syftet att undvika höga flöden respektive att eventuellt täta deponeringshål. Som en återkoppling från SR-Can konstateras dock att kunskapen kring processerna för närvarande är otillräcklig för att kunna fastställa gränsvärden för när en skadlig erosion inträffar. SKB planerar att mäta den eroderade mängden för olika flödes hastigheter och olika tidsintervall. Man förväntar sig att få en viktig bekräftelse av processens omfattning under verkliga förhållanden efter en undersökning av bentonitförluster efter brytning av vissa positioner i prototypförvaret.

Beträffande risken för erosion på lång sikt har SKB gjort grundläggande laborieförsök vid olika jonstryka. Ett omfattande projekt har startats upp för att ta fram en kvantitativ modell för mängden av buffertförlust för säkerhetsanalysens behov.

#### ***SSI:s synpunkter***

SSI bedömer att de nya experimenten som redovisas i Fud-program 2007 är ändamålsenliga. Dessutom ser myndigheten positivt på att SKB startat ett 2-årsprojekt, Bentonite Erosion. I myndigheternas gemensamma granskningsrapport för SR-Can konstaterade myndigheterna att buffererosionen har en stor betydelse för värdering av buffertens säkerhetsfunktion samt konsekvensanalys, vilket gör att detta arbete behövs som underlag för SR-Site. En av målsättningarna i forskningsarbetet bör vara en fördjupad teoretisk förståelse för balansering av olika krafter (van der Waals kraft,

elektrostatisk kraft, tyngdkraft, viskösa krafter, m.m.) kring buffertkolloidernas stabilitet under olika relevanta betingelser. Den högsta kolloidkoncentration som kan transporteras i grundvatten bör fastställas med bättre motivering.

En annan fråga som behöver besvaras är om bufferterosion enbart är förknippad med glacialt smältvatten, som endast kan förväntas långt in i framtiden, eller om bufferterosion även kan inträffa i en tidigare fas av förvarets utveckling (på grund av reducerad jonstyrka under tempererade förhållanden). Det behövs även beräkningar på omfattningen av en eventuell erosion av återfyllnaden. Redovisning av åtgärder för att minimera erosion av buffert och återfyllnad behöver framföras för motiveringen av optimering och bästa möjliga teknik. Konsekvenserna av transport av bentonitkolloid med sorberande radionuklider bör modelleras med beaktande av kolloidpartiklarnas geometri, laddning och andra relevanta betingelser.

Utöver kemisk erosion behöver även betydelsen av mekanisk erosion utvärderas. Det kan möjligen finnas ett tunt skikt av flödebentonit i fronten av bufferten som sväller en sträcka in i en korsande spricka när buffertmaterial där har uppnått en så kallad vätskekonsistens (liquid consistency). Skiktet beter sig som ett vanligt Newtonflöde men med högre viskositet. Detta skikt kan eroderas och försörjas kontinuerligt oberoende av grundvattnets kemiska sammansättning. Även om processen kan vara långsam anser SSI att SKB ändå bör ta reda på konsekvenserna av denna process eftersom den är ständigt pågående efter det att bufferten blivit vattenmättad.

### ***Övriga remissinstansers synpunkter***

Luleå tekniska universitet anser att SKB borde satsa mer på att försöka identifiera naturliga kolloider och inte bara anta att kolloiderna har bentonitursprung. Vidare framhåller universitetet att SKB borde testa olika metoder för att identifiera kolloider både i grundvatten och sötvatten, inte bara förlita sig på en metod.

Oskarshamns kommuns expert Pereira anser det önskvärt att SKB minskar osäkerheterna om kolloidbildning, ”piping” och erosion av bufferten för att undvika alltför konservativa antaganden i den kommande SR-Site analysen. Vidare anser Pereira att det är troligt, men framhåller att det är svårt att bedöma, att det föreslagna programmet är adekvat för ändamålet.

### ***SKI:s bedömning***

SKI bedömer att problemen kring ”piping/erosion” av buffert verkar vara lösbara genom urval av deponeringspositioner, eventuellt tätning av deponeringshål och andra åtgärder. Som konstaterades i granskningen av SR-Can finns dock fortfarande osäkerheter kring varaktighet och mekanismer för erosionen samt vilka maximala koncentrationer av eroderad buffert som kan förekomma. SKI anser att det inte bara är mätdata som erfordras utan även en ökad teoretisk förståelse för processen samt en utförligare beskrivning av vad SKB menar med tekniska lösningar för att minimera risken. Vad som är rimliga krav på underlaget för ”piping/erosion” beror delvis på hur strikta kriterier som kommer tillämpas för urval av deponeringshål, vilket därför bör förtydligas innan ansökan. SKI håller med om att brytning av prototypförvaret bör ge en värdefull information om denna process, men konstaterar samtidigt att det inte är

tillräckligt att basera ett gränsvärde på ett enda försök. SKB verkar i Fud-program 2007 endast ha vaga planer för KBS-3V medan arbetet för KBS-3H verkar vara mera välstrukturerat. SKI anser att huvudalternativet i SKB:s ansökan borde ha en högre dignitet än det alternativa förvarskonceptet KBS-3H.

Bufferterrosionen till följd av utspädda grundvatten m.m. är just nu sannolikt den största osäkerheten i SKB:s säkerhetsanalys. Det kommer att vara svårt att ta ställning till en ansökan där bufferterrosionen har en oklar och/eller odefinierad betydelse (det vill säga den är inte gränssatt uppåt som i SR-Can). Även om formella krav som riskkriteriet och krav på flerfaldiga barriärer kan uppnås helt utan hänsyn till bufferten, så finns i ett sådant fall inget underlag för att formulera krav på bufferten. Bufferten är, oberoende av de eventuella bristerna i den mycket långa tidsskalan, en viktig komponent för att upprätthålla flerfaldiga barriärfunktioner för slutförvaret. Bufferten bör ha en väldefinierad roll för förvarets säkerhet som en utgångspunkt för inriktningen på de insatser som behövs för utveckling, tillverkning, inplacering och kontroll av denna komponent. SKI anser det därför vara angeläget att SKB genomför den forskning som förespeglas i Fud-program 2007 och att kunskapsnivån kring denna process når en mogen nivå innan ansökan. Det är viktigt att mognadsgraden för kunskaperna kring förvarssystemet når en sådan nivå att realistiska bedömningar kan göras vid tidpunkten för granskningen av SKB:s ansökan. Det är också viktigt att det finns ett underlag för att bedöma tidsskalan för en eventuell erosion (så det är möjligt att bedöma buffertens roll under olika tidsperioder) samt möjlighet att bedöma hur bergets egenskaper styr omfattningen av den eventuella erosionen av bufferten.

Det bör finnas en god grundläggande teoretisk förståelse för erosionsmekanismer. I granskningen av SR-Can omnämns till exempel behovet av en bättre förståelse av geokemiska processer i bufferten som genererar stabiliserande kalciumjoner, det diffusiva utbytet mellan buffert och spricka, transport av bentonitkolloider samt filtreringsprocesser som kan begränsa erosionen. I dessa sammanhang kan val av bentonittyp (till exempel kalciumbentonit/ natriumbentonit) samt förekomst och halt av olika spårmineral ha betydelse för benägenheten att bilda kolloider under olika geokemiska förhållanden. SKI anser att SKB noga behöver överväga dessa faktorer vid valet av buffertmaterial i den förestående ansökan. Eventuellt kan en modifiering av sammansättningen hos en naturlig bentonit genom tillsatser av vissa mineral medföra en ökad motståndskraft mot erosion. Om sådana åtgärder eller andra tekniska lösningar kan ge betydande vinster bör de utredas.

### **6.5.6 Radionuklidtransport i bufferten**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har tagit fram en sammanställning av olika nuklidens sorptions- och transportparametrar som använts som underlag vid beräkningar i SR-Can. Enligt SKB är sorption i bentonit inget prioriterat område, utan samma uppsättningar parametrar som användes i SR-Can kommer troligtvis även användas för SR-Site (vissa uppdateringar och justeringar kan komma att göras om ny data kommer fram i litteraturen). Ett projekt har dock startats för att med laboratorieexperiment verifiera modellen för masstransport mellan buffert och strömmande vatten i en spricka. Inom området radionuklidtransport med kolloider kommer försök också göras i syfte att



etablera en filtreringsgräns som vägledning för när kolloidtransport genom bufferten behöver beaktas.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att de tidigare publicerade studierna kring sorption och transport genom bufferten är förhållandevis heltäckande och har gjort på ett systematiskt och noggrant sätt (till exempel Ochs och Talerico, 2004). SKI håller därför med SKB om att detta är ett moget område med väl etablerad kunskap. Det skall dock inte glömmas bort att det alltid kommer finnas kvar vissa osäkerheter i viktiga parametervärden, som bland annat beror på svårigheten att förutsäga den kemiska utvecklingen i bentonitporvatten under långa tidsskalor. SKI föreslår i likhet med Stenhouse m.fl. (2008) att SKB bör genomföra känslighetsanalyser för att identifiera särskilt viktiga nuklider och parametrar. Med utgångspunkt från detta kan underlaget ses över och olika förbättringsåtgärder för att öka tilltron till de viktigaste parametrarna kan sedan övervägas. SKB kan också behöva se över dataunderlaget efter val av material för bufferten samt efter att platsspecifika hydrokemiska data har sammanställts.

SKB anger att vissa uppdateringar kommer att övervägas. SKI anser att SKB här behöver ett strukturerat angreppssätt för att försäkra sig om att publicerad information som kan tillföra något väsentligt till underlaget inte missas. Ett liknande resonemang kan föras kring behovet att uppdatera till exempel termodynamiska databaser.

SKI anser att de nya rönen kring buffererosion behöver beaktas även i perspektivet radionuklidtransport. Det finns till exempel en koppling mellan buffererosion och kolloidtransport, dels i perspektivet att buffertmineralen själva kan generera kolloider i buffertens rand, dels i perspektivet att buffertens förmåga att filtrera kolloider minskar så att kolloider från bränslets upplösning kan få en betydelse. SKI konstaterar att SKB:s planer inom området är ganska vaga.

### **6.5.7 Övriga processer**

#### ***SKB:s redovisning***

Några övriga processer i bufferten som SKB rapporterar om är:

- frysning av buffert,
- gastransport,
- strålningspåverkan på bentonit och radiolys i bufferten,
- mikrobiella processer.

SKB anser att frysning av bufferten inte rimligtvis kan inträffa främst därför att den stora specifika arean hos bentonit sänker fryspunkten för vatten med mer än 5°C. SKB avser dock att genomföra ytterligare teoretiska och experimentella studier för att verifiera fryspunktsänkningen i bufferten.

Gastransport genom bufferten behöver beaktas för utvärdering av fallet med en skadad kapsel där insatsen korroderar under vätgasutveckling. SKB har för detta syfte etablerat ett storskaligt experiment (Lasgit) där gastransport kan studeras under in-situ

betingelser. Försök kommer att påbörjas när bufferten nått ett jämviktstillstånd i återmättnadsprocessen.

Strålningsinducerad omvandling av bentonit bör enligt SKB kunna uteslutas som betydelsefull process. Underlaget för denna slutsats (Andersson, 1984) anses dock inte vara av tillräckligt kvalitet. SKB kommer därför att söka ytterligare underlag i litteraturen samt eventuellt utföra experiment.

Mikrobiella processer i bufferten är relevanta i perspektivet bildning av sulfid som kan korrodera kapseln samt gasbildning. SKB har genomfört experiment med naturligt förekommande bakterier i bentonit. Resultaten visar sulfid kan bildas snabbt av bakterier vid optimala förhållanden, men att betydande bakteriell aktivitet inte kunde påvisas vid fullt utvecklat svälltryck. SKB avser att genomföra mera detaljerade försök för att fastställa gränsvärden för mikrobiell aktivitet för säkerhetsanalysens behov.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SR-Can innehåller ett bra angreppssätt för hantering av risken för frysning av bufferten. SKB skulle dock bättre behöva utvärdera kvarvarande osäkerheter, till exempel lufttemperaturer under en period av permafrost, för etablerandet av en säkerhetsmarginal mot buffertfrysning. Det kan beroende på utfallet av en sådan analys finnas anledning att i SR-Site redogöra för konsekvenserna av om buffertfrysning trots allt skulle inträffa. Fallet med frysning i en partiellt eroderad buffert behöver också uppdateras i SR-Site med de förutsättningar som ges av aktuell kunskap kring bufferterosion.

SKI bedömer att fallet med gastransport genom bufferten med scenarierna i SR-Can har fått en något mindre betydelse än tidigare i och med att det mest sannolika fallet med kapselbrott är förknippat med ett minskat motstånd mot gastransport. Lasgit försöket bedöms ändå kunna ge användbara resultat eftersom det i perspektivet bufferterosion är det mest ogynnsamma fallet för gastransport genom bufferten (det vill säga gastransport då ännu ingen betydande erosion har ägt rum). En betydande svårighet för denna typ av tester är dock den långa tiden för stabilisering av de hydrauliska betingelserna samt att det inte går att exakt förutsäga när bufferten nått en tillräcklig mättnadsgrad för mätningarna. SKB bör vid sin fortsatta planering av tester mera uttryckligt (i jämförelse med Fud-program 2007) diskutera tidsskalor för mätningar samt identifiera och utvärdera riskfaktorer kopplade till de långa tidsskalorna (det vill säga risker att försöket inte leder fram till förväntat resultat).

Enligt SKI behövs ytterligare insatser för att förstå kopplingarna mellan grundvattenkemi, mikrobiologi och porvattenkemin i bufferten. Detta är kopplat till risken för sulfatreduktion i bufferten med efterföljande korrosion av kopparkapseln. Nivån på den mikrobiella aktiviteten är en viktig faktor både för intakta buffertförhållanden och för en buffert med en pågående erosionsprocess (den senare om övertygande argument inte kan framställas varför detta fall kan uteslutas). Bildningen av sulfider kan få något olika konsekvenser beroende på löslighetsförhållanden i bufferten och detta är därför en angränsade fråga av stor betydelse som kommenteras i bland annat Stenhouse m.fl. (2008). Hallberg (2008) påpekade i samband med granskningen av SR-Can att mikrober gradvis kan anpassa sig till de svåra förhållandena i bufferten,

vilket medför att det är svårt att dra långtgående slutsatser från korttidsförsök. SKI rekommenderar därför SKB att se över omfattningen av de långtidsförsök som pågår vid Äspölaboratoriet för att möjliggöra att denna potentiella tillvänjningseffekt kan prövas experimentellt.

### **6.5.8 KBS-3H**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har även påbörjat tillverkning av bentonitblock avsedda för KBS-3H vilka behöver modifieras i förhållande till block avsedda för KBS3-3V. För vissa processer där det finns uppenbara skillnader mellan de båda metoderna förekommer särskilda insatser att även ta fram tillräckliga underlag för KBS3-H. Ett exempel är ”piping/erosion” där det föreligger en risk att en kanalbildning kan förstärkas genom en lång deponeringstunnel med många kapslar. Försök i syfte att utreda detta kommer att fortsätta. Buffertens svällning är också annorlunda i och med att den performerade yttre containern (som bara används i KBS-3H) kommer in i bilden. Dessa processer kommer att studeras i ett experiment i full skala (Big Bertha). Integrerade simuleringar av svällningsförloppet för KBS-3H har genomförts, och eventuellt kommer fältförsök att genomföras under den kommande perioden.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI noterar att det förutom bergarbetena är främst buffertens utformning och utveckling som kan kräva de mest omfattande insatserna för att realisera KBS-3H. Närliggande komponenter som supercontainer, distansblock, stålpluggar m.m. kan potentiellt förändra både den initiala och den långsiktiga utvecklingen av bufferten i förhållande till KBS-3V. Det är inte bara de praktiska frågorna kring implementering av teknologi som behöver uppmärksammas utan även de stora insatser som krävs inom modelleringsarbeten och försök som behövs för att få underlag motsvarande KBS-3V för bedömning av långsiktig säkerhet för KBS-3H. Det finns en risk för att storleken på de insatser som skulle behövas för att ta fram ett erforderligt underlag för KBS-3H kan ha underskattats. SKI anser att SKB bör ta fram en plan för hur en övergång från KBS-3V till KBS-3H skulle kunna genomföras på en sådan nivå att motsvarande underlag finns framme för de båda metoderna om/när SKB avser att övergå från vertikal till horisontell deponering. Här bör tas med bland annat tidplaner, erforderliga försök och beskrivning av hur viktiga frågor skall hanteras. Det är självfallet viktigt att frågor där KBS-3H innehåller möjliga nackdelar som till exempel piping/erosion, reaktioner mellan metallisk järn och bentonit redovisas särskilt noga. Dessa processer skulle kunna medföra förlust av buffertmaterial och kemiska omvandlingar. Det behöver också fastställas vilka långtids- och demonstrationsförsök som skulle behöva genomföras för KBS-3H.

### **6.5.9 SKI:s sammanfattande bedömning buffert**

SKI bedömer att SKB generellt har ett bra program för bufferten. Det finns dock en osäkerhet kring vilka buffertmaterial som kan komma ifråga och vilken sammansättning dessa material behöver ha. SKI anser därför att SKB behöver ta fram en mera detaljerad kravspecifikation för bufferten och föreslå konkreta material som lämpliga alternativ för användning i ett slutförvar. Enligt SKI bör SKB bättre motivera temperaturkriteriet för

bentonitbufferten och mera ingående utreda risken för en extrem uttorkning av bufferten. Implikationer av att en buffert förblir omättad under lång tid behöver studeras även fortsättningsvis. SKI är positiv till utvecklingen av simuleringsverktyg för kopplade processer i bufferten och bedömer att de bör finnas goda möjligheter att adressera ovanstående frågor. Det är också viktigt att SKB före ansökan redovisar så mycket information som möjligt från de storskaliga demonstrationsförsöken vid Äspölaboratoriet.

SKI anser att tiden är mogen för en planering av de ytterligare försök som behöver göras under uppförandefasen av ett slutförvar. SKI kan dock konstatera att planera i Fud-program 2007 är mycket vaga inom detta område.

Beträffande kemiska processer i bufferten anser SKI att SKB bättre bör uppmärksamma cementeringsprocesser, kopplingen mellan jonbytesprocesser och omvandlingar av smektit, samt risken för en strukturell sönderdelning av smektitlera. Kemiska processer i bufferten har också fått en betydelse för att beräkna omfattningen av buffererosion, vilken för närvarande är den mest betydelsefulla osäkerheten kring buffertens långsiktiga funktion. SKI konstaterar att SKB verkar ha ett bra forskningsprogram om buffererosion. Det är enligt SKI av stor betydelse att kunskaperna uppnår en tillräcklig mognadsnivå inom detta område innan SKB lämnar in en ansökan om att få uppföra slutförvaret. Processens negativa konsekvenser behöver kunna gränssättas och buffertens roll i SKB:s säkerhetskoncept behöver kunna definieras i perspektivet av att den eventuellt inte kan förutsättas vara helt stabil i säkerhetsanalysens tidsskala.

## 6.6 Återfyllning

I detta avsnitt diskuteras frågor kring återfyllningens långsiktiga funktion (kapitel 25 i Fud-program 2007) samt tillhörande forskningsfrågor. De praktiska frågorna kring tillverkning, hantering och deponering av återfyllningen redovisas i avsnitt 5.4.

### 6.6.1 Översikt återfyllning samt kravspecifikation, initialtillstånd och materialval

#### *SKB:s redovisning*

SKB planerar baserat på resultaten från SR-Can att prioritera användning av förkompakterade block bestående av naturliga svällande leror. Även block bestående av en blandning av krossat berg och bentonit har utvärderats. Resultaten från försök och säkerhetsanalysen SR-Can antyder dock att detta alternativ innebär en sämre säkerhetsmarginal i förhållande till de funktionskrav som identifierats för återfyllningen. I konceptet med förkompakterade block ingår också användning av pelletar som fyller upp det svåråtkomliga utrymmet närmast berget. I det för återfyllningen särskilt projektet Baclo utvecklas de nya metoderna för återfyllning (se vidare avsnitt 5.4).

I Fud-program 2007 texten omnämns särskilt Friedlandlera som exempel på en lämplig naturlig lera med medelhög halt av montmorillonit. Det finns dock andra liknande material som undersökts av SKB. Initialtillståndet för återfyllningen vid inplacering definieras förutom av materialval även av blockens dimensioner och densitet, och den

initiala vattenhalten. Efter inplaceringen av block i en deponeringstunnel kommer växelverkan med främst grundvatten relativt snabbt att påverka tillståndsfunktioner för blocken kopplade till grundvattenkemi, hydrovariabler, temperatur etc.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark noterar att SKB i Fud-programmet (sid. 311) anger att återfyllnaden i sig inte är en barriär, även om det bedöms viktigt att hindra vattentransporter i tunnlar och ventilationshål. Tunnel från markytan till förvaret, liksom ventilationshålen, kan utgöra en potentiell väg för transport av vatten från och till förvaret. Nämnden ställer också frågan om man ur ett riskperspektiv borde betrakta återfyllnaden som en enskild barriär.

Oss och Avfallskedjan noterar att SKB har utrett flera alternativ till återfyllnadsmaterial, men har ännu inte valt referensalternativ. I Fud-program 2007 saknas information om tydliga och uppdaterade funktionsvillkor för återfyllnaden, vilket är viktig information då bolaget nu signalerar att bentonitbufferten runt kapslarna inte behöver fungera längre än till att återfyllnaden sker.

Fud-program 2007 ger inte klarhet i om valet av Friedlandlera som återfyllningsmaterial överhuvud taget är lämpligt utifrån långsiktig säkerhetssynpunkt, med tanke på att leran inte uppfyller de kvalitetskrav som SKB själv satt upp.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB:s program för återfyllningen har konkretiserats och att åtgärder har vidtagits för att hantera de relativt stora osäkerheter som finns för återfyllningens långsiktiga funktion. Problemen i sammanhanget är att det befintliga och väl beprövade konceptet med en in-situ kompakterad återfyllning (som testades under till exempel ”Backfill and Plug test”) inte ger tillräckligt låg hydraulisk konduktivitet, samt att olika typer av erosionsprocesser kan påverka återfyllningens funktion. SKB har dessutom i de tidiga stegen av sitt program koncentrerat sig mer på bufferten med en begränsad ambitionsnivå för återfyllningen. SKI bedömer dock att den nu finns ett tydligare och mera omfattande program som bör göra det möjligt att få fram ett tillräckligt underlag för en tillståndsansökan och kommande steg i SKB:s program. SKB bör överväga alternativet med såväl rektangulära som sågade sfäriska block anpassade till en fullortsborrad tunnel (se avsnitt 5.4).

Det är en brist att det i Fud-program 2007 inte finns en bra översikt och diskussion över vilka leror som kan vara lämpliga och som för närvarande undersöks. I texten omnämns endast Friedlandlera, medan andra material finns med i olika figurer i kapitel 25. SKB behöver ta fram ett strukturerat program kring vilka material som behöver ingå i de experimentella studierna med tanke på dels att betydelsefulla skillnader bör illustreras, dels så att resurser för de utredningar som planeras utnyttjas på ett effektivt sätt. Liksom för bufferten anser SKI att SKB bör nämna specifika material i sin ansökan om att få uppföra en slutförvarsanläggning. För dessa material bör det finnas en sammanställning av önskad och faktisk kemisk och mineralogisk sammansättning som har baserats på ett karaktäriseringsarbete. Det behöver diskuteras om det kan förekomma föroreningar som kan inverka negativt på återfyllningens funktion och slutförvarets långsiktiga säkerhet

(organiskt material, sulfider o.s.v.). Om så är fallet behöver gränsvärden etableras. På motsvarande sätt behövs angivelser för minimala halter av mineral som bidrar till återfyllningens eftersökta egenskaper (till exempel för smektit). Inom granskningen av SR-Can konstaterade SKI och SSI att betydligt mera utförliga beskrivningar av återfyllningens initialtillstånd skulle vara önskvärda inför SR-Site.

## 6.6.2 Vattentransport i återfyllningen

### *SKB:s redovisning*

SKB har genomfört laboratoriestudier för olika återfyllningsmaterial med syfte att undersöka vilken *torrdensitet* som behövs för att uppnå tillräckligt låg hydraulisk konduktivitet. Kravet på maximal hydraulisk konduktivitet ( $10^{-10}$  m/s) uppnås vid en lerdensitet mellan 1 100 och 1 500 kg/m<sup>3</sup>, medan en blandning av lera och krossat berg kräver en densitet större än 1 700 kg/m<sup>3</sup>. I praktiken är dock en densitet i det lägre intervallet inte tillåten beroende på kravet att en återfyllning ska motstå det svälltryck som uppstår i samband med att bufferten mättas. Den större säkerhetsmarginal som ges av en naturlig svällande lera är en betydande fördel, liksom att en högre grad av homogenitet kan uppnås. SKB planerar att eventuellt genomföra kompletterande mätningar med de viktigaste alternativa materialen samt med prover från en utgrävning av "Backfill and Plug test".

Den lägre hydrauliska konduktiviteten för naturliga leror medför att återmättnadstiden blir betydligt längre i jämförelse med blandningarna av lera och krossat berg. SKB har genomfört simuleringar som indikerar återmättnadstider som varierar mellan 1-150 år. Förutom materialvalet är avståndet mellan vattenförande sprickor i en deponerings-tunnel den viktigaste faktorn vid beräkningen av återmättnadstid. SKB avser att under den kommande Fud-perioden genomföra nya beräkningar där alternativet förkompakterade block studeras mera ingående. Kunskapen om bevättningsförloppet är för detta alternativ mycket begränsad och nya laboratoriestudier kommer därför att övervägas som ett komplement till simuleringar. Eftersom detta alternativ dessutom innebär att pellets måste användas tillkommer frågor kring den integrerade funktionen av block och pellets. Återmättnadsförloppet behöver studeras under både förhållanden av låga inflöden och höga inflöden.

### *SKI:s bedömning*

SKI anser att SKB har identifierat och påbörjat lämpliga aktiviteter för att få ett tillräckligt underlag för bedömning av den hydrauliska utvecklingen med det nya alternativet förkompakterade block samt pellets. Resultat från laboratoriemätningar och datorsimuleringar är dock ofta avhängiga förutsättningar som endast med säkerhet kan kontrolleras med storskaliga tester. Senast innan drifttagningen av ett förvar behöver resultat finnas framme som visar att SKB:s nya koncept för återfyllning fungerar under realistiska förutsättningar. SKI anser att Fud-program 2007 är otydlig beträffande planerna för nya sådana storskaliga försök. Det bör noteras att det redan nu finns betydelsefulla resultat från storskaliga tester men tunnarna i till exempel Prototypförvaret och "Backfill and Plug test" återfylldes med en metod som i vissa väsentliga avseenden skiljer sig i förhållande till den nu prioriterade metoden.

Under SR-Can granskningen konstaterades att det finns frågetecken kring hanteringen av randvillkor för modellering av den tidiga hydrauliska utvecklingen, samt representationen av bergets hydrauliska egenskaper under omättade förhållanden. Dessutom kan växelverkan mellan återfyllning av buffert behöva studeras ytterligare för vissa potentiellt ogynnsamma fall i vilka berggrunden delvis är mycket tät. En tät berggrund kan också innebära vissa fördelar som till exempel minskad erosionsrisk och långsammare radionuklidtransport ut ur tunnelsystemet. Ytterligare studier kring återfyllningens funktion i torrt berg har en särskild betydelse om det blir aktuellt att etablera ett slutförvar i den sprickfattiga Forsmarkslinsen.

I och med att SKB nu har fört fram ett huvudalternativ, som baseras både på nya material och nya tillverkningsmetoder, behöver det visas inte bara att tidigare problem är lösbara (det vill säga att den nya återfyllningen får en lägre hydraulisk konduktivitet) utan även att det inte finns andra okända problem kring implementering eller långtidfunktion. SKI anser därför att SKB bör se över omfattning och inriktning på verksamheten vid Äspölaboratoriet som syftar till att förbättra kunskaperna kring implementering av teknologi för buffert och återfyllning.

### **6.6.3 Svällning av återfyllningen samt erosionsprocesser**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har gjort mätningar i laboratorieskala av hur svälltrycket påverkas av lerportal för naturliga leror och bladningar mellan lera och krossat berg. Experimenten har genomförts med grundvatten av två olika salthalter (3,5 % respektive 7 %). Resultaten visar att alla material uppfyller kraven vid samtliga portal. Marginalerna är dock större för de naturliga lerorna. Kriterier vid bedömningen av materialens funktion är förutom svälltryck också hydraulisk konduktivitet och kompressibilitet. SKB genomför för närvarande tester av materialens självläkningsförmåga genom att experimentellt studera hur pass effektivt hålrum i ett material försluts. Det visar sig att bladningar av lera och krossat berg har mycket sämre självläkningsförmåga och detta är också det främsta skälet till att SKB kommer i det fortsatta arbetet att prioriterade de naturliga lerorna. SKB kommer inom den kommande Fud-perioden främst att studera homogeniseringsförloppet och samverkan mellan komponenterna återfyllning, buffert och berg.

I programmet får återfyllningen ingår även försök för att utreda betydelsen av erosion i bufferten. Initialt kan kanalbildning äga rum innan fullt svälltryck utvecklats vilket leder till förlust av material. SKB anger att salthalt och vattenflöde är de viktigaste faktorerna vid beräkning av omfattningen av erosion. Osäkerheterna vid bedömningen av erosionens betydelse anses dock fortfarande vara stora. Processen är till stor del analog med bufferten men eftersom självläkningsförmågan är sämre kan effekterna bli mera bestående. Under den kommande Fud-perioden kommer SKB fortsätta studierna av erosionsprocesser med målet att kunna gränssätta mängden eroderat material innan fullständig tätning mot berget har uppnåtts.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI bedömer att det trots de identifierade osäkerheterna kring erosionsprocesser bör finnas förutsättningar att utforma en återfyllning som uppfyller krav med avseende på

svälltryck och täthet. Möjligheten att täta deponeringstunnlar för att minimera flöde och inströmning av djupa salta grundvatten är viktig i detta sammanhang. Med nuvarande kunskapsnivå förefaller det dock inte vara möjligt att utesluta en minskning av återfyllningens täthet på lång sikt. SKB bör därför ta fram ett underlag för att bedöma risken för långsiktig erosion även för återfyllningen och utvärdera påverkan på långsiktig säkerhet.

I Fud-program 2007 saknas en diskussion kring risken för erosion av återfyllningen med glaciala smältvatten. SKI och SSI noterade också i samband med sin granskning av SR-Can att SKB inte heller i detta sammanhang inkluderade denna process. I och med att det finns ett prioriterat forskningsprojekt för erosionsprocesser i bufferten bör SKB delvis kunna utnyttja kommande resultat från detta projekt för att även utvärdera betydelsen för återfyllningen. Skillnader beträffande både processer och implikationer behöver dock särskilt belysas.

SKI anser att SKB har ett bra program för att utvärdera och hantera risken för ”piping/erosion” under den initiala återmättnadsfasen för återfyllningen. Förutom den rent empiriska informationen som behövs för att gränssätta erosionens storlek under olika betingelser behövs även en bättre teoretisk förståelse för de involverade mekanismerna. Även i detta fall finns betydande skillnader mellan buffert och återfyllning som behöver hanteras. Placering av deponeringstunnlarna är till exempel inte lika flexibel som placeringen av deponeringshål, vilket medför att ”piping/erosion” inte kan hanteras med de enkla flödesvillkor som SKB diskuterat i fallet med bufferten.

Återfyllningens funktion har sannolikt en högre känslighet för grundvattnets salthalt i jämförelse med bufferten och det är därför viktigt att SKB kan motivera vilken maximal salthalt som en specifik återfyllning är utformad för. En ökning av densiteten för återfyllningen bör till exempel innebära en större tålighet för salt grundvatten. SKB bör vid den plats-specifika utvärderingen av den grundvattenkemiska utvecklingen visa att gränsvärden för maximal salthalt för återfyllningen kan uppfyllas.

#### **6.6.4 Integrerade studier av återfyllningens funktion samt radionuklidtransport**

##### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att genom provtagning under brytning av delar av det befintliga prototypförvarsförsöket att få kompletterande information kring återfyllningens tillstånd en längre tid efter installationen. Inom Baclo-projektet undersöks olika material för det nya konceptet med pressade block och pellets. I kapitlet om bufferten anger SKB att ett nytt prototypförvar för KBS-3V planeras.

Beträffande radionuklidtransport arbetar SKB med att vidareutveckla programkoder för fallen med advektion/korrosion samt skjuvning av kapseln. SKB planerar inga ytterligare studier kring sorptions eller transportparametrar för återfyllningen. Inom radionuklidtransport har ett särskilt fall simulerats med 100 gånger högre konduktivitet för återfyllningen. Denna förändring hade en begränsad betydelse för resultaten i SR-Can.



### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på att det finns planer kring nya storskaliga försök, även om redovisningen kring detta är mycket kortfattad i Fud-program 2007. Sedan det ursprungliga prototypförvaret installerades har brister uppdagats och konceptet kring återfyllningen är helt annorlunda. Det finns idag också mera utförliga kunskaper kring förvarets initiala utveckling och bättre kapacitet att utföra simuleringar för kopplade processer. SKI anser därför att nya instrumenterade försök vid Äspölaboratoriet är angelägna. Installation av ett nytt prototypförvar skulle också ge underlag för bedömningar kring genomförbarhet för den aktuella utformningen av slutförvaret inför kommande steg i SKB:s program. Det är viktigt att ett nytt prototypförvar, på samma sätt som det befintliga, inkluderar en del för återfyllningen.

SKI ser positivt på SKB:s anpassning av modelleringsverktygen för radionuklidtransport till de fall som är mest relevanta i riskanalysens perspektiv. Beträffande parametrar för radionuklidtransport anser SKI att SKB behöver göra en uppdatering/avstämning av befintliga databaser så att dessa är tillämpliga även för de materialval och den utformning av återfyllningen som ansökan kommer att baseras på. Det är förvisso ett positivt resultat att återfyllningens konduktivitet endast befanns ha en begränsad påverkan på flödesförhållanden runt slutförvaret (Hartley m.fl., 2006a, Hartley m.fl., 2006b). SKI anser dock att mera detaljerade studier av detta fall är befogade för att säkerställa att denna slutsats gäller för aktuell förvarsutformning. Som en grund för sådana simuleringar behövs också ett bättre underlag som visar hur återfyllningens egenskaper kan påverkas av erosionsprocesser m.m.

Redovisningen kring återfyllningen i Fud-program 2007 begränsar sig till fysikaliska processer och radionuklidtransport. SKI anser dock att SKB även bör beakta (bio)kemiska processer i sitt program. Förståelse för kemiska processer i återfyllningen kan till exempel påverka bedömning av risken för erosion på grund av glaciala smältvatten. Sulfatreduktion i en återfylld tunnel skulle också möjligen kunna påverka tillförsel av sulfid till kopparkapseln. Även om återfyllningens mekaniska egenskaper och dess påverkan av kemiska processer (till exempel växelverkan med cement) inte är lika viktiga som buffertens behovs för fullständighetens skull även en redovisning av dessa processer.

### **6.6.5 Återfyllning av andra utrymmen förutom deponeringstunnlar**

#### ***SKB:s redovisning***

I Fud-program 2007 saknas ett specifikt avsnitt kring detta tema. En koppling till långsiktig säkerhet som SKB dock har med i Fud-program 2007 är att återfyllda tunnlar ovan förvarsnivån kommer att frysa under perioder av permafrost. Detta finns beskrivet i avsnittet om frysning av återfyllningen (avsnitt 25.2.5). En frysning av återfyllda tunnlar påverkas inte enbart av djupet utan även av att den specifika ytan är lägre för dessa material än för bufferten. Experimentella och teoretiska studier av dessa fenomen planeras.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att det är en brist att det i Fud-program 2007 saknas ett avsnitt om återfyllning av transporttunnlar, stamtunnlar, centralområde, schakt och ramp. Visserligen är det lång tid kvar tills sådana aktiviteter eventuellt kommer till stånd, men förutsättningar för förslutningen av ett förvar behöver kunna bedömas vid granskningen av SKB:s kommande ansökan.

SKI anser att SKB behöver utveckla koncept för förslutning av samtliga utrymmen i ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB bör vidare beakta FOI:s synpunkter (avsnitt 5.4) och redovisa hur utformning av återfyllningen kan påverka en avsiktlig utgrävning. Konsekvenser av frysning och efterföljande upptining i form av påverkan på bufferten, berg, radionuklidtransport m.m. bör ingå i SR-Site. Det är därför bra att SKB har upprättat en plan för att utreda dessa frågor.

#### **6.6.6 SKI:s sammanfattande bedömning återfyllning**

SKI konstaterar att betydande insatser återstår innan kunskaperna kring både praktiska hanteringsfrågor för återfyllningen och analys av långsiktig utveckling når samma nivå som för kapsel och buffert. SKI bedömer dock att SKB i Fud-program 2007 har höjt ambitionsnivån för arbetet med återfyllningen och att det idag finns konkreta planer för att fylla igen de viktigaste kunskapsluckorna.

SKI anser att de återfyllningsmaterial som SKB för närvarande undersöker inte har redovisats ordentligt i Fud-program 2007. Liksom för bufferten efterlyser SKI även en tydligare kravspecifikation för återfyllningen med avseende på bland annat kemisk och mineralogisk sammansättning. Enligt SKI behövs mera konkreta planer kring storskaliga demonstrationsförsök som behöver genomföras för att undersöka återfyllningens funktion under så realistiska betingelser som möjligt.

SKI bedömer att SKB har ett lämpligt program för att begränsa och förutsäga den initiala erosionsrisk som föreligger under den tidiga återmättnadsfasen. Risken för en långsiktig erosion av återfyllda tunnlar behöver dock uppmärksammas mera. I båda fallen bör SKB eftersträva en bättre teoretisk förståelse för de styrande erosionsmekanismerna. Konsekvenser av att återfyllningens täthet gradvis minskas bör även utredas. SKI anser slutligen att det i Fud-program 2007 fattas redovisning kring kemiska processer i återfyllningen samt information om återfyllning av andra förvarsområden förutom deponeringstunnlar.

### **6.7 Geosfär**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 26 Geosfär i Fud-program 2007.

#### ***Generella synpunkter från remissinstanserna***

Oskarshamns kommun (säkerhetsgruppen) anser att några av processbeskrivningarna för geosfären är väl genomgångna och dokumenterade medan andra knappt är påbörjade. Vidare påpekar kommunen att fortsatt forskning återstår för att få en fullständig bild av vilka processer som påverkar säkerheten. Vidare framhåller

Oskarshamns kommun (Misterhultsgruppen) att Fud-programmet domineras av modeller och att intrycket är att det finns en stor tilltro till modellerna, så stor att frågan måste ställas om modellerna skapar verkligheten och inte tvärt om. Gruppen anser att kravet på modellvalidering, det vill säga att modellerna ger en bild av verkligheten som är konsistent och inte motsägs av verkliga förhållanden, är viktigt. SKB använder jämförelser av olika modeller vilket gruppen i samband med användningen av förstärkande ord, exempelvis som i formuleringen ”mycket god överensstämmelse” anser kan förleda läsaren att tro att man kommit verkligheten närmare enbart genom att få olika modeller att överensstämma. Gruppen framhåller därutöver att det är önskvärt att valideringen görs tydlig och att resultat och prognoser som modellerna skapar stämmer med verkliga förlopp.

Vetenskapsrådet framhåller att en stor del av SKB:s resultat är baserade på simuleringar och modelleringar. Vetenskapsrådet anser att det inte framgår så tydligt hur väl simuleringarna stämmer överens med faktiska observationer utan bara att de har utvärderats. Vidare anser Vetenskapsrådet att behovet av fortsatt modellutveckling antyder att modellerna inte är de tillförlitliga verktyg som behövs. Vetenskapsrådet framhåller att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringar av grundvattenströmningen, mikrobiell aktivitet, gasbildning/gaslösning, metanisomsättning och saltutfrysning. Slutligen anser Vetenskapsrådet att det samlade intrycket av geosfärsdelen är att SKB har en god bild av vad som måste göras och hur det ska ske men att man kan ifrågasätta om det är realistiskt att hinna genomföra detta till slutet av 2009.

Östhammars kommun framhåller att en del av resultaten från platsundersökningarna och Äspölaboratoriet kan vara svåra att använda i riskberäkningar, samtidigt som det är viktigt att få med även kvalitativa resultat i bedömningen. Kommunen ställer därför frågan hur SKB hanterar kvalitativa data i riskbedömningen.

Östhammars kommun och den lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark framför att resultat från modeller över berget och dess egenskaper ibland strider mot faktiska observationer och frågar hur SKB hanterar en sådan motsättning.

### **6.7.1 Initialtillstånd i geosfären**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB inleder med att definiera initialtillståndet som det tillstånd för geosfären som råder då förvaret just förslutits. Analysen för långsiktig säkerhet utgår från detta. För bedömning av påverkan behövs kännedom om tillståndet innan förvaret byggs. Förvaret påverkas under sin livslängd av ett stort antal olika processer som inryms under begreppen termiska, hydrologiska, mekaniska och kemiska processer. SKB framhåller också att resultatet av platsundersökningarna är det primära underlaget för att kunna bestämma geosfärens tillstånd efter förslutning med hänvisning till del II i Fud-programmet.

### ***SKI:s bedömning***

Så vitt SKI kan bedöma har SKB identifierat de processer som kan påverka förvarets långsiktiga säkerhet efter förslutning. SKI noterar att SKB uppmärksammat myndighetens synpunkt framförda i förra Fud-programmet att det är minst lika viktigt att uppmärksamma de störningar som sker genom utsprängningen av förvaret, vilket påverkar de bergmekaniska och termiska initialtillståndet utöver påverkan på grundvattenflöde, grundvattentryck och grundvattenkemi i jämförelse med rådande tillstånd före byggstart.

SKB borde även ha redovisat vilka resurser samt vilken beredskap och flexibilitet som finns för att ta hand om platsspecifika frågor som kräver någon typ av förnyade forskningsinsatser utgående från erfarenheterna från platsundersökningarna.

### **6.7.2 Värmetransport och termisk rörelse**

#### ***SKB:s redovisning***

Arbetet med att utveckla, kalibrera och verifiera metoder för bestämning av termiska egenskaper har fortsatt, liksom arbetet med att omsätta resultatet till termiska modeller i olika skalor. En termisk modell för Prototypförvaret i Äspölaboratoriet har upprättats med syftet att pröva och värdera användbarheten och tillförlitligheten hos den termiska modellen. Resultatet visar att den modellerade temperaturutvecklingen stämmer väl med uppmätta data som visar att skillnaderna är mindre än 2°C.

SKB nämner också att inom ramen för platsundersökningarna har ett utvecklingsarbete fokuserat på alternativa bestämningar av bergarternas termiska ledningsförmåga.

SKB anser att risken för kapselskador på grund av termomekanisk belastning i praktiken är försumbar. SKB utgår då ifrån att inga kapselhål kommer att skäras av sprickor med en utsträckning som är större än 700 m i stupningsriktningen.

SKB har inom ramen för Apse-försöket analyserat termiskt genererade rörelser och spänningsförändringar. Den termomekaniska utvecklingen av Prototypförvaret kommer att analyseras med en metod liknande den som tillämpats för Apse-försöket och baseras på verifierad termisk analys.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oss och Avfallskedjan anser att det saknas en begriplig analys av hur temperaturförhållandena i förvaret kommer att förändras under verksamhetens gång; alltefter det kapslarna börjat komma på plats och sedan framåt åtminstone det närmaste årtusendet. De saknar vidare ett resonemang och en konsekvensanalys om det förhållande att bergkroppen sakta kommer att värmas upp till en temperatur på mellan 60 och 100°C och därefter sakta svalna under århundraden för att efter omkring 1 000 år fortfarande hålla ca 60°C.

Oss och Avfallskedjan anser även att en genomarbetad analys måste ge svar på vilken betydelse temperaturskillnader och temperaturgradienter kommer att få för spänningsförhållanden och sprickbildning i berget och på vilket sätt detta kommer att

påverka grundvattenrörelserna i området. En sådan analys måste göras för både Forsmark och Laxemar så att det går att avgöra vilken betydelse dessa faktorer har för platsvalet.

### ***SKI:s bedömning***

SKI kan konstatera att SKB varit framgångsrika i att utveckla termiska modeller för Forsmark och Laxemar. SKB har också kunnat demonstrera en god överensstämmelse mellan temperaturutvecklingen i bergmassa och buffert i Prototypförvarsförsöket och de numeriska beräkningarna, inkluderande spalteffekten mellan kapsel och buffert.

SKI stödjer SKB:s program för kvantifiering och begränsning av osäkerheter i temperaturberäkningarna i olika skalor och speciellt planerna på att tillämpa geostatistiska metoder för att bestämma rumslig variation och uppskalning av termiska egenskaper och dess koppling till de geologiska platsmodellerna.

SKI anser att det finns en risk för att såväl kortare som längre sprickor i omgivande berg runt ett kapselhål, genom termomekanisk belastning kan börja propagera från en sprickända och förenas med andra sprickor. Detta kan i sin tur medföra ökning av grundvattenflödet runt deponeringstunnel och deponeringshål. Ingen av de metoder som beskrivs i SKB:s planerade program för termisk rörelse berör detta problem.

### **6.7.3 Rörelser i intakt berg, reaktivering och nysprickbildning**

#### ***SKB:s redovisning***

##### *Rörelser i intakt berg*

I tidigare studier jämfördes kriterier för olika typer av brott som kan utbildas i anslutning till förvarets hålrum. SKB har i tester av platsmodellerna funnit att risken är stor för termiskt inducerad spjälkning ett fåtal år efter deponering i torra deponeringshål. SKB anser att om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med största huvudspänningsriktningen är risken för spjälkning under byggskedet liten.

Apse pelarförsök i Äspölaboratoriet har gett SKB ny kunskap om förutsättningar för spjälkning och propagering längs deponeringshålets väggar. Ett moderat mottryck från en trycksatt gummikudde motverkade spjälkning. Från detta drar SKB slutsatsen att svälltrycket från bentoniten motverkar spjälkning i deponeringshålen. Närmsta planer är att i ett småskaligt fältexperiment studera om en icke vattenmättad pelletfyllning intill deponeringshålets vägg förmår hindra spjälkning.

##### *Reaktivering – rörelse längs befintliga sprickor genom jordskalv*

I Fud-programmet 2004 refererade SKB till studier om spricksystemens roll för deformationer i närområdet vid tunneluttag och borrning av deponeringshål och även till skjuvrörelser på grund av jordskalv. SKB har genomfört dynamiska simuleringar av seismiskt inducerade skjuvrörelser hos sprickor. Resultaten antyder att det statiska bidraget till den inducerade sprickrörelsen dominerar, vilket möjligen kan innebära att det räcker att genomföra rent statiska analyser såsom de som redovisades i SR 97. Dokumenterade jordskalvsinducerade skador på konstruktioner under mark visar att effekterna i form av deformationer är begränsade till området allra närmast skalvet (SKB, 2002).

Beräkning med koden Udec visar att tunnlar i slutförvaret skulle behöva ligga tätare än 20 m för att effekten av tunnlarna (utgöra ett svaghetsplan) inte skall vara försumbar.

För att analysera effekter av jordskalv använder SKB frekvent den diskreta elementkoden 3Dec. I en genomförd studie har storleken bestämts på de sekundära skjuvrörelser som kan induceras i sprickor på olika avstånd från ett skalv. Resultatet visar att den maximala beräknade skjuvrörelsen hos sprickor på 200, 600 och 1 000 m avstånd från ett M6 skalv med god marginal blev mindre än 10 cm som är nu gällande kapselskadegräns. SKB bedömer att resultaten även gäller för M7 skalv.

Beräkningsmetodiken i SR-Can utgår från en uppskattad årlig sannolikhet för skalv av magnitud 6 eller större, vilken normaliseras till ett cirkulärt område med radien 5 km runt förvaret. Den totala sannolikheten fördelas lika mellan alla kända deformationszoner inom förvarsområdet. SKB bedömer att detta är ett försiktigt men dock orealistiskt antagande. Sannolikheten för större skalv borde rimligtvis vara högre för vissa zoner, eftersom det finns betydande bergmekaniska och geometriska skillnader. Denna fråga utreds i pågående studier.

Termohydromekaniska effekter av framtida glaciation/deglaciation på ett slutförvar har även studerats inom ramen för Decovalex-projektet (fas III 1999-2003).

Genom tillämpning av Dinsarteknik nämner SKB att inga rörelser under den studerade perioden har observerats i något regionalt lineament eller i någon sprickzon i Forsmark.

#### *Nysprickbildning*

SKB nämner att Apse-experimentet har till sina väsentliga delar utvärderats. Angående säkerhetsaspekter på den störda zonen har detta behandlats inom ramen för SR-Can där SKB anser att inga säkerhetsmässiga problem föreligger med en förhöjd konduktivitet med en och en halv storleksordning men en grundläggande förutsättning är att tunneldrivningen sker enligt kvalitetssäkrad praxis.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Miljöförbundet jordens vänner (MJV) noterar att i Fud-rapporten beskrivs i kap 26.2.7 modellberäkningar av sekundära skjuvrörelser inducerade i sprickor på olika avstånd från ett skalv. Resultatet i figur 26-7 visar att den maximala förskjutningen blir 60 mm i sprickor med diametern 300 m på ett avstånd på 200 m från jordskalv av styrka 6 på Richterskalan. Tröskelvärdet för kapselskada är 100 mm förskjutning.

MJV konstaterar att det inte framgår hur väl den använda modellen ovan överensstämmer med verkliga förhållanden. Beräkningarna gjordes utifrån styrka 6 och bedömdes också gälla för styrka 7. Huruvida resultatet också gäller vid styrka 8 framgår inte. Om så inte är fallet menar MJV att beräkningarna borde göras om med styrka 8 som utgångspunkt. Om resultatet påverkas så bör avståndet till närmsta jordbävningstråk utökas.

Milkas (Mörner) anser att en meningsfull seismisk riskanalys måste inkludera paleoseismiska data med hänvisning till observerade fälldata som bekräftar att ett större antal jordbävningar med magnitud >6 inträffat under de senaste 12 000 åren.

Milkas (Mörner) framhåller även att talet om förekomst av stabila plintar kan ifrågasättas. Som stöd för detta anger Mörner två exempel från Finland och Grekland. I Finland har en förkastning skurit rakt över en intrusionsdom trots att svaghetszoner omger domen där rörelsen enligt SKB:s teori borde tagits upp. I Grekland skedde ett jordskalv 1981 som inte följde gamla förkastningslinjer utan orakade en helt ny linje som utplånade en by 10 km från den gamla förkastningslinjen. Enligt Mörner är sådana förlopp snarare regel än undantag längs regionala förkastningszoner.

Oss och Avfallskedjan framhåller att det framgår att det finns mycket kvar att göra inom områdena bergmekanik och andra geologiska utredningar innan man kan säga någonting säkert om bergrörelser och sprickbildning i ett projekt av detta slag. Detta gäller oavsett om man betraktar det korta perspektivet (byggande- och driftsskede) eller det längre förvarsskedet som rör sig om årmiljoner.

SSI noterar att respektavståndet till sprickzoner och kriterier för val av deponeringshål har potentiellt stor betydelse för ett slutförvars känslighet för postglaciala jordskalv. Fud-program 2007 ger ingen bra helhetsbild av de kritiska osäkerheterna kring bedömningen av skalvens betydelse eller de åtgärder som behöver vidtas för att minimera riskerna för skadlig påverkan på slutförvaret. SSI anser att SKB, utifrån en samlad problembeskrivning, bör härleda och redovisa ett program för fortsatt arbete som belyser utveckling av modeller för att bedöma effekterna av ett jordskalv, metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner, ytterligare arbete med diskreta nätverksmodeller samt utveckling av respektavstånd och kriterier.

Uppsala universitet nämner det geovetenskapliga perspektiv som har att göra med den fysiska stabiliteten av ett område, dels geotekniska frågor i samband med konstruktionen och bruket av den underjordiska anläggningen, dels effekterna av eventuella tektoniska rörelser inklusive jordbävningar. Eftersom dessa rörelser är långsamma och episodiska i sin karaktär, så är långsiktiga mätningar av eventuella deformationer nödvändiga.

Universitet konstaterar vidare att de allra flesta jordskalv sker i redan existerande förkastningar, det vill säga förkastningen ”reaktiveras”. Reaktiveringen kan ske till exempel på grund av en ändring i belastningen, exempelvis relaterad till isbelastning under en glaciationscykel, men kan också ske som en del i den konstant pågående deformationen relaterad till jordens sammankopplade plattetektoniska system. I Fud-program 2007 diskuteras dock reaktiveringen nästan uteslutande som beroende på en större jordbävning, det vill säga ett sekundärt fenomen, som seismologer refererar till som efterskalv. Diskussioner om den primära reaktiveringen, det stora skalvet, begränsas dock nästan uteslutande till glaciala skalv. Att undersöka glacialt inducerade skalv är nödvändigt i långtidsperspektivet, men eftersom de första tusen åren på många sätt är mest kritiska ur bränsleaktivitetssynpunkt, är jordbävningsriskerna kopplade till den tektoniska bakgrundsseismiciteten, det vill säga aktiviteten som pågår under nuvarande förhållanden. Den låga bakgrundsaktiviteten i Sverige innebär att datamängden är begränsad. Det finns inte tillräckligt med data för att belysa vad den maximala magnituden i Sverige kan vara. Indirekta argument baserade på landets geologi tyder på att stora skalv (magnitud 7 och 8) troligtvis kan ske, men sannolikheten för sådana skalv är liten. Enligt befintliga data och Gutenberg-Richter konceptet, kan ett

skalv av magnitud 6 förväntas i eller i närheten av Sverige ca en gång per sekel, en magnitud 7 en gång per tusen år, osv. Det är därför viktigt att den seismiska aktiviteten i landet fortsätter att övervakas under en lång tidsperiod, för att gradvis ge större insikter i fördelningen av skalv och därmed kunna förbättra bedömningen av seismiska risker. Här bör även beaktas frågor som om den största risken kommer från stora eller upprepade mindre skalv.

Universitetet framför vidare att alltmer data dessutom tyder på att seismiciteten är episodisk i tid och rum till sin karaktär, samt att aktiviteten kan flytta sig geografiskt över stora områden på en tidskala av till exempel år eller decennier. Därför skulle seismiska mätningar enbart i närheten av ett förvar inte utgöra en tillräcklig övervakning av seismiciteten i stort. SKB bidrar idag till en lämplig seismisk övervakning av Sverige. Det är viktigt att detta arbete fortsätter som ett långsiktigt åtagande.

### ***SKI:s bedömning***

#### *Rörelser i intakt berg*

SKI håller med SKB om att Apse-experimentet har gett SKB ny kunskap om spjälkning i deponeringshål med trovärdiga slutsatser om bergets egenskaper då det utsätts för termomekanisk belastning.

SKI håller också med SKB i antagandet att om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med största huvudspänningsriktningen är risken för spjälkning under byggskedet *mindre* än för orientering i andra riktningar. Detta styrks av SKI:s konsulter Backers & Stephansson (2008) slutsats gällande Forsmark men konsulterna har funnit att spjälkbrott inträffar vid lägre spänningar (ytligare) än vad Martin (2005) anger i sin rapport om spjälkning. Backers & Stephansson konstaterar också att svälltrycket från bentoniten bromsar utvecklingen av bergutfall (breakouts) men detta leder till sprickinitiering och ökad spricklängd för tensionssprickorna i största huvudspänningsriktningen. Detta har ännu inte diskuterats av SKB.

#### *Reaktivering – rörelse längs befintliga sprickor, nysprickbildning*

SKI har i olika sammanhang påtalat avsaknaden av studier gällande hållfasthet och deformation av stora sprickor och sprickzoner. Denna typ av studier är angelägna mot bakgrund av regionala och lokala modelleringar som behövs för analys av spänningstillstånd, bergmassans hållfasthet och frågor kring kopplade processer. I SKB:s program kan SKI inte finna att detta tagits om hand på ett bra sätt.

SKI anser också att SKB i framtiden bör redovisa känslighetsanalyser gällande utförd modellering där sprickor och sprickzoners mekaniska egenskaper varierar. Som ett exempel hänvisas till figur 26-7 i Fud-rapporten där frågan kan ställas hur känsligt resultatet är för variation i friktionsvinkeln (SKB anger 34°) för antagna sprickor och annat portryck.

Beträffande Udec-simuleringarna gällande svaghetsplan framgår inte om analyserna innefattar olika slags belastning (håltagning, värme, svällning, glaciationer) och simulering av hela bergmassan eller enbart stora sprickzoner eftersom det inte finns någon referens angiven.



SKB behöver också redovisa sina synpunkter på vad de anser om att förvaret i sig kan komma att utgöra ett svaghetsplan och därmed utgöra en brottanvisning i samband med framtida jordskalv.

I fortsatt TM-modellering av närområdet i Forsmark och Laxemar, för bestämning av förväntade förändringar av transmissivitet i sprickor i närområdet orsakad av byggande, termisk belastning, svällning av buffert och glaciation, bör SKB beakta möjligheten av nysprickbildning och sprickpropagering och sammanbindning av existerande sprickor i närheten av deponeringshålen. SKI anser att det nya sprickmönstret från varje stegvis typ av belastning kan förändra flödet och transmissiviteten i närområdet till deponeringshålet. Detta innebär att 3Dec-koden behöver modifieras för att kunna simulera nysprickbildning, propagering av sprickor och sammanbindning av sprickor i termomekaniska närområdesmodeller.

Beträffande SKB:s resonemang och utgångspunkter för beräkningsmetodik i SR-Can gällande jordskalv utgår SKB från en uppskattad årlig sannolikhet för skalv av magnitud 6 eller större. SKI och SSI ansåg att SKB har ett bra angreppssätt för hanteringen av jordskalvsproblematiken i SR-Can. Metoden bygger på en uppdelning av problemet med väldefinierade förutsättningar och kriterier för delområden. Den valda fördelningen av krav på de tekniska barriärerna och berget ger en bra utgångspunkt för fortsatt arbete. Myndigheterna bedömde dock att analysen i SR-Can har baserats på ett antal otillräckligt motiverade antaganden, vilket behöver ses över inför SR-Site. Det saknas till exempel en utförlig diskussion om säkerhetsbetydelsen av skalv med olika magnitud.

SKI anser liksom SSI att SKB, utifrån en samlad problembeskrivning, bör härleda och redovisa ett program för fortsatt arbete som belyser utveckling av modeller för att bedöma effekterna av ett jordskalv av magnitud 6 eller större, metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner, ytterligare arbete med diskreta nätverksmodeller samt utveckling av respektavstånd och kriterier för val av deponeringspositioner.

Utgående från myndigheternas granskning av SR-Can anser SKI att SKB:s planer för användning av respektavstånd och kriterier (FPC- resp. EFPC-kriteriet) för val av deponeringspositioner bör ge goda förutsättningar att kunna anvisa ett slutförvar för vilket riskbidraget från jordskalv uppfyller myndighetskrav. Det är dock uppenbart att faktiska beräkningsresultat i SR-Can baserats på mycket preliminär information, så det finns ett behov även fortsättningsvis av en rad åtgärder och ytterligare undersökningar, till exempel bör SKB närmare redogöra för procedurer före och under uppförandet av slutförvaret som bidrar till platsspecifik information för att undvika deponeringshål som korsas av diskriminerande strukturer.

SKB behöver också ange vilka undersökningsmetoder som man kommer att utnyttja i sprängda tunnlar, i vilka det eventuellt finns större risk att missa runtomgående sprickor jämfört med borrhade tunnlar. SKB har enligt SKI:s bedömning ännu inte visat att inga kapselhål kommer att skäras av sprickor med en utsträckning som är större än 700 m i stupningsriktningen. Det återstår även arbete för SKB med att demonstrera att sprickor med en mindre utsträckning inte behöver beaktas i analysen.

Beträffande nysprickbildning anser SKI i likhet med Mörner att detta inte utan vidare kan uteslutas. Det behövs mera ingående resonemang än de som redovisats hittills. SKI anser att även om tecken på postglaciala skalv i Forsmark och Laxemar enligt SKB är få och sannolikheten för framtida skalv enligt Hora och Jenssen (2005) är liten, så bör SKB ändå adressera frågan om framtida nysprickbildning orsakade av skalv i såväl Forsmark som Laxemar.

Beträffande störda zonen och dess påverkan på transmissiviteten i sprängda tunnlar kan SKI hänvisa till vad som framfördes i granskningen av SR-Can. Den brist på kunskap om den störda zonens hydrauliska egenskaper behöver på något sätt åtgärdas av SKB. SKI anser därför att SKB behöver vidareutveckla metodik som visar på eventuell existens av flödesvägar i störda zonen längs med en sprängd tunnels utsträckning (se även kommentar under avsnitt 5.1 och 5.1.3).

#### **6.7.4 Tidsberoende deformationer och erosion**

##### ***SKB:s redovisning***

Resultatet av en genomförd litteraturstudie gällande tidsberoende deformationer visar att man kan förutsätta att förhållandet mellan spänning och hållfasthet måste överstiga vissa tröskelvärden för att någon krypning alls ska ske. SKB föreslår nu en samordnad utredning som ska behandla och öka förståelsen för mikrosprickors uppträdande, subkritisk sprickbildning och krypning och även omfatta olika aspekter på termiskt inducerade mikrosprickor.

Långsiktig erosion av geosfären har av SKB bedömts ha underordnad betydelse för slutförvarets långsiktiga funktion och säkerhet. En genomförd studie visar att medeldjupet av den glaciala erosionen av berggrunden skattades till mellan 0,2 och 4 meter och att erosionens omfattning är minst över flacka urbergspartier.

##### ***SKI:s bedömning***

SKI noterar att SKB hörsammat önskemålet att etablera ett särskilt program inriktat på tidsberoende deformation och sprickdynamik och då särskilt termiskt inducerade mikrosprickor och tidsberoende processer som subkritisk sprickbildning och kryp.

Resultatet från en genomförd studie av SKI:s konsulter Backers & Stephansson (2008) visar att tidsberoende sprickinitiering och propagering är av underordnad betydelse vid aktuella förvarsdjup och rådande bergspänningar.

Beträffande glacial erosion hänvisar SKI till synpunkter som redovisas under avsnitt 6.2 där en slutsats är att om betydande glacial erosion inte kan uteslutas på goda grunder bör detta beaktas vid överväganden kring lämpligt förvarsdjup för slutförvaret.

#### **6.7.5 Grundvattenströmning**

##### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar framstegen inom grundvattenflödesmodelleringen som har uppnåtts inom platsmodelleringen, säkerhetsanalysen och de fristående projekten sedan Fud-

program 2004. SKB påpekar att den fortsatta utvecklingen är starkt kopplad till koderna ConnectFlow, Darcy Tools och Mike She. SKB bedömer att de behov som kan kopplas till SR- i stort sett är tillgodosedda. SKB planerar dock viss vidareutveckling, t.ex. partikelspårningen i ConnectFlow och MikeShe samt modellering av återmättnad i återfyllda tunnlar med DarcyTools. SKB planerar dessutom att förbättra beräkningarna av ythydrologiska vattenbalansen med tillhörande modellkalibrering samt att utveckla förståelsen för vattenutbytet mellan jord och berg. Därutöver redovisar SKB planer på modellering av flera glaciationscyklar med förbättrad realism i antaganden och en utvärdering av det så kallade hyperkonvergenskonceptet.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Energimyndigheten lyfter fram frågan huruvida SKB tar hänsyn till extrema klimatscenarier som leder till stora förändringar i yt- och grundvattenrörelser.

Karlstads universitet (KU) konstaterar att valet av nu aktuella kandidatplatser vid Forsamark och Laxemar inte kan anses uppfylla miljölagstiftningens krav på säkerhetsrelaterad optimering eftersom ingen av platserna valts ut i en process där berggrundens hydrogeologiska egenskaper fått styra urvalet. KU anför vidare att SKB förordar kustnära platser som medför ökad risk för en snabb transport av radioaktiva ämnen uppåt mot marknära nivåer vid läckage från slutförvaret. KU förutsätter att SSI och SKI kommer att uppmana regeringen att ålägga SKB att komplettera platsvalsprocessen vad gäller grundvattnets strömningsmönster så att insatsen motsvarar den optimering som anges i SSI:s anvisningar om geologisk förvaring (SSI FS 2005:5).

KU framhåller att det saknas platsspecifika hydrogeologiska data som skulle göra det möjligt att genomföra kvalificerade bedömningar av hur stora säkerhetsrelaterade fördelar som kan uppnås genom en hydrogeologisk väl vald inlandslokalisering. Vidare anför KU att det finns metodologiska brister i grundvattenmodelleringarna som är väl dokumenterade av SKI:s och SSI:s experter (Geier, 2006 och Dverstorp, 2007).

KU anser att det är generande ovetenskapligt av SKB att beräkna hypotetiska flödesvägar ända ner till 2,5 km djup för KBS-zonens grundvatten för det i beräkningarna angivna normalfallet när SKB i andra sammanhang redovisar att detta lätta grundvatten omöjligen kan nå sådana djup med tanke på att det underlagras av ett markant tyngre, högsalint grundvatten strax under 1 km djup, vilket framgår av SKB:s borrhålsdata från Laxemar.

KU anser att redovisningen i Fud-program 2007 är helt oacceptabel, både som faktisk redovisning av problematiken med ett slutförvar som omges av ett rörligt och ytnära grundvatten och som motivering för det förhållandevis grunda förvarsdjupet, ca 500 m. Enligt universitetet tillkom förvarsdjupet 500 m då man bara hade en fragmentarisk kunskap om hydrogeologiska förhållanden på större djup.

Luleå tekniska universitet framhåller att de är positiva till att SKB aktivt studerar ytnära ekosystem och möjliga interaktioner mellan grundvatten med djupt ursprung och ytnära system.

Miljörelsens kärnavfallssektariat, Milkas (Mörner) framhåller att när isen växer till och trycker ner berggrunden deformerar geoidytan vilket får till följd att grundvattenflödet växlar riktning från generell sänkning idag till generell stigning. Vidare anför Milkas (Mörner) att vattnet tenderar att vandra mot geoidytans nolllyta (för vatten) och vad som ”döljes i djupen” kan då komma upp till bergytan under den täckande ismassan. Milkas (Mörner) anser också att man måste räkna med att snabba flöden till ytan kan förekomma under tidsrymden av 100 000 år.

Milkas (Pettersson) framför att SKB inte ger några uppgifter om tillåtna minimi- och maxflöden av vatten för deponeringshålen. Vidare framför Milkas (Pettersson) att när transport och deponeringstunnlar är utsprängda kommer Östersjöns saltvatten inom 50 år att tränga in i förvaret med en rad negativa konsekvenser.

Milkas (Pettersson) anser att SKB uppenbarligen vill ha kontroll och styrning av vatteninflödet i djupförvaret, men att skälen till detta och hur det ska åstadkommas inte redovisas. Vidare anser Milkas att det bör vara en prioriterad fråga att hindra obestämt ytvatten från att tränga ner i provborrhålen. Milkas framhåller även att svensk och internationell forskning visar att ett platsval i inlandet är gynnsamt ur grundvattenflödessynpunkt tack vare stillastående och långsammare vattenströmmar och att grundvattnet vid kusten trycks upp och ut i havet.

Miljöförbundet Jordens Vänner (MJV) framhåller att regionala grundvattenrörelser kan avgöra var det är lämpligast att lokalisera ett förvar. MJV anser att lokalisering i ett inströmningsområde, till exempel längre från kusten, borde fördröja grundvattnets transporttid till utströmningsområden nära kusten som Forsmark och Laxemar och därmed minska risken för att radioaktiva ämnen ska nå upp till markytan eller ut i Östersjön. Vidare framför MJV att de stödjer SKI:s och SSI:s åsikt att mera kunskap behövs.

MJV är av uppfattningen att Forsmark och Laxemar inte rimligen kan vara lämpliga platser för ett förvar enligt KBS3-metoden eftersom de tänkta platserna för slutförvaret legat under vatten i flera tusen år.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att SKB:s behandling av frågan om regionala grundvattenströmningens vikt för den långsiktiga miljösäkerheten i avsnitt 26.2.3 är mycket omständlig och svårförståelig. Föreningarna framhåller vidare att en lokalisering där de nuvarande platsundersökningarna görs i så kallade utströmningsområden ger mycket korta genombrottsstider på i storleksordningen 50 till 100 år vid ett läckage. Dessa organisationer framför att det vid en lokalisering i ett så kallat inströmningsområde kan ta upp till 50 000 till 100 000 år innan ett läckage når markytan. De drar slutsatsen att radioaktiviteten vid ett läckage har betydligt längre tid på sig att klinga av innan det når människa och miljö. De båda organisationerna anser att såväl inlandsbaserade som kustnära lokaliseringalternativ bör ingå i platsundersökningsskedet i en systematisk platsvalprocess och att de säkerhetsmässiga aspekterna på platsvalet måste ges största tyngd.

Naturskyddsföreningen och MKG hänvisar till att SKI och SSI i ett gemensamt brev framhåller att SKB i modelleringen av regionala grundvattenflödena inte dragit

slutsatser från sin modellering. Föreningarna anser att SKB bör lägga till ett sådant arbete i Fud-planen.

Naturskyddsföreningen och MKG ställer också frågan hur en eventuell ökad nederbörd påverkar grundvattenförhållandena i ett slutförvar.

Oskarshamns kommun (Misterhultsgruppen) framhåller att SKB inte enbart bör modellera avsänkningsen av grundvattnet under bygg-, drift och förslutningsskedet utan även bör behandla konsekvenserna detta får i modellerna. Vad gruppen känner till inkluderar exempelvis biosfärmodellen inte effekterna av en hundraårig grundvattensänkning.

Oskarshamns kommun (Pereira) framhåller att känslighetsanalyserna i SR-Can för påverkan från den störda zonen (på engelska excavation damaged zone, EDZ) är för begränsad och att den underliggande spjälkningsmodellen är alltför förenklad. Kommunen anser därför att en mer platspecifik studie av de termiska och hydrauliska egenskaperna i Forsmark respektive Oskarshamn bör genomföras under perioden. Kommunen anför vidare att det är positivt att SKB avser fortsätta att studera den hydrauliska konduktiviteten i störda zonen.

Oskarshamns kommun (Pereira) noterar att SKB avser att utreda det högsta tillåtna inflödet av vatten till deponeringstunneln vid installationen av återfyllningen. Kommunen ställer frågan ifall detta är tänkt att ske före eller efter att ansökan har lämnats in.

Oss och Avfallskedjan anser att en genomarbetad analys måste ge svar på vilken betydelse temperaturskillnader och temperaturgradienter har för spänningsförhållanden och sprickbildning i berget och hur det påverkar grundvattenrörelserna i området. Oss och Avfallskedjan framhåller vidare att en sådan analys måste göras för både Forsmark och Laxemar så att det går att avgöra huruvida dessa faktorer har betydelse för platsvalet.

Oss och Avfallskedjan framför därutöver att bergets hydrogeologiska egenskaper är av avgörande betydelse för platsvalet eftersom KBS-3 metoden bygger på principen att läckande radioaktiva ämnen ska spädas ut av grundvattnet och intilliggande recipienter som Östersjön. Oss och Avfallskedjan konstaterar att Fud-program 2007 visar att platsvalsprocessen inte har varit vetenskapligt styrd och inte styrd av berggrundens hydrogeologiska egenskaper. Oss och Avfallskedjan anser vidare att detta är i strid mot kravet på BAT och optimering av strålskyddet.

Oss och Avfallskedjan menar att SKB inte har genomfört någon förutsättningslös analys av grundvattenproblematiken, då SKB inte öppet redovisar och utvärderar faktiska förhållanden som kan tala emot tidigare ställningstaganden. Vidare anføres att med utgångspunkt i ”att prognosen är gynnsam för de utpekade kandidatplatserna i Forsmark och Laxemar vad gäller möjligheten att tillgodose kraven på förvarets långsiktiga skyddsförmåga” väljer SKB att inte beakta in- och utströmningsproblematiken som ett urvalskriterium för platsvalet utan hänvisar till ”verifieringssvårigheter” och att SKB ska beakta alla hydrogeologiska aspekter senare i processen. Oss och Avfallskedjan anser att SSI:s granskning av den senaste rapporten bekräftar att det är svårt att finna

den "bästa" platsen ur grundvattensynpunkt. SSI:s externa expertgranskningsgrupp menar att det utifrån gjorda modelleringar och platsspecifika data är lätt att visa att SKB har valt fel område när det gäller Laxemar. Oss och Avfallskedjan framhåller att SSI:s expert Clifford Voss med egna beräkningar visat att man visst kan identifiera platser i inlandet med hydrogeologiska förhållanden som kan ge signifikant högre barriäreffekter jämfört med Laxemar, "a site that would never have been selected if using the site-selection criteria". Oss och Avfallskedjan anser att Voss är mycket tydlig när han sammanfattar sin granskning med "SKB has not used hydrogeology as a positive siting factor". Oss och Avfallskedjan anser vidare att regeringen bör kräva att SKB kompletterar redovisningen av den regionala grundvattenproblematiken så att det blir möjligt att bedöma frågans relevans för platsvalet och på vilket sätt bolagets ställningstagande svarar upp mot SSI:s krav på optimering.

Sveriges energiföreningars riksorganisation (SERO) framför frågan hur SKB tänker hantera grundvattenpåverkan enligt Miljöbalken och EU:s vattendirektiv.

Sveriges geologiska undersökning anser att studierna av permafrostens betydelse för grundvattnets flöde och sammansättning syns gjorda med mycket konservativa utgångspunkter och att programmet för fortsatta studier av detta är rimligt.

Vetenskapsrådet framhåller att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringarna av grundvattenströmningen.

Östhammars kommun och den lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark framhåller att grundvattenströmningarna i berget är en av de viktigaste komponenterna i säkerhetsanalysen. Vidare framför kommunen och säkerhetsnämnden att grundvattnets ålder, som SKB uppskattat under platsundersökningsskedet, kan kopplas till vattenomsättningen i berget. Man anser att SKB inte har använt vattnets ålder i modelleringar av vattenströmningen i säkerhetsanalysen SR-Can och ställer frågan om så kommer att ske i SR-Site.

Östhammars kommun framhåller att vattenflödena i Forsmark är höga i det övre skiktet av berget och att djupet ner till slutförvaret med tätt berg minskar med ökat djup av sprickigt berg. Kommunen ställer frågan om det djup med tätt berg som återstår räcker som säkerhetsmarginal för framtida vatteninträngning.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att det av SKB presenterade programmet för grundvattenströmning har en lämplig detaljeringsgrad och generellt sett är ändamålsenligt. Programmet har en tydlig koppling till frågor som uppdagats i samband med SR-Can redovisningen. SKI anser att SKB har gjort framsteg i hydrologiska modelleringen och har fått viktiga praktiska erfarenheter genom tillämpningen av modellerna i platsmodelleringen och säkerhetsanalysen SR-Can.

SKI saknar i SKB:s program kopplingar från redovisningen av grundvattenströmningen till andra discipliner och avsnitt i Fud-programmet. Exempelvis diskuteras inte de tydliga kopplingarna som finns till glacial hydrologi, geokemi, piping/erosion av buffert och återfyllning, biosfärskapitlet och bergmekaniska processer som inverkar på

hydrogeologin. SKI anser att dessa kopplingar är viktiga för att bedöma ifall SKB hanterat kvarstående frågor på ett lämpligt sätt.

SKI anser att frågan kvarstår om vad som är giltiga randvillkor och strukturella konfigurationer i grundvattenmodelleringen. SKI anser att aspekter som SKB bör utveckla vidare är hur sammansatta parametrar och diskretiseringar i tid och rum hanteras i modelleringen. Hur olika platsegenskaper ska parametreras och skalas upp eller ned är inga enkla frågeställningar inte minst med tanke på att modeller används både inom platsmodelleringen och inom säkerhetsanalysen.

SKI ser positivt på SKB:s planer att studera metoder för kalibrering och andra former av jämförelser av modellresultat med mätdata i samband med den ythydrologiska modelleringen. SKI anser dock att SKB även bör fortsätta att utveckla provning och verifiering av de hydrogeologiska modellerna. Ett led i detta kan vara en utvärdering av de genomförda bekräftande hydrotesterna. SKI anser vidare att SKB bör fortsätta utvecklingen av metoder för långtidsmoniteringen av grundvattnets tryck, flöden och sammansättning, inte minst med tanke på de svårigheter som SKB har haft att få högupplösta mätningar av grundvattentryck under platsundersökningarna. SKI anser att SKB gjort stora framsteg i modelleringen av flöden och blandning av grundvattentyper med olika sammansättning. SKI anser dock att en verifiering av hydromodellerna med hjälp av dessa transportmodeller har begränsningar eftersom resultaten förefaller vara känsliga för initialvillkoren.

SKB framhåller att variabiliteten av sprickaperturen och den därtill kopplade F-faktorn brukar försummas i modeller som innehåller ett stort antal sprickor. SKI anser att denna praxis bör ses över med tanke på ”persisting channeling” konceptet som har introducerats av Öhman m.fl. (2005).

SKI anser att SKB vid beräkningar av grundvattenavsänkning bör beakta hur nederbörden kan tänkas variera under slutförvarets drifttid.

SKI ser positivt på att SKB har genomfört ytterligare modelleringar (Eriksson m.fl., 2006) för att utröna grundvattnets flödesmönster vid hypotetiska inlands- och kustlokaliseringar. SKI och SSI meddelade i ett brev till SKB (SKI dnr.2007/598) att myndigheterna anser att SKB:s studie är väl genomförd och att den på ett mera förutsättningslöst och utförligt sätt illustrerar tänkbara flödesförhållanden i östra Småland jämfört med tidigare studier (till exempel SKB, 2003 och Follin & Svensson, 2003). Myndigheterna bedömer vidare att studien kan ge ett bra underlag för att bedöma betydelsen av storregional grundvattenströmning för lokaliseringen av ett slutförvar. Myndigheterna är dock överens om att SKB bör komplettera studien på nedanstående punkter och att dessa kompletteringar kan redovisas i tillståndsansökan för slutförvaret.

- Utförligare motivera kritiska antaganden och förenklingar som kan inverka på möjligheten att identifiera långa flödesvägar, framförallt val av modelldjup och modell för grundvattenytans läge.
- Genomföra en utförligare utvärdering av beräkningsresultaten som gör det möjligt att jämföra hydrologiska skillnader mellan specifika platser inom förstudie-kommunerna Oskarshamn och Hultsfred samt beskriva de faktorer som gör att vissa

platser i modellen är förknippade långa transportvägar och transporttider från förvarsdjup.

- Föra en diskussion om det finns uppenbara lokala platsegenskaper som kan bryta upp regionala flödesvägar på hydrogeologiskt intressanta områden.
- Illustrera vad ev. platsspecifika skillnader i det regionala strömningsmönstret betyder för säkerhetsanalysens resultat, till exempel med hänsyn till framtida kustlinje- och klimatförändringar.

SKI ser positivt på en platsspecifik tillämpning av hyperkonvergenskonceptet. SKI anser dock att SKB bör förtydliga strategin för en parallell tillämpning av en sådan modelleringsansats tillsammans med ConectFlow och DarcyTools eftersom dessa uppvisar betydande konceptuella skillnader. SKI anser vidare att SKB bör förtydliga hur hyperkonvergenskonceptet påverkar tolkningen av hydrauliska mätningar från platsundersökningarna, samt utförande och tolkning av mätningar som är planerade under uppförande- och driftskedet.

SKI bedömer att det är positivt att SKB arbetar vidare med att ta fram en diskret spricknätverks modell (DFN) för densitetsdriven strömning.

SKI ser positivt på SKB:s ansträngningar att uppdatera konceptet för grundvattenmodelleringen i Forsmark (Follin m.fl., 2007). SKI anser att SKB bör vidareutveckla grundvattenmodelleringen för att återspegla att grundvattentrycken i de kvartära avlagringarna förefaller följa topografin medan grundvattentrycken i underliggande berg (framförallt i domän RFM029) förefaller vara okänsliga för topografin. SKI anser att en fördjupad koppling mellan de hydrogeologiska och ythydrologiska analyserna skulle kunna bidra till en ökad förståelse. SKI anser vidare att SKB bör analysera huruvida grundvattenmodelleringsresultaten är konsistenta med resultaten från de hydrogeokemiska undersökningarna.

## **6.7.6 Advektion/blandning – grundvattenkemi**

### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att fortsätta att genomföra platsspecifika blandningsberäkningar för att få en förbättrad förståelse av förändringar av grundvattnets kemiska sammansättning. SKB planerar också att genomföra beräkningar av salthaltens utveckling vid omfattande klimatförändringar. För utvecklingen av grundvattenmodeller hänvisar SKB till kapitel 26.2.3 Grundvattenströmning.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att salthalten i grundvattnet är viktig faktor ur ett miljöperspektiv. Dessa organisationer påpekar att frågan om förekomst av saltvatten vid olika lokaliseringar av slutförvaret inte verkar vara en framtida forskningsfråga för SKB.



### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på att SKB avser att öka förståelsen av paleohydrogeologin vid platserna med hjälp av ytterligare blandningsberäkningar och att den utvecklade M3 modellen ska verifieras. SKI ser även positivt på att SKB planerar beräkningar av salthaltens utveckling.

SKI anser att det saknas en precisering av hanteringen av den viktiga frågeställningen om hur advektion och blandning påverkar transport av korroderande ämnen till slutförvaret. I och med de kvarstående frågorna kring buffererosion får kapselkorrosionen en viktig roll i säkerhetsanalysen. Frågeställningen om transport av korroderande ämnen tas upp i avsnitt 26.2.25, Integrerad modellering – hydrogeokemisk utveckling, men inga framtida aktiviteter planeras inom området. Frågor som bör behandlas är exempelvis advektionens betydelse för sulfid- och metanhalter, syrenedträngning till förvarsdjup samt transport av organiskt material. En annan viktig fråga som SKB ytterligare bör belysa är hur advektion/blandning av olika grundvattentyper påverkar buffererosion under perioder med neträngning av glaciala smältvatten. SKB bör även förtydliga sina planer för att vidare undersöka advektionens inverkan på massöverföringen mellan bufferten och grundvattnet som tas upp i avsnitt 24.2.23 Radionuklidtransport – diffusion (i bufferten).

### **6.7.7 Advektion/blandning – radionuklidtransport**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar planer på att ta fram en utvecklad version av DarcyTools för att utvärdera framtida undersökningar av dispersion och blandning. SKB planerar även att utvärdera skillnaden mellan blandning och dispersion i transportmodeller ifall sådana ska användas i större utsträckning.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Miljörörelsens kärnavfallssektariat, Milkas (Hultén) anser att SKB:s strategi för att hantera läckage av radionuklider från slutförvaret i stor utsträckning bygger på principen att sprida och späda ut. Milkas (Hultén) önskar att SKB hade lyft fram sin underliggande förståelse och problematiserat den valda strategin.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) framför att SKB bör redovisa att utspädning av radionuklider från ett läckage i grundvatten och i havet är en av principerna för KBS metoden. Därför anser föreningarna att SKB i säkerhetsanalysen måste ta med utspädningen i havet, grundvattnet och den långsiktiga miljöpåverkan detta ger.

### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på att SKB planerar att utvärdera skillnaderna mellan blandning och dispersion i grundvattenflödesmodeller. Vidare anser SKI att SKB utgående från dessa undersökningar bör visa att modellerna för icke-reaktiv transport som används för att förklara geokemin, exempelvis beräkningar av utvecklingen av salthalten av grundvattnet, stämmer överens med modellerna som används för

radionuklidtransportberäkningarna. I förlängningen kan detta vara ett sätt att adressera frågor kring transport av korroderande ämnen till slutförvaret som i denna granskning tas upp ovan i kapitlet om advektionens betydelse för grundvattenkemin.

### **6.7.8 Diffusion – grundvattenkemi**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar inga planer inom detta område. Beredskap att utnyttja data från undersökningar på Grönland finns dock ifall sådana skulle visa sig användbara.

#### ***SKI:s bedömning***

SKB:s undersökningar av matrisvatten (SKB, 2007) pekar på att vatten med låg salthalt har cirkulerat på djup ner till 700 m. SKI anser därför att slutsatserna från Fud-program 2004 att grundvattensystemet på ett djup större än 500 m är opåverkad av ytligare dynamiska processer kan ifrågasättas. SKB bör ytterligare utreda grundvattenskiktningens utveckling över tiden. Exempelvis genom de fortsatta ansträngningarna att förstå matrisvattensammansättningarna och paleohydrogeologin vid kandidatplatserna (se avsnitt 26.2.15 Reaktionen med berget – grundvatten/bergmatris och 26.2.11 Advektion/blandning – grundvattenkemi).

### **6.7.9 Diffusion - radionuklidtransport**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar nya analyser inom långtidsförsöket för diffusion och sorption (LTDE-SD) i Äspölaboratoriet. Tyngdpunkten ligger på sorptionsdata då dessa har betydande osäkerhetsintervall. SKB har dock förhoppningar att även diffusionsdata ska kunna tas fram. Därutöver planeras diffusionsförsök i laboratorium för att få fram data för jämförelser med in-situ platsundersökningsdata. SKB planerar även undersökningar av en diffusionsprofil i en spricka.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommun (Pereira) anser det är önskvärt att minska osäkerheterna kopplade till inverkan av mikrobiella processer på matrisdiffusionen.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB bör förtydliga hur de planerar att avhjälpa det knappa underlaget av platsspecifika data för sorption och diffusion av radionuklider. Med tanke på att LTDE-SD försöket har en begränsad omfattning anser SKI att SKB bör överväga kompletterande mätningar av  $D_e$  eller  $D_a$  för sorberande radionuklider för relevanta bergarter. In-situ resistivitetsmätningarna som har genomförts ger enbart  $D$  värden för klorid. Likaså syftar matrisvattenmätningarna i laboratoriet av diffusion ut ur berget på  $D$  värden för klorid.

Diffusionsparametrarna är en viktig indata till utvecklingen av uppskalade parametrar för radionuklidtransporten. SKI anser att SKB bör analysera "single well injection

withdrawal” (SWIW) testerna som har genomförts. Målsättningen bör vara att så långt möjligt verifiera laboratoriemätningarna, undersöka osäkerheterna, och därmed öka förtroendet för parametriseringen av transportmodellerna.

SKI anser att SKB bör hantera frågor kring in-situ mätningar för elektrisk resistivitet och kompletterande laboratoriemätningar. Det behöver visas att mätningarna återspeglar diffusion av joner i porvatten och inte är påverkade av ledande mineral i berget.

SKI anser att SKB bör förtydliga strategin för kvantifiering och modellparametrisering av matrisdiffusionsdjup. I Fud-program 2007 anges att matrisdiffusionsdjupet är minst en meter. I SR-Can beräkningarna (SKB, 2006c) antogs en triangelfördelning med ett maximalt diffusionsdjup på tio meter. SKI anser att SKB bör koppla kvantifieringen av matrisdiffusionsdjup till bergets egenskaper, till exempel olika typer av mikrospäckor, graden av mineralomvandlingar och tillgänglighet av bergmatrisen för diffusion.

#### **6.7.10 Reaktionen med berget – grundvatten bergmatris**

##### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att fortsätta provtagningen av matrisvatten inom platsundersökningarna. Analysen av dessa provtagningar ska ligga till grund för en bedömning om fortsatta forskningsinsatser behövs.

##### ***Remissinstansernas synpunkter***

Luleå tekniska universitet (LTU) anser att ett exempel på bristande samverkan av SKB med andra aktörer är problemen med att identifiera ursprung och ålder av olika så kallade matrisporvatten i berget. LTU framhåller att ett uppslag skulle kunna vara att arbeta med Sr-isotoper. Vidare framförs att forskningen vid universitetet har visat att Östersjöns salthaltsvariationer med tiden avspeglas i ändringar av isotopsammansättningen av Sr och att Sr-isotoper potentiellt skulle kunna användas mer än SKB gjort. LTU anser vidare att även Cu och Fe isotopstudier skulle kunna användas av SKB.

Vetenskapsrådet vill föreslå en utlysning av medel för högkvalitativ grundforskning för undersökning och modellering av grundvattnets mobilitet i berg och de kemiska interaktioner som sker mellan grundvattnet och det omgivande berget.

##### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på de fortsatta undersökningar av matrisvatten. Sådana analyser kan ge värdefull information om matrisdiffusion och förståelse för platsernas geokemiska utveckling. Analyserna kommer dock vad SKI kan se från SKB:s redovisning inte ge fullständig information om reaktioner inom bergmatrisen, vilka kan påverka in-situ pH värden och andra kemiska parametrar som är betydelsefulla för radionuklidtransport. Fortsatta studier av reaktioner som kontrollerar redox så som järn(II)-mineral och mikrobiella processer är därför befogade.

### **6.7.11 Reaktionen med berget – lösning/fällning av sprickmineraler**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar fortsatta försök med vittring av järnhaltiga sprickfyllnadsmaterial och undersökningar av förekomsten av mikrobiella processer i experimenten. Därutöver planerar SKB att vidare utröna frågan om åldersbestämning av olika vatten/mineralprocesser.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommun (Pereira) framhåller att experimentella studier av urberget under Grönlandis troligtvis kan bidra till intressant information avseende SKB:s åsikt att det vore olyckligt att knyta förekomsten av glacialt smältvatten till oxiderande förhållanden (sid. 347 i Fud-programmet).

#### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på de planerade aktiviteterna. SKI anser dock att SKB bör beakta kommentarerna som framfördes i granskningen av SR-Can angående modelleringen av nedträngning av syre till förvarsdjup. SKI och SSI framförde där sammanfattningsvis att SKB inför SR-Site bör komplettera modelleringen med en analys av osäkerheter i både bergets reducerande förmåga och modellerna för infiltration av glacialt smältvatten. Myndigheterna ansåg också att SKB bör ta fram en integrerad beskrivning av samtliga relevanta redoxprocesser och utifrån denna motivera en lämplig modellstruktur för den fortsatta hanteringen inom säkerhetsanalysen.

### **6.7.12 Reaktionen med berget – sorption av radionuklider**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att fortsätta modelleringen av sorption och reaktiv transport. Även det så kallade LTDE-SD försöket fortsätter. Ett av försökets syften är att jämföra in-situ och laboratoriedata för att kunna tolka de senare på ett korrekt sätt. Doktorandprojektet för elektriska metoder för mätning av  $K_d$  värden avslutas under perioden.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola (CTH) anser att det är positivt att SKB framhåller de svårigheter som finns i att översätta laboratoriebestämda  $K_d$  värden och jonbyteskapaciteter till in-situ parametrar. Vidare anser CTH att SKB:s program förefaller vara relevant för en ökad förståelse av detta problem.

Oskarshamns kommun (Pereira) anser det är önskvärt att minska osäkerheterna om  $K_d$ -värden och om inverkan av mikrobiella processer på matrisdiffusion.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att det är betydelsefullt att SKB tar fram en välgrundad strategi för samtidig användning av dels platsspecifika laboratorie och in-situ sorptionsdata dels generiska

sorptionsdata i kommande säkerhetsanalyser. Därutöver anser SKI att SKB bör koppla konceptuella modeller för radionuklidorsorption till bergets egenskaper, exempelvis graden av mineralomvandlingar, mikrosprickor och tillgänglighet av bergmatrisen.

SKI anser att SKB inte på ett tydligt sätt redovisar hur programmet i avsnitt 12.3.9 Bestämning av sorptionsparametrar förhåller sig till programmet i detta avsnitt. I avsnitt 12.3.9 framhåller SKB att en förenklad utrustning för att bestämma  $K_d$  och/eller katjonutbyteskapacitet (CEC) kommer att utvecklas, medan SKB under denna rubrik framhåller att man kommer att bedöma om elektriska tekniker som utvecklats i ett doktorandprojekt kan användas produktionsmässigt eller ej.

### **6.7.13 Mikrobiella processer**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att fortsätta forskningen i Äspölaboratoriet kring mikrobiella processer som påverkar sulfidhalter, reducerar syre eller buffrar redoxpotentialen. Vidare planerar SKB att kvantifiera mobilisering och immobilisering av radionuklider under olika förhållanden. SKB avser att starta ett nytt modelleringsprojekt med inriktning på mikrobiella processer som kan inverka på barriärfunktionerna och förvarets säkerhet.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommun (säkerhetsgruppen) ställer frågan ifall bakterier i bergmassan kan påverka radionuklidtransporten eller säkerheten på annat sätt.

Oss och Avfallskedjan framhåller att sulfid är en mycket viktig agent när det rör frågan om kopparkorrosion och att kopparkapseln är den viktigaste barriären. Vidare framför Oss och Avfallskedjan att SKB vid långtidsförsök (LOT och Återtagsförsöket) upptäckt att sulfid kan bildas snabbt av bakterier på förvarsdjup och att koncentrationen kan bli hög. Enligt Oss och Avfallskedjan är detta av avgörande betydelse för förvarets långsiktiga säkerhet. Vidare framför Oss och Avfallskedjan att det är uppenbart att SKB har mycket kvar att göra på detta område. Oss och Avfallskedjan anser att regeringen bör uppmana SKB att redovisa vilken betydelse de senaste forskningsrönen kring mikrobiella processer kan ha för den långsiktiga säkerheten och om det har betydelse för platsvalet.

SSI bedömer att SKB:s resultat har blivit mer meningsfulla eftersom SKB:s försök genomförts under förvarsförhållanden (Äspölaboratoriet) med naturligt förekommande mikrober. Dessutom är SSI positiv till att SKB kommer att starta nya projekt med syfte att modellera mikrobiella processer.

SSI anser dock att det finns kvarvarande osäkerheter i förståelsen av den mikrobiella aktiviteten i närområdet kring slutförvarsmiljön. Med beaktande av att åtskilliga typer av mikrober som förekommer i slutförvarsmiljön och som samspelar i sin metabolism, men även kan konkurrera med varandra om tillgång till olika typer av energikällor och näringsresurser, bedömer SSI att studierna av enskilda bakterier knapphändigt kan belysa den fullständiga rollen av de olika mikrobiella processerna i kapselkorrosionen. Exempelvis kan de processer som berör kvävecirkulationen vid ökade koncentrationer

av ammoniak och nitrit ha en negativ inverkan på spänningsskorrosion av kopparkapslarna.

SSI anser att SKB:s forskningsprogram bör ta en bredare ansats för att belysa samspelet mellan olika mikrober och de begränsningar som ges av tillgängliga energikällor och näringsämnen. Ändamålet för modelleringen bör vara att ta fram konservativa värden av koncentrationerna av olika korrosionsämnen.

Vetenskapsrådet (VR) vill föreslå en utlysning av medel för högkvalitativ forskning för modellering av mikrobiella processers betydelse för att reducera syre med metan och i vilken omfattning dessa producerar sulfider. VR framhåller därutöver att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringar av mikrobiell aktivitet.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI bedömer att den av SKB planerade forskningen kring mikrobiella processer är angelägen. Den mest betydelsefulla frågan, särskilt i fall med buffererosion, måste anses vara förståelse av hur pass aktiva sulfatreducerande bakterier kan antas vara under förvarets långsiktiga utveckling. Möjligheten att förutsäga omfattningen av kopparkorrosion beror delvis på hur väl begränsande och styrande faktorer kunnat identifieras och undersökas. I SR-Can antogs metanhaltarna vara helt styrande för omfattningen av sulfatreduktion. Detta antagande bör undersökas ytterligare med utgångspunkt från försök och fältstudier. SKI noterar att SKB i SR-Can inte diskuterade mikrobiell aktivitet under perioder med permafrost och glaciation, vilket på något sätt behöver hanteras i SR-Site.

### **6.7.14 Nedbrytning av oorganiskt konstruktionsmaterial**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att utföra lakningsexperiment med låg-pH-cement för att undersöka om lakningen påverkar radionuklidsorption på berg.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att de planerade försöken är angelägna. Vidare anser SKI att SKB även bör belysa eventuella effekter av cementlakningen på de tekniska barriärerna.

### **6.7.15 Kolloidomsättning – kolloider i grundvatten**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB har utfört försök i laboratoriemiljö för att utreda bentonitkolloiders stabilitet vid olika förhållanden. Vidare har SKB i laboratorium studerat radionuklidens interaktion med bentonitkolloider, sprickfyllnadsmaterial och fulvosyra. SKB har även genomfört försök för att jämföra latexkolloider med bentonitkolloider. De platspecifika studierna i Forsmark och Laxemar har fortsatt.

SKB planerar att komplettera undersökningarna av kolloiders stabilitet under olika betingelser. Ett kolloidtransportförsök planeras i det så kallade granitblocket i Kanada och eventuellt vid Äspölaboratoriet. Därutöver har SKB ambitionen att delta i kolloidförsöket i Grimsel i Schweiz.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Avfallskedjans förening anser att SKB:s framställning under rubriken Kolloidomsättning – kolloider i grundvatten förvirrar. Avfallskedjan framhåller att SKB belyser att radionuklidtransport med hjälp av kolloider har skett i närheten av en detonationsplats för kärnvapenförsök i Nevada men också att SKB i ett försök i Äspölaboratoriet inte funnit någon nämnvärd transport ens i utspädda vatten.

Luleå tekniska universitet (LTU) anser att SKB borde satsa mer på att försöka identifiera naturliga kolloider och inte bara anta att kolloiderna har bentonitursprung. Vidare anser LTU att SKB borde testa olika metoder för att identifiera kolloider både i grundvatten och sötvatten och inte bara borde förlita sig på en metod.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på att SKB har initierat och fortsätter studier av kolloider och dess rörlighet under naturliga förhållanden och i laboratoriemiljö. SKI anser dock att SKB:s redovisning inte ger en klar bild av vilka kvarstående problemställningar som är viktigast att utröna och hur strategierna ser ut för att ta itu med dessa. SKI anser att SKB bör förtydliga kopplingarna mellan de planerade aktiviteterna i detta avsnitt och undersökningarna som beskrivs i avsnitt 24.2.18. Kolloidfrigörelse/erosion och 24.2.8 Piping/erosion i Fud-rapporten.

### **6.7.16 Kolloidomsättning – radionuklidtransport med kolloider**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar att en utveckling och verifiering av programkoden Farf33 har skett för att kunna modellera transport av radionuklider med kolloider samt att SKB har deltagit i EU projektet FUNMIG. SKB planerar in situ experiment i en borrhärla för att studera retentionen av aktinider när kolloider är närvarande.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommun (Pereira) anser att SKB:s program för experiment och radionuklidmodellering verkar adekvat även om det är svårt att bedöma. Kommunen anser vidare att det är oklart om resultat från programmet kan användas i SR-Site, vilket anses önskvärt.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI ser positivt på de planerade aktiviteterna men anser liksom i avsnittet ovan om kolloidomsättning i grundvattnet att SKB:s redovisning inte ger en klar bild av vilka kvarstående problemställningar som är viktigast att utröna och hur strategierna ser ut för att ta itu med dessa.

### **6.7.17 Gasbildning/gaslösning**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar att vidareutveckla utrustningen för provtagning av gas och gasanalys. SKB framhåller att framförallt härkomsten och transporten av metan och väte är av intresse för säkerhetsanalysen. Vidare diskuterar SKB möjligheterna att analysera ädelgaser för att få information om infiltrationstemperaturer hos olika vattentyper.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Kungliga tekniska högskolan (KTH) framhåller att man naturligtvis i detalj måste känna till vätetets olika källor och sänkor för att kunna göra förutsägelser om framtida vätehalter och därmed kapselns livslängd. KTH menar därför att SKB i detta avsnitt bör beröra analyser och förutsägelser om framtida vätehalter i geosfären.

Vetenskapsrådet framhåller att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringar av gasbildningen/gaslösningen.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI delar SKB:s åsikt att studier av härkomsten och transporten av metan och väte är angelägna. SKI ser positivt på att SKB planerar en utveckling av utrustningen och analyserna för gasprovtagning.

### **6.7.18 Metanisomsättning och saltutfrysning**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB planerar fortsatta studier av metanisomsättning i gruvor i Kanada. SKB anser att information från platsundersökningarna kan bidra till att spåra tidigare permafrostdjup, saltutfrysning och metanisbildning. SKB planerar även modelleringar av saltutfrysning i samband med SR-Site.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Miljörelens kärnavfallssektariat, Milkas (Mörner) framhåller att SKB snarast bör utreda explosiv dehydrering av metanis som är en fundamental process och som utgör ett hot mot slutförvarets säkerhet. Milkas (Mörner) framför vidare att denna process saknas totalt i Fud-programmet trots klara påpekanden i remissen till Fud-program 2004.

Vetenskapsrådet framhåller att SKB bör bli tydligare på att redovisa kvaliteten hos de modeller som används vid simuleringar av metanisomsättningen och saltutfrysningen.

#### ***SKI:s bedömning***

SKI delar SKB:s bedömning att fortsatta insatser på dessa områden är påkallade. SKI har dock svårt att bedöma om SKB:s studier i gruvor i Kanada är ändamålsenliga.



## **6.7.19 Integrerad modellering – hydrogeokemisk utveckling**

### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar inga planer på aktiviteter för detta område, hänvisar dock till platsundersökningsprogrammet och säkerhetsanalyserna.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Kemikalieinspektionen (KemI) framhåller observationen att kemiska aspekter endast ges begränsat utrymme i SKB:s Fud-program 2007. KemI anför vidare att det till exempel saknas närmare beskrivning av vilka typer av kemiska föreningar som man vill förhindra att sprida sig från slutförvaret. Därmed anser KemI att det inte är möjligt att bedöma relevansen av de föreslagna spridningsmodellerna i sektion 2.7.

### ***SKI:s bedömning***

SKI delar inte SKB:s uppfattning att ingen vidare metodutveckling är erforderlig inom detta område och hänvisar till kommentarerna till avsnittet 26.2.11 Advektion/blandning – grundvatten. SKI anser liksom Länsstyrelsen i Uppsala län att det är angeläget att SKB i samband med ansökan enligt miljöbalken uppmärksammar riskerna för kemisk-toxisk påverkan på människors hälsa och miljön. Bland annat av olika material som kan komma att tillföras förvarsanläggningen som exempelvis injekteringsmedel som används för att täta sprickor i berget.

## **6.7.20 Integrerad modellering - radionuklidtransport**

### ***SKB:s redovisning***

SKB redovisar arbetet som pågått inom det så kallade tracer retention understanding experiment (TRUE). Detta innefattar undersökningar av sprickfyllnadsmaterial och spårämnestester. Bland annat visar resultat att små sprickor är betydelsefulla för radionuklidretentionen. Ett projekt som syftade till att överbrygga plats- och säkerhetsanalysmodellering har avslutats. Modellkoden Farf31 har uppdaterats för bättre hantering av in- och utdata. Därutöver påbörjade SKB utvecklingen av en ny kod för radionuklidtransportmodellering kallad Porss. SKB har vidare undersökt radionuklidtransport i samband med kanalbildning i sprickor.

SKB planerar att slutföra TRUE projektet och förväntar sig bland annat kunna använda resultaten för utvärderingen av SWIW testerna i samband med platsundersökningarna. SKB planerar vidare att i samarbete med Posiva implementera Porss metodiken i koden Marfa. SKB avser att genomföra tester av denna kod utgående från SR-Can beräkningarna, vilket även kräver utvecklingsinsatser för ConnectFlow koden. Därutöver avser SKB att öka Marfas trovärdighet med hjälp av en internationell modelljämförelse, ifall intresse för en sådan skulle föreligga. Vidare planerar SKB att utveckla koder för reaktiv transportmodellering. Dessa är bl. a. tänkta att användas för att upprätta en platsspecifik transportmodell för sprickor i Äspölaboratoriet. Modellen kan användas för att studera hur radionuklidretentionen påverkas av geokemiska förhållanden.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola (CTH) framför att de radionuklider som förväntas vara mest mobila vid ett eventuellt läckage i stor utsträckning också är de som är svårast att mäta för att de är rena  $\alpha$ -strålare. CTH anser därför att det borde vara av intresse att inom en nära framtid börja utveckla automatiserade detektionsmetoder för dessa svårsmäta nuklider i naturlig grundvattenmiljö.

CTH framhåller att översättningen av mätningar till parametrar i transportmodeller inte alltid är helt enkel och att vissa generaliseringar måste göras. CTH anser därför att SKB även bör inkludera osäkerheter och naturlig variation i användandet av data och att SKB även fokuserar på förståelse av de parametrar som har stor betydelse för radionuklidtransporten.

Oskarshamns kommun (Pereira) anser att utvecklingen av koden Marfa är ett intressant bidrag till analysen över långtidssäkerheten, men påpekar dock att det inte finns några referenser till koden. Kommunen frågar ifall SKB avser att använda koden i SR-Site.

Oskarshamns kommun (säkerhetsgruppen) påpekar att den vertikala transporten mellan övergången i berget till recipienten är viktigast för radionuklidtransporten och att den påverkar vilka ekosystem som berörs. Gruppen framhåller vidare att den viktigaste variabeln är vattenomsättningen och att rörelserna i ytvatten påverkar hur olika biosfärsobjekt kopplas samman. Oskarshamns kommun (säkerhetsgruppen) anser att det vore intressant att veta hur permafrost, tundra eller glaciation kan påverka vattentransporten av radionuklider. Gruppen frågar om det exempelvis finns transportvägar som inte har beaktats av SKB. Gruppen frågar också om bakterier i bergmassan kan påverka radionuklidtransporten eller på annat sätt påverka säkerheten.

Oskarshamns kommun (säkerhetsgruppen) anser att dosprognosen under drifttiden är av mindre intresse eftersom exponeringsvägen går via bortpumpat vatten och därmed kan kontrolleras.

Uppsala universitet (UU) framför att huvudrisken är utsläpp från läckage och transport i sprickzoner. Därför anser UU att det är viktigt att sprickzoner och dess egenskaper i områden som är tänkt för slutförvaringen blir undersökta mycket noga och att lämpliga modelleringsstudier genomförs osv. UU framhåller även att SKB har genomfört omfattande studier av detta, vilka naturligtvis bör fortsätta.

### ***SKI:s bedömning***

SKI bedömer att det av SKB redovisade programmet är ändamålsenligt. SKI ser positivt på SKB:s planer att överföra kunskaperna från SWIW testerna i Äspölaboratoriet till utvärderingen av platsundersökningarna. SKI anser vidare att det är bra att SKB planerar utvärderingar av den nya koden Marfa. För att SKB ska kunna använda koden på ett meningsfullt sätt i säkerhetsanalyser bör den dock vara dokumenterad och tillräckligt väl utprovad, vilket även innefattar en adekvat platsspecifik parametrisering och osäkerhetsanalys. Därför anser SKI att SKB bör göra ytterligare ansträngningar för att hantera frågor kring hur resultat från relativt sett korta retentionsexperiment ska överföras till transportmodeller för långsiktig säkerhet.

SKI anser vidare att programmet för radionuklidtransport i geosfären bör kopplas tydligare till motsvarande program för biosfären. Särskilt gränssnittet mellan geosfären och biosfären är av intresse för att få en lämplig kvantifiering av dos och risk. Liksom i SR-Can granskningen efterlyser SKI mer utförliga analyser av var utsläppen efter kapselbrott når biosfären.

#### **6.7.21 SKI:s sammanfattande bedömning geosfär**

SKI ser positivt på att SKB i Fud-programmets geosfärskapitel i stor utsträckning har utgått från viktiga frågeställningar som identifierades i säkerhetsanalysen SR-Can.

I Fud programmet är geosfärskapitlet indelat i 26 avsnitt och strukturen medger en detaljerad beskrivning relaterade till många olika processer. SKI anser dock att kopplingarna som krävs för att binda samman nyckelfrågorna med de relevanta processerna inte är tydliga i framställningen. Nyckelfrågor kopplade till geosfären är exempelvis radionuklidtransport, bufferterosion och kopparkorrosion. Med SKB:s val av indelning med hänsyn till processer utan att strukturerat koppla dem till öppna nyckelfrågor riskerar viktiga frågor att inte bli tillräckligt belysta.

En frågeställning som uttryckligen är del av kapitelindelningen är radionuklidtransporten som finns med i fyra avsnitt. SKI anser dock att det är betydelsefullt att identifiera de viktigaste behoven av fortsatt forskning och utveckling utgående från hela systemet. Således anser SKI att SKB bör planera och redovisa forskningen och utvecklingen för transport av radionuklider sammanhållet för betydelsefulla aspekter av både geosfären och biosfären.

SKI delar synpunkten som flera remissinstanser framför att SKB bör fortsätta arbetet med att testa och verifiera modellerna som tillämpas. SKI anser att detta är betydelsefullt för att nå en så god trovärdighet av modellresultaten som möjligt. SKI anser vidare att ambitionsnivån för sådana tester och tillhörande osäkerhetsanalyser bör spegla betydelsen modellerna har för platsbeskrivningen och säkerhetsanalysen.

#### *Värmetransport och termisk rörelse*

SKI anser att ingen av de metoder som beskrivs i SKB:s planerade program för termisk rörelse berör problemet med att sprickor i omgivande berg till kapselhål genom termomekanisk belastning kan börja propagera från en sprickända och förenas med andra sprickor. Detta kan i sin tur medföra ökning av grundvattenflödet runt deponeringstunneln. SKB bör beakta detta i sitt fortsatta arbete gällande termisk rörelse.

#### *Rörelser i intakt berg*

SKI håller med SKB i antagandet att om deponeringstunnlarna orienteras parallellt med största huvudspänningsriktningen är risken för spjälkning under byggskedet mindre än för orientering i andra riktningar. Detta styrks av SKI:s konsulter Backers och Stephanssons slutsats i en nyligen publicerad SKI-rapport gällande Forsmark.

#### *Reaktivering – rörelse längs befintliga sprickor, nysprickbildning*

SKI har i olika sammanhang påtalat avsaknaden av studier gällande hållfasthet och deformation av stora sprickor och sprickzoner. Denna typ av studier är angelägna mot bakgrund av regionala och lokala modelleringar som behövs för analys av

spänningstillstånd, bergmassans hållfasthet och frågor kring kopplade processer. I SKB:s program kan SKI inte finna att detta tagits om hand på ett bra sätt vilket är en brist.

SKB behöver också redovisa sina synpunkter på vad de anser om att förvaret i sig kan komma att utgöra ett svaghetsplan och därmed utgöra en brottanvisning i samband med framtida jordskalv.

Beträffande nysprickbildning anser SKI att denna inte kan uteslutas. SKI skulle vilja se en utförlig argumentation och uppskattning av osäkerheter gällande framtida nysprickbildning på kandidatplatserna Forsmark och Laxemar. SKI anser också att 3Dec-koden behöver modifieras för att kunna simulera nysprickbildning, propagering av sprickor och sammanbindning av sprickor i termomekaniska närområdesmodeller.

SKI anser att SKB behöver vidareutveckla metodik som visar på eventuell existens av flödesvägar i störda zonen längs med en sprängd tunnels utsträckning.

SKI liksom SSI anser att SKB, utifrån en samlad problembeskrivning, bör härleda och redovisa ett program för fortsatt arbete som belyser utveckling av modeller för att bedöma effekterna av ett jordskalv av magnitud 6 eller större, metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner, ytterligare arbete med diskreta nätverksmodeller samt utveckling av respektavstånd och kriterier för val av deponeringspositioner.

## **6.8 Biosfär**

Eftersom SSI är expertmyndighet gällande området biosfär har SKI valt att inte lämna några egna kommentarer eller synpunkter på biosfärskapitlet (kapitel 27) i SKB:s program. I stället redovisas nedan SSI:s yttrande till SKI in extenso bortsett från de hänvisningar till referenser som SSI angivit i sin text. SKI redovisar dock inledningsvis i detta avsnitt synpunkter framförda av några remissinstanser.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Milkas (Hultén) framför att det var med stor spänning som föreningen emotsåg en redovisning av SKB:s arbete med biosfären i Fud-programmet eftersom det har fått skjutas till platsundersökningsfasen. Tyvärr är kapitlet (kap. 27) en besvikelse. Texten andas stor energi och hög ambitionsnivå men präglas av kortsiktighet och en inte helt mogen förståelse av vad en systemekologisk ansats innebär.

Hultén noterar att SKB framhåller (sid. 362) att "angreppssättet är systemekologiskt" och att det är "holistiskt". Men redan på samma sida framgår det att det systemekologiska synsättet inte anammats till fullo. I ett systemekologiskt perspektiv finns det helt enkelt inte någon "slutdestination" (som angetts i SKB:s text) – inte givet ett holistiskt perspektiv i alla fall. För det andra anser Hultén att havet är ett illa valt exempel på en slutdestination, om nu en sådan skulle kunna finnas.

Oskarshamns kommun konstaterar att kunskap om biosfären är viktig eftersom det är där som eventuella utsläpp av radionuklider ger konsekvenser för hälsan och miljön.

Kommunens expert Pereira noterar att SKB i SR-Can har introducerat ett nytt koncept för biosfärsmodellering nämligen landskapsmodeller. För att kunna nå en bred erfarenhet och en djupare förståelse av hur man ska tillämpa modellerna vore det enligt Pereira intressant att använda Tjernobyli-området som test för modelleringsstrategin eftersom man kan jämföra resultaten med fältdata, även om detta inte är invändningsfritt.

Den aviserade studien under Fud-program 2004 i form av en "kunskapssammanställning om permafrost och tundrans betydelse för radionuklidtransport i biosfären" (sid. 375) anser kommunen alltför vara angelägen att genomföra.

Oss och Avfallskedjan konstaterar att lokala skillnader i biosfären – avrinning, vattendrag, sjöar m.m. - har betydelse för den långsiktiga säkerheten och är därmed en faktor för att uppfylla miljöbalkens lokaliseringsregel och SSI:s krav på optimering av strålskyddet. En sådan optimering måste ta hänsyn till stora variationer över tid kopplat till klimatförändringar och annat. Föreningarna anser vidare att regeringen bör tydliggöra nödvändigheten av en redovisning av de urvalskriterier som ligger till grund för platsvalet och hur bolaget har prioriterat utspädningen i grundvattnet och biosfären.

Östhammars kommun och lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark konstaterar att klimatmodeller vid platsundersökningslokalerna visar möjliga utvecklingar av till exempel biosfären under olika klimatförhållanden och ger därigenom en bild av hur radionuklider kan transporteras till och genom biosfären. Kommunen menar att det är viktigt att ta med olika lokala klimatscenarier som omfattar variationer av tempererat klimat (exempelvis torrt eller regnigt klimat) och koppla dem till radionuklidtransport genom biosfären.

### **6.8.1 Inledande kommentarer**

SKB anger att en av de viktigaste insatserna för biosfärsforskningsprogrammet är att uppnå tillräcklig förståelse för processer och fenomen för att kunna förenkla och göra numeriska modeller som behövs för dosberäkningar. SSI:s bedömningar nedan berör framförallt modeller för dosberäkningar i säkerhetsanalysen.

I SR-Can tog SKB fram en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjningen. I granskningen ansåg myndigheterna att denna metodik är ett framsteg i utvecklingen av riskanalysen, men det finns en rad brister i metodiken, vilka behöver åtgärdas om den ska användas i SR-Site:

- Metodiken ger en effekt av utspädning i dosberäkningarna.
- Relevanta transportprocesser har inte inkluderats i modellbeskrivningen.
- Valideringen av modellerna mot fältdata är bristfällig.
- Det saknas en osäkerhetsanalys.

SSI är medvetet om att SKB inte i Fud-program 2007 har kunnat ta hänsyn till de kommentarer om biosfären som finns i myndigheternas granskning av SR-Can. SSI återkommer trots det ofta till dessa kommentarer. Dels därför att SR-Can visar hur SKB använder kunskap från biosfärsprogrammet i en säkerhetsanalys och dels därför att den

enligt SKB:s planering är den sista säkerhetsanalysen innan ansökan. SSI anser att det är viktigt att SKB klargör hur myndigheternas synpunkter på SR-Can och på Fud-program 2007 kommer att omhändertas i det fortsatta biosfärsprogrammet. Nedan ges mer detaljerade synpunkter under rubriker som återfinns i avsnitt 27 Biosfär i Fud-program 2007.

## **6.8.2 Förståelse och konceptuella modeller**

### ***SKB:s redovisning***

SKB anger i inledningen att utvecklingen av processbaserade modeller bedöms vara en framkomlig väg att demonstrera förståelse, samtidigt som dessa modeller ger numeriska resultat som kan användas i säkerhetsanalysen. SKB har vidareutvecklat landskapsmodellen genom att sammanbinda ekosystemmodellerna i tid och rum. Organiskt kol används som bas för att beräkna ett ekosystems produktion, en människas årliga födointag och hur många människor ett ekosystem kan försörja. Med syfte att effektivt kommunicera nyvunnen kunskap och förståelse mellan utförare av platsundersökningar och platsanalys till forskning och säkerhetsanalys har SKB etablerat nätverket SurfaceNet. I nätverket ingår ett brett urval av representanter från olika ämnesområden som har betydelse för ytnära ekosystem.

### ***SSI:s bedömning***

SSI anser generellt att terminologin försvårar förståelsen av SKB:s beskrivning av biosfären i Fud-program 2007. Till exempel finns det många olika namn för modeller; ekosystemmodell, radionuklidmodell, dosmodell, biosfärmodell, processbaserad modell och mekanistisk modell. SSI antar att begreppen processbaserad modell och mekanistisk modell är synonymer för de modeller som beskriver detaljerade processer i ekosystem i olika referenser till SR-Can till exempel kolflödesmodellen eller Coupmodellen. De övriga modellnamnen förutsätts referera till de modeller som används i säkerhetsanalysen.

Som nämnts i en tidigare Fud-granskning anser SSI att det är en brist att det saknas en samlad beskrivning av processer som är relevanta för att ta fram de modeller som används för att beräkna doser i säkerhetsanalysen. Denna brist försvårade även myndigheternas granskning av SR-Can.

I SR-Can har myndigheterna granskat SKB:s landskapsmodell och detaljerna kan hittas i . SSI ser positivt på att SKB utvecklat en integrerad modell för att beskriva radionuklidens spridning i miljön. Det finns dock många frågor kring tillämpningen av denna modell i säkerhetsanalysen. SSI framförde bland annat att det är svårt att se kopplingen mellan landskapsmodellen och de processbaserade modellerna. De radionuklidtransportmodeller som ingår i landskapsmodellen är i stort sett desamma som de som användes i SR-97 och speglar således inte den uppdaterade processförståelse som erhållits de senaste tio åren. SSI ser positivt på att SKB har skapat nätverket SurfaceNet som kan bidra till bättre processförståelse och helhetssyn på ytnära ekosystem.

### 6.8.3 Modellutveckling

#### *SKB:s redovisning*

SKB har utvecklat verktyget Pandora som ersätter de tidigare verktygen Biopath och Prism. Pandora har anpassats till det probabilistiska verktyget Eikos för att enkelt kunna göra probabilistiska beräkningar. SR-Can var den första säkerhetsanalys i vilken Pandora tillämpades. SKB anger att fördelen med Pandora är att processbaserade modeller kan användas. Vidare anger SKB som brister i de modeller som används i Biopath och Prism för tidigare säkerhetsanalyser, till exempel SR-97 och SAFE, att de i huvudsak baseras på generiska överföringsfaktorer (eller transfer- och bioackumulationsfaktorer). SKB menar också att överföringsfaktorererna i många fall baseras på empiriska data och saknar en mekanistisk förklaringsgrund. SKB anger att användningen av processbaserade modeller löser en del av dessa problem eftersom överföringen mellan reservoarer blir, förutom via vattenflödena, baserad på naturliga processer som till exempel fotosyntes, nedbrytning, födointag, metabolism och näringsbehov.

#### *SSI:s bedömning*

SSI ser positivt på att SKB har utvecklat avancerade numeriska verktyg som kan lösa stora och komplexa modeller. Men SSI vill framhålla vikten av att de numeriska verktygen kvalitetssäkras. SSI:s bild av SKB:s modellutveckling är att SKB parallellt arbetar med landskapsmodellen och de processbaserade modellerna. SSI anser att beskrivningen av kopplingen mellan de processbaserade modellerna och landskapsmodellen är otydlig.

En annan oklarhet är i vilken utsträckning SKB tar hänsyn till radionuklidens fysikaliska och kemiska egenskaper i utvärderingen av flödesvägar och fördelning inom olika ekosystem. SKB anger att flöden baseras på omsättningen av organiskt material och till dessa flöden associeras proportionella flöden av radioaktiva ämnen samt att modellerna är generella för alla radionuklider. Det anges ingen referens till detta antagande. SSI anser att SKB bör redogöra för hur radionuklider som helt eller delvis inte följer samma flödesvägar som organiskt material beaktas.

### 6.8.4 Transportprocesser

#### *SKB:s redovisning*

SKB anger att ”Transportprocesserna avgör vilka ekosystem och organismer som kommer att utsättas för radionuklider samt hur stor utspädningen blir. I säkerhetsanalysen utgör transportprocesserna en väsentlig del av beräkningarna. Den viktigaste av de variabler som är relaterade till transportprocesser är vattenomsättningen.” Vidare anger SKB att den preliminära känslighetsanalysen av LDF visar att topografin har stor betydelse och konstaterar att det är positivt från modelleringssynpunkt att doserna påverkas av relativt lätt förutsägbara egenskaper som topografi.

Olika modeller har använts för att studera transportprocesser. Förenklade Gis-modeller har jämförts med olika typer av mer avancerade hydrologiska modeller i Gis eller i

speciella verktyg som Mike She och Shetran. Mike She har också använts för att studera vattenflöden och ackumulation av ämnen i samband med utvecklingen av en myr och transporter av lösta ämnen från berg till jordlager och vidare genom ytsystemet. En rad aktiviteter har planerats, till exempel partikeltransport i havet, en studie av radionuklidtransport i Krycklanområdet och ythydromodellering. Som en del av platsbeskrivningen planerar SKB en sammanfattande rapport som hanterar konceptuella modeller och transportegenskaper i övergången mellan geosfär och biosfär för båda platserna.

### ***SSI:s bedömning***

SSI instämmer med SKB i att transportprocesser är väsentliga i säkerhetsanalysen. Men SSI vill understryka att utöver vattenomsättningen och topografin som SKB nämnt finns det andra transportprocesser som kan ha stor påverkan på doserna i miljön, till exempel sorption, utbyte i den hyporheiska zonen och spridning i de kvartära avlagringarna. SSI ser positivt på att SKB har gjort modelleringsstudier som ökar kunskapen om ythydrologi och transportprocesser i övergången mellan geosfär och biosfär samt i ytmiljön. Men SSI kan inte se att denna kunskap har överförts till landskapsmodellen som används i SR-Can. Ett exempel är att resultaten från modelleringsstudien för myr inte har tillämpats i den förenklade myrmodellen i säkerhetsanalysen. Ett annat exempel är modelleringsstudien med MIKE-She som visar hur stor den kontaminerade arean kan bli från ett utsläppsområde drygt 100 m ner i berget. Kunskapen från studien har inte kopplats till landskapsmodellen, till exempel hur man identifierar storleken på biosfärsobjekt i landskapsmodellen. I övrigt anser SSI att modelleringsstudien är intressant men att det finns svagheter i studien och att den kan förbättras, till exempel genom att lägga den antagna utsläppskällan på det förvarsdjup som planeras för bränsleförvaret (ca 500 m). Dessutom anser SSI att SKB ytterligare bör utreda orsaken till dispersionen i modelleringen.

SSI saknar inom biosfärsprogrammet liknande fältstudier med spårämnesförsök som finns i geosfärsprogrammet, och som kan bidra till ökad transportprocessförståelse och prediktiv förmåga för modellerna som används i säkerhetsanalysen. SSI anser att SKB bör utreda om ett begränsat program för spårämnesförsök i ytnära sediment/kvartära avlagringar och i utvalda vattendrag skulle kunna bidra till att verifiera delar av modellerna eller reducera kritiska osäkerheter från SR-Can (inkl. de frågor som tagits upp i myndigheternas granskning). Med tanke på att osäkerheterna i dosomvandlingsfaktorer för biosfären kan vara mycket stora bedömer SSI att det kan bli problematiskt att i alltför hög grad ersätta en god processförståelse med en pessimistisk hantering i säkerhetsanalysen.

När det gäller planerade aktiviteter anser SSI att det är viktigt att SKB kan knyta ihop all kunskap från dessa aktiviteter till den slutliga säkerhetsanalysmodellen.

## **6.8.5 Terrestra ekosystem**

### ***SKB:s redovisning***

SKB har utvecklat skogmodellen för att den ska kunna användas i säkerhetsanalysen. Parallellt har utvecklingen av den processbaserade Coupmodellen fortsatt och den har



anpassats för att kunna hantera transport av radionuklider i olika ekosystem. SKB anger att skogsmodellen kommer att kompletteras med kunskaperna om de viktigaste mekanismerna för radionuklidtransport. Kunskaperna kommer från utvecklingen och känslighetsanalysen av Coupmodellen. Delar av skogsmodellen kan även vara möjlig att validera med data från en kommande studie av åldern på organiskt material i mark. SKB anger att myrar och våtmarker är viktiga recipienter och att de är troliga utströmningspunkter från geosfären. Därför är det viktigt att studera processer som kan påverka radionuklidtransport och potentiella exponeringsvägar i anslutning till myrar och våtmarker.

### ***SSI:s bedömning***

SSI anser att SKB:s arbete med att utveckla skogsmodellen för användning i säkerhetsanalysen är värdefullt. Både kunskapsstödet från den processbaserade Coupmodellen och valideringen av skogsmodellen mot observerade data ger ett positivt intryck.

När det gäller myr och våtmark redovisar SKB inte en tydlig plan för modellutvecklingen. Vid granskningen av SR-Can ansåg en extern granskare, K. Stark, att SKB behöver använda sig av fler våtmarksmodeller för att täcka in den diversitet av förutsättningar som finns i olika typer av våtmarker [6]. SSI delar den åsikten.

### **6.8.6 Akvatiska ekosystem**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB anger i inledningen att radionuklider i många utströmningsområden kommer att passera genom sedimentlager och att dessa därigenom påverkar spridnings- och spådningsmönster. ”I gränsskiktet mellan sediment och vatten sker en markant förändring i redoxförhållanden, salthalt och biologisk aktivitet, vilket kan påverka radionuklidflödet. Kortsiktigt kommer dessa processer troligen att minska utflödet och ge lägre doser.” Långsiktigt kan däremot radionuklider ackumuleras i sediment för att senare frigöras vid till exempel landhöjning eller resuspension vilket kan ge förhöjda doser.

SKB har genom riktade forskningsinsatser erhållit ett utökat kunskapsunderlag om sedimentbildning, omlagringsprocesser och ackumulation. SKB nämner bland annat tre referenser och anger att kunskapsunderlaget i dem direkt har omsatts i säkerhetsanalysen SR-Can.

Inför SR-Site avser SKB att sammanställa tillgänglig kunskap från platsen i en rapport om sjöar och vattendrag och i en rapport om havet. I dessa rapporter kommer jämförelser att göras med vetenskaplig litteratur om akvatiska ekosystem. För sjöekosystem planeras en vidareutveckling av dosmodeller.

#### ***SSI:s bedömning***

SSI delar SKB:s syn på processer för radionuklidtransport genom sediment. SSI vill tillägga att kunskap om hur radionuklider sprider sig i sediment är viktig därför att

spridningen påverkar storleken på den kontaminerade arean som i sin tur påverkar den slutliga dosen.

SSI har invändningar mot att SKB anger att kunskaperna från de tre referenserna direkt har omsatts i SR-Can. Myndigheterna påpekade i granskningen av SR-Can att resultaten från SKB:s modelleringsstudie inte har tillämpats i myrmodellen. Modellen för att beskriva radionuklidtransport i rinnande vatten har heller inte använts i SR-Can, vilket SSI påpekat tidigare .

SKB anger att en vidareutveckling av dosmodeller planeras för sjöar men ger inte någon konkret plan till exempel för på vilket sätt vidareutvecklingen ska ske eller vilka processer som ska ingå. Det är svårt för SSI att bedöma om SKB:s vidareutveckling kommer att omhänderta myndigheternas kommentarer på SR-Can.

### **6.8.7 Redovisning av biosfären i säkerhetsanalysen**

#### ***SKB:s redovisning***

SKB anger i inledningen att en av de viktigaste insatserna för biosfärforskningsprogrammet är att uppnå tillräcklig förståelse för processer och fenomen för att kunna förenkla och göra numeriska modeller som behövs för dosberäkningar. SKB anger vidare att för SR-Can har en del ekosystemmodeller uppdaterats liksom radionuklidspecifika data för doskonvertering, Kd och överföringsparametrar. Det är första gången data från kandidatplatserna används i modellerna. I SR-Can redovisas också för första gången en analys av förvarets påverkan på miljön.

SKB avser att inför SR-Site fortsätta att utveckla modeller som använder elementflöden och ersätta eller komplettera överföringsfaktorer med mekanistiska modeller. Sensivitetsstudier av landskapsmodellen kommer att underlätta prioriteringarna av parametrar och ge en översyn av om modellen fångar upp väsentliga förlopp. SKB avser också att utförligare beskriva hur biosfären ser ut under permafrostförhållanden och studera alternativa utvecklingar av hur en våtmark bildas från en havsvik.

#### ***SSI:s bedömning***

Till skillnad från den tidigare riskanalysen i SR-97, där endast ett ekosystem i taget analyserades, använder SKB i SR-Can en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjningen. Detta är ett framsteg i utvecklingen av riskanalysen. Nya inslag i analysen är till exempel den lognormala fördelningsmetoden som gör det möjligt att bestämma den mest exponerade gruppen vid ett läckage från förvaret. Som nämnts tidigare anser SSI att det finns en rad brister i det nya konceptet, vilka behöver åtgärdas om det ska användas i SR-Site.

Dosberäkningar baseras på beräkningar av radionuklidkoncentration i olika miljöer och i olika födoämnen (till exempel genom överföringsfaktorer). SSI:s intryck är att SKB lägger stor vikt vid att utveckla modeller som använder elementflöden, där överföringsfaktorer ersätts eller kompletteras med mekanistiska modeller. SSI har inget att invända mot att SKB utvecklar nya modeller/metoder förutsatt att det finns en bra diskussion om de nya modellernas tillämplighet. SSI konstaterar dock att det saknas ett program för verifiering och validering i Fud-program 2007. I hela beskrivningen av

SKB:s biosfärsprogram nämns modellvalidering endast en gång. SKB nämner heller inte hur osäkerheter i data och modeller ska hanteras i samband med dosberäkningar.

I Fud-program 2007 nämns ingen plan för hur miljöpåverkan ska redovisas i kommande säkerhetsanalyser. I granskningen av SR-Can framförde myndigheterna att SKB:s redovisning av miljöpåverkan bör kompletteras till SR-Site. SKB bör redovisa hur stor osäkerheten är för uppskattade aktivitetskoncentrationer och ge en beskrivning av exponeringsvägar för biota.

## **6.9 Andra metoder**

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 28 Andra metoder i Fud-program 2007.

### ***Remissinstansernas allmänna synpunkter***

Avfallskedjans förening (AKF) konstaterar att KBS-3H knappast kan ses som ett alternativ eftersom metoden i princip ligger mycket nära huvudalternativet KBS-3V. Kvarstående metod är då WP-Cave som kanske inte är bättre än KBS-3 men är värd mer än den styvmoderliga behandling den fått genom åren. AKF insisterar därför på återupptagen, förnyad och mer omfattande forskning kring metoden WP-Cave, i en omfattning som gör att den kan vägas mot KBS-3 på liknande villkor

Lunds tekniska högskola (LTH) framhåller i sitt yttrande att arbetet som redovisas i SKB:s Fud-program 2007 ger ett intryck av att vara mycket gediget och är dessutom osedvanligt långsiktigt inriktat. LTH menar dock att det inte räcker att redan nu helt förlita sig på en enda metod, även om denna är mycket lovande. LTH rekommenderar därför SKB att, förutom att följa det redan inslagna spåret, huvudförslaget (KBS-3), även parallellt satsa betydligt större resurser än idag på alternativa tekniker till exempel transmutation med reaktor/accelerator eller lagring i djupa borrhål.

Miljöförbundet jordens vänner (MJV) hänvisar till miljöjurist Peggy Lermans uttalande på ett Kasam-seminarium (numera Kärnavfallsrådet) om alternativa metoder att SKB:s alternativredovisning är otillräcklig. Därför behövs enligt MJV mer forskning om alternativa lösningar. MJV anser också att det nu är hög tid att SKB öppnar för en dialog kring forskning om alternativen.

Milkas (Mörner) framhåller, såsom även gjorts gällande tidigare Fud-program, att SKB måste beakta DRD-metoden som ett alternativ till KBS-3 och jämföra respektive metods för och nackdelar.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) Framhåller att det måste göras betydligt mer omfattande utredningar för att få fram ett fullgott underlag för att myndigheter, miljödomstol och regeringen ska kunna göra yttranden och ta beslut i frågan om valet av metod för slutförvar av använt kärnkraftsbränsle. I detta perspektiv är ambitionsnivåerna ifråga om studier alternativa metoder i forskningsprogrammet Fud-07 alldeles för låga. Dessutom väljer industrin att kalla alternativen för "andra metoder" i juridiskt syfte inför miljöprövningen. Endast två

alternativ omnämns – djupa borrhål och transmutation – och alternativet djupa borrhål behandlas alltför kortfattat. Något nollalternativ behandlas inte. Det är uppenbart att industrin ensidigt har inriktat sig på att utveckla endast en metod, vars värde i förhållande till andra metoder aldrig har prövats på allvar.

Föreningarna anser vidare att det således finns mycket dåliga förutsättningar för att industrin nu, lika lite som tidigare, på ett seriöst sätt ska arbeta för att klargöra förutsättningarna för att genomföra metoden djupa borrhål och klargöra metodens långsiktiga miljösäkerhet. Industrin säger nu öppet att den inte har några sådana avsikter och lägger avsevärda resurser på att förbereda alternativredovisningar till kommande ansökningar där målet är att få den alternativa metoden djupa borrhål att framstå som realistisk och osäker.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun noterar att i tidigare Fud-granskningar har metoden djupa borrhål framhållits som lämplig för att göra en jämförelse med KBS3-metoden. Myndigheterna har föreslagit att SKB ska göra en jämförelse på säkerhetsmässiga grunder. I Fud-programmet framför SKB att osäkerheterna är så stora att det inte är meningsfullt att göra en sådan bedömning. Säkerhetsgruppen vill veta om myndigheterna delar den uppfattningen.

Oss och Avfallskedjan ser fram emot SKB:s kommande och slutgiltiga alternativredovisning och påföljande miljöprövning, då bristen på tydliga funktionsvillkor och direktiv och avsaknaden av ett tydligt samhälleligt syfte med slutförvarsprojektet då kommer att bli tydligt och förhoppningsvis uppmärksammas.

Vetenskapsrådet menar att det inte är lämpligt att redan nu helt förlita sig på en lösning (KBS-3) även om den varit dominerande i mer än tre decennier och rekommenderar därför att SKB, i tillägg till det föreslagna programmet, även påbörjas ett program för grundforskning kring de framtida slutförvaren.

## **6.9.1 Separation och transmutation**

### ***SKB:s redovisning***

SKB inleder med en kortfattad beskrivning av vad separation och transmutation (S&T) innebär: att vissa långlivade radionuklider i kärnbränslet kan brännas ut, transmutteras, i olika system av kärnreaktorer. För att detta skall vara möjligt krävs att dessa radionuklider först separeras kemiskt från kärnbränslet med hög verkningsgrad. Därigenom kan den radioaktiva radiotoxiciteten hos återstående restprodukter minskas betydligt och den tid som ett slutförvar behöver visas vara säkert kan minskas från hundratusentals år till tusentals år om man jämför med direktdeponering av det använda bränslet. Även om inte SKB här nämner detta explicit så är en förutsättning för S&T att man nyttjar en verklig kärnbränslecykel med upparbetning och återcyklning av uran, plutonium och andra tunga grundämnen såsom americium och curium.

SKB fortsätter med att redovisa slutsatserna från granskningen av S&T i Fud-program 2004. Man konstaterar att myndigheternas granskning då inte innebar några avvikande synpunkter på de slutsatser som SKB redovisade i detta program.

I sin redogörelse för nyvunnen kunskap internationellt sedan 2004 lyfter SKB i korthet fram bland annat följande punkter:

- Det finansiella stödet till S&T inom EU:s program har planat ut, men att det ändå har en framträdande roll inom programmet för framtida kärnkraft och kärnbränslecykler.
- Det tidigare starka intresset för acceleratordrivna system (ADS) har minskat något till förmån för snabba reaktorer, som i en förlängning skulle kunna överta den roll som tilldelas ADS för utbränning av americium och curium.
- Försöken med bränsle av plutoniumnitrid som från början var planerat att ske i Studsviks R2-reaktor kommer nu att fullföljas i Holland (Petten).
- Forskningen inom separation gjort stora framsteg och man kan därför nu fokusera mera mot att utveckla en fungerande processteknik.
- Betydelsen av S&T för Sveriges del har utvärderats av SKB. En av slutsatserna är att de långa led- och drifttiderna för ett system med transmutation innebär att ett ansvar överförs på kommande generationer. Det ställer också krav på en långsiktig satsning på kärnenergiproduktion i tidsskalan 100 år eller mer.

SKB hänvisar även till Kasams kunskapslägesrapport (SOU 2007:38) där bland annat dras slutsatsen att en fortsatt forskning om transmutation inom det svenska programmet är rimlig med hänsyn den etiska principen att inte tvinga framtida generationer att utveckla ny teknik för att lösa problemen. Kasam ansåg också att forskningen även kan ge utbyte som är av värde inom andra områden, till exempel kärnfysik, kemisk separationsteknik och materialteknik.

För sitt kommande program uppger SKB som sin oförändrade målsättning att granska teknikutvecklingen och bedöma om och i så fall hur tekniken kan komma att påverka det svenska kärnavfallssystemet. Insatserna kommer som förut att ske som stöd till pågående forskning vid universitet och högskolor och inom ett brett internationellt samarbete framför allt inom EU.

Omfattningen av SKB:s insatser, som under de senaste fem åren varit ca fem miljoner kronor per år, anges behöva öka till mellan sex och sju miljoner kronor per år för perioden 2008-2010. Detta motiverar SKB med behovet av att kunna följa upp arbetet inom EU på framtida avancerade system, eftersom det inom EU sker en ökning och breddning av insatserna på detta område.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Avfallskedjans förening hävdar fördelen i att först och främst separera de mest långlivade ämnena plutonium och americium före deponering för att sedan omhänderta dessa på annat sätt. Föreningen anser att om denna åtgärd utförs blir ett spektakulärt återtag överflödigt samtidigt som god och äkta hänsyn visas kommande generationer.

Chalmers tekniska högskola påpekar att ett bättre sätt att utnyttja bränslet och samtidigt förkorta lagringstiderna för det använda kärnbränslet är att använda separation och transmutation. Det arbete som SKB stöder på detta område, bland annat när det gäller våtkemiska processer för separation av aktinider från det använda bränslet har varit

framgångsrikt. Chalmers anser det därför viktigt att detta arbete får fortsatt stöd för att Sverige skall kunna behålla sin tätposition inom området.

Energimyndigheten påpekar att uppärbetning och transmutation endast omnämns flyktigt i programtexten, samtidigt som SKB lägger ner mer än 5 miljoner kronor per år på forskning kring dessa tekniker. Energimyndigheten efterlyser därför en djupare redogörelse för dessa teknikers samverkan med energisystemet.

Karlstads universitet säger sig dela bedömningen att transmutation inte bör komma ifråga. Universitetet frågar sig varför man redovisar behandlingsalternativen separation och transmutation som om detta vore en möjlig slutförvaringsmetod, särskilt som tillsynsmyndigheterna påpekade denna skillnad redan 1998.

Lunds tekniska högskola rekommenderar SKB att, förutom följa det redan inslagna spåret, huvudförslaget KBS-3, även parallellt satsa betydligt större resurser än idag på alternativa tekniker, till exempel transmutation med reaktor.

Miljövänner för kärnkraft föreslår att SKB även skall beakta den framtida möjlighet som transmutation innebär för att betydligt minska kärnbränslets farlighet.

Oskarhamns kommun (Pereira) anser inte att separation och transmutation är ett realistiskt alternativ till ett geologiskt förvar. Dock anser kommunen att metoden är det enda attraktiva programmet inom utbildningen av kärnforskare och att det därför behövs för att behålla och utveckla kärnteknisk kompetens i landet. Kommunen anser därför att SKB:s budget på mellan 6 och 7 miljoner kronor per år under perioden 2008-2010 är motiverad.

Sveriges energiföreningars riksorganisation, SERO, anser det inte motiverat att SKB använder medel för forskning kring uppärbetning och transmutation eftersom ingendera kan förväntas bli aktuella för Sveriges vidkommande. Nuvarande anslag bör istället minskas till att enbart omfatta litteraturbevakning, anser SERO.

Uppsala universitet anser att SKB:s förutsedda ökning av budgeten för transmutation om 20-40 % sannolikt grundar sig på en riktig bedömning. Universitetet frågar sig dessutom om inte denna föreslagna ökning är i underkant med hänsyn till den relativt snabba internationella utvecklingen på området.

### ***SKI:s bedömning***

Utgångspunkten för SKI:s bedömning är liksom för tidigare Fud-program att S&T inte kan ses som ett i nuläget realistiskt alternativ till direktdeponering av det använda kärnbränslet. Enligt SKI:s uppfattning är det ändå av stor betydelse att Sverige genom SKB:s satsningar på området upprätthåller och utvecklar kompetens inom detta område. Som skäl för denna ståndpunkt vill SKI anföra:

- För att SKB:s program skall vara så allsidigt som föreskrivs i kärntekniklagen måste det även omfatta tekniker som i nuläget kan förefalla mindre realistiska av ekonomiska och politiska skäl.

- Sverige måste på ett aktivt sätt delta i utvecklingen på området för att upprätthålla förutsättningar för en oberoende bedömning av teknikens möjligheter - det räcker inte att passivt följa utvecklingen.
- Ett deltagande i det internationella forskningsutbytet på området transmutation ger förutsättningar för att Sverige skall kunna tillgodogöra sig kunskap av betydelse även för det nuvarande kärnavfallsprogrammet och andra delar av kärntekniken.
- Sist men inte minst bidrar SKB:s program på området separation och transmutation till att vidmakthålla en nivå på forskningen inom kärnteknik som är av betydelse inte bara för en framtida tillämpning utan också för hanteringen av redan befintligt kärnavfall.

SKI vill uppmuntra SKB att även fortsättningsvis genomföra eller delta i systemstudier. Fördjupade studier bör som hittills ske inom områden där svensk forskning visat sig kunna ge seriösa bidrag. Under dessa förutsättningar har SKI inget att invända mot den aviserade ökningen av SKB:s insatser under de kommande åren.

## 6.9.2 Djupa borrhål

I konceptet förvaring av använt kärnbränsle i djupa borrhål diskuteras deponering av kapslar med använt bränsle på mellan två till fyra kilometers djup där grundvattenförhållandena troligen är mycket stabila (Grundfelt och Wiborgh, 2006). Berget utgör på dessa djup den viktigaste barriären för att isolera avfallet medan funktionen hos andra tänkbara barriärer såsom lerbuffert och kapsel blir svårare att förutsäga på grund av höga bergtryck, hög temperatur och grundvatten med extremt hög salthalt.

SKI omnämnde redan i sitt yttrande över SKB:s komplettering till Fud-program 1998 de svårigheter som en satsning på alternativet djupa borrhål skulle medföra. Som exempel angavs valet av systemutformning, förhållanden på förvaringsnivå och behov av teknikutveckling för barriärer samt borrhåll- och deponeringsteknik.

SSI ansåg i sin granskning av Fud-program 2001 att en redovisning som bland annat omfattade en säkerhetsanalys av djupa borrhål skulle kunna motsvara kravet på alternativredovisning som omnämns i miljöbalken. SKI framförde i sin granskning av samma program att behov och omfattning av en säkerhetsanalys för djupa borrhål borde diskuteras inom ramen för samråden mellan SKB och myndigheterna som regeringen beslutat om 1996 och 2001.

I granskningen av Fud-program 2004 ansåg SKI att det finns goda skäl för att förtydliga redovisningen inför slutligt val av metod och inför miljöbalksprövningen och såväl SKI som SSI ansåg att en noggrannare jämförelse bör ske med KBS-3 metoden. SKI ansåg också att en sådan jämförelse bör ske med en systematik som bygger på samma principer som SKB utvecklat genom tidigare utförda säkerhetsanalyser av slutförvar och instämde med SSI att jämförelsen kan illustreras med förenklade beräkningar. SKB har dock bedömt att osäkerheterna är så stora att någon sådan analys inte är meningsfull. I stället gjordes en modelleringsstudie av Kemakta (Grundfelt och Wiborgh, 2006). Studien visade att flödestiderna från förvaringsnivå upp till ytan blir i storleksordningen 1-100 miljoner år.

Kasam (Kärnavfallsrådet) ansåg i sitt yttrande över Fud-program 2001 att det saknas tillräckliga skäl att genomföra det skisserade Fud-programmet för djupa borrhål och föreslog SKB att i stället fortsätta utvecklingsarbetet med inriktning på direktdeponering enligt KBS-3 metoden. Kasam bedömde också i sitt yttrande över Fud-program 2004 att djupa borrhål inte är en realistisk metod.

### ***SKB:s redovisning***

SKB konstaterar att konceptet för djupa borrhål bygger på antagandet att grundvattenförhållandena är mycket stabila på stora djup men att en förmodad hög salthalt, hög temperatur och höga bergspänningar medför att man inte kan räkna med någon långsiktig säkerhetsfunktion hos kapseln och bufferten. Den enda återstående barriären i konceptet är därmed berget som ensam skall uppfylla kravet på långsiktig säkerhet. SKB anser också att utrustning för deponering saknas men teknik för borring av djupa hål finns men den behöver utvecklas.

SKB redovisar historiken för utförda studier beträffande alternativa metoder som efterfrågats av såväl SKI som miljödepartementet. Utgående från genomförda alternativstudier för slutförvar (Pass) fick djupa borrhål den lägsta rangordningen avseende teknik, långsiktig funktion och säkerhet samt kostnader. I senare genomförda studier bedömdes KBS-3 och medellånga hål ha störst potential och att ett forskningsprogram för djupa borrhål till samma nivå som KBS-3 skulle medföra drygt 30 års tidsfördröjning och medföra väsentliga merkostnader. SKB konstaterar också att inget annat land i världen förordar djupa borrhål som sitt förstahandsalternativ för att ta hand om använt kärnbränsle.

Under rubriken nyvunnen kunskap argumenterar SKB för att ett förvar på flera km djup skulle utsättas för större påfrestningar i samband med en glaciation orsakat av en ökad frekvens av jordskalv än ett KBS-3 förvar på grundare djup. SKB anser vidare att glaciala skalv teoretiskt skulle kunna medföra att radionuklider transporteras mellan förvaret och det ytligare mer strömmande grundvattnet mellan förvaret och markytan.

SKB:s bedömning från de två föregående Fud-programmen kvarstår, det vill säga ingenting talar för att deponering i djupa borrhål skulle kunna öka säkerheten för det slutliga omhändertagandet av det använda kärnbränslet. SKB:s bedömning baseras på identifierade principiella svagheter för konceptet såsom svårkontrollerad deponering, en enda barriär efter en kort tid och stora osäkerheter om förvarets utveckling under framför allt en istid. SKB anser därmed att motiv saknas för att genomföra något forskningsprogram för djupa borrhål.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Avfallskedjans förening delar fullständigt SKB:s och myndigheternas syn på djupa borrhål. Likväl anser AKF att det måste finnas en alternativ metod till deponi som utredningsmässigt kan jämföras, som alternativ eller referens till KBS-3.

Karlstads universitet påpekar brister i redovisningen av alternativa slutförvaringsmetoder, bland annat saknas kunskap om det redovisade metodalternativet kan införas inom landet. Regeringen bör därför ålägga SKB att redovisa alternativa



metoder på en kunskapsnivå som möjliggör allsidiga och väl underbyggda jämförelser, samt att detta, för metoden djupa borrhål, förutsätter en uppgradering av dagens kunskap. Dessa FoU-insatser bör inledningsvis inriktas på att klargöra om metodens hydrogeologiska förutsättningar kan infrias inom landet.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att det finns mycket dåliga förutsättningar för att industrin nu, lika lite som tidigare, på ett seriöst sätt ska arbeta för att klargöra förutsättningarna för att genomföra metoden djupa borrhål och klargöra metodens långsiktiga miljösäkerhet.

Naturskyddsföreningen och MKG konstaterar också att industrin i Fud-programmet framhåller att inget ytterligare arbete ska läggas på alternativet djupa borrhål annat än att följa utvecklingen i omvärlden. Samtidigt är det för organisationerna uppenbart att det saknas kunskap för att dra de slutsatser industrin gör om metoden. Det behövs en del ytterligare studier, bland annat bör den centrala funktionen av salthalssparren på 1-2 km djup och att den inte störs av istider, verifieras. Organisationerna anser att industrin motarbetar en kunskapsuppbyggnad inom området. Regeringen måste därför se till att myndigheterna får i uppdrag, och resurser för, att ta fram ett eget underlag för att kunna bedöma den alternativa metoden djupa borrhål inför en miljöprovning där alternativbedömningar är centrala.

Oskarshamns kommun (Pereira) anser att alternativet djupa borrhål erbjuder alltför stora osäkerheter och är mer av inomvetenskapligt intresse för mikrobiologer, geologer, hydrologer, fysiker, kemister etc.

Oss och Avfallskedjan anser att regeringen bör kräva att SKB genomför det antal provborrningar som krävs för att påvisa om grundvattnet kan förväntas vara stagnant på större djup och på så sätt säkerställa om alternativet djupa borrhål kan vara ett alternativ till KBS-3 metoden eller inte.

SSI anser i sitt yttrande till SKI att med tanke på de positiva resultat som hittills erhållits i analyserna av bergets barriärfunktion för konceptet djupa borrhål bör SKB ta fram ett mer fullständigt underlag för den planerade jämförelsen med KBS-3 metoden, både vad gäller genomförbarhet och långsiktigt strålskydd.

SSI är medveten om att det finns stora osäkerheter kopplade till både borrhållsteknik och framförallt deponeringsförfarandet. SSI bedömer dock, bland annat utifrån Kasam:s seminarium om djupa borrhål 14-15 mars 2007, att dagens kunskapsläge kring borrhållsteknik är tillräckligt för att kunna göra en utförligare utredning än vad SKB hittills redovisat. SSI anser också att SKB vidare bör belysa konsekvenserna av missöden i samband med deponering (till exempel att kapslar fastnar i deponeringshålet), liksom möjliga åtgärder för att hantera sådana missöden. En formell expertutfrågning av experter från angränsande teknikområden skulle kunna vara ett sätt att belysa frågor kring genomförande och deponering för djupa borrhål.

Vad gäller den långsiktiga säkerheten och strålskyddet är den kritiska frågan enligt SSI om det salta grundvattnet på stora djup verkligen kan förväntas vara tillräckligt orörligt för att kvarhålla de radioaktiva ämnena under hundratusentals år. SSI anser att det finns förenklingar i SKB:s beräkningar, framförallt den begränsade storleken på

modellområden, som bör utredas för att klargöra denna fråga ytterligare. SKB pekar i Fud-program 2007 på att det finns stora osäkerheter om hur en framtida glaciation skulle kunna påverka det stagnanta grundvattnet. SSI ser dock inga principiella hinder för SKB att göra en analys av dessa frågor. Effekter av postglaciala jordskalv är, trots betydande osäkerheter, en integrerad del av säkerhetsanalysen för ett KBS-3 förvar och bör kunna genomföras även för djupa borrhål. För att kunna göra en rättvis jämförelse med KBS-3 metoden bör SKB också ta fram bättre argument för den begränsade designlivslängden (1 000 år) för de analyserade kapslarna i djupa borrhålskonceptet.

SSI anser att den principiella frågan om djupa borrhål uppfyller SKI:s föreskriftskrav på flera barriärer om kapslarna inte kan garanteras vara täta i förvarsmiljön är intressant. Ett sådant resonemang bör dock sättas i perspektiv mot att kapslarna inte heller i KBS-3 metoden kan garanteras vara täta över lång tid, vilket illustreras av resultaten i SR-Can. Denna fråga kopplar även till utformning och val av material hos kapslarna (designlivslängden).

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB bör göra ytterligare utredningar av konceptet djupa borrhål inför tillståndsansökan för att kunna göra en meningsfull jämförelse med huvudmetoden. Syftet bör vara att kunna bedöma om djupa borrhål är ett utvecklingsbart förvarskoncept och att göra en jämförelse med KBS-3 metoden avseende den långsiktiga skyddsförmågan med beaktande av osäkerheter hos båda metoderna.

Sveriges energiföreningars riksorganisation (SERO) anser att alternativet djupa borrhål förefaller tekniskt möjligt att genomföra. SERO anser vidare att när det gäller djupa borrhål finns mycket mindre forskning att luta sig emot varför många påståenden i Fud-rapporten snarare borde betecknas antaganden i brist på fakta. SERO menar att resultatet av den forskning som nu startat i Storbritannien 2007 förhoppningsvis ger svar på ett antal frågor.

Uppsala universitet anser att det finns ett antal starka faktorer som bedöms betyda att ett djupförvar i djupa borrhål är mindre tilltalande än KBS-3 metoden. Alternativen diskuteras dock i dokumentet, och därför erbjuder universitetet några kommentarer:

- Ett provborrningsprogram skulle kraftigt öka förståelsen för kemin, hydrauliken, biosfären på djupet. Dessa kunskaper skulle i sin tur öka trovärdigheten av säkerhetsanalyserna av KBS-3 metoden.
- Till debatten om djupa borrhål som slutförvar kan läggas att ett sådant förvar, eller om det blir fler, måste lokaliseras med än större hänsyn tagen till den seismiska aktiviteten, eftersom kärnavfallet då förvaras på seismogent djup. Specifika platsval blir besvärliga att göra då seismiciteten är låg och dessutom är episodisk i tid och rum till karaktären.

Universitetet anser vidare att ett program för provborrningar av djupa borrhål skulle vara mycket värdefullt för förståelsen av spänningstillståndet på djupet i Sverige, och därmed för förståelsen av den seismiska aktiviteten, Töjningsgivare i hålen skulle vidare ge mycket information om töjningsfältets storlek, riktning och tidsstabilitet, vilket kan omsättas till spänningsinformation. Elektromagnetiska mätmetoder, i borrhålen, skulle kunna användas för att kartlägga salthalt och saltskiktningar i grundvattnet.

### *SKI:s bedömning*

SKI konstaterar såsom gjordes i granskningen av Fud-program 2004, och även utgående från dagens kunskapsnivå, att den enda barriär som kan antas fungera för konceptet djupa borrhål är berget, förutsatt att bergarten på förvarsdjup är relativt homogen. Egenskaper på kort och lång sikt hos bentonit eller andra buffertmaterial i borrhålet, när det gäller att skydda kapseln mot större bergrörelser och kemisk påverkan, är svåra att bedöma på stora djup. Likaså är kapselns täthet även för kortare tider svår att förutsäga beroende på rådande höga bergtryck och den aggressiva kemiska miljön på förvarsdjup.

SKI vill erinra om att ett förvarskoncept som redan från början baseras enbart på berget som enda barriär står i strid med SKI:s föreskrifter (SKI FS 2002:1) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall.

SKI är förvånad över den argumentation som SKB genomför beträffande jordskalvs påverkan på ett djupt borrhålsförvar även om SKB får visst stöd i sitt resonemang från Uppsala universitet. Förvånningen grundar sig främst på att SKB tidigare framhållit att ju närmare markytan ett förvar är beläget (till exempel ett DRD-förvar) desto större blir påverkan och konsekvenserna av ett skalv det vill säga tvärt emot nu genomförd argumentation. Här behövs ett förtydligande från SKB.

Utgående från de diskussioner och den argumentation som SSI redovisade vid Kasam:s (numera Kärnavfallsrådet) seminarium om djupa borrhål i mars 2007 och SSI:s synpunkter och argumentation i yttrandet över detta Fud-program kan SKI trots redovisade invändningar ovan stödja SSI:s argumentation att SKB bör ta fram ett bättre underlag om djupa borrhål för en jämförelse med KBS-3 metoden. SKI håller även med SSI om att underlaget som den nya myndigheten behöver för att kunna jämföra djupa borrhål med KBS-3 metoden behöver förstärkas inför ansökan om uppförande av slutförvaret för använt kärnbränsle. SKI anser också såsom även SSI föreslår att redovisningen kan följas upp inom samrådet för platsundersökningsskedet.



## 7 Samhällsvetenskaplig forskning

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på SKB:s samhällsvetenskapliga forskning utgörande del V i Fud-program 2007 och motsvarar kapitel 29 – 33 i SKB:s rapport. SKI: redovisning utgörs av tre delkapitel. I det första delkapitlet ger SKI sin syn på SKB:s samhällsforskningsprogram, medan det andra delkapitlet utgör enskilda forskningsområden och projekt. Det tredje delkapitlet innehåller SKI:s sammanfattande bedömning.

SKI välkomnar den samhällsvetenskapliga forskningen som redovisas inom ramen för Fud-program 2007. Forskningen ger en ökad förståelse för den ekonomiska och sociala dimensionen av slutförvaret. Det är viktigt att kopplingen mellan SKB:s samhällsvetenskapliga forskning och övriga verksamhet, till exempel MKB, som utgör en del av förebredelserna till SKB:s ansökan om slutförvaret förtydligas. En mera integrerad redovisning av den samhällsekonomiska dimensionen av slutförvaret, en längre tidshorisont och en större geografisk avgränsning, skulle gynnas av ett sådant förfarande.

### 7.1 Översikt – samhällsvetenskaplig forskning

#### *SKB:s redovisning*

SKB:s redovisning av samhällsvetenskaplig forskning hänvisar i första hand till SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram som etablerades 2004. Syftet med den samhällsvetenskapliga forskningen som SKB stödjer är att:

- bredda perspektivet på kärnbränsleprogrammets samhällsaspekter,
- ge ny, djupare kunskap samt bredda och höja kvaliteten på olika beslutsunderlag,
- bidra med underlag och analyser till forskningen om samhällsaspekterna av stora industri- och infrastrukturprojekt.

Med hänsyn tagen till tidigare forskningsaktiviteter och diskussionen av deras resultat – inkl. SKI:s respons – har SKB identifierat fyra generella forskningsområden som särskilt relevanta för SKB. Dessa fyra forskningsområden på vilka SKB:s samhällsforskning bygger är följande:

- Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter.
- Beslutprocesser.
- Opinion och attityder – psykosociala effekter.
- Omvärldsförändringar.

SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram har tidigare granskats som del av Fud-program 2004. Den samhällsvetenskapliga forskning som redovisas i Fud-program 2007 har sin utgångspunkt från medel som beviljades under år 2005 och 2006. Områden som prioriterats under år 2005 och 2006 är följande:

- Användning av media i relation till framtidsfrågor, demokrati och riskuppfattningar.
- Studier om ungdomars syn på teknik, demokrati, risk och säkerhet i förhållande till nya teknologier och möjligheter att påverka sin omvärld och framtid.
- Samhälliga institutioners och intresseorganisationers etiska bedömningar och prioriteringar i relation till lokaliseringen av ett slutförvar.

### ***Remissinstansernas allmänna synpunkter***

Avfallskedjans förening finner det snäva nutidstänkandet som genomsyrar den samhällsvetenskapliga forskningen trångsynt och inskränkt och föreningen vill i stort underkänna denna. Kvarstår mot bättre vetande ambitionen att direktförvara det utbrända bränslet krävs betydligt mer ifråga om metoder och program i syfte att förutse framtida strukturella samhällsförändringar.

Boverket menar att den betoning som görs i Fud-programmet 2007 på samhällsvetenskaplig forskning är väsentlig för att skapa förutsättningar för en långsiktig hållbar hantering av kärnbränsleprogrammet.

Chalmers tekniska högskola anser att den samhällsvetenskapliga forskning sätter frågorna om slutförvaret i ett samhälleligt perspektiv och kan ge redskap att hantera det som är grundläggande för hela säkerhetsanalysen av slutförvar. Dock anser högskolan att det forskningsprogram som nämns i Fud-program 2007 är mycket lite specificerat med hänvisning till att man före 2010 ska ha ett forskningsprogram som innehållsmässigt möter behoven att få olika samhällsaspekter belysta. Högskolan identifierar i synnerlighet behovet hantera omvärldsaspekter inom forskningsprogrammet beträffande risk, säkerhet och en förändrad hotbild för utbränt kärnbränsle och förvar. Högskolan nämner också att samhällsvetenskaplig forskning som utvärderar det systemanalytiska angreppssätt som säkerhetsanalysen utgör och användningen av analysen som beslutsunderlag i ett större perspektiv än det strikt naturvetenskapligt/ tekniska är en viktig del av verksamheten.

Gustaf Öberg från Lund noterar att SKB i Fud-program 2007 verkar förutsätta att det skall vara fullt möjligt att på i huvudsak teknisk-naturvetenskaplig grund finna sådana svar på beslutfattares frågor om ett säkert slutförvar av använt kärnbränsle som tillfredställande i alla väsentliga avseenden. Öberg framhåller att det ter sig helt annorlunda i fall man i stället tar sin utgångspunkt för planerandet i de mer allmänna förutsättningarna för de avgörande besluten, nämligen att de inte kan ske utan hänsyn till att det rör sig om till stor del otillräckligt kända företeelser under mycket långa tidsrymder. Öberg noterar också att SKB säger att de beslut det gäller måste fattas under osäkerhet men språket i framställningen av det tekniska tyder på att man ändå tror på en slutlig säkerhet i deterministisk mening utan tydligt förbehåll för det probabilistiska inslaget i underlaget.

Kärnavfallsrådet och miljöorganisationer har tidigare fört fram önskemål om samhällsvetenskaplig forskning som inte finansieras av SKB. Östhammar kommun förstår denna synpunkt och föreslår att Kärnavfallsrådet ges befogenhet att finansiera och avgöra inriktning på forskning inom kärnavfallsområdet.

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att det är uppenbart för den som följer kärnavfallsfrågan att de frågor som lyftes upp i utlysningen av SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram 2007 som särskilt viktiga att studera är tänkta att styra forskningen i en riktning som passar industrin. I och med att industrin har dragit igång sitt samhällsvetenskapliga forskningsprogram finns det även risk för att möjligheten för forskare att få medel från andra finansieringskällor för forskning om kärnavfallsfrågor minskat. En viktig fråga i Fud-granskningen är hur en ändring av det rådande förhållandet ska kunna komma till stånd så att den samhällsvetenskapliga forskningen inom kärnavfallsområdet blir mer oberoende av industrin.

Oskarshamns kommun är av den uppfattningen att samhällsforskningsprogrammet är ambitiöst och har en vällovlig bredd. Med den bas som har lagts i redan genomförd forskning anser kommunen att det kan finnas anledning att kommande forskningsprojekt går mer på djupet och få en konkretiseringsgrad som gör att resultaten i ännu högre grad kan nyttiggöras för deltagande parter. Oskarshamns kommun deltar gärna i arbetet med att identifiera sådana forskningsområden. Ett sådant område kan vara kärnkraftsteknologins forskningsläge och dess inplacering i såväl energiförsörjningssystemet som miljösystemet eftersom detta kommer att påverka kärnavfallsprogrammet. En mer framtidsinriktad, omvärldsorienterad forskning är därför önskvärd. Breddade och fördjupade spin-offstudier kan vara ett exempel. Modeller för tekniköverföring, som innebär att teknik och forskningsresultat från verksamheten inom SKB kan användas och vidareutvecklas inom annan industriell verksamhet, kan vara ett annat. En annan typ av forskning kan vara följeforskning, där forskare löpande studerar hur processägarna genomför sin uppgift. Forskarnas slutsatser och iakttagelser återförs kontinuerligt till parterna. Syftet med denna form av forskning är att bidra till en bättre och mer förankrad process.

Oskarshamns kommun anmärker på SKB:s ambition att forskningsprogrammet redan före år 2010 innehållsmässigt ska motsvara behovet att få olika samhällsaspekter belysta. Inom tekniskområdet finns ingen sådan tidsgräns där forsknings och utveckling om slutförvarsteknik kommer att bedrivas även efter att tillåtighetsbeslut har fattats av regering och berörd kommun. Med hänsyn till frågans komplexitet anser kommunen att det finns all anledning att hålla dörren öppen för fortsatt samhällsforskning och samhällsutredningar även efter de tider som anges i programmet.

Oss och Avfallskedjan anser att flera redovisade slutsatser från olika forskningsprojekt har pekat på faktorer som kan förbättras, men det tycks ha haft liten om ens någon relevans eller påverkan på slutförvarsprocessen. Bolaget skriver också i Fud-program 2007 att ett huvudsyfte är att erfarenheterna från denna forskning ”*tas till vara i andra likartade projekt*”. Detta förstärker bilden av att SKB:s samhällsforskning inte har någon betydelse för slutförvarsprojektets genomförande och det bör ifrågasättas att forskningen verkligen ligger inom bolagets ansvarsområde. För att inte äventyra projektets trovärdighet bör regeringen rekommendera SKB att överföra den så kallade samhällsvetenskapliga forskningen till en från industrin oberoende aktör.

Regionförbundet i Uppsala län har ingenting att invända mot SKB:s samhällsforskningsprogram.

SSI anser att det är bra med en flexibilitet och öppenhet för nya idéer i planeringen kring samhällsforskningsprogrammet. SSI menar att den samhällsvetenskapliga forskningen fyller en funktion. Myndigheten fokuserar dock på det som är av vikt för strålskyddet, vilket myndigheten i det här sammanhanget till störst del anser vara framtida händelser förorsakade av människor, som intrång i ett slutförvar. Dessa händelser benämns även FHA (Future Human Actions,).

SKB förklarar hur resultaten av forskningen redovisas för berörda och intresserade. SSI ser dock inte hur resultaten används inom SKB:s arbete.

Uppsala universitet anser att Fud-programmet avseende samhällsvetenskaplig forskning förefaller att täcka området väl, men noterar avsaknad av redovisning av tillgängliga medel som gör det svårt att bedöma vad som kan utföras inom ramen för forskningsmedlen. Universitetet framför att det vore bra om den samhällsvetenskapliga forskningen redovisades under rubriken "Humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning" som är den gängse benämningen från statmakernas sida och skulle göra forskningen mer synlig för en större krets av forskare och institutioner inom universitetet. Universitetet anser även att det vore angeläget att SKB tog initiativ till ett seminarium med bred inbjudan till forskare inom humaniora och samhällsvetenskap inför kommande utlysningar av forskningsmedel.

Östhammar kommun menar också att det är viktigt att hålla öppet för möjligheten för fortsatt samhällsforskning även efter 2010.

### ***SKI:s bedömning***

I SKI:s granskning av Fud-programmet 2004 uttryckte SKI en önskan om en tydligare beskrivning av både relationen mellan SKB:s samhällsvetenskapliga forskning och övriga dokument samt tas fram för ansökanprocesser samt en tydligare beskrivning av den process som har byggts upp kring SKB:s samhällsforskningsprogram.

I Fud-programmet 2007 beskrivs relationen mellan den samhällsvetenskapliga forskningen och övriga dokument. I första hand gäller denna genomgång skillnaden mellan samhällsutredningarna och samhällsforskningen. SKI:s synpunkter på tidigare program består och har inte besvarats till fullo i Fud-programmet 2007, särskilt vad gäller att klargöra relationen mellan tillståndsansökningarna och MKB-dokumentet och den samhällsvetenskapliga forskningen.

I granskningen av Fud-programmet 2004 efterfrågade SKI en tydligare redovisning av hur processen kring programutbyggnad, utlysning, urval, kriterier och granskning har utformats och genomförts. Vidare önskade några av remissinstanserna att SKB klargjorde relationen mellan samhällsforskning, tillståndsansökningar, MKB-dokumentet och utredningarna.

SKI kan konstatera att SKB i Fud-programmet 2007 ger en klargörande bild av målen med samhällsforskningen och hur resultaten presenteras. Där framkommer att informationen inte är i första hand kommunspezifisk, men syftar åt att ta fram ny och generell kunskap. SKB framhåller även skillnaderna mellan utredning och forskning där utredningen utgår utifrån en tydlig beställning medan forskningen utgår ifrån



förutsättningslös prövning. Vidare framhåller SKB att forskning präglas av en hög grad av självständighet när det gäller att formulera forskningsfrågor, välja metodik och dra slutsatser utifrån erhållna resultat. SKI anser detta vara en god ansats.

Det är SKI:s bedömning att trots en viss tydlighet har etablerats i grundprinciperna i SKB:s samhällsvetenskapliga forskning, skulle ytterligare klarläggande av vetenskaplig granskning av programmet vara önskvärd. Detta gäller främst vilka kriterier som använts för att identifiera forskningsområden som utlysts, hur forskningsprojekt valts och hur finansiering delats upp mellan olika forskningsområden.

SKB har i Fud-program 2007 beskrivit relationen mellan den samhällsvetenskapliga forskningen och övriga dokument. I första hand gäller genomgången skillnaden mellan samhällsutredningarna och samhällsforskningen. SKI anser vad gäller relationen mellan den samhällsvetenskapliga forskningen, tillståndsansökningarna och MKB-dokumentet skulle ett ytterligare klarläggande vara önskvärdt. I SKB:s översikt nämns att syftet med SKB:s samhällsforskningsprogram är bland annat att bredda perspektivet på kärnbränsleprogrammet samhällsaspekter. Vidare nämns Kasam:s (nuvarande Kärnavfallsrådet) publikationer och seminarier, samt det arbete som SKB genomförde 1993 – 2000 där samhällsaspekter ägnades betydande intresse. Kopplingen mellan den kunskap som etablerats tidigare, inklusive Kasam:s arbete och förstudierna i kommunerna samt den forskning som SKB kartlade under 2003 borde bättre ha tydliggjorts.

SKI anser att ett längre tidsperspektiv i SKB:s forskning skulle vara tillrådligt och att den samhällsvetenskapliga forskningen fortsätter även efter att tillåtlighetsbeslut har fattats av regeringen efter 2010.

## **7.2 Genomgång av SKB:s senaste resultat**

Projekten som har genomförts inom de fyra generella forskningsområdena av Fud-programmet 2007 har utökat kunskapen, i synnerhet med avseende på demografi, lokala ekonomiska förutsättningar och utveckling med kopplingar till en etablering av slutförvaret i en kommun. Kunskapen har även ökat gällande attityder till ett slutförvars tidshorisont med fokus på de lokala förhållandena i Östhammar och Oskarshamn.

Redovisningen nedan visar vad SKB har åstadkommit och vilka utvecklingsbehov eller potential som finns i SKB:s framtida forskning med hänsyn till följande aspekter:

- En sammanfattande kunskapsbild.
- Tidsperspektivet.
- Geografisk inordning.
- Omvärldsbevakning.
- Öppna frågor och teman som inte har behandlats av SKB.

## **7.2.1 Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter**

### ***SKB:s redovisning***

I inledningen till kapitel 30 Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter, beskriver SKB ett syfte att öka kunskapen om förståelsen för hur enskilda orters ekonomi och befolkningssammansättningen påverkas av en ny anläggning på orten. Socioekonomisk påverkan avser både ekonomiska aspekter samt samhällsekonomiska effekter såsom resande, in- och utflyttning liksom ortens renommé och attraktionskraft.

I kapitlet beskrivs resultaten från två forskningsprojekt; ”Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt” och ”Långsiktiga socioekonomiska effekter på små och medelstora orter”. Slutrapporter från dessa projekt publicerades under hösten 2006 och våren 2007.

Projektet ”Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt” har undersökt förändringar i befolkningsutveckling och näringsstrukturer i två kärnkraftskommuner och några referenskommuner under en period av 50 år. Syftet med studien var att undersöka de långsiktiga lokala socioekonomiska effekterna av en kärnkraftsinvestering på kommunal nivå.

I projektet ”Långsiktiga socioekonomiska effekter på små och medelstora orter” ställdes en fråga i samband med en enkätundersökning om vilka lokala ekonomiska spridningseffekter slutförvar av använt kärnbränsle kommer att få. En översikt gjordes även över näringslivet i de två kommunerna med fokus på kapaciteten mellan leverantörskapacitet och upphandlingsbehov i kommunerna. Projektet har resulterat i en uppföljning genom en upphandlingsutredning som genomfördes i Oskarshamn och Östhammar under 2006 – 2007.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Luleå tekniska universitet betonar vikten av det longitudinella perspektivet där man inte får sätta 2010 som slutpunkt. De socio-ekonomiska effekterna måste få en kontinuerlig uppföljning. En brist i programmet är den allt för ensidiga fokuseringen på makroperspektivet och strukturella analyser. Universitetet anser att den socio-ekonomiska forskningen bör kompletteras med ett brett longitudinellt mikroperspektiv där SKB i större omfattning undersöker hur de berördas liv och leverne har förändrats ur ett ekonomiskt och socialt perspektiv.

SSI anser att SKB ger ett bra exempel på när forskning ger upphov till undersökningar på lokal nivå men SSI ställer sig frågan vad SKB har för avsikt att åstadkomma inom området inför nästa Fud-redovisning, eftersom ett program för socioekonomisk påverkan saknas.

Östhammar kommun anser att den forskning som nu startar bör ha fokus på frågor som kommer till nytta i de återstående delarna av kärnbränsleprogrammet. Ur kommunal synvinkel vore det intressant om den samhällsvetenskapliga forskningen utvecklas till att omfatta den geografiska regionen i vilken kommunen ingår. Ytterligare ett uppslag är forskning som försöker ge svar på vad det är som gör att en kommun utvecklas positivt, exempelvis vad i den så kallade Gnosjöandan är positivt för utvecklingen i en

kommun. Forskning om opinionsbildning kan ha stor betydelse för framtida beslut i kärnavfallsfrågan.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att en integrerad redovisning av resultaten i kontext av tidigare forskningsresultat skulle ha gett en mera fullständig bedömning av den socioekonomiska påverkan och de samhällsekonomiska konsekvenserna för en kommun.

SKI anser att resultaten från forskningsprojekten skulle ha kunnat redovisas utförligare, i första hand med hänsyn tagen till de frågor som presenterades som del av projektet "Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt".

SKI anser liksom Luleå tekniska universitet att det finns ett behov av att belysa socioekonomiska frågorna i ett longitudinellt tidsperspektiv med hänsyn till både demografisk och ekonomisk utveckling. Det skulle dessutom vara önskvärt att ytterligare forskning tog ett bredare grepp om ekonomisk utveckling och socioekonomisk påverkan.

En återblick på tidigare forskning och utredningar inom området, speciellt SKB:s förstudier och de samhällsstudier som har utförts inom SKB:s regi vore önskvärd för att få en kompletterande bild över resultaten och den ytterligare forskning som behövs.

## **7.2.2 Beslutsprocesser**

### ***SKB:s redovisning***

Forskningsområdet "Beslutsprocesser" beskrivs i kapitel 31 som ger en översikt över den forskning som har som syfte att lägga grunder för en generell kunskap om beslutsprocesser kring komplexa frågor.

Två projekt har slutförts inom området inom SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram sedan Fud-program 2004. Dessa är: "Allmänhet, expertis och deliberation" som publicerades hösten 2006 och "Resurs eller avfall – internationella beslutsprocesser kring använt kärnbränsle" som publicerades under hösten 2007.

Forskningsprojektet "Allmänhet, expertis och deliberation" studerar samrådsprocessen om slutförvar för använt kärnbränsle för att bidra med kunskap om relationen mellan expertis och en bredare allmänhet i deltagandeprocesser.

Projektet "Resurs eller avfall – internationella beslutsprocesser kring använt kärnbränsle" ska genom jämförande studier av andra länder belysa på vilket sätt olika samhällsdimensioner påverkar politiska beslutsprocesser och teknopolitiska förändringsprocesser. Tidsperspektivet är från tiden för kärnkraftsetableringen fram till hur kärnkraftsfrågan hanteras i dag. De länder som studeras är Finland, Tyskland, Ryssland och Japan.

Ett nytt forskningsprojekt "Bilden av platsen – riskuppfattning och beslutslegitimitet" sattes igång 2007 och handlar om hur beslutsprocessen som helhet uppfattas framför allt på kommunal och regional nivå.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Vetenskapsrådet anser att SKB:s forskning i för stor utsträckning utgår från den tekniska och beslutsfattande nivåns synsätt och behov. Fud-rapporten ger en otillräcklig bild av den viktiga kontaktytan och behovet av en tydlig dialog med medborgarna, såväl lokalt som på riksnivå.

SSI betonar vikten av att förstå den subjektiva oron och ha kunskap kring den komplexitet som omgärdar riskkommunikation för att kunna bemöta frågeställningar från medborgare. Som del av detta syfte refererar SSI till Kasam:s rapport SOU 2007:38 som fördjupar sig i ämnet risk i samband med kärnavfallsfrågan.

SSI konstaterar vidare att SKB skriver att frågan har koppling till såväl lokal samhällsplanering som nationell energipolitik. Detta till trots tas ingen hänsyn till energi- och miljöpolitiken utveckling. SSI anser att SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken behöver en större beredskap för eventuella ändringar i svensk energipolitik för att kunna hantera dessa kopplingar. SSI framhåller att det enda vi i dag kan säga om de långsiktiga planerna är att de med största sannolikhet kommer att behöva modifieras.

Som SSI konstaterar i detta Fud-yttrande är planerna för idrifttagande av anläggningar för slutförvaring av kort- och långlivat avfall (det vill säga såväl den successiva utbyggnaden av SFR som SFL) alltför låsta vid antagandet om viss avvecklingstakt av det svenska kärnkraftsprogrammet. Detta riskerar att leda till att industrin även i framtiden kan tvingas att anpassa avvecklingen av anläggningar i avvaktan på tillgängliga slutförvar på samma sätt som rivningen av Barsebäcksverket har tvingats att skjutas på framtiden.

Östhammars kommun påpekar att resultat från samhällsforskningen utgör en del av beslutsunderlaget för kommunerna. Om samhällsforskningen ska komma till full nytta i beslutsprocessen är det angeläget att aktörerna i större utsträckning ges möjlighet att vara/bli mer delaktig i processen att ta fram forskningsområden inom SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram. Det finns också behov av att öka möjligheten för intresserade att ta del av forskarna redovisningar av sina projekt. Kommunen föreslår att forskarna i högre utsträckning presenterar sina resultat i respektive kommun.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att studierna om beslutsprocesser är ett viktigt bidrag till förståelsen av fältet och värdesätter i synnerhet arbetet kring erfarenheter i andra länder. Liksom på andra områden skulle en inordning av de nya forskningsresultaten i en mera sammanhållen och omfattande bild baserad på tidigare forskning ha varit av mervärde.

I det inledande stycket till kapitlet påpekas komplexiteten av frågan om slutförvar av använt kärnbränsle, med hänsyn till verksamhetens komplexitet och att tidsperspektivet är svårt att överblicka och förstå. Vidare har frågan kopplingar till både lokal

samhällsplanering, nationell energipolitik och utvecklingen internationellt. Dessutom kan påpekas att det finns en lång rad svenska och utländska studier av beslutsprocesser att dra lärdom av.

I beskrivningen av projektet ”Allmänhet, expertis och deliberation” presenteras en rad intressanta och relevanta frågeställningar men dessa besvaras enbart delvis. En ytterligare beskrivning av forskningsresultaten skulle ha varit värdefull.

Projektet ”Resurs eller avfall – internationella beslutsprocesser kring använt kärnbränsle” hanterar en aspekt som till stor del saknas i det samhällsvetenskapliga programmet i övrigt, det vill säga möjligheten till erfarenhetsöverföring från andra länder. Dock presenteras inte resultat från denna studie eftersom den inte var publicerad när Fud-programmet togs fram. Tillämpning av erfarenheter från andra länder på den svenska slutförvarsprocessen borde kunna medföra en förstärkning av det svenska programmet.

SKI anser att studierna inte till fullo reflekterar fältets komplexitet, till exempel betydelse av beslutsprocesser på olika administrativa och politiska nivåer i och utanför Sverige, samt frågan om ett längre tidsperspektiv och förändring av beslutsprocesser och kulturer över tid. SKI anser också att en starkare förankring och återförelse till huvudparterna i processen, i synnerhet kommunerna, skulle vara önskvärd.

### **7.2.3 Opinion och attityder – psykosociala effekter**

#### ***SKB:s redovisning***

I inledningen till kapitel 32, Opinion och attityder – psykosociala effekter, framhålls att forskningsområdet är föränderligt och präglas av olika drivkrafter. Dessa omfattar, utom aktuella händelser och kommunicerad budskap, djupt liggande värderingar och normer, identifikation, upplevda rädslor och oro där SKB identifierar betydelsen att belysa ”symboliken” kring slutförvaret och dess verksamhet.

Tre forskningsprojekt igångsattes inom området 2004; ”Identitet och trygghet i tid och rum - kulturteoretiska perspektiv på kärnavfallsfrågans existentiella dimensioner”, ”Opinioner och attityder till förvaring av använt kärnbränsle” och ”Kärnavfallet - från energireserv till kvittblivningsproblem”. Ett ytterligare projekt ”Som natt och dag trots samma kärnas ursprung” som behandlar massmediernas hantering av kärnavfallsfrågan genomfördes 2006.

Projektet ”Identitet och trygghet i tid och rum - kulturteoretiska perspektiv på kärnavfallsfrågans existentiella dimensioner” studerade de underliggande tankestrukturer som rör begreppen tid och rum i den pågående diskussionen om ett slutförvar i Östhammar och Oskarshamn. Bland aspekter som studerades var tidsbegreppet. Studiens slutsats var att tiden fram till dess att beslut fattas om att lokalisera ett slutförvar samt själva anläggningstiden uppfattas som överskådlig. Å andra sidan uppfattas slutförvarstiden som oöverskådlig och att det finns en stor osäkerhet om man kan förlita sig på samhällsutvecklingen i framtiden.

Inom projektet ”Opinioner och attityder till förvaring av använt kärnbränsle” samlades data in om attityder och riskuppfattningar avseende slutförvar av använt kärnbränsle i Östhammar och Oskarshamn, i kontrollkommunen Finspång och i riket som helhet.

Projektet ”Kärnavfallet - från energireserv till kvittblivningsproblem” skildrar långsiktiga historiska förskjutningarna i värderingsmönstren på nationell nivå i samband med kärnavfall. Projektet redogör för ändringar i opinionsbildningar avseende kärnavfallet på det nationella planet från 1950-talet då avfallet betraktades som en värdefull energiresurs till dagens diskussioner om lämpliga platser för slutförvar.

Sista projektet ”Som natt och dag trots samma kärnas ursprung” analyserar den mediala opinionsbildningen kring kärnavfallsfrågan på riks och lokalnivå från platsundersökningarnas början i slutet av 2001 tills slutet av 2005.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

I yttrandet över Fud-program 2004 pekade Oskarshamns kommun på behovet av ytterligare forskning som tar upp skillnaden i mäns och kvinnors attityder till kärnavfall. Kommunen konstaterar i sitt yttrande över Fud-program 2007 med tillfredsställelse att ytterligare forskningsmedel har beviljats till fördjupade studier inom detta område.

SSI menar att forskningen kring ämnet opinion och attityder är av stor vikt för slutförvarets genomförande. Däremot ser SSI ingen direkt, möjligen indirekt, koppling till strålskyddet. Således avstår myndigheten från att vidare yttra sig.

### ***SKI:s bedömning***

Enligt SKI har de fyra forskningsprojekt som igångsatts inom området; ”Identitet och trygghet i tid och rum – kulturteoretiska perspektiv på kärnavfallsfrågan”, ”Opinion och attityder till förvaring av använt kärnbränsle”, ”Kärnavfallet – från energireserv till kvittblivningsproblem” och ”Som natt och dag trots samma kärnas ursprung” belyst en stor rad aspekter gällande opinion och attityder. Här liksom inom andra områden skulle en integration av forskningsresultaten i kontext av resultat från tidigare forskning ha haft ett stort mervärde för att visa den samlade kunskapen som SKB har tagit fram.

Bland de resultat som presenteras från det första projektet kan tidsbegreppet i samband med slutförvaret uppfattas som oöverskådligt, medan själva anläggningstiden uppfattas som överskådlig. Denna osäkerhet och svårighet att placera slutförvaret tidsmässigt, oro för om man kan förlita sig på att slutförvaret också ska fungera i framtiden och en stor osäkerhet att så verkligen är fallet motiverar ytterligare studie som bygger på framtidsscenarioer. SKI anser att resultaten är ytterst relevanta och borde motivera framtida forskningsaktiviteter. Inom detta område skulle aspekter såsom ändringar i samhällsskick, oväntades händelser och samhällsutveckling vara relevanta.

## 7.2.4 Omvärldsförändringar

### *SKB:s redovisning*

I kapitel 33 diskuteras etableringen av slutförvaret i Sverige kopplat till förändringar i omvärlden. Syftet med forskningsområdet är att öka kunskapen om relevanta omvärldsfaktorer och omvärldsförändringar.

Ett projekt som har drivits inom detta forskningsområde är studien ”Nationell kärnavfallspolitik i en europeisk union” som slutrapporterades under våren 2007. Ytterligare två projekt har startats under 2006. Därtill kommer att SKB anser att forskningsinsatser som har drivits inom andra områden är av relevans för området omvärldsförändringar.

Projektet ”Nationell kärnavfallspolitik i en europeisk union” handlar om två sidor av hantering av använt kärnbränsle och kärnavfall, det vill säga å ena sidan Sveriges nationella ansvar för det avfall som uppstår i landet och å andra sidan, de rättigheter som Sverige har med hänsyn till mellanlagring och slutförvaring av använt kärnbränsle från andra länder. På multilateral nivå regleras frågan genom icke-spridningsavtal och IAEA-konventionen. Inom ramen för EU är frågan om ansvar för det använda kärnbränslet inte direkt reglerad och ansvarsfrågans nationella karaktär kan även strida mot europeisk lagstiftning.

Två nya projekt inom forskningsområdet startade hösten 2006 och i Fud-programet 2007 presenteras planer om att inleda ett ytterligare projekt inom området vid årsskiftet 2007 – 2008.

### *Remissinstansernas synpunkter*

Avfallskedjans anser att betydligt mer forskning krävs ifråga om metoder och program i syfte att förutse framtida strukturella samhällsförändringar mm.

Chalmers tekniska högskola finner det anmärkningsvärt att man inte i dagsläget specificerar ett forskningsprogram som hanterar omvärldsaspekter beträffande risk, säkerhet och en förändrad hotbild för utbränt kärnbränsle och förvar.

Krisberedskapsmyndigheten anser att omvärldens förändringar i ett långtidsperspektiv bör beaktas i kommande forskningsinsatser. Detta gäller nya insikter och hotbilder i händelse av olyckor och sabotage samt möjligheten till olaga, omedvetet intrång på förvaringsplatserna, samt ändringar i samhällssystemen med hänsyn till förändringar i värdering, riskuppskattning och annan kunskap och förutsättningar. Vidare bör forskningsprogrammet också kompletteras med forskning om etik och konflikthantering.

Oskarshamn kommun anser att en mer framtidsinriktad, omvärldsorienterad forskning vore önskvärd. Regionförbundet i Kalmar län är positivt till SKB:s samhällsforskning och understödjer Oskarshamns kommuns önskemål om en mer framtidsorienterad och omvärldsorienterad forskning och fördjupade spin-off studier samt modeller för tekniköverföring för att skapa expanderande innovationssystem. Med hänsyn till frågans komplexitet anser regionförbundet att det finns all anledning att hålla dörren öppen för

fortsatt samhällsforskning och samhällsutredningar även efter de tider som anges i programmet.

SSI ser positivt på att forskningen på temat Omvärldsförändringar har utökats. SSI menar att frågan om informationsbevarande har en plats under detta tema. SSI ser positivt på att SKB har påbörjat ett projekt rörande informationsbevarande i och med rapporten Kunskapsbevarande för framtiden – Fas 1. Detta är en viktig komponent i att uppfylla SSI:s krav rörande risk för intrång, som framgår av SSI:s allmänna råd. SSI ser fram emot Fas 2 av projektet.

Östhammars kommun menar att det vore värdefullt att komplettera den nationella samhällsforskningen med internationell forskning på EU-nivå. Kommunen är övertygad om att det finns internationellt intresse för sådan forskning och det bör finnas möjligheter att delfinansiera sådan forskning genom EU.

### ***SKI:s bedömning***

SKI framförde i sitt yttrande över Fud-program 2004 att alltför begränsade resurser satsats på området omvärldsförändringar inom programmet. I Fud-program 2007 har ytterligare ett projekt slutförts som ger en översikt och inblick i de frågeställningar som Sverige möter internationellt med hänsyn till hantering av använt kärnbränsle och kärnavfall.

SKI vill betona vikten av att SKB noggrant bevakar de händelser som sker internationellt som kan beröra processen om hantering av använt kärnbränsle i Sverige. Detta gäller arbetet med hantering av använt kärnbränsle i andra länder, händelser och beslut utanför Sverige som kan komma att påverka den svenska situationen samt socioekonomisk utveckling i andra länder som kan vara av relevans för hanteringen av använt kärnbränsle i Sverige.

SKI anser att långtidsbevakning av omvärldsförändringar bör ingå i SKB:s fortsatta forskningsprogram. I detta bör inkluderas eventuella förändringar i samhällssystem med hänsyn taget till värderingar och riskuppfattningar samt hotbilder i händelser av olyckor, sabotage och intrång i slutförvaret.

## **7.3 SKI:s sammanfattande bedömning samhällsvetenskaplig forskning**

Den forskning som bedrivs av SKB inom det samhällsvetenskapliga forskningsområdet bidrar till en helhetsbild av slutförvarsprocessen som är en viktig del av beslutstagande när ansökan för slutförvaret lämnas in och ska hanteras av myndigheter och andra aktörer. SKI välkomnar därför fokusering på fortsatt arbete utgående från att Fud-programmet 2004 lämnades in och granskades av berörda aktörer. Den forskning som har finansierats genom programmet har omfattat ett brett samhällsvetenskapligt fält och resulterat i intressanta studier som har tagit upp nya frågeställningar och vars forskningsresultat har gett ytterligare kunskap och insikt om tidigare frågor.



För att tillvarata resultaten från de viktiga frågor som hanterats inom programmet är det viktigt att kopplingen mellan SKB:s samhällsvetenskapliga forskning och övriga dokument och processer (till exempel MKB), som utgör en del av förberedelser till SKB:s ansökan om uppförande av slutförvaret 2010, ytterligare tydliggörs. SKI anser att kontinuerlig forskning inom samhällsvetenskapliga området är viktigt och fortsatt samhällsforskning efter 2010 vore önskvärd.

#### *Avgränsning av det samhällsvetenskapliga forskningsfältet*

SKI saknar en tydlig koppling till den kunskapsbas som finns som resultat av det arbete som utfördes av SKB under förstudieskedet och de utredningar och forskning som har genomförts av andra aktörer, till exempel Kasam. SKI frågar sig hur den forskning som genomförts under SKB:s tidigare samhällsvetenskapliga forskningsprogram relaterar till nu genomfört arbete.

#### *Geografisk avgränsning av området*

SKI anser att beskrivningen av samhällsmässiga effekter är alltför snävt avgränsad med hänsyn till geografiskt fokus. Forskningen fokuserar till största del på kommunerna. För att uppfylla SKB:s syfte med forskningsprogrammet, att ta fram generell kunskap, vore det önskvärt att forskningen innefattade en bredare geografisk kontext och inte enbart koncentreras till information som insamlas i kommunerna.

#### *Omvärldsbevakning*

Den internationella dimensionen av den samhällsvetenskapliga forskningen behöver förstärkas. SKI anser att SKB med utgångspunkt från internationella erfarenheter borde ha försökt överföra och jämföra relevanta omvärldsfaktorer och förändringar och bedöma dess betydelse för svenska förhållanden.

#### *Tidshorisont*

Forskningen koncentreras till största del på värderingar och socioekonomisk utveckling i nutid, eller närmaste framtiden och längst till slutet av anläggningstiden. 2010 syftar SKB till att ha ett forskningsprogram som möter behoven att få olika samhällsaspekter belysta. Med hänsyn till projektet långa tidshorisont anser SKI att studier som bygger på framtidsforskning vore eftersträvansvärda.

#### *Beskrivning av SKB:s forskningsprogram och dess resultat*

Beskrivning av den forskning som har ägt rum inom SKB:s samhällsforskningsprogram är mycket summariskt redovisad. En ytterligare beskrivning av forskningens resultat, det vill säga vad forskningen kommit fram till, hur resultaten stämmer överens med tidigare forskningsresultat inom området, såväl inom som utanför SKB:s program, borde ha redovisats av SKB. SKB borde också försökt bedöma status för programmet det vill säga vad har belysts hittills och inom vilka områden ytterligare förtydligande behövs.

Dessutom borde SKB ha redovisat hur uppnådda resultat påverkat SKB:s framtida forskningsplaner inom programmet samt dess koppling till ansökanprocessen. Ytterligare information och transparens på vilket sätt SKB:s forskningsprogram initierats och genomförts vore önskvärt. Som exempel kan nämnas processen gällande utlysning samt urval och kriterier för genomförandet av programmet.

*Integrerad översikt av forskningsresultaten*

En sammanfattning och slutsats av den samhällsvetenskapliga forskning och utredning som hittills har utförts inom SKB:s program, som har direkt relevans för slutförvarsprogrammet, skulle ge insikt om behovet av fortsatt forskning och utlysning av framtida projekt inom SKB:s samhällsvetenskapliga forskningsprogram.

*Utvidgat forskningstema*

SKI anser att en diskussion om mänskligt intrång och därmed oförutsedda förändringar i samhället och olika alternativ av samhällsutveckling hade varit intressant att få belyst inom programmets ram.

## 8 Loma-programmet och rivning

I detta kapitel redovisar SKI sin bedömning av Del VI, det vill säga kapitel 34-40, i Fud-program 2007.

### 8.1 Översikt

Detta avsnitt motsvarar kapitel 34 i Fud-program 2007. Denna översikt överensstämmer i stora drag med vad som framgår av SKB:s handlingplan för Lomaprogrammet i kapitel 3 av Fud-program 2007.

#### *SKB:s redovisning*

I denna del av Fud-program 2007 redovisar SKB det så kallat Loma-programmet och rivningen (eg. avvecklingen) av de anläggningar som enligt industrins planer ingår i programmet. "Loma" står för Låg- Och Medelaktivt Avfall, och de anläggningar som omfattas av SKB:s program är de befintliga och kommande slutförvararen för låg- och medelaktivt avfall samt mellanlagret för långlivat avfall, (BFA, eg. Bergrum För Avfall).

I denna del redovisar SKB även de kostnadsstudier för rivning av kärnkraftverken som SKB utför på uppdrag av kraftbolagen.

För den närmaste treårsperioden anger SKB följande viktiga milstolpar:

- Ny säkerhetsredovisning för slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR 1), som delges myndigheterna årsskiftet 2007/2008.
- Färdigställande av det befintliga förrådet BFA på Simpevarpshalvön för mellanlagring av hårdkomponenter.
- Licensiering och tillverkning av transportbehållare för medelaktivt långlivat avfall (bör vara klart senast 2011).
- Påbörjande av förberedelser för utbyggnad av SFR 2008, med planerad idrifttagning 2020.

För den närmaste sexårsperioden uppger SKB också följande milstolpar:

- Driftstart av torr mellanlagring för hårdkomponenter i BFA, tidigast i slutet av 2011.
- Inlämnande av ansökan om utbyggnad av SFR 2013.

SKB uppger slutligen att planeringen av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL) kommer att påbörjas efter inlämnandet av ansökan om utbyggnad av SFR. SFL beräknas kunna tas i drift 2045. SKB anger att man kan vänta med uppförandet av detta slutförvar eftersom de aktuella avfallsvolymererna ännu så länge är små.

#### *Remissinstansernas synpunkter*

Oskarshamns kommun tar i huvuddelen av sitt yttrande inte upp Loma-programmet annat än att påpeka vad som framfördes i kommunens villkor för platsundersökning från 2002 om att ett medgivande av denna inte innebär något ställningstagande till

lokaliseringen av SFL. Man konstaterar också att mellanlagringen nu ökat i Oskarshamn i och med omlicensieringen av BFA.

Östhammars kommun och Lokala säkerhetsnämnden vid kärnkraftverket i Forsmark anser det positivt att SKB har förbättrat sin redovisning av Loma-programmet sedan Fud-program 2004. Nämnden påminner om att synpunkter på en tidigare rivning av Barsebäcksverket än 2020 har framförts. Om detta även skulle medföra en tidig förläggning av ett slutförvar till Östhammars kommun anser nämnden att sådana planer bör presenteras så tidigt som möjligt.

### ***SKI:s bedömning***

SKI kan konstatera att Kapitel 3 om handlingsplanen för Loma-programmet nästan inte tillför något i sak utöver vad som framgår av del VI av Fud-programmet. Vad SKI här framför i kapitel 8 om SKB:s planering täcker således också in granskningen av kapitel 3.

SKI har inga särskilda synpunkter på denna översiktliga sammanställning annat än att det tydligt framgår hur viktigt det är att SKB sätter av tillräckligt med resurser för att kunna hålla den aviserade tidplanen för utbyggnad av SFR

SKI återkommer till frågan om tidplaneringen för SFL under avsnitt 8.2.2.

## **8.2 Låg-och medelaktivt avfall**

Detta avsnitt motsvarar kapitel 35 i Fud-program 2007.

### **8.2.1 Avfallets ursprung – avfallsmängder och avfallstyper**

Detta avsnitt motsvarar avsnitten 35.1-2 i Fud-program 2007.

### ***SKB:s redovisning***

Förutom att ta upp de stora avfallsströmmarna i form av drift- och rivningsavfall från kärnkraftverken berör här SKB kortfattat bland annat avfall från Studsvik och så kallat IKA-avfall (radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet). SKB framhåller att det avfall som inte härrör från kärnkraftverken inte ligger inom SKB:s åtagande gentemot ägarna och därmed kräver att separata avtal tecknas. SKB säger sig dock vara positiva till att ta hand om radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet – mot skälig ersättning och om det passar in i den ordinarie verksamheten. Detta uttalande motiveras med hänvisning till att Kasam (numera Kärnavfallsrådet) i anslutning till Fud-program 2004 noterade att det är nödvändigt att ett nationellt system skapas för slutligt omhändertagande av i princip allt radioaktivt avfall.

I avsnitt 35.2 går SKB också igenom statusen för hantering av bland annat kortlivat och långlivat kärnavfall. Man konstaterar således att prognoserna för utnyttjandet av SFR har varit tilltagna i överkant. Den ursprungliga prognosen för 2010 var 90 000 m<sup>3</sup> att jämföra med utfallet 31 000 m<sup>3</sup> i slutet av 2006. Däremot kommer effektökningar och

ökad livslängd för kärnkraftreaktorerna att bidra med ökade avfallsmängder, inte minst gäller detta långlivat avfall i form av utbytta hårdkomponenter.

För dokumentation av långlivat avfall har SKB utvecklat ett nytt dokumentationssystem, Draak, liknande det för avfall till SFR.

SKB uppger att SKI i granskningen av Fud-program 2004 påpekat att SKB i nästa Fud-program bör ge en mer detaljerad beskrivning av programmet för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet. Som kommentar till detta anger SKB: ”Mot bakgrund av SKB:s övriga verksamhet kommer Fud-program 2010 att fokusera på Loma-programmet.”

### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI anser att SKB:s anläggningar kan komma att utgöra viktiga resurser för omhändertagande av annat radioaktivt avfall än det som idag omfattas av Fud-programmet, till exempel avfall från bränslefabriken, Ågesta, Studsvik, sjukhus, forskning och industri samt visst avfall med naturligt förekommande radioaktiva ämnen. För att underlätta planeringen är det därför angeläget att SKB tydliggör vilka möjligheter till deponering av detta avfall som står till buds i SKB:s program. Även för kostnadsuppskattningar är det enligt SSI:s mening angeläget att utvecklingen av slutförvarskoncepten för låg- och medelaktivt avfall drivs vidare.

SSI konstaterar att SKB:s redovisning av SFL alltså är mycket vag och att SKB utan vidare motivering skjuter fortsatt planering och forskning på framtiden

### ***SKI:s bedömning***

SKI instämmer med SSI i att programmen för hantering av olika avfallsströmmar med radioaktivt avfall bör samordnas så att samhället får säkerställt en tillfredsställande lösning. Rent juridiskt går det dock knappast att ställa krav på SKB:s program i dessa avseenden utan detta får ske indirekt genom de krav som kan ställas på innehavare och producenter av radioaktivt avfall som inte härrör från kärnkraftverk. SKI vill dock understryka att en sådan samordning av praktiska skäl endast är möjlig när det gäller just det slutliga omhändertagandet, det vill säga slutförvaring och konditionering med tanke på denna.

Att SKB på eget initiativ tagit fram ett dokumentationssystem för långlivat låg- och medelaktivt avfall är positivt och myndigheten kommer att följa upp detta i sitt tillsynsarbete.

SKI anser det anmärkningsvärt att SKB utan att ha kontaktat myndigheterna underlåtit att komma med den mer detaljerade beskrivningen av programmet för det långlivade avfallet som SKI efterlyste 2004. Detta är desto mer anmärkningsvärt eftersom detta även ingick i de förväntningar som redovisades i regeringens beslut om Fud-program 2004.

## 8.2.2 Anläggningar för låg- och medelaktivt avfall

Detta avsnitt motsvarar avsnitt 35.3 i Fud-program 2007.

### *SKB:s redovisning*

SKB:s existerande och planerade anläggningar för låg- och medel aktivt avfall utgörs av:

- Slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR 1).
- Slutförvaret för rivningsavfall (SFR 3).
- Anläggning för torr mellanlagring av långlivat medelaktivt avfall, som en del av BFA (Bergförvar För Avfall).
- Del av Clab för mellanlagring av hårdkomponenter.
- Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL).

Efter en inledande genomgång av historik och status för SFR, bland annat med hänsyn till kommande behov av slutförvarsvolym, konstaterar SKB att SFR 1 behöver byggas ut för att inte utrymmesbrist skall uppstå efter 2020. Utbyggnaden, i två etapper, skall då enligt SKB:s planer ske så att både den nya och den gamla delen kan ta emot avfall från såväl drift som rivning. Den första etappen skall omfatta utrymmen för rivningsavfall från de idag avställda anläggningarna och en ytterligare en bergsal för medelaktivt driftavfall. Den andra etappen avser utrymmen för både driftavfall och rivningsavfall från anläggningar som idag är i drift. Platsundersökningar har påbörjats under 2008 och ansökan om utbyggnad (inklusive omlicensiering av befintligt SFR 1) kommer att lämnas in till myndigheterna 2013. Prövning av ansökan bedöms av SKB ta två år och driftstart beräknas kunna ske år 2020. Tidpunkten för driftstart av etapp 2 bedöms kunna bli omkring år 2030 med hänsyn till de planerade drifttiderna för återstående kärnkraftverk. SKB avser att ta fram en sammanhållen ansökanplan för utbyggnad och drift av hela SFR (= SFR 1 + SFR 3) .

SKB har tillsammans med kärnkraftbolagen utarbetat ett förslag på hur hårdkomponenter ska kunna lagras under torra förhållanden. Lagring som förut i Clab bedöms som för dyr och utrymmeskrävande. Förslaget går ut på att utnyttja en del av det befintliga mellanlagret för kärnavfall (BFA) vid Oskarhamnsverket för detta ändamål. Avfallet är tänkt att under mellanlagringen förvaras i plåtlådor som skulle kunna användas även för slutförvaring. SKB påpekar dock att möjlighet till omkonditionering finns eftersom kriterierna för slutförvaring ännu inte är fastställda. En transportbehållare för avfallet (ATB-1T) behöver också tas fram, vilket är en tidstyrande faktor för start av mellanlagringen år 2011.

Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL) planeras av SKB att kunna tas i drift tidigast 2045, ”det vill säga när större delen av avfallet finns tillgängligt för deponering”. I avsnitt 38.2 ger SKB en något utförligare motivering för val av tidpunkt för SFL. SKB anser således att det idag inte finns skäl att påbörja uppförandet av SFL eftersom avfallsvolymer ännu är små. En tidig utbyggnad bedömer därför SKB ge en omotiverat lång drifttid.

SFL anges av SKB vara avsett för kraftigt neutronbestrålat avfall, såsom härdkomponenter i form av till exempel styrstavar, bränsleboxar, härdgaller och moderatortankar. SKB omnämner att SKI och SSI i sin granskning av Fud-program 2004 ansåg att utformningen av SFL bör prioriteras och att SKI därför uppmanade SKB att i nästa Fud-program ge en väl sammanhållen redovisning av vilka konstruktionskrav som måste ställas på slutförvaret. SKB anger nu att man kommer att redovisa sina planer för SFL i Fud-program 2010. Denna redovisning kan bland annat komma att innehålla strategi för val av plats och djup för slutförvaret. I dagsläget planerar SKB för en uppdatering av avfallsinventariet samt en ”konceptuell säkerhetsbedömning” av anläggningen efter det att ansökan om utbyggnad av SFR färdigställts.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Boverket anser det bra att SFR byggs ut för att kunna ta emot rivningsavfall från Barsebäck. En fråga som Boverket anser bör belysas i det sammanhanget är förläggningen av slutförvaret under Östersjön. Enligt Boverket skulle ju ett alternativ kunna vara att förlägga anläggningen på land.

Milkas (Pettersson) anser sammanfattningsvis när det gäller de nu aktuella planerna på mellanlagring av utbytta stora komponenter, inklusive härdkomponenter, att detta är något som SKB inte har haft förmågan att lösa. De avställda reaktorerna i Barsebäck, Studsvik och Ågesta står inför en rivning. Att SKB inte har resurser att ta emot (delar av) rivningsavfallet förrän 2045 är därför en helt otillfredsställande planeringsmiss. Milkas avslutar med kommentaren att samhällets och myndigheternas behov visar att färdigställande av SFL skall tidigareläggas till år 2020-2025.

SSI anser det positivt att SKB påbörjat arbetet med utbyggnaden av SFR. Samtidigt påpekar SSI vikten av att SKB i sin tillståndsansökan kan motivera val av plats och metod för slutförvaringen. SSI noterar också att tidplanen för utbyggnaden förskjutits sedan 90-talet så att den av industrin aviserade huvudstrategin med rivning snarast efter avställning av kärnkraftreaktorer inte går att tillämpa för Barsebäcksverket. Av den anledningen anser SSI att tidplanen för utbyggnaden av SFR i etapper bör utredas ytterligare, till exempel för att i tid skapa utrymme för rivningsavfall om ytterligare reaktorer skulle stängas tidigare än vad som förutses idag.

SSI framhåller att SKB:s och kraftbolagens hantering av frågan om mellanlagring av härdkomponenter är [ytterligare] ett exempel som visar på brister i SKB:s framförhållning och långsiktiga planering för omhändertagande av avfall. SSI anser därför att SKB och reaktorinnehavarna bör redovisa vilka avfallsmängder som förväntas, vid vilka tidpunkter avfallet uppstår, hur behovet av mellanlagring kommer att tillgodoses och hur allt detta kopplar till planerna för uppförandet av SFL.

SSI konstaterar att SKB:s redovisning för SFL inte innehåller någon egentlig översyn av skälen till att avvakta med uppförandet tills huvuddelen av avfallet finns tillgängligt. Ett stegvis uppförande för att möjliggöra tidigare start av deponering bör därför utvärderas. SSI konstaterar också att SKB inte hört sammat att slutförvarets utformning skulle ha förtydligats i Fud-program 2007, i enlighet med regeringens beslut över Fud-program 2004.

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB:s redovisning för SFL inte uppfyller lagens krav på allsidighet och att därför Fud-programmet bör kompletteras i detta avseende.

### ***SKI:s bedömning***

SKI gör bedömningen att SKB:s beskrivning av planerna för SFR är tillräckliga ur teknisk synpunkt. SKI förväntar sig dock en mer sammanhållen bättre underbyggd motivering av tidplanerna för utbyggnaden av SFR i Fud-program 2010. Detta gäller inte bara med hänsyn till den pågående diskussionen om tillgänglig förvarsvolym för rivningsavfall från Barsebäcksverket (se vidare avsnitt 8.5.2) utan också för avfallet från drift och rivning av övriga kärnkraftverk. Liksom SSI anser SKI också att frågan om lokalisering av SFR 3 till det befintliga SFR 1 är något som måste kunna motiveras i en ansökan om utbyggnad. Av den anledningen är det viktigt understryka att den platsundersökning som nu genomförs för SFR 3 bör ske lika förutsättningslöst som för ett fristående slutförvar.

Användningen av BFA för mellanlagring av hårdkomponenter anser SKI vara en godtagbar lösning och ett bra alternativ till att uppföra ett separat mellanlager. Detta förfarande borde enligt SKI:s uppfattning också bidra till önskvärd flexibilitet när det gäller val av tidpunkt för uppförandet av ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Däremot anser SKI det vara mindre lyckat att BFA tas i drift för att ta emot hårdkomponenter innan ens preliminära acceptanskriterier tagits fram för lagring och slutförvaring.

Som även påpekats i avsnitt 8.2.1 finner SKI det anmärkningsvärt att SKB inte hört sammat myndigheternas och regeringens förväntningar om en redogörelse för hanteringen av de långlivade låg- och medelaktiva avfallet i Fud-program 2007. Detta gäller både motiven för tidplan och det mera detaljerade innehållet i ett program för att ta fram en slutförvarslösning som så långt det är möjligt verifierad med analys av den långsiktiga säkerheten. SKI instämmer därför helt med SSI:s synpunkter om behovet av en redovisning av avfallsproduktion vid olika tidpunkter och hur detta bör leda fram till ett optimalt val av tidpunkt för drifttagning av SFL. Det är likaså förvånande att SKB inte tar upp annat avfall avsett för detta slutförvar än hårdkomponenter. SKI vill därför påminna om att det redan sedan länge finns ca 2 000 m<sup>3</sup> avfall från Studsvik som också skall slutförvaras i SFL.

## **8.3 Säkerhetsredovisningar**

Detta avsnitt motsvarar kapitel 36 i Fud-program 2007.

### **8.3.1 Föreskrifter för säkerhet och strålskydd**

Detta avsnitt motsvarar avsnitt 36.1 i Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redogör här mycket kortfattat för de föreskrifter som gäller för utformningen av bland annat säkerhetsanalyser.



### ***SKI:s bedömning***

SKB:s redovisning är här allt för kortfattad för att kunna motivera en utförlig bedömning. För Fud-program 2010 förväntar sig myndigheten en grundligare genomgång av hur gällande föreskrifter tillämpas. SKB rekommenderas dock att samråda med Strålsäkerhetsmyndigheten om hur en sådan genomgång bör redovisas. SKI vill påpeka att sedan färdigställandet av Fud-program 2007 har ett sådant samråd nu skett med hänsyn till kärnbränsleprogrammet. Detta har medfört klarläggande av ett antal frågor som även är gällande slutförvaren för låg- och medelaktivt avfall. Detta gäller inte minst innehållet i den form av ”preliminär säkerhetsredovisning” som bör åtfölja en ansökan om uppförande eller utbyggnad av ett slutförvar. SKI vill även påpeka att efter erhållet tillstånd måste den föreskrivna preliminära säkerhetsredovisningen granskas och godkännas av SKI innan uppförandet.

### **8.3.2 Säkerhetsredovisningar för SFR 1 och utbyggt SFR**

Detta avsnitt motsvarar avsnitten 36.3-4 i Fud-program 2007. (För avsnitt 36.2, SKB:s säkerhetsstrategi, har varken SKI och remissinstanserna något att kommentera.)

#### ***SKB:s redovisning***

SKB tar här upp den pågående uppdateringen av säkerhetsanalysen för SFR 1 som kommer att redovisas för myndigheterna under 2008. Arbetet fokuseras enligt SKB:s på att ta fram ett bättre underbyggt nuklidinventarium för slutförvaret. SKB nämner även att i kommande uppdateringar av säkerhetsanalysen för SFR kommer merparten av beräkningarna att ske med probabilistiska metoder.

För den preliminära säkerhetsredovisningen för etapp 1 av det utbyggda SFR planerar SKB en säkerhetsanalys som omfattar både den nya och gamla delen av slutförvaret. SKB framhåller att genom att ansöka om ett gemensamt tillstånd för befintligt och utbyggt slutförvar kan detta utnyttjas på ett optimalt sätt med hänsyn till deponering av avfallet i olika utrymmen.

#### ***SKI:s bedömning***

SKB:s redovisning är mycket kortfattad och innehåller så gott som ingen planering för den forskning och utveckling som kan vara nödvändig för säkerhetsanalysen av slutförvaret för tiden efter förslutning. Användningen probabilistiska metoder anser SKI vara värdefull, men vill påpeka att dessa trots allt måste vara underbyggda av deterministiska beräkningar.

### **8.3.3 Preliminär säkerhetsredovisning (PSAR) för SFL**

Detta avsnitt motsvarar avsnitt 36.5 i Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB nämner här att bedömningar av möjligheterna för slutförvaring av nya avfallstyper har gjorts baserat på säkerhetsanalysen som gjordes för SFL 1999 samt

säkerhetsanalysen för SFR. Nya avfallstyper för SFL bedöms därför enligt SKB med förbehållet att en omkonditionering skall vara möjlig.

SKB planerar att göra en ”uppdatering av säkerhetsbedömningarna för SFL-anläggningen” efter ansökan om ett utbyggt SFR (i kap.3 av Fud-programmet angivet att ske i slutet av år 2014). Den detaljerade planeringen av detta avser SKB att redovisa i ”senare Fud-program”.

#### ***Remissinstansernas synpunkter***

Oskarshamns kommuns expert Pereira framhåller att SFL:s långsiktiga säkerhet inte är en trivial frågeställning och att hittills bara en preliminär säkerhetsanalys av SFL gjorts. SKB bör därför planera för en ny säkerhetsanalys så att den kan genomföras under nästa program även om det saknas platsspecifika data.

SSI anser att frånvaron av ett trovärdigt slutförvarskoncept för SFL och väl underbyggda riktlinjer för avfallets konditionering kan medföra framtida strålskyddsproblem, till exempel i samband med omkonditionering. Slutförvaret kan också behöva anpassas till befintligt avfall på ett sätt som kan försämra slutförvarets funktion. Vidare framhåller SSI att ett trovärdigt slutförvarskoncept utgör en viktig grund för karaktärisering av avfallet, och att brister i detta avseende kan leda till osäkerheter i säkerhetsanalysen.

#### ***SKI:s bedömning***

En viktig fråga, som även har tagits upp av SSI, gäller behovet av att utan onödigt dröjsmål genomföra en förnyad analys av SFL för att i möjligaste mån kunna fastställa preliminära acceptanskriterier för avfallets konditionering inför lagring och slutförvaring. Detta skulle helst ha varit genomfört innan avfall tas från kärnkraftverken till mellanlagring i BFA. Nu kommer detta att ske i omvänd ordning, med drifttagning av BFA 2011 och analys av SFL först 2014. Omkonditionering är förstås möjlig med de principer som SKB nu tillämpar. Detta kan dock enligt SKI:s uppfattning inte bara leda till onödiga stråldoser i ett senare skede utan också till mindre lyckade lösningar från strålsäkerhetssynpunkt vid transport och lagring av avfallet.

## **8.4 Forskning**

Detta avsnitt motsvarar kapitel 37 i Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB redogör här i huvudsak för nyvunnen kunskap sedan Fud-program 2004, bland annat:

- detaljerad rivningsstudie för Oskarshamn 3,
- kemisk modellering av hur betong och bentonit degraderas,
- analys av så kallat korrelationsfaktorer för att kunna uppskatta mängden svärmätbara radionuklider i avfallet,
- uppskattning av osäkerheter i korrelationsfaktorer,

- studie av osäkerheter i sorption av radionuklider på bland annat betong och bentonit,
- mätningar av nickelisotoperna Ni-59 och Ni-63 i jonbytarmassor,
- mätningar av C-14 i jonbytarmassor,
- utveckling av en modell för att uppskatta mängderna av I-129, Mo-93, Tc-99 och Cs-135 i driftavfall,
- inverkan av permafrost på bland annat betong och bentonit,
- uppskattning av osäkerheter i den hydrologiska modellen för SFR,
- geokemisk modell för flerbarriärsystemet i silon i SFR,
- studier rörande komplexbildning av radionuklider med organiska nedbrytningsprodukter, till exempel från cellulosa, samt modellering av deras inverkan på utsläpp av radionuklider från SFR.

När det gäller det planerade forskningsprogrammet nämner SKB endast de pågående bergundersökningarna vid SFR 1. SKB uppger också att ingen ytterligare forskning förutom de pågående arbetena om betong, komplexbildning och korrelationsfaktorer är beslutade för närvarande.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Chalmers tekniska högskola (CTH) tar upp frågan om användning av de så kallat korrelationsfaktorerna för att uppskatta mängden svärmätbara radionuklider i främst driftavfall. CTH framhåller osäkerheten med denna metod och pekar på möjligheten att idag även göra experimentella undersökningar för att minska osäkerheten hos korrelationsfaktorerna eller eventuellt kunna eliminera dem.

Oskarshamns kommuns konsult Pereira anser att den pågående forskningen i Loma-programmet kunde tas upp i större detalj.

SSI konstaterar att den forskning som bedrivs är föranledd av myndigheternas krav på komplettering av säkerhetsredovisningen för SFR. SSI anser det positivt att SKB arbetar med inventariefrågan, men efterlyser SKB:s strategi för den fortsatta forskningen på området kopplat till driften och utbyggnaden av SFR.

### ***SKI:s bedömning***

Liksom SSI anser SKI att SKB:s insatser för att klarlägga nuklidinventariet i SFR är lovvärda. Inte minst studierna av C-14 och nickelisotoperna har bidragit till viktig information och beslutsunderlag för styrning av deponeringen i SFR 1. SKI stöder CTH:s uppfattning att användning av korrelationsfaktorer helst bör ersättas med andra metoder för uppskattning av nuklidinnehåll i avfallet. Vidare vill SKI understryka vikten av att modeller för analys av komplexbildningens inverkan på den långsiktiga säkerheten tas fram och också används för att styra både fortsatt forskning på området och driften av slutförvaret.

Enligt SKI:s uppfattning framgår det klart av SKB:s redovisning hur relativt sett lite resurser SKB för närvarande satsar på forskning inom Loma-programmet. Detta är förstäligt med tanke på att uppmärksamheten i nuläget måste riktas mot kärnbränsleprogrammet. Men det ingår i SKB:s uppgifter att driva frågorna inom Loma-programmet så att åtminstone dagens behov av kunskap och beslutsunderlag tillgodoses.

Detta gäller inte minst det beslutsunderlag som är nödvändigt för hanteringen av det långlivade låg- och medelaktiva avfallet samt rivningsfrågor. Den synbarliga avsaknaden av program på detta område kan således ha bidragit till oklarheterna om beslutsunderlag när det gäller tidplaner och val av hanteringsgång för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet.

## **8.5 Ansvarsfördelning och strategier för rivning**

Detta avsnitt motsvarar kapitlen 38 och 39 i Fud-program 2007.

### **8.5.1 Ansvarsfördelning och SKB:s huvudstrategi för rivning**

Detta avsnitt motsvarar kapitel 39 och avsnitt 38.1 i Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB framhåller i Kapitel 39 om ansvarsfördelningen för rivning att man här vill ge det förtydligande av ansvarsbilden som efterlystes av myndigheterna vid granskningen av Fud-program 2004. SKB konstaterar att det är tillståndshavaren som ansvarar för planering, tillståndsfrågor och genomförandet av den fysiska rivningen. Det är SKB:s ansvar att ta hand om det radioaktiva avfallet från rivning, inklusive transport till slutförvar och deponering. Det är därmed också SKB:s ansvar att bygga slutförvar och i samråd med avfallsproducenterna förvissa sig om att avfallet behandlas och förpackas på ett sätt som lämpar sig för slutförvaring.

SKB svarar även för att genomföra generella kostnadsberäkningar för rivning av kärnkraftverken. Genom en särskild rivningsgrupp får SKB synpunkter på de teknik- och strategival som man sedan använder som underlag för sina rivningsstudier. Dessa kommer att användas för genomförande av blockspecifika rivningsstudier när väl avvecklingen av kärnkraftverken kommer närmare i tiden.

I kapitel 38 säger SKB inledningsvis ungefär samma sak som i Kapitel 39. SKB:s avsnitt om sin huvudstrategi (avsnitt 38.1) är i sin tur i stort sett en upprepning av vad som redan omtalats utförligare i kapitel 35, men denna gång med mer fokus på tidpunkter för färdigställande av olika anläggningar i programmet. SKB framhåller vikten av att det är tillståndshavarnas egen planering som gäller vid avvecklingen av kärnkraftverken. SKB bedriver forskning på uppdrag av sina ägare och är rådgivande i frågor om strategier. SKB ställer dock inga krav på hur eller när ägarna skall avveckla sina reaktorblock.

SKB anger som sin och tillståndshavarnas strategi att en anläggning skall börja rivas så snart den ställts av för gott och det resulterande avfallet kan skickas till ett godkänt slutförvar. Utbyggnaden av SFR för detta ändamål blir klar 2020, varför denna huvudstrategi således inte kan tillämpas på Barsebäcksverket.

### ***SKI:s bedömning***

Som en mer allmän kommentar vill SKI inledningsvis framföra att SKB borde kunnat ge en mer sammanhållen bild av ansvarsfördelningen på ett och samma ställe. Den redovisas nu i både kapitel 38 och 39.

Enligt SKI:s uppfattning är huvudstrategin med omedelbar rivning efter avställning den enda hållbara, något som det råder stor enighet om även internationellt. I SKB:s och kraftbolagens strategi ingår dock förbehållet att avfallet i samband med rivningen skall kunna slutförvaras direkt. Det måste därför finnas bärande skäl för att vänta med en sådan slutförvarslösning, såsom till exempel i fallet Barsebäck. SKI återkommer till sin bedömning av huvudstrategins tillämpning i detta fall under avsnitt 8.5.2.

### **8.5.2 Tidplaner för rivning av Barsebäcksverket**

Detta avsnitt motsvarar avsnitt 38.2 och 38.3.1 i Fud-program 2007.

#### ***SKB:s redovisning***

SKB inleder med en tillbakablick på stängningen av Barsebäck 1 1999 och Barsebäck 2 år 2005. SKB nämner även att myndigheterna vid granskningen av Fud-program 2004 betonade att SKB skulle lägga stor vikt vid avvecklingsfrågorna till Fud-program 2007. I regeringens beslut om Fud-program 2004 framgår också att en utredning bör göras av den kortaste tid som behövs för att en tillståndsprocess för slutförvaring av rivningsavfall skall kunna påbörjas. (Detta innefattade även en utredning om tidpunkten för SFL, se avsnitt 8.2.2.)

SKB anger att den preliminära tidplanen för utbyggnad av SFR inte innehåller några marginaler för att kunna starta driften tidigare än 2020. Enligt SKB:s uppfattning medger inte heller omlicensieringen av SFR 1 till att ta emot rivningsavfall en lösning. SKB hänvisar därvid till att det utrymme som nu är reserverat för andra delägares driftavfall då måste tas i anspråk. I sin tur skulle ett sådant förfarande kunna innebära oönskade effekter på driften av blocken i de övriga kärnkraftverken vid en försening av driftstarten för det utbyggda sluförvaret, anser SKB. Inte heller ett scenario där man bygger ett mellanlager för rivningsavfallet från Barsebäck skulle ge en tidsvinst med mer än ca 1 år. SKB bygger denna slutsats på en utredning som Barsebäck bilagt sin ansökan om servicedrift enligt miljöbalken (Soldéus, 2005).

SKB:s sammanfattande bedömning är att det snabbast möjliga alternativet för att ta hand om rivningsavfallet är att följa SKB:s huvudalternativ. Enligt detta kan då det kortlivade rivningsavfallet börja slutförvaras 2020 och det långlivade avfallet kan börja mellanlagras i BFA tidigast i slutet av 2011.

I avsnitt 38.3.1 har SKB tagit med en redogörelse som (tydligt) bygger på Barsebäcksverkets egen strategi för rivning av sina anläggningar. Servicedriften kommer att pågå till 2017, varpå följer en fas med planering och förberedelsearbeten inför rivning, så kallat återetableringsdrift. Barsebäck påpekar här att staten finansierar servicedriften fram till 2015 för Barsebäck 1 och till 2017 för Barsebäck 2. Därefter kommer Barsebäck att använda tillgängliga medel ur Kärnavfallsfonden för ytterligare servicedrift, återetablering och rivning. Man påpekar också att miljötillståndet för

servicedrift måste omprövas i en ny process av miljödomstolen för tiden efter 2012, liksom att tillstånd behövs för påbörjandet av rivning. Som slutmål för rivning anger man friklassning alternativt återställning av platsen. Tidplanen uppges vara att rivningen av Barsebäck 1 sker 2020-2026 och Barsebäck 2 2020-2028.

I en särskild redovisning (SKB, 2008) om omhändertagande av rivningsavfall i SFR som kom myndigheterna tillhanda i april 2008 redogör SKB utförligare för de möjligheter till en tidigare lagd mottagning av rivningsavfall i SFR 1 än vad som framgår ovan. Rapporten har framtagits av SKB som en uppföljning dels av Fud-program 2007 och dels av det seminarium om rivningsfrågor som Kärnavfallsrådet anordnade 11 december 2007. I rapporten underbygger SKB i stort sett de argument som framförs i det aktuella avsnittet av Fud-program 2007.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Kävlinge kommun inleder med att påpeka att det är kommunerna som enligt plan- och bygglagen har det yttersta ansvaret för planfrågorna. Det är därför med kommunen som företag och myndigheter skall samråda när det gäller bland annat avveckling av en verksamhet på en fastighet inom den av kommunen fastställda detaljplanen. Kommunen delar inte SKB:s uppfattning att en rivning av Barsebäckverket måste invänta en utbyggnad av SFR. I det sammanhanget ifrågasätter kommunen den gällande uppdelningen av drift- och rivningsavfall. Kommunen menar att omlicensieringen av BFA till mellanlager för hårdkomponenter ger möjlighet att effektivt avveckla och nedmontera stora delar av Barsebäckverket. Tiden för myndighetsprövning är lång och man borde därför arbeta parallellt så att ledtiderna kan nedkortas inför besluten.

Tiden från avställning till en helt återställd mark är med SKB:s nuvarande plan 23 år, vilket är en orimligt lång tid enligt Kävlinge kommun. Ett argument för snabb rivning som kommunen framhåller är att den tillgängliga kunskapen försvinner mycket snart. Kommunen inväntar en dialog med operatören av anläggningen inför den miljöprövning av fortsatt servicedrift som skall ske 2012 och inför miljöprövningen av ansökan om rivningstillstånd. Avslutningsvis vill Kävlinge kommun göra SKI uppmärksam på att frågan om nedläggning och rivning av kärnkraftverket i kommunen blir ett pilotfall inför kommande beslut som berör andra kommuner.

Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk anser att det är positivt att SKB har förbättrat sin redovisning av Loma-programmet sedan Fud-program 2004. Nämnden konstaterar att SKB och tillståndshavarna har en strategi som innebär att en anläggning ska rivas så snart den ställts av för gott. Samtidigt anser man det vara olyckligt att rivningen av Barsebäckverket måste anstå till 2020 i avvaktan på utbyggnaden av SFR. Nämnden påpekar också att myndigheterna har begränsade möjligheter att påverka tidplanen. Det är en brist att det inte finns någon nationell policy för avveckling och rivning. Inga bindande tidsgränser för avveckling finns och förvaringskapacitet för rivningsavfall måste finnas innan kärnkraftverken kan börja rivas. Nämnden framhåller också att kompetensfrågorna är av stor vikt, varför bland annat förlust av kompetent personal och frågan om kompetensbevarande insatser också är betydelsefulla faktorer vid planeringen av rivningen av en kärnteknisk anläggning. Avslutningsvis konstaterar nämnden att mellanlagringen utökas i Oskarshamn genom

regeringens beslut om att BFA även ska ta emot hårdkomponenter från övriga svenska kärnkraftverk.

SSI anser att SKB har lämnat otillräckligt underlag till sina ställningstaganden kring deponering av rivningsavfall i det befintliga SFR1. När det gäller den sent inkomna rapporten om rivningsavfall efterfrågar SSI särskilt underlag till de uppskattade avfallsmängderna och en redovisning av när under rivningen de olika typerna av avfall förväntas uppkomma.

SSI anser sammanfattningsvis att SKB inte har redovisat tillräckligt underlag om förutsättningarna för att kunna deponera rivningsavfall i det befintliga SFR 1. Vidare konstaterar SSI att Fud-redovisningen inte innehåller ett allsidigt och fullständigt program för avveckling av kärnkraftverken. SSI föreslår därför att regeringen begär att Fud-program 2007 kompletteras med en samlad redovisning och motivering av strategin för omhändertagande av allt kortlivat låg- och medelaktivt avfall från drift och rivning av kärnkraftverken samt av vilken flexibilitet som finns för förändringar i de nuvarande planerna.

### ***SKI:s bedömning***

SKI anser att SKB:s motivering för tidplanen för rivningen av Barsebäcksverket framstår som tämligen välgrundad. Det saknas dock i själva Fud-programmet ett underlag som i kvantitativa termer visar på möjligheter och svårigheter att påbörja deponering av rivningsavfall i det befintliga SFR vid olika tidpunkter. I slutet av april inkom till SKI den rapport om omhändertagande av rivningsavfall som omtalas ovan. SKI har på grund av tidsbrist inte haft möjlighet att studera detta material mera i detalj. Dock kan SKI hålla med SSI i att det fortfarande saknas underlag som beskriver när och vilken takt olika slags avfall uppkommer under rivningen. Först på grundval av ett sådant underlag går det enligt SKI:s mening att slutgiltigt bedöma rimligheten av SKB:s påståenden. SKI rekommenderar därför regeringen att begära en komplettering av programmet i detta avseende.

SKI vill också, liksom Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk, framhålla att myndigheter och regering knappast har några reella möjligheter att påverka tidpunkten för rivning av kärntekniska anläggningar så länge dessa uppfyller gällande krav på säkerhet och strålskydd. Vad myndigheterna kan åstadkomma är att verka för att industrins beslutsunderlag får en så transparent genomlysning som möjligt. Därefter blir det närmast en politisk och juridisk fråga om lagstiftningen borde ändras så att samhället får legala instrument att påverka rivningstidpunkterna. SKI vill med detta uttalande också instämma i det beklagliga i att Kävlinge kommun hamnat i en mellanställning utan möjlighet att kunna påverka tidplanen för rivning av Barsebäcksverket.

### **8.5.3 Tillståndshavarnas strategier för rivning**

Detta avsnitt motsvarar avsnitt 38.3 i Fud-program 2007. (Avsnitt 38.3.1 om Barsebäck tas dock upp under avsnitt 8.5.2.)

### ***SKB:s redovisning***

SKB hänvisar inledningsvis till den synpunkt som SSI framförde i sitt yttrande över Fud-program 2004 om att redovisningen skulle behöva kompletteras med den planering och de åtgärder som kraftverken enskilt ansvarar för när det gäller rivning av sina anläggningar. Det framgår att SKB:s avsikt har varit att förtydliga sin redovisning i detta avseende i Fud-program 2007, bland annat i det aktuella avsnittet 38.3.

SKB:s framställning är kortfattad och tillför inte mycket mer information än vad som framgår på andra ställen i del VI av Fud-program 2007. Redogörelsen är alltså generell och gäller med vissa få undantag samtliga kärnkraftverk och tillståndshavare. Av visst intresse är dock följande punkter:

- Målet för avvecklingen är en friklassad anläggning, utan restriktioner för användning av mark eller byggnader.
- Kraftbolagens gemensamma mål anges vara att man efter avveckling bör utnyttja platsen för framtida energiproduktion.
- Planeringen idag är att Forsmark och Ringhals har en drifttid på 50 år och OKG 60 år för sina anläggningar.
- Rivningen av ett block påbörjas inte innan intilliggande block med gemensamma byggnader och/eller system är avställt.
- Rivningen antas ske efter en relativt grundlig dekontaminering av anläggningens processsystem.
- En rivningstid på ca 5 år medför att friklassning kan förväntas cirka 7 år efter avställning. Detta gäller alltså under förutsättning att det inte finns angränsande block i drift.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI påpekar att myndigheten i samband sin granskning av Fud-program 2004 poängterade att redovisningen av rivningsfrågor behöver utvecklas till att även omfatta hur reaktorinnehavarna avser att genomföra avveckling. SSI framför nu att detta uppenbarligen inte har vunnit gehör vare sig hos eller SKB eller reaktorinnehavarna. SSI anser därför att redovisningen inte uppfyller kraven enligt 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (KTL) och att den därför måste kompletteras. Av redovisningen måste det tydligt framgå vilka åtgärder som reaktorinnehavarna avser att genomföra för att uppfylla 10 § KTL, lämpligen i form av de avvecklingsplaner som krävs enligt SKI:s och SSI:s föreskrifter. SSI anser vidare att varje kärnkraftbolag enskilt bör lämna in en kompletterande redovisning för de anläggningar de på sikt är skyldiga att avveckla.

### ***SKI:s bedömning***

Syftet med myndigheternas synpunkt på Fud-program 2004 att ansvarfördelningen för rivning behövde förtydligas var att få till stånd en bättre redovisning för de delar av Fud-programmet där SKB inte tagit över ansvar från sina delägare, alltså i enlighet med vad SSI framförde i sitt yttrande över Fud-program 2004. SKI kan konstatera att detta syfte inte uppnåtts med Fud-program 2007. Enligt SKI:s uppfattning är SKB:s redovisning av kraftbolagens strategier i generella termer långt ifrån tillräcklig för detta ändamål. Å andra sidan anser SKI att de avvecklingsplaner som omnämns av SSI bör innehålla den efterlysta informationen. Därför gör SKI bedömningen att den



komplettering som SSI efterlyser i och för sig kan vara befogad som en preliminär redovisning inför Fud-program 2010, men att det är tillräckligt att SKB gör en sammanställning av relevant material baserat på kärnkraftbolagens avvecklingsplaner. I anslutning till Fud-program 2010 förväntar sig SKI dock ett mera fullständigt material av detta slag, till exempel i form av de blockspecifika rivningsstudier som SKB och kraftbolagen avser att ta fram, se vidare avsnitt 8.7.

#### **8.5.4 Ågesta kärnkraftvärmeverk**

Detta avsnitt har ingen motsvarighet i Fud-program 2007.

##### ***SKB:s redovisning***

I fråga om rivningen av Ågesta kärnkraftvärmeverk nämner SKB att man även kan ”komma ta hand om radioaktivt avfall” från Ågestareaktorn och att ”särskilda avtal kan komma att tecknas för omhändertagandet av avfallet från Studsviks R2-reaktor och Ågestareaktorn”.

##### ***Remissinstansernas synpunkter***

SSI påpekar att även Ågestareaktorn omfattas kärntekniklagens krav på åtgärder för avveckling och upprättande av program för forskning och utveckling enligt 10 och 12 §§. Av SKB:s redovisning framgår det att omhändertagande av avfall från Ågesta inte ingår i SKB:s uppdrag. SSI anser därför att regeringen bör begära att tillståndshavaren för Ågestareaktorn, Vattenfall AB, redovisar ett program av samma slag som gäller för övriga kärnkraftreaktorer.

##### ***SKI:s bedömning***

SKI instämmer med SSI i att även kraftvärmereaktorn i Ågesta omfattas av kärntekniklagens krav på program för forskning och utveckling. SKI liksom SSI anser därför att Fud-program 2007 bör kompletteras med en redovisning av hur Vattenfall AB som tillståndshavare för Ågesta kraftvärmereaktor avser att uppfylla sina skyldigheter enligt 12 § kärntekniklagen.

## **8.6 Teknik för rivning**

Detta avsnitt motsvarar kapitel 40 i Fud-program 2007.

##### ***SKB:s redovisning***

SKB tar i avsnitt 40.1 upp att man sedan förra Fud-programmet låtit genomföra en rivningsstudie för Oskarshamn 3. I studien redovisas olika tekniker för rivning samt avfalls- och aktivitetsmängder. Även tidplaner och kostnadsberäkningar tas upp. Avsikten är att denna studie skall användas som referens för motsvarande rivningsstudier för samtliga BWR-block. En motsvarande referensstudie för PWR-blocken baserad på Ringhals 2 skall också tas fram inom programmet. De verk- och blockspecifika rivningsstudierna kommer SKB att ta fram tillsammans med kraftbolagen och där materialet i referensstudien anpassas till de specifika förhållanden

som gäller för varje kärnkraftblock. Målsättningen är att detta skall ge ett säkrare och mer detaljerat underlag för uppskattning av avfallsvolymer och aktivitetsmängder från respektive kärnkraftverk. SKB anger att behovet av de blockspecifika studierna föreligger för planering av utbyggnaden av SFR och för vilken ansökan kommer att lämnas in 2013.

I avsnitt 40.2 beskriver SKB förutsättningarna och innehållet i referensstudien för Oskarshamn 3, dock utan att ange några kvantitativa resultat i form av till exempel avfallsmängder eller tidsåtgång för olika moment.

### ***Remissinstansernas synpunkter***

Ingen remissinstans verkar ha yttrat sig specifikt om detta avsnitt i Fud-program 2007. Det finns dock en påtaglig koppling mellan de blockspecifika rivningsstudierna och det som SSI anför i sitt yttrande om att varje bolag var för sig bör inlämna en kompletterande redovisning av rivningsplanerna för de anläggningar de på sikt är skyldiga att avveckla, se avsnitt 8.5.3.

### ***SKI:s bedömning***

Liksom i anslutning till Fud-program 2004 anser SKI det viktigt att de blockspecifika rivningsstudierna genomförs, och inte bara med tanke på kostnadsuppskattningar utan också som underlag för planering och motivering av hanteringssystemet för rivningsavfall. Enligt SKI:s uppfattning är det också viktigt att dessa studier verkligen tas fram så snart som möjligt så att de skall kunna utgöra underlag eller rentav mer formellt ingå i Fud-program 2010 (jämför SKI:s bedömning i avsnitt 8.5.3).

SKI vill även framhålla vikten av att myndigheten ges tillfälle att på något sätt granska och ge synpunkter på referensstudierna innan de används som underlag för rivningsstudier av andra kärnkraftblock. SKB borde till exempel förvissa sig om i vilken utsträckning dessa studier går att tillämpa på andra block och vilka osäkerheter som kan vara förknippade med en sådan användning.

SKI har inga särskilda synpunkter på avsnitt 40.2 i Fud-program 2007 (Referensstudie). Den indelning av avvecklingen i olika faser och de tekniska lösningar som SKB redogör för är okontroversiella och ansluter sig enligt SKI:s mening väl till nationell och internationell praxis. SKI avvaktar med att ge mer specifika kommentarer till efter en mer genomgående granskning av själva referensstudien såsom nämnts ovan.

## **8.7 SKI sammanfattande bedömning av del VI – Loma-programmet och rivning**

### **8.7.1 Allmänna synpunkter på SKB:s redovisning**

SKI kan i de aktuella avsnitten utläsa SKB:s högre ambitioner i att beskriva Loma-programmet jämfört med i tidigare Fud-program. Framställningen behöver dock förbättras högst avsevärt inför Fud-program 2010 som ju enligt SKB:s planer skall fokusera på Loma-programmet. Detta gäller både sakinnehåll och disposition som

tydligare behöver skilja på en redovisning av karaktären handlingsplan och redovisningen av ett program för forskning och utveckling.

Större delen av del VI är alltså till sin utformning mera en redogörelse av aktuell status för SKB:s anläggningar inom Loma-programmet och vilka åtgärder som SKB planerar att genomföra när det gäller utbyggnader, ansökningar och andra redovisningstillfällen samt tidplaner för detta. Vad som brister i just denna redovisning är dock tydliga motiveringar och genomgång av alternativ för SKB:s strategi när det gäller dessa åtgärder. Det skulle i detta avseende också ha varit välgörande med redovisning baserat på det tidschema och de milstolpar som nu återfinns i handlingsplanen för Loma-programmet i kapitel 3 av Fud-program 2007.

SKI bedömer vidare att SKB:s redovisning av sina planer och program i anslutning till rivning också behöver struktureras på ett bättre sätt med utgångspunkt från den ansvarsfördelning som råder mellan kärnkraftbolag och SKB. I Fud-program 2007 skiljer SKB till exempel på tillståndshavarnas och de egna strategierna. Dessa måste givetvis redovisas i ett sammanhang och det kan på sätt och vis bara finnas en strategi. För denna har kärnkraftbolagen ansvaret eftersom SKB:s planer måste utgå från bolagens egna planer. Avsnittet om tillståndshavarnas strategier är f.ö. inte fullständigt, då bara strategin för Barsebäcksverket återges.

Slutligen vill SKI erinra om att SKB redan i samband med Fud-program 2004 aviserat att Fud-program 2010 skall fokusera på Loma-programmet. Eftersom SKI anser att Fud-program 2007 behöver kompletteras med avseende på Loma-programmet behöver hänsyn tas till den korta tid som återstår innan nästa Fud-program skall inlämnas. Detta har inte varit en lika viktig fråga i samband tidigare kompletteringar, som inte har gällt frågor av särskild betydelse för nästföljande Fud-program. För att en komplettering skall vara meningsfull på så sätt att SKB hinner tillgodogöra sig myndigheternas synpunkter på en komplettering av Fud-program 2007 före färdigställandet av Fud-program 2010 bör alltså tiden för SKB:s komplettering, myndigheternas granskning och därpå följande eventuella regeringsbeslut göras så kort som möjligt. Förslagsvis innebär detta att en komplettering bör vara Strålsäkerhetsmyndigheten och Kärnavfallsrådet tillhanda senast den 31 mars 2009. Granskningen, inklusive remisshantering bör då vara avklarad till 30 september 2009, och ett regeringsbeslut bör kunna tas tämligen omedelbart därefter. Även ett sådant tidsschema förutsätter dock att SKB påbörjar sitt arbete med komplettering och Fud-program 2010 omedelbart efter inlämnandet av yttrandet över Fud-program 2007, utan att nödvändigtvis invänta kommande regeringsbeslut.

## **8.7.2 Särskilda synpunkter**

### ***Slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall - SFL***

Med en vag hänvisning till bristande resurser har SKB underlåtit att hörsamma myndigheternas och regeringens förväntningar om redovisning av planerna för SFL i Fud-program 2007. Oavsett det kommer att ta ett, två eller tre decennier innan uppförandet av denna anläggning behövs det enligt SKI:s uppfattning redan nu en trovärdig utformning av denna anläggning som kan ligga till grund för kriterier för val av behandlingsmetoder för avfall som är avsett för deponering i SFL. SKI anser därför

att SKB behöver komplettera Fud-program 2007 när det gäller sina planer och program för SFL. En sådan komplettering bör utformas så att det ger myndigheterna underlag för bedömning av om SKB:s redovisning av programmet för SFL i Fud-program 2010 blir av tillräcklig omfattning i följande avseenden:

- En kvantitativ uppskattning av när i tiden sådant avfall uppkommer som är avsett att slutförvaras i SFL. En sådan uppskattning behövs som underlag för att motivera och bedöma rimligheten av SKB:s tidplan för SFL, inklusive identifierade möjligheter till stegvis utbyggnad och/eller behov av mellanlagring av avfallet.
- Framtagande av alternativ för slutförvarets utformning, inklusive de konstruktionsförutsättningar och säkerhetsfunktioner som kommer att tillämpas.
- Inriktning för kommande säkerhetsanalyser av SFL, bland annat med sikte på att kunna ta fram och verifiera acceptanskriterier för avfall avsett att slutförvaras i SFL.
- Innehåll i ett forsknings- och utvecklingsprogram som stöd för kommande säkerhetsanalyser av SFL.

### ***Slutförvaret för kortlivat låg- och medelaktivt avfall – SFR***

SKI gör bedömningen att SKB på ett tydligare sätt behöver motivera sina planer för utbyggnad och drift av SFR. Detta bör givetvis i första hand ske i anslutning till Fud-program 2010. För att myndigheterna i god tid dessförinnan skall kunna förvissa sig om att dessa frågor kommer att hanteras på ett bra sätt anser dock SKI att Fud-program 2007 bör kompletteras på denna punkt. Kompletteringen bör följaktligen omfatta hur SKB kommer att redovisa dessa frågor i Fud-program 2010 inklusive en preliminär men mer detaljerad redogörelse för omhändertagandet av drift- och rivningsavfall i SFR. SKB bör därvid kunna bygga på den redogörelse för omhändertagande av rivningsavfall från Barsebäcksverket som SKB tog fram 2008-04-18 (SKB, 2008).

### ***Planering för rivning av kärnkraftverk***

SKI kan konstatera att SKB försökt redovisa rivningsfrågor, inklusive strategier, tidplanering och programmet för omhändertagandet av rivningsavfall på ett utförligare sätt än i tidigare Fud-program. SKB har även försökt att bättre klargöra ansvarfördelningen mellan kärnkraftbolagen och SKB när det gäller rivning. Enligt SKI:s uppfattning har dock denna del av Loma-programmet ännu inte fått en ändamålsenlig struktur och ett tillräckligt detaljerat innehåll. SKI ser därför fram emot Fud-program 2010 som enligt SKB:s planer kommer att fokusera bland annat på de delar av SKB:s program som gäller omhändertagande av rivningsavfall.

Av SKB:s redovisning framgår det tydligt att kärnkraftbolagen har ett kvarstående ansvar att tillsammans eller var för sig redovisa sina egna planer och strategier för rivning av kärnkraftverken. SKI anser inte att SKB:s redovisning av kraftbolagens strategier för rivning i generella termer är tillräcklig för att myndigheterna skall kunna bedöma rimligheten i tidplaner och åtgärdsprogram oavsett ansvaret för dessa ligger hos SKB eller kraftbolagen. SKI gör därför bedömningen att SKB bör inkomma med en komplettering till Fud-program 2007 i form av en sammanställning av de avvecklingsplaner som kraftbolagen tagit fram i enlighet med SKI:s och SSI:s föreskrifter. Denna komplettering skall kunna utgöra underlag för

Strålsäkerhetsmyndighetens bedömning av hur SKB och kraftbolagen skall gå vidare med denna fråga i samband med Fud-program 2010.

Enligt SKI:s uppfattning är den motivering av tidplanen för rivning av Barsebäcksverket som SKB anger tämligen välgrundad. Det saknas dock fortfarande visst underlag som i kvantitativa termer visar på möjligheter och svårigheter att påbörja deponering av rivningsavfall i det befintliga SFR vid olika tidpunkter. Detta gäller särskilt en redogörelse för när och i vilken takt olika slags avfall uppkommer under rivningen. SKI rekommenderar regeringen att begära en komplettering av Fud-programmet på denna punkt. Även i detta fall bör SKB kunna bygga på den rapport om rivningsavfallet från Barsebäck som SKB tog fram 2008-04-18.

SKI anser även att Fud-program 2007 bör kompletteras med en redovisning av hur Vattenfall AB som tillståndshavare för Ågesta kraftvärmereaktor avser att uppfylla sina skyldigheter enligt 12 § kärntekniklagen.

### ***Forskningsprogram***

Den forskning som SKB redovisar för Loma-programmet omfattar i stort sett bara redan pågående forskning rörande SFR 1. Detta förhållande är enligt SKI:s uppfattning klart otillfredsställande. I kommande Fud-program bör därför SKB på ett strukturerat och systematiskt sätt redovisa tänkbara framtida forskningsbehov för hela Loma-programmet och med motiveringar för när i tiden SKB avser att genomföra det baserat på sin handlingsplan. Den mest markanta bristen i detta avseende gäller forsknings- och utvecklingsarbetet för SFL (se ovan). SKI har därför stora förväntningar på Fud-program 2010 i detta avseende. Avsaknaden av kontinuerliga insatser på detta område gör dock att SKI behöver föra någon form av dialog med SKB i dessa frågor i god tid innan inlämnandet av Fud-program 2010. Detta understryker betydelsen av vad som sagts ovan om någon form av komplettering av Fud-program 2007 med hänsyn till SFL.



# Referenser

## Kapitel 2

SKI, 2007. Statens ansvar för slutförvaring av använt kärnbränsle. SKI Rapport 2007:01, SSI Rapport 2007:01. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI 2007/1155. Miljökonsekvensbeskrivning till SKB:s ansökan enligt lagen (1984:3) kärnteknisk verksamhet om att uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle. 2008-02-27. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Toverud Ö., Strömberg B., 2007. The KBS-3 EBS Workshops: An Example of Regulator-implementer Pre-licencing Interaction in the Swedish Programme in: EBS in the safety Case: Design confirmation and Demonstration, Workshop proceedings Tokyo, Japan 12-15 September 2006. OECD 2007, NEA No. 6257, Paris.

## Kapitel 3

SKB, 2004. Fud-Program 2004. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2006. Ansökansplan för inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB R-06-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKI, 2002. SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2001. SKI Rapport 02:9. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI, 2005. SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2004. SKI Rapport 2005:31. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

## Kapitel 4

Ask D., Cornet F., Brunet C., Fontbonne F., 2007. Stress measurements with hydraulic methods in boreholes KFM07A, KFM07C, KFM08A, KFM09A and KFM09B. Forsmark site investigation. P-07-206. Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Dverstorp B., 2007. SSI:s granskning av SKB:s storregionala grundvattenmodellering för östra Småland (SKB Rapport 06-64), SSI rapport 2007:11, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Ericsson L.O., Holmén J., Rhén I., Blomqvist N., 2006. Storregional grundvattenmodellering – fördjupad analys av flödesförhållanden i östra Småland. Jämförelse av olika konceptuella beskrivningar. SKB R-06-64. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Geier J., 2006. Review of supraregional modeling of groundwater flow in eastern Småland SKB R-06-04. SKI-INSITE-TRD-06-04. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Martin D., 2007. Quantifying in situ stress magnitudes and orientations for Forsmark. Forsmark stage 2.2. SKB R-07-26. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2000. Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering. SKB R-00-15. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2004. Platsundersökningar Forsmark. Program för fortsatta undersökningar av geosfär och biosfär. SKB R-04-75. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI, 2002. Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Allmänna råd om tillämpning av Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter enligt ovan. SKIFS 2002:1. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI, 2005. Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter om fysiskt skydd av kärntechniska anläggningar. Allmänna råd om tillämpning av Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter enligt ovan. SKIFS 2005:1. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI, 2008. Myndigheternas granskning av SKB:s preliminära säkerhetsbedömningar för Forsmark och Laxemar. SKI Rapport 2008:03, SSI Rapport 2008:01. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

## **Kapitel 5**

Backers T., Stephansson O., 2008. Modelling of Fracture Initiation, Propagation and Creep of a KBS-3V and KBS-3H Repository in Sparsely Fractured Rock with Application to the Design at Forsmark Candidate Site. SKI Report 2008:25. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKB, 2002. Äspö Hard Rock Laboratory, Prototype Repository, Installation of buffer, canisters, backfill and instruments in Section 1. SKB IPR-02-23. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006a. Äspö Hard Rock laboratory, Prototype Repository, Statistical evaluation of buffer density. SKB IPR-06-15. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006b. Kapsel för använt kärnbränsle, konstruktionsförutsättningar. SKB R-06-02. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006c. Kapsel för använt kärnbränsle. Tillverkning och förslutning. SKB R-06-01. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI, 2002. Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Allmänna råd om tillämpning av Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter enligt ovan. SKIFS 2002:1. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.



Werme L., 1998. Design premises for canister for spent nuclear fuel. SKB TR-98-08. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

## **Kapitel 6**

Andersson D M., 1984. Smectite alteration. SKB TR-84-11. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Apted M., Bennet D.G., Saario T., 2008. A Review of Evidence for Corrosion of Copper by Water. SKI-BRITE TRD-08-01. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Backers T., Stephansson O., 2008. Modelling of Fracture Initiation, Propagation and Creep of a KBS-3V and KBS-3H Repository in Sparsely Fractured Rock with Application to the Design at Forsmark Candidate Site. SKI Report 2008:25. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Bäckblom G., Munier R., 2002. Effect of earthquakes on the deep repository for spent fuel in Sweden based on case studies and preliminary model results. SKB TR-02-24. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Börgesson L., Hernelind J., 2006. Earthquake induced rock shear through a deposition hole. Influence of shear plane inclination and location as well as buffer properties on the damage caused to the canister. SKB TR-06-43. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Dverstorp B., 2007. SSI:s granskning av SKB:s storregionala grundvattenmodellering för östra Småland (SKB Rapport 06-64). SSI rapport 2007:11. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Ericsson L.O., Holmén J., Rhén I., Blomquist N., 2006. Storregional grundvattenmodellering - fördjupad analys av flödesförhållanden i östra Småland. Jämförelse av olika konceptuella beskrivningar. SKB R-06-64. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Follin S., Svensson U., 2003. On the role of mesh discretisation and salinity for the occurrence of local flow cells. Results from a regional-scale groundwater flow model of östra Götaland. SKB R-03-23. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Follin S., Johansson P.-O., Levén J., Hartley D.H., McCarthy R., Roberts D., 2007. Updated strategy and test of new concepts for groundwater modelling in Forsmark in preparation of site descriptive modelling stage 2.2. SKB R-07-20. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Geier J., 2006. Review of supraregional modeling of groundwater flow in eastern Småland SKB R-06-64. SKI-INSITE TRD-06-04. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Grundfelt B., Wiborgh M., 2006. Djupa borrhål – Status och analys av konsekvenserna vid användning i Sverige. SKB R-06-58. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Hallberg R., 2008. Review of the SR-Can project regarding microbial processes. Paper in SKI Report 2008:16, SSI Report 2008:06. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Hartley L., Hoch A., Jackson P., Joyce S., Mc Carthy R., Rodwell W., Swift B., Marsic N., 2006a. Groundwater flow and transport modelling during the temperate period for the SR-Can assessment Forsmark area - version 1.2. SKB R-06-98. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Hartley L., Hoch A., Jackson P., Joyce S., Mc Carthy R., Rodwell W., Swift B., Marsic N., 2006b. Groundwater flow and transport modelling during the temperate period for the SR-Can assessment. Laxemar subarea - version 1.2. SKB R-06-99. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Hicks T.W., 2007. Review of Quality Assurance in SKB's Repository Research Experiments. SKI Report 2007:11. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Holmlund P., 2008. Review of the climate and climate-related issues in the safety assessment in SR-Can. Paper in SKI Report 2008:16, SSI Report 2008:06. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Hora S., Jensen M., 2005. Expert panel elicitation of seismicity following glaciation in Sweden. SSI Rapport 2005:20. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

IPCC, 2007. IPCC 4<sup>th</sup> assessment report. <http://www.ipcc.ch>

Kasam, 2007. Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007 – nu levandes ansvar, framtida generationers frihet. SOU 2007:38. Statens råd för kärnavfallsfrågor, Stockholm.

Marsal F., De Windt L., Pellegrini D., 2008. Modelling of long term geochemical evolution of the bentonite buffer of a KBS-3 repository, In: Modelling of long term geochemical evolution and study of mechanical perturbation of bentonite buffer of a KBS-3 repository. SKI Report 2008:24, SSI Report 2008:07. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm, 2008.

Martin D., 2005. Preliminary assessment of potential underground stability (wedge and spalling) at Forsmark, Simpevarp and Laxemar sites. SKB R-05-71. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Martin D., 2007. Quantifying in situ stress magnitudes and orientations for Forsmark. Forsmark stage 2.2. SKB R-07-26. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Muurinen A., Carlsson T., 2007. Development of methods for on-line measurements of chemical conditions in compacted bentonite. Physics and Chemistry of the Earth, 32: 241-246.

Ochs M., Talerico C., 2004. Data and uncertainty assessment. Migration parameters for the bentonite buffer in the KBS-3 concept. SKB TR-04-18. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Rutqvist J., Tsang C-F., 2008. Review of SKB's Work on Coupled THM Processes Within SR-Can. External review contribution in support of SKI's and SSI's review of SR-Can. SKI Report 2008:08. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Savage D., 2005. The Effects of High Salinity Groundwater on the Performance of Clay Barriers. SKI Report 2005:54. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKB, 2003. Grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning – betydelse för lokalisering av djupförvaret. SKB R-03-01. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2004. Interim main report of the safety assessment SR-Can. SKB TR-04-11. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006a. Kapsel för använt kärnbränsle. Tillverkning och förslutning. SKB R-06-01. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006b. Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar – a first evaluation. Main report of the SR-Can project. SKB TR-06-09. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2006c. Data report for the safety assessment SR-Can. SKB TR-06-25. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB, 2007. Boreholes KFM01D, KFM08C, KFM09B Characterisation of pore water. Part 1 Diffusion experiments and pore-water data. SKB P-07-119. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI, 2002. Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Allmänna råd om tillämpningen av statens kärnkraftinspektionens föreskrifter enligt ovan. SKIFS 2002:1. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI 2007/598. SSI/SKI-gemensamt brev till SKB inom samrådet för platsundersökningsskedet. 2007-10-22. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI, 2008. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s säkerhetsrapport SR-Can, SKI Rapport 2008:19, SSI Rapport 2008:04. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

SSI FS 1998:1. Föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

SSI FS 2005:1. Föreskrifter och allmänna råd om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

SSI FS 2005:5. Allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Stenhouse M., Jégou C., Brown P., Meinrath G., Nitsche H., Ekberg C., 2008. Review of SR-Can: Evaluation of SKB's handling of spent fuel performance, radionuclide chemistry and geosphere transport parameters. External review contribution in support of SKI's and SSI's review of SR-Can. SKI Report 2008:17. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Szakálos P., Hultquist G., Wikmark G., 2007. Corrosion of copper by water. *Electrochem Solid-State Letters*, Vol. 10 No. 11, C63-C67.

Waber H.N., Smellie J.A.T., 2007. Boreholes KFM01D, KFM08C, KFM09B Characterisation of pore water. Part 1 Diffusion experiments and pore-water data. SKB P-07-119. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Öhman J., Niemi A., Tsang C.-F., 2005. A regional-scale particle-tracking method for nonstationary fractured media. *Water Resources Research*, Vol. 41, W03016, doi:10-1029/2004/WR003498.

## **Kapitel 8**

SKB, 2008. Omhändertagande av rivningsavfall i SFR. Företagsintern rapport 2008-04-18. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Soldéus U., 2005. Miljökonsekvensbeskrivning Barsebäcksverket. Barsebäck Rapport 1876391/2.0, Barsebäcks Kraft AB.