

Slutdeponerings- anläggningen för använt kärnbränsle



Miljökonsekvens- beskrivning

Slutdeponerings- anläggningen för använt kärnbränsle



Miljökonsekvens- beskrivning

POSIVA OY

INNEHÅLL

FÖRORD	1
1. INLEDNING	3
1.1 Beredning av hanteringen av använt kärnbränsle	3
1.2 Lagar och beslut förpliktar	3
1.3 Långsiktigt forsknings- och planeringsarbete i bakgrunden	4
• Förberedelser inför valet av deponeringsplats	4
• Undersökningar i flera områden	6
• Internationellt samarbete	7
1.4 Bedömning av miljökonsekvenser	8
2. ALTERNATIV FÖR HANTERINGEN AV ANVÄNT KÄRNBRÄNSLE	9
2.1 Nuläget	9
2.2 Alternativa metoder efter mellanlagringen	10
• Upparbetning	10
• Direkt slutdeponering	12
• Transmutation	13
• Andra föreslagna lösningar	14
2.3 Alternativ som står till förfogande	14
3. ALTERNATIV FÖR GEOLOGISK SLUTFÖRVARING	17
3.1 Baslösningen	17
3.2 Varianter av baslösningen	18
3.3 Andra alternativ för geologisk slutförvaring	20
3.4 Utvärdering och avgränsning av alternativen	21
4. BESKRIVNING AV BASLÖSNINGEN	27
4.1 Ansamling av använt kärnbränsle	27
4.2 Projektets livscykel	27
4.3 Projektets skeden och genomförande av dem	28
4.3.1 Forskningsskedet	28
4.3.2 Byggnadsskedet	30
• Byggande av slutförvaret	30
• Byggande av inkapslingsanläggning och hjälputrymmen	31
4.3.3 Slutdeponeringsskedet	32
• Transport av använt kärnbränsle	32
- Teknik vid transporterna	32
- Transportarrangemangen	34
• Inkapsling och slutdeponering	38
- Hantering av kärnbränslet i inkapslingsanläggningen	38
- Deponering av kapslarna i berggrunden	39
- Säkerhetsarrangemang och tillsyn	40
- Slutförvaringsanläggningens personal, råvaror och råvarutransporter	40
4.3.4 Stängningsskedet	40
• Stängning av slutförvarsanläggningen	40
• Tiden efter stängningen	40
4.3.5 Kostnaderna för slutförvaringen	41

5. ALTERNATIVA SLUTFÖRVARINGSPLATSER	43
• Olkiluoto i Euraåminne	44
• Romuvaara i Kuhmo	46
• Hästholmen i Lovisa	48
• Kivetty i Äänekoski	50
6. ALTERNATIVET ATT AVSTÅ FRÅN PROJEKTET	53
6.1 Nollalternativet	53
6.2 Mellanlagring av använt kärnbränsle i Olkiluoto	53
6.3 Mellanlagring av använt kärnbränsle på Hästholmen	54
6.4 Andra former av mellanlagring för använt kärnbränsle	55
6.5 Kostnader för mellanlagring	55
7. FÖRFARANDET VID MILJÖKONSEKVENSBEDÖMNING	57
7.1 Syftet med MKB-förfarandet	57
7.2 System för deltagande	57
• MKB-meddelanden och annat material	57
• Möten för allmänheten samt diskussions- och smågrupper	58
• Utställningar	59
• Kommunernas deltagande	59
• Möten med tjänstemän och experter	60
• Övrig kommunikation	60
7.3 MKB-program	60
• MKB-programmet tillställdes kontaktmyndigheten den 6 februari 1998	60
• Information och hörande om bedömningsprogrammet	61
• Kontaktmyndighetens utlåtande 24 juni 1998	61
• Komplettering av MKB-programmet	62
7.4 De som utfört bedömningen samt material	62
8. MILJÖKONSEKVENSER AV BASLÖSNINGEN	65
8.1 Granskningens struktur	65
8.2 Konsekvenser för naturen och för utnyttjandet av naturresurser	66
8.2.1 Nuläget i forskningsområdena	66
• Olkiluoto	66
• Hästholmen	67
• Romuvaara	68
• Kivetty	69
8.2.2 Konsekvenser för luften	70
• Bergsbrytning, krossning, verksamhet vid upplag	70
• Byggnader	70
• Trafik	71
8.2.3 Konsekvenser för vatten	73
• Öppna schakt	73
• Vattenförsörjning	76
• Oljeläckage	76
• Hushållsavloppsvatten	76
• Inkapsling	77
• Hantering av bygg- och annat avfall	77
• Utsprängning, krossning, uppläggning	77
• Markarbeten och asfaltering	77
• Kapselmateriäl	77

8.2.4 Konsekvenser för den levande naturen	77
• Radioaktiva ämnen	77
• Utnyttjade områden	78
• Trafik, utsprängning, krossning, uppläggning, byggnader	82
8.2.5 Konsekvenser för markgrunden och klimatet	82
• Markkonstruktioner	82
• Bergkonstruktioner	82
• Värmeavgivning från kapslarna	86
8.2.6 Konsekvenser för utnyttjandet av naturresurser	86
• Användningen av koppar	86
• Användningen av bentonit	86
• Användningen av stenmaterial	86
• Rekreation	86
• Myndigheternas restriktioner	87
8.2.7 Sammanfattning	87
8.3 Konsekvenser för markanvändning, kulturarv, landskap, byggnader och stadsbild	88
8.3.1 Markanvändning på Olkiluoto	88
8.3.2 Markanvändning på Hästholmen	89
8.3.3 Markanvändning i Kivetty	91
8.3.4 Markanvändning i Romuvaara	92
8.3.5 Konsekvenser för kulturarv, byggnader, landskap och stadsbild	93
• Olkiluoto	93
• Hästholmen	96
• Kivetty	98
• Romuvaara	100
8.3.6 Sammanfattning	102
8.4 Konsekvenser för människans hälsa	103
8.4.1 Hälsokonsekvenser av föroreningar, buller och vibrationer	103
• Trafiken	103
• Krossning	103
• Bergsbrytning	103
• Rening av avloppsvatten	104
• Utsläpp från värmecentralen	104
• Kapselmaterialer	104
8.4.2 Trafikolyckor	104
8.4.3 Hälsokonsekvenser av strålning	104
• Strålning från radioaktiva ämnen	104
- Grunddefinitioner	104
- Hälsokonsekvenser och -risker med joniserade strålning	105
• Transporter av använt kärnavfall	107
- Använda metoder och antaganden	107
- Förväntade hälsokonsekvenser	107
- Olyckor	111
• Driften vid slutförvaringsanläggningen	115
- Säkerhetsbestämmelserna under slutförvarings- anläggningens drifttid	115
- Hälsokonsekvenser när anläggningen fungerar normalt	115
- Normala utsläpp och direkt strålning	116
- Utsläpp under störningar	117
- Stråldoser och verkningsområden i normala och störningssituationer	117

- Olyckssituationer	118
- Utsläpp i olyckssituationer	118
- Stråldoser och verkningsområden i olyckssituationer	119
- Förebyggande och begränsning av skadliga konsekvenser	119
• Tiden efter stängningen av slutförvaringsanläggningen	120
- Grunderna för långtidssäkerhet	120
- Utförda undersökningar	121
- Säkerhetskrav	122
- Utarbetande av säkerhetsbedömning	123
• Bedömda konsekvenser	124
- Basfall	125
- Jämförelsescenario: (1) läckande behållare	126
- Jämförelsescenario: (2) behållaren förlorar helt sin isoleringsförmåga	134
- Riskerna för olyckor	135
- Bedömning av osäkerheterna i säkerhetsanalysen	137
- Den deponerade bränslemängdens inverkan på säkerheten	137
- Slutsatser	137
8.4.4 Psykosociala konsekvenser	138
8.4.5 Sammanfattning av hälsokonsekvenserna	140
8.5 Sociala konsekvenser	143
8.5.1 Utgångspunkter för bedömningen	143
8.5.2 Allmänt betraktelsesätt och använt material	143
8.5.3 De sociala konsekvensernas uppkomst	145
8.5.4 Konsekvenser för samhällsstrukturen	146
• Företagsverksamhet	146
• Jordbruk	152
• Turism	153
• Folkmängd och befolkningsstruktur	154
• Den övriga samhällsstrukturen och infrastrukturen	158
• Fastigheternas värde	158
• Kommunal ekonomi	162
8.5.5 Konsekvenser för levnadsförhållandena och trivseln	165
• Invånarnas uppfattningar om slutdeponeringen	165
• Samhällsvetenskapliga perspektiv	168
8.5.6 Sammanfattning och slutsatser	170
9. MILJÖKONSEKVENSERNA AV ATT AVSTÅ FRÅN PROJEKTET	173
9.1 Utsläpp av radioaktiva ämnen och konsekvenser av dessa	173
9.2 Den fortsatta mellanlagringens konsekvenser för säkerheten	173
9.3 Sociala konsekvenser av fortsatt mellanlagring	174
9.4 Övriga konsekvenser av fortsatt mellanlagring	174
10. BEDÖMNING AV ALTERNATIVEN	177
10.1 Bedömningens disposition	177
10.2 Att genomföra slutförvaringsprojektet eller avstå från det	177
10.3 Bedömning av platsalternativen	178
10.3.1 Önskvärda egenskaper hos slutförvaringsplatsen	178
• Platsvalprocessen	178
• Allmänna krav och rekommendationer för platsvalet	180
- Berggrundens egenskaper	180
- Andra egenskaper	181

10.3.2 Grunder för bedömning av lämpligheten	
hos slutförvarsplatserna	182
• Långtidssäkerhet	182
• Byggbarhet	182
• Möjlighet att utvidga slutförvarsutrymmena	182
• Drift av slutförvarsanläggningen	182
• Social acceptans	182
• Markanvändning och miljöbelastning	183
• Infrastruktur	183
• Kostnader	183
10.3.3 Bedömning av alternativen	183
• Långtidssäkerhet	183
• Byggbarhet	184
• Möjlighet att utvidga slutförvarsutrymmena	184
• Drift av slutförvarsanläggningen	184
• Social acceptans	185
• Markanvändning och miljöbelastning	185
• Infrastruktur	186
• Kostnader	186
10.3.4 Sammanfattning	186
11. ÅTGÄRDER EFTER BEDÖMNINGEN AV MILJÖKONSEKVENSERNA ...	189
11.1 Planer, tillstånd och beslut som behövs för projektet	189
• Förfarandet vid miljökonsekvensbedömningen	189
• Planläggning	189
• Beslut enligt kärnenergilagen	189
• Transporttillstånd	189
• Andra tillstånd	189
• Internationella bestämmelser	189
11.2 Program för uppföljning av miljökonsekvenserna	190
• Uppföljning av strålningskonsekvenser	190
• Annan uppföljning	190
• Uppföljning efter stängningen	190
12. SAMMANDRAG	193
ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR	197
REFERENSER	200
BILAGA 1	
• HIMs utlåtande om programmet för miljökonsekvensbedömning av en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle 24 juni 1998	206
BILAGA 2	
• Förteckning över rapporter som berör hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle	218

FÖRORD

Allt radioaktivt avfall som uppstår vid användningen av kärnenergi skall tas hand om på ett sådant sätt att det inte skadar den levande naturen. I praktiken innebär detta att man isolerar kärnavfallet genom att deponera det i berggrunden på ett sätt som är avsett att bli bestående. Kärnavfallshanteringen i Finland har bedrivits systematiskt, och slutförvaring av låg- och medelaktivt avfall har redan inletts. Även förberedelserna för slutförvaring av använt kärnbränsle har pågått ett par decennier.

Långsiktiga och grundliga undersökningar har visat att den finländska berggrunden erbjuder gynnsamma förhållanden för bestående isolering av använt kärnbränsle från den levande naturen. Lagstiftningen förutsätter att man vid sidan av säkerheten bör kartlägga även andra eventuella miljökonsekvenser av anläggningen.

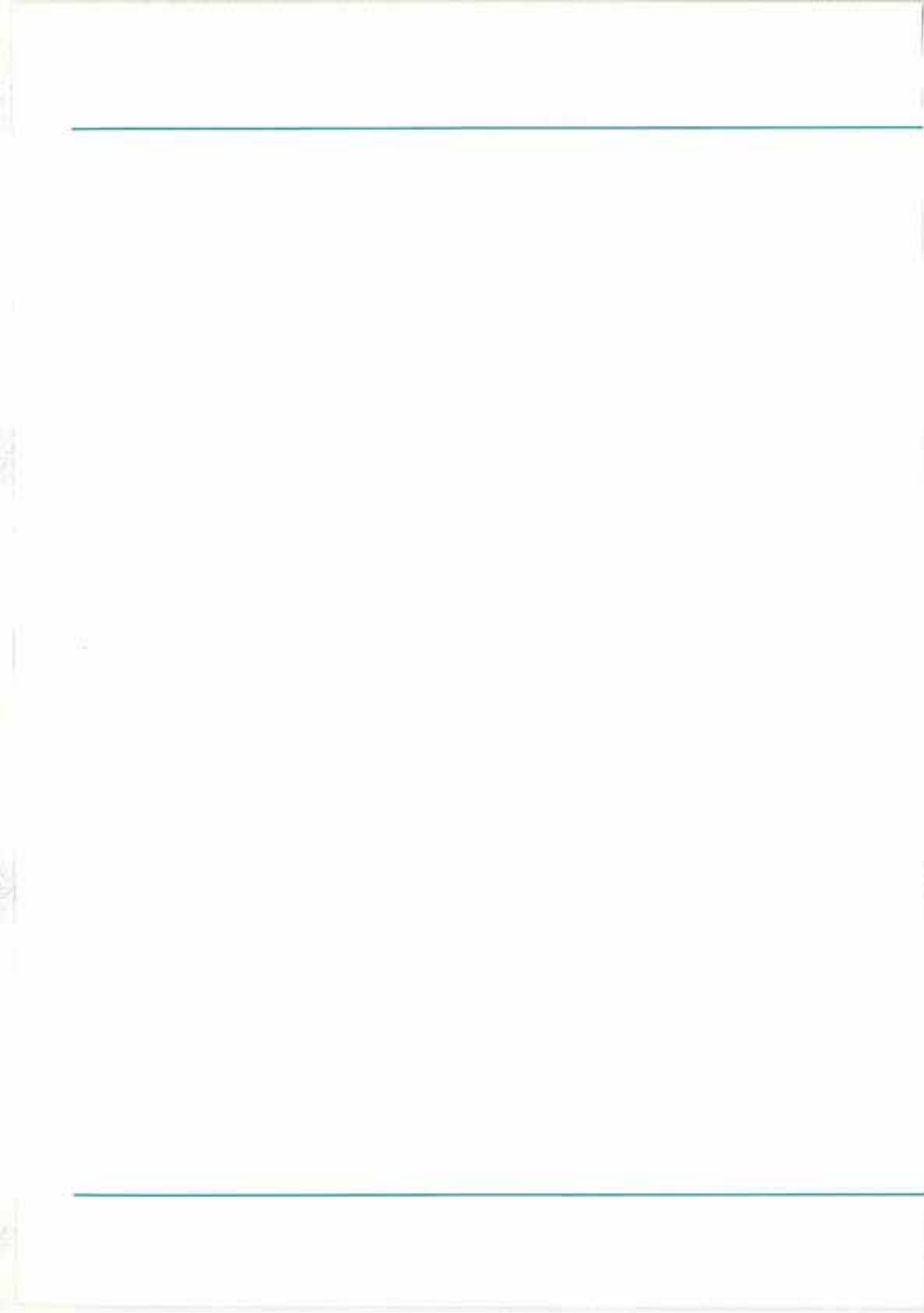
I egenskap av projektansvarig organisation inledde Posiva Oy 1997 utarbetandet av MKB-programmet. Programmet är i praktiken en plan över de utredningar man utför inom MKB i syfte att kartlägga och utvärdera olika typer av miljökonsekvenser.

I februari 1998 färdigställdes programmet och inlämnades till handels- och industriministeriet (HIM) som är kontaktmyndighet. Utvärderingen av MKB-programmet innehöll ett omfattande system för växelverkan och medbestämmande. Efter hörandet avgav HIM i juni 1998 sitt utlåtande om programmet. Därefter fortsatte MKB-förfarandet med bedömning av miljökonsekvenserna och till sist med utarbetande av denna MKB-beskrivning. När ansökan görs om principbeslut för en slutförvaringsanläggning för använt kärnbränsle skall man enligt § 24 i kärnenergiförordningen foga bedömningsbeskrivningen till ansökan som tillställs statsrådet.

När MKB-programmet uppgjordes och senare när miljökonsekvenserna bedömdes har vi betonat medborgarnas möjligheter till medbestämmande i kombination med det utredningsarbete experterna utfört. Under MKB-förfarandet har Posiva arrangerat talrika möten och diskussioner med bl.a. invånarna i de kommuner som är på förslag till slutförvaringsort och med många lokala grupper samt myndigheter inom central- och regionförvaltningen. Vi vill tacka dem och alla andra grupper för den respons vi fått för vårt utredningsarbete. Vi tackar även alla forskningsorganisationer och företag som utfört utredningar för deras insats i denna MKB-beskrivning.

Helsingfors, maj 1999

Posiva Oy



1 INLEDNING

1.1 Beredning av hanteringen av använt kärnbränsle

Med kärnavfall avses alla de radioaktiva ämnen som bildas vid produktionen av kärnenergi och för vilka inte planerats vidare användning. Som kärnavfall räknas i de två finländska kärnkraftverken i Olkiluoto i Euraåminne och på Hästholmen i Lovisa det låg- och medelaktiva driftavfall som uppstår i anslutning till reningen av processvattnet samt service- och reparationsarbeten. Låg- och medelaktivt kärnavfall uppstår även då dessa kraftverk en gång tas ur bruk. Det finns i dagens läge inga utsikter för att använt kärnbränsle skall kunna utnyttjas och därför räknas det som högaktivt avfall.

En allmän princip för hanteringen av kärnavfall är att de radioaktiva ämnen avfallet innehåller isoleras från den levande naturen så att vår miljöns trygghet inte äventyras i något stadium. Målet är att genomföra isoleringen så att avfallet inte längre behöver övervakas och att säkerheten i fortsättningen inte är beroende av att människor övervakar och aktivt tar hand om avfallet. Sådan lagring som baserar sig på bestående isolering kallas *slutförvaring*. Den omfattar ett system där säkerheten baseras på en kombination av naturens egna samt av människan tillverkade barriärer mot utsläpp. Olika avfallsslag kräver olika isoleringsförmåga i slutförvarings-systemet.

Teollisuuden Voima Oy och Fortum Power and Heat Oy (fram till 1.3.1999 Imatran Voima Oy) ansvarar för hanteringen av det kärnavfall de producerar samt för beredningen av och kostnader för hanteringen. Bolagen har redan tidigt berett sig på att ombesörja alla åtgärder i anslutning till kärnavfallshanteringen, och de insamlar på för-



Fig. 1-1. Finlands två kärnkraftverk är belägna i Olkiluoto i Euraåminne och på Hästholmen i Lovisa (t.h.).

hand de medel som behövs för åtgärder. Båda bolagen ombesörjer hanteringen och slutförvaringen av det låg- och medelaktiva avfallet samt mellanlagringen av det använda kärnbränslet på kraftverksområdena. Det senaste exemplet på genomförda planer är de nya slutförvaringsanläggningarna för låg- och medelaktivt driftavfall på Hästholmen och i Olkiluoto. I de båda bolagens miljöpolicy betonas ansvaret för miljön. Även kärnbränslets kretslopp ombesörjs enligt principer som fyller miljövärdskraven.

Kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto byggdes på 1970-talet (fig. 1-1). Då avtalet om kraftverken ingicks kom man överens om att återbörda det använda kärnbränslet från reaktorerna i Lovisa till Sovjetunionen (senare Ryssland).

I fråga om reaktorerna i Olkiluoto påbörjades utredningarna av hanteringen av högaktivt kärnavfall redan i byggnadsskedet på 1970-talet. Vid sidan av uppbyggnad av använt kärnbränsle omfattade utredningsarbetet planering av ytterligare lagringskapacitet för använt bränsle samt förberedelser för att bygga den. Som resultat av det för-

beredande arbetet i anslutning till kärnavfallshanteringen färdigställdes 1978 en kärnavfallsutredning som gjordes i samarbete mellan TVO och IVO och som visade att det är tekniskt möjligt att sköta kärnavfallshanteringen i Finland på ett säkert sätt. Samma år grundade kraftbolagen Finska kraftbolagens kommission för radioaktivt avfall (YJT) med uppgift att koordinera forsknings- och utvecklingsarbetet. Tack vare samarbetet blev även det första programmet för kärnavfallshantering färdigt i september 1978. I praktiken innebar det ovannämnda att kraftbolagen beredde sig att vidta alla de åtgärder som hänför sig till kärnavfallshantering och att man började uppgöra långsiktiga verksamhetsprogram för detta.

År 1995 grundade kraftbolagen det gemensamma bolaget Posiva Oy som ombesörjer slutförvaringen av använt kärnbränsle. Fram till denna tidpunkt hade TVO förberett sig på slutförvaring av det använda kärnbränslet i Finland. IVO hade återbördat det använda kärnbränslet till Ryssland i enlighet med det ursprungliga avtalet.

1.2 Lager och beslut förpliktar

Innan den nuvarande lagen trädde i kraft reglerades användningen av kärnenergi enligt atomenergilagen från 1957. Då kärnavfallshanteringen organiserades gjordes år 1978 erforderliga ändringar i lagen enligt vilka kraftverken i egen-skap av tillståndshavare ansvarar för alla åtgärder och kostnader som hänför sig till kärnavfallshanteringen. Detaljerade bestämmelser ingick i de drifttillstånd som med stöd av lagen beviljades kraftverken.

Mål och tidsscheman för genomförandet av kärnavfallshanteringen med därtill hörande forsknings- och plan-

eringsarbete definierades i statsrådets principbeslut 1983. Kärnenergilagen och -förordningen som trädde i kraft 1988 ger bestämda ramar för hur kärnavfallshanteringen skall genomföras i Finland. Enligt den ändring som gjordes i lagen 1994 skall samtliga åtgärder som gäller alla sorters kärnavfall verkställas i Finland.

Myndigheterna övervakar alla åtgärder i anslutning till kärnavfallshanteringen och granskar årligen de forskningsprogram vilkas mål är att inom det fastslagna tidsschemat införa tekniskt lämpliga och ekonomiskt ändamålsenliga metoder som fyller säkerhetskraven. Till myndigheternas övervakande roll hör även att ställa säkerhetskrav för kärnavfallshanteringen och övervaka att säkerhetsnormerna följs i verksamheten.

4
Ovannämnda principbeslut som fattades av statsrådet 1983 omfattar ett totaltidsschema för hanteringen av använt kärnbränsle. Beslutet förutsatte att forskningen och planeringen beträffande slutförvaringen i Finland framskrider så att man *"före utgången av år 2000 har valt och undersökt en deponeringsplats där slutförvaret vid behov kan byggas"*. I principbeslutet gavs även etappmål för det forsknings- och utredningsarbete som utförs med tanke på valet av deponeringsplats, den tekniska planeringen av deponeringsutrymmet samt säkerhetsbedömningen. Arbetet har fortskridit enligt dessa etappmål. Nästa mål är att före utgången av år 2000 välja en deponeringsplats som fyller miljövårds- och säkerhetskraven. Enligt principbeslutet skall forsknings- och planeringsarbetet därefter fortsätta så att det finns beredskap att börja bygga slutförvaret efter år 2010 och att slutförvaringen kan inledas år 2020.

Ovannämnda krav på tidsschemat har senare framförts även i besluten 7/815/91 HIM och 11/815/95 HIM, som fattats av handels- och industriministeriet och som gäller principerna för kärnavfallshanteringen, samt i statsrådets energistrategi från 1997. De krav beträffande mål och tidsscheman för undersökningen och planeringen som framförs i gällande beslut av handels- och industriministeriet är bindande för kärnkraftbolagen.

Enligt den 1994 gjorda ändringen i kärnenergilagen skall kärnavfall som uppkommit i Finland hanteras, lagras och slutförvaras på ett bestående sätt i Finland. Efter lagändringen har även Fortum i sin hantering av använt kärnbränsle berett sig på att slutförvara det i Finland.

De avfallshanteringsskyldiga har enligt principerna i kärnenergilagen berett sig på de kostnader som slutförvaringen betingar. Enligt den grundläggande planen uppgår kostnaderna för det projekt som beskrivs i denna redogörelse till omkring 4,6 miljarder mark. I kalkylen har drifttiden uppskattats till 40 år. De erforderliga medlen insamlas på förhand i priset på kärnkraftel och deponeras i Statens kärnavfallshanteringsfond.

Förutom för slutförvaringen av använt kärnbränsle samlas medel även för annan kärnavfallshantering, såsom avfall som uppstår när kraftverksenheter tas ur bruk. HIM fastställer årligen det belopp som fonderas och övervakar hur fonden ökar. År 1999 var TVO:s fondandel 3 490,56 milj. mk och Fortums andel 2 212,1 milj. mk. Medel som influtit i fonden återlämnas till den avfallshanteringsskyldige efter hand som åtgärder inom kärnavfallshanteringen vidtas.

1.3 Långsiktigt forsknings- och planeringsarbete i bakgrunden

Förberedelser inför valet av deponeringsplats

Undersökningarna av hur den finländska berggrunden lämpar sig för slutförvaring av kärnavfall inleddes i slutet av 1970-talet (utredningen om kärnavfall "Ydinjätteselvitys IVO & TVO, 1978"). De fortsatta utredningarna gällde bl.a. berggrundens sprickbildning, grundvattnets strömning, hur radionuklider kvarhålls samt effekterna av landhöjning och bildning av inlandsis. Målet för första fasen i forsknings- och utvecklingsarbetet för kärnavfallshanteringen var att utveckla slutförvaringslösningar för låg- och medelaktivt avfall. Plats- och säkerhetsundersökningar för ändamålet utfördes på Hästholmen i Lovisa och i Olkiluoto i Euraåminne på 1980-talet och slutförvaringsanläggningarna togs i bruk på 1990-talet.

Den första mer omfattande utredningen om slutförvaring av använt kärnbränsle publicerades 1982 i YJT:s (Finska kraftbolagens kommission för radioaktivt avfall) publikationsserie. I utredningen granskades säkerheten hos en slutförvaringslösning som grundar sig på flerbarrärsprincipen och de tekniska möjligheterna att genomföra slutförvaringen i Finland. Bakgrunden för arbetet var en omfattande utredning som utförts av finländska experter med tanke på slutförvaringens långtidssäkerhet och hur bergsutrymmen kan byggas. Utredningen baserades på existerande kunskap om berggrundens egenskaper i Finland.



Fig. 1-2. Det forskningsarbete som inleddes i början av 80-talet fortsätter. Resultatet av en valprocess i många faser är att Olkiluoto i Euraåminne, Romuvaara i Kuhmo, Hästholmen i Lovisa och Kivetty i Äänekoski är på förslag till slutförvaringsplats.

År 1983 inledde TVO ett forsknings- och utvecklingsprogram vars mål var att få fram en slutförvaringslösning som fyller säkerhets- och miljövårdskraven och att välja placeringsplats före utgången av år 2000 i enlighet med statsrådets principbeslut.

Deponeringsplatsundersökningarna och platsvalet har fortskridit stegvis (fig. 1-2). Avsikten har varit att först undersöka berggrunden i flera områden och välja de lämpligaste av dessa till mer detaljerade fortsatta undersökningar. På detta sätt har man fått jämförelsematerial om omständigheterna djupt nere i berget i flera områden och förvärvat sig om att omständigheterna i berggrunden ger förutsättningar för slutförvaringen och att de med stor säkerhet är typiska för den finländska berggrunden (fig. 1-2).

I begynnelsefasen 1983-1985 var målet att på geologiska grunder sälla fram

områden som är lämpade för undersökningarna. Granskningen gällde hela landet. Först lokaliserades de viktigaste krosszonerna i bergsgrunden i Finland. Därefter granskades de områden som begränsas av krosszonerna. I dessa områden lokaliserades de huvudsakliga sprickzonerna och de bergsblock som avgränsas av dessa zoner. För bergsblocken bestämdes topografin, bergarterna, graden av kross- och sprickbildningar i berget samt mängden kala berghällar.

Vid kartläggningen av hur de områden som framkommit vid gallringen lämpar sig för fortsatta undersökningar gjordes geologiska utvärderingar av:

- formationens homogenitet, storlek och djup
- grundvattnets strömningsförhållanden utgående från topografin
- kross- och sprickbildning som påverkar berggrundens vattenledningsförmåga och byggandet av berganläggningar

- berggrundens stabilitet (betydande rörelser i berggrunden fokuseras sannolikt på de största kross- och sprick-zonerna)
- naturresurser som kan vara av betydelse för områdets framtida användning.

Dessutom utvärderades områdenas bösättningsfaktorer, skydds- och grundvattenområden, markanvändningsplaner och transportmöjligheter. Även områdenas ägarförhållanden kartlades emedan markägarnas tillstånd behövdes för fältundersökningarna.

Under kartläggningen som gällde hela landet gjordes en separat geologisk utredning om hur Olkiluoto och dess närmaste omgivning i Euraåminne lämpar sig för fortsatta undersökningar, eftersom Olkiluoto i egenskap av kärnkraftverksort ansågs inta en särställning i platsvalprocessen.



Fig. 1-3. Stenprover har tagits från över en kilometers djup.

Resultaten av områdesgallringen tillställdes i slutet av 1985 myndigheterna för granskning. I materialet presenterades 102 områden som lämpade sig för fortsatta undersökningar. Samtidigt lämnades till myndigheterna för utvärdering en finländsk slutförvaringslösning inklusive en säkerhetsutvärdering som framtagits utgående från den svenska metoden KBS-3 för slutlig förvaring av använt kärnbränsle.

Materialet beträffande områdesgallringen utvärderades av myndigheter och experter som utgående från miljöministeriets utlåtande strök 17 områden från förteckningen. Avgränsningen av 12 områden justerades främst på grund av skyddsplaner som var under arbete.

I Strålsäkerhetscentralens (STUK) utlåtande konstaterades att de områden som kommit fram vid gallringen företräder någorlunda likartade formationer

vad gäller bergarter, men att dessa kan ligga som grund när områden för fältundersökningar väljs för de preliminära deponeringsplatsundersökningarna. I valet skall man dock fästa uppmärksamhet vid den geologiska variationen mellan områdena.

Undersökningar i flera områden

Våren 1987 valdes fem områden för preliminära platsundersökningar. Dessa var Veitsivaara i Hyrynsalmi, Kivetty i Konginkangas (senare Äänekoski), Romuvaara i Kuhmo, Syyry i Sievi och Olkiluoto i Euraåminne. Områdena representerar den finländska berggrundens huvudtyper och avviker från varandra beträffande både bergarter och ålder. Även markägförhållanden och diskussioner med kommunerna 1985-1986 påverkade områdesvalet.

Resultaten av de preliminära platsundersökningarna rapporterades 1992. Efter det har undersökningarna fortsatt på fyra orter, i Kivetty, Olkiluoto, Romuvaara samt på Hästholmen i Lovisa. År 1997 togs Hästholmen med i undersökningarna av slutförvaringsplats på grundval av en förundersökning som utförts året innan. I förundersökningen granskades preliminärt hur områdets berggrund lämpar sig för slutförvaring. I likhet med Olkiluoto ansågs Hästholmen i egenskap av kärnkraftverksort vara i särställning när slutförvaringsplatsen väljs.

Berggrundsundersökningarnas mål har varit att utreda om de områden som undersökningarna gäller uppfyller kraven på säker slutförvaring. I varje område har ett bergsblock valts till vilket fältundersökningarna har fokuserats. I ett vidare område har omfattande undersökningar som t.ex. geologiska kartläggningar och geofysikaliska mätningar utförts. Mer detaljerad information har erhållits genom djupborrningar. På alla undersökningsplatser har borrhingsdjupet varit över 1 km (fig. 1-3). Vid utgången av 1998 hade 8-13 djupa undersökningshål borrats på varje plats. Flera finländska och utländska expertorganisationer har deltagit i undersökningarna och i tolkningen av det material som erhållits under forskningsarbetet. Resultaten av undersökningarna har rapporteras under arbetets gång som arbetsrapporter samt i YJT:s och Posivas rapportserier. Rapporterna har lämnats till myndigheter och experter samt till de berörda kommunerna.

På basis av ett åläggande av HIM utfördes under 1991-1996 platsundersökningar och en utredning som kompletterade underlaget för områdesval. I utredningen granskades mer detaljerat än tidigare egenskaperna hos den finländska berggrundens mörka vulkaniska bergarter och djupbergarter samt hur de lämpar sig för slutförvaring. Man har ansett att dessa bergarter har gynn-



Fig. 1-4. Seminarie- och möteslokaler på SKB:s forskningsområde på Åspö i Sverige.

sammare egenskaper än ljusa, granitiska bergarter men undersökningen kunde inte bestyrka detta. Dessutom är dessa rätt sällsynta bergartsformationer ofta förknippade med en för slutförvaringen ofördelaktig egenskap, nämligen malm-potential.

År 1996 utgav Posiva en mellanrapport i vilken de centrala resultaten av de 1993-1996 utförda platsundersökningarna samt säkerhets- och teknikundersökningarna samlats. Vid sidan av platsvis utförda undersökningar har de allmänna utredningarna av berggrundens egenskaper som inleddes vid ingången av 1980-talet fortsatt. Dessa omfattar bl.a. undersökningar av berggrundens rörelser samt studier av förekomsten av istider och de förhållanden som råder under istider.

De nyaste sammandragen av förhållandena i berggrunden på de alternativa placeringsplatserna har utgivits som separata Posiva-rapporter för respektive

plats. De utgör även väsentligt bakgrundsmaterial för bedömningen av slutförvarets långtidssäkerhet. En säkerhetsanalys med namnet TILA-99 har publicerats som Posiva-rapport.

Internationellt samarbete

Vid sidan av undersökningarna i Finland har kraftverken under årens lopp deltagit i utländska samarbetsprojekt. De viktigaste är undersökningarna i Sverige i Stripa gruva på 1980-talet samt det forsknings- och utvecklingsarbete som fortfarande pågår vid Åspö bergslaboratorium (fig. 1-4). Sverige och Finland är belägna på det fenno-skandiska urbergsområdet och berggrunden är likartad i båda länderna. Därför kan den information om berggrunden som Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) förvärvat till stor del även tillämpas på finländska förhållanden.

Även undersökningar som utförts av kanadensiska AECL och schweiziska Nagra har gällt likartad kristallin berggrund som den finländska, och därför har kunskaper och erfarenhet som förvärvats i dessa länder kunnat utnyttjas vid platsundersökningarna.

Under den två decennier långa forskningsperioden har den organisation som ansvarar för slutförvaringen och de inhemska forskningsorganisationerna skaffat sig goda kunskaper om den finländska berggrundens allmänna egenskaper och en detaljerad bild av berggrunden i de områden som är på förslag till slutförvaringsplats. Resultaten av undersökningarna har publicerats från 1978 till 1995 i YJT:s rapportserie och sedan 1996 i Posivas rapporter. En förteckning över rapporterna finns som bilaga till denna konsekvensbeskrivning. Forskningsresultat som är viktiga även för finländarna finner man i SKB:s, Nagras och AECL:s publikationer samt

Bedömningar av programmet för kärnavfallshantering

Sedan kärnenergilagen trätt i kraft 1988 tillsatte HIM en arbetsgrupp med uppgift att utreda utvecklingsbehoven inom kärnavfallshanteringen. Arbetsgruppen undersökte alternativa avfallshanterings- och slutförvaringsprinciper samt alternativa lösningar för slutdeponeringen av använt uranbränsle. I sin rapport fann arbetsgruppen att de andra alternativen inte erbjuder några fördelar jämfört med slutförvaring och ansåg att de mål och det allmänna tidsschema som framlagts i statsrådets beslut 1983 är välgrundade. Arbetsgruppen ansåg även att det är nödvändigt att utveckla baslösningen för slutförvaringen och grundligt undersöka de valda områdena.

I slutet av år 1992 rapporterades resultaten av de preliminära platsundersökningarna enligt det allmänna tidsschemat. Samtidigt publicerades uppdaterade tekniska planer för slutdeponeringen tillsammans med säkerhetsanalysen TVO-92. Under 1993 anordnade HIM en bedömning av den finländska kärnavfallshanteringen som genomfördes som IAEA:s s.k. WATRP-utvärdering.

Allmänt sett anser utländska experter att den finländska kärnavfallshanteringen är väl organiserad. I fråga om val av slutförvaringsplats ansåg expertgruppen att det tillvägagångssätt som valts i Finland är bra. Gruppen framlade i sin rekommendation att sökandet av "bästa möjliga plats" inte borde betonas vid platsvalet utan att man borde ta sikte på att välja en sådan "lämplig" deponeringsplats som uppfyller säkerhetskraven för ett slutförvar som bygger på flerbarriärprincipen.

sammanställningar av föredrag från internationella möten inom branschen.

1.4 Bedömning av miljökonsekvenser

För slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle behövs statsrådets principbeslut. Härvid bedöms om det är förenligt med samhällets helhetsintresse att ifrågavarande anläggning byggs i Finland. Till ansökan om principbeslut fogas denna beskrivning av miljökonsekvenserna.

Sommaren 1997 startade Posiva processen för bedömning av miljökonsekvenserna genom att utarbeta ett bedömningsprogram. Platsundersökningar hade utförts sedan 1987 och erfarenheterna av dialogen med kommuninvånarna visade att de eventuella konsekvenserna framför allt är av social natur. En viktig princip i arbetet var att åstadkomma växelverkan mellan kandidatkommunerna och Posiva som ansvarar för projektet och på ett representativt sätt få kommuninvånarnas åsikter med i bedömningen.

För att identifiera effekterna informerade man på bästa möjliga sätt kommuninvånarna om avsikten med MKB samt skapade möjligheter för deltagande. Information om frågor som invånarna grubblar över fick man även genom expertuppdrag vilka omfattade bl.a. temaintervjuer.

I februari 1998 tillställdes MKB-programmet HIM som är kontaktmyndighet. Även grannstaterna informerades om programmet.

När denna MKB-beskrivning uppgjordes beaktades de tillägg och kompletteringar som gjorts i kontaktmyndighetens utlåtande. Posivas ägare, TVO och Fortum Power and Heat, startade egna pro-

jekt för bedömning av miljökonsekvenserna av eventuellt byggande av en ny kärnkraftverksenhet i de nuvarande kraftverksområdena. Om det i framtiden byggs en eller flera nya kärnreaktorer i Finland är det uppenbart att även kärnavfallet från dessa hanteras och slutförvaras i en slutförvaringsanläggning som skildras i denna MKB-beskrivning. Av denna anledning behandlas här även slutförvaringen av bränslemängder som överstiger de nuvarande kalkylerna.

Denna MKB-beskrivning kompletteras av talrika expertutredningar som publicerats i Posivas rapportserier.

I MKB-beskrivningens kapitel 2 och 3, definieras och avgränsas slutförvaringsprojektet. Först granskas alternativen för hantering av använt kärnbränsle. Därefter betraktas alternativen för geologisk slutförvaring och till slut jämförs alternativen.

Slutförvaringsprojektet, de alternativa slutförvaringsplatserna och alternativet att avstå från projektet beskrivs i kapitlen 4, 5 och 6. Kapitel 7 redogör för MKB-förfarandet, vilka som utför arbetet samt materialet för bedömningen.

Miljökonsekvenserna rapporteras i kapitel 8. I detta sammanhang beskrivs de metoder som använts vid bedömningen samt den osäkerhet som är förknippad med dem. Här kalkyleras även riskerna för miljöolyckor. I kapitel 9 bedöms miljökonsekvenserna av alternativet att avstå från projektet.

I kapitel 10 utvärderas de olika alternativen och deras genomförbarhet. Projektets långa livscykel är en av aspekterna vid bedömningen. I kapitel 11 beskrivs åtgärder i anslutning till projektet efter bedömningsförfarandet och åsikter om programmet för uppföljning av miljökonsekvenser framförs.

2 ALTERNATIV FÖR HANTERINGEN AV ANVÄNT KÄRNBRÄNSLE

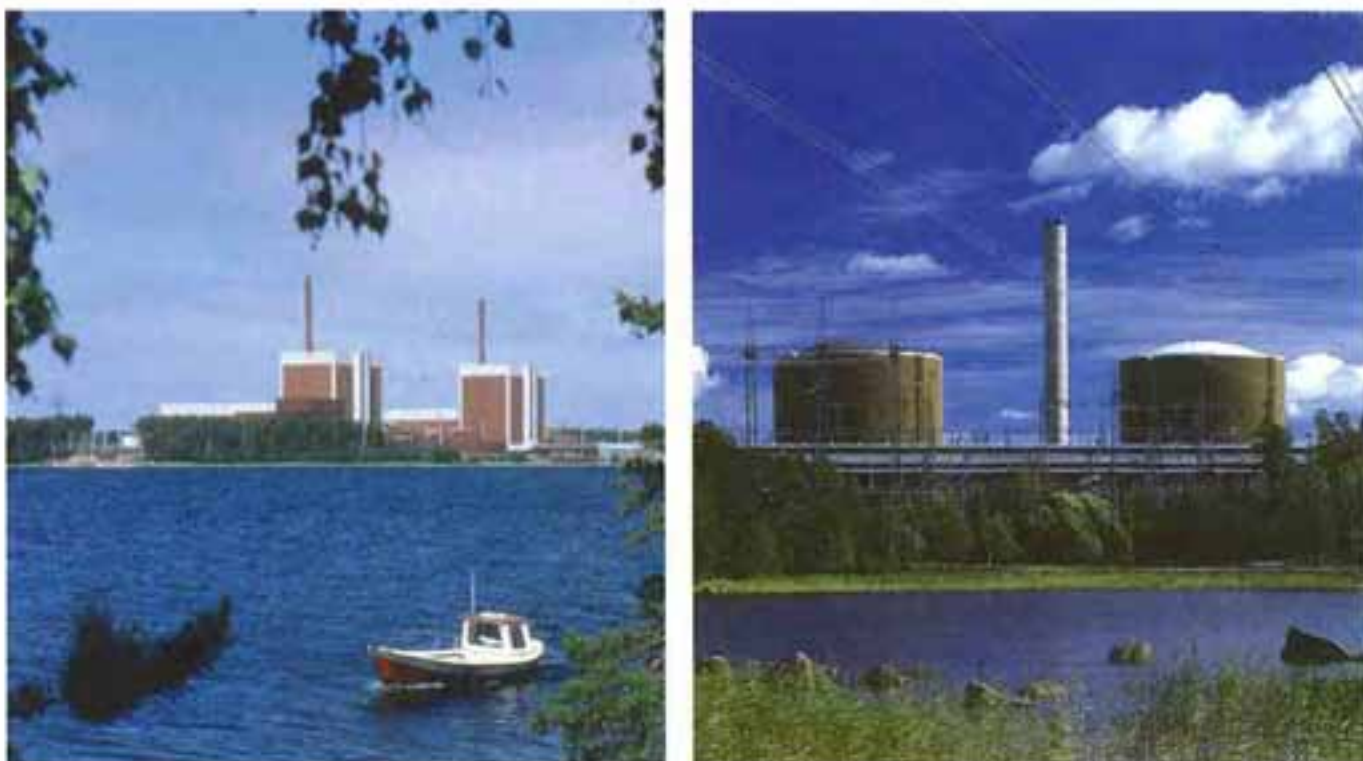


Fig. 2-1. Kärnkraftverken i Olkiluoto (t.v.) och Lovisa sedda från havet.

2.1 Nuläget

Finlands fyra kärnkraftverksenheter i Olkiluoto och Lovisa har varit i drift sedan slutet av 1970-talet (fig. 2-1). Kraftverken producerar omkring en fjärdedel av den elektricitet som används i Finland. Efter effekthöjningen 1998 är effekten vid vardera enheten i Olkiluoto 840 MW och i Lovisa 488 MW (nettoeffekt). Respektive värmeeffekter är 2500 MW och 1500 MW.

Varje år byts en del av bränslet i kärnreaktorerna ut. Härvid avlägsnas starkt radioaktivt (högaktivt) och strålande använt kärnbränsle från reaktorn. I Olkiluoto byts c. en fjärdedel och på Hästholmen c. en tredjedel av bränslet i reaktorn ut. På ett år ansamlas sammanlagt 75-80 ton använt bränsle i Finland.

Kärnbränslet laddas i reaktorn som bränsleelement (fig.2-2). Olkiluotos

bränsleelement väger ca 300 kg och innehåller ca 175 kg uran. Lovisas bränsleelement väger knappt 220 kg och innehåller ca 120 kg uran.

Till sin form är det använda kärnbränslet likadant som det var när det laddades, men en del av uranet har omvandlats till andra ämnen. På grund av de radioaktiva ämnen använt bränsle innehåller strålar det kraftigt och avger samtidigt värme. De egentliga klyvningsreaktionerna upphör dock när bränslet tas ur reaktorn.

Aktiviteten minskar snabbt till en början och de ämnen som strålar starkast sönderfaller till största delen under de första tusen åren (fig. 2-3). Använt bränsle innehåller dock även mycket långlivade radioaktiva ämnen, vilkas strålning oftast inte ens kan tränga igenom hudens yttersta skikt, men som ändå kan förorsaka men för



Fig. 2-2. Skiss av Lovisas (t.v.) och Olkiluotos bränsleelement.

hälsan vid förtäring eller inandning. Därför måste det använda bränslet under mycket lång tid isoleras från människans livsmiljö. Vissa delar av använt kärnbränsle är även kemiskt giftiga.

Först flyttas bränsleelementen till stora kylbassänger i reaktorbyggnaden (fig. 2-4). Efter några år flyttas de till ett separat mellanlager. Där lagras de i liknande vattenbassänger. Vattnet i bassängerna kyler ned bränsleelementen och skyddar omgivningen mot strålning. I reaktorbyggnaden och mellanlagret hanteras bränsleelementen hela tiden under vatten.

Mellanlagren för använt kärnbränsle har planerats så att knippena kan lagras i dem flera årtionden. Under lagringen minskar radioaktiviteten och därmed även värmeavgivningen väsentligt vilket gör det lättare att hantera och transportera bränslet. Värmealstringen från 1 ton använt bränsle är 1 år efter det att bränslet tagits ut från reaktorn ca 10 kW, efter 10 år ca 1 kW, efter 600 år ca 0,1 kW och efter 10 000 år ca 0,01 kW (TVO 1992a).



Fig. 2-4. Vattenbassänglager för använt kärnbränsle i Olkiluoto i Euraåminne. På den mindre bilden ses vattentäckta bränsleelement fotograferade ovanifrån.

2.2 Alternativa metoder efter mellanlagringen

Upparbetning

För att skydda människorna och miljön måste man hela tiden hålla det använda kärnbränslet isolerat från naturen. De nuvarande mellanlagren fyller detta krav och man kan tryggt fortsätta att använda lagren i årtionden med relativt små service- och underhållsåtgärder. Mellanlagren är dock inte avsedda som någon slutlig lösning utan målet är att finna en permanent lösning för hanteringen av använt kärnbränsle.

I flera länder, även i Finland, uppgjordes i början av 1970-talet om-

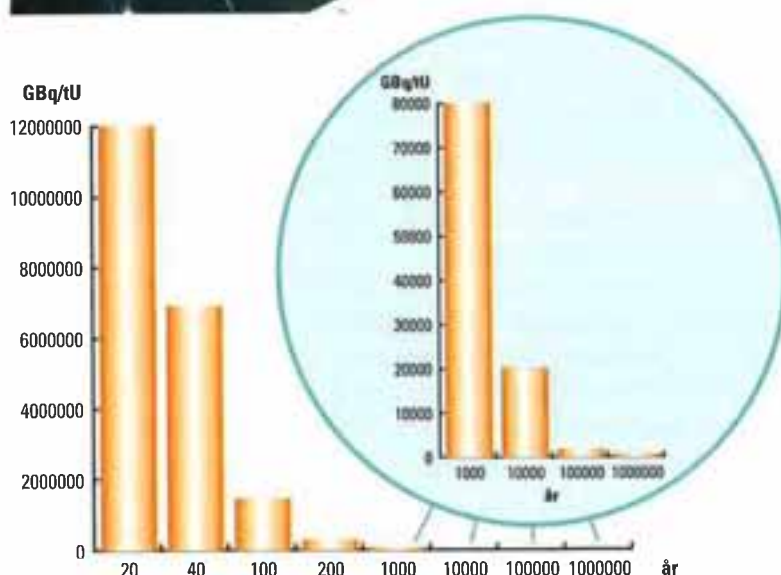


Fig. 2-3. Minskning av aktiviteten hos använt kärnbränsle.

Sammansättningen hos använt kärnbränsle

Radionuklidernas aktivitetshalt (Bq/tU) hos typiskt kärnbränsle i Olkiluoto (anrikningsgrad 3,3 %, effektthet 24,3 MW/tU) och Lovisa (anrikningsgrad 3,6 %, effektthet 36,8 MW/tU) efter 20 års mellanlagring om utbränningen är 36 MWd/kgU. Tabellen baserar sig på rapporterna Vieno & Nordman 1999 samt Anttila 1992 och 1995. Halterna av några dotternuklider är ännu låga i detta stadium (streck vid aktivitetshalten). De radionuklider som har kort halveringstid och är av ringa betydelse har inte tagits med i tabellen. Bq/tU = becquerel/ton uran.

Radionuklid	Halveringstid (år)	Aktivitetshalt (Bq/tU)	
		Olkiluoto	Lovisa
Bränsle (inkl. aktiveringsprodukter av föroreningar)			
H-3	1,3·10 ¹	7,1·10 ¹²	7,4·10 ¹²
C-14	5,7·10 ³	1,0·10 ¹⁰	1,3·10 ¹⁰
Cl-36	3,0·10 ⁵	7,3·10 ⁸	7,3·10 ⁸
Se-79	6,4·10 ⁴	1,6·10 ¹⁰	1,7·10 ¹⁰
Kr-85	1,1·10 ¹	9,6·10 ¹³	1,1·10 ¹⁴
Sr-90	2,9·10 ¹	1,8·10 ¹⁵	1,9·10 ¹⁵
Zr-93	1,5·10 ⁶	7,1·10 ¹⁰	7,3·10 ¹⁰
Tc-99	2,1·10 ⁵	5,2·10 ¹¹	5,3·10 ¹¹
Pd-107	6,5·10 ⁶	4,9·10 ⁹	4,5·10 ⁹
Sn-126	1,0·10 ⁵	3,2·10 ¹⁰	3,1·10 ¹⁰
I-129	1,6·10 ⁷	1,3·10 ⁹	1,3·10 ⁹
Cs-134	2,1·10 ⁰	8,5·10 ¹²	8,5·10 ¹²
Cs-135	2,3·10 ⁶	2,4·10 ¹⁰	1,7·10 ¹⁰
Cs-137	3,0·10 ¹	2,6·10 ¹⁵	2,7·10 ¹⁵
Sm-151	9,0·10 ¹	1,6·10 ¹³	1,5·10 ¹³
Ra-226	1,6·10 ³	—	—
Th-229	7,3·10 ³	—	—
Th-230	7,7·10 ⁴	—	—
Pa-231	3,2·10 ⁴	—	—
U-233	1,6·10 ⁵	—	—
U-234	2,4·10 ⁵	4,7·10 ¹⁰	4,9·10 ¹⁰
U-235	7,0·10 ⁸	6,7·10 ⁸	7,6·10 ⁸
U-236	2,3·10 ⁷	1,0·10 ¹⁰	1,1·10 ¹⁰
U-238	4,5·10 ⁹	1,2·10 ¹⁰	1,2·10 ¹⁰
Np-237	2,1·10 ⁶	1,7·10 ¹⁰	1,6·10 ¹⁰
Pu-238	8,8·10 ¹	1,4·10 ¹⁴	1,1·10 ¹⁴
Pu-239	2,4·10 ⁴	1,3·10 ¹³	1,4·10 ¹³
Pu-240	6,5·10 ³	1,9·10 ¹³	1,9·10 ¹³
Pu-241	1,4·10 ¹	2,3·10 ¹⁵	2,1·10 ¹⁵
Pu-242	3,8·10 ⁵	8,1·10 ¹⁰	6,9·10 ¹⁰
Am-241	4,3·10 ²	1,6·10 ¹⁴	1,6·10 ¹⁴
Am-243	7,4·10 ³	1,1·10 ¹²	7,9·10 ¹¹
Cm-244	1,9·10 ¹	8,4·10 ¹³	5,0·10 ¹³
Cm-245	8,5·10 ³	1,9·10 ¹⁰	9,5·10 ⁹
Cm-246	4,7·10 ³	3,6·10 ⁹	1,8·10 ⁹

Skyddshölje, strömningskanal och konstruktionsdelar

C-14	$5,7 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^{10}$
Cl-36	$3,0 \cdot 10^5$	$7,2 \cdot 10^8$	$3,5 \cdot 10^8$
Ni-59	$8,0 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$
Ni-63	$9,6 \cdot 10^1$	$2,9 \cdot 10^{13}$	$1,9 \cdot 10^{13}$
Zr-93	$1,5 \cdot 10^6$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$2,3 \cdot 10^{10}$
Nb-94	$2,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^{10}$	$5,5 \cdot 10^{11}$

fattande planer på att bygga kärnkraftverk. Då verkade det uppenbart att efterfrågan på uran skulle öka snabbt och att priset på råuran skulle stiga. På grund av dessa utsikter var det klart att man ville få ut så mycket energi som möjligt ur uranet. Därför gjordes även planer för att inleda upparbetning av använt kärnbränsle.

Upparbetning innebär att resterande uran i bränslet och det plutonium som bildats separeras för återanvändning. Enligt planerna skulle återanvändningen ske antingen i samma eller likadana reaktorer eller senare i s.k. bridreaktorer (de skulle producera mer klyvbart material än de själva konsumerar). Man antog att bridreaktorer skulle användas kommersiellt redan före år 2000.

När man köpte kraftverket i Lovisa träffades på initiativ av Sovjetunionen överenskommelse om att återsända det använda bränslet från reaktorerna till Sovjetunionen (Ryssland). I Sovjetunionen var avsikten att återanvända de nyttiga ämnena i det använda bränslet.

Upparbetningsalternativ för det använda kärnbränslet från Olkiluotos reaktorer utreddes också, och man förhandlade med utländska bolag om upparbetningsavtal. Utbudet på upparbetningskapacitet var dock knappt och upparbetningsavgifterna var höga. Dessutom förutsatte avtalen att det avfall som uppkommer vid upparbetningen återsänds till Finland. Eftersom uranpriserna sjönk kraftigt på 1980-talet och det inte fanns några garantier för att plutoniumet kunde användas ingicks inga upparbetningsavtal.

På grund av det ringa behovet har man aldrig övervägt att bygga en upparbetningsanläggning i Finland.

Orsakerna till att man avstod från upparbetningsplanerna var alltså till stor del ekonomiska. Även i många andra



Fig. 2-5. I England upparbetas största delen av det använda kärnbränslet. Bilden visar Sellafields upparbetningsanläggning med omgivning.

länder, bl.a. i USA, avstod man från upparbetningsplanerna; den främsta orsak som angavs där var oron för att spridningen av kärnvapen skulle öka när upparbetningstekniken blev mer utbredd.

På grund av den ändring som gjordes 1994 i kärnenergilagen slutade man 1996 att återsända kärnbränsle från Lovisa till Ryssland. Riksdagen ansåg att varje land, även Finland, själv skall ta hand om sitt kärnavfall.

Även senare har man studerat upparbetningens lönsamhet. I en jämförelse från 1990 konstaterades att upparbetningen fortfarande är oekonomisk (Lunabba & Vira 1990), och omständigheterna har inte ändrats väsentligt efter det.

I princip är upparbetning fortfarande möjlig och åtminstone i Frankrike och England har man för avsikt att upparbeta merparten av det använda kärnbränslet (fig. 2-5). Genom upparbetning av använt kärnbränsle blir man dock inte helt av med kärnavfallet eftersom alla nuvarande anläggningar som tillhandahåller upparbetningstjänster återsänder det avfall som uppkommit vid behandlingen till avfallets ägare. En del av detta avfall är högaktivt, precis som det använda bränslet, och kräver således motsvarande efterhantering.

Upparbetning av använt bränsle kan minska behovet av råuran och därmed även minska de eventuella miljöolägenheter som orsakas av uranbrytning. Å andra sidan kan den ge

upphov till miljöeffekter i upparbetningsanläggningens omgivning (Vuori 1995). Skillnaden är kanske enbart vad miljökonsekvenserna riktar sig emot.

I Finland kunde upparbetning göra kärnavfallshanteringen komplicerad eftersom nytt långlivat medelaktivt avfall eventuellt måste hanteras vid sidan av det högaktiva avfallet. Till exempel i England planerar man att deponera detta avfall djupt i urberget på samma sätt som det högaktiva avfallet.

Att stödja sig enbart på utländska avfallshanteringstjänster har sina risker, men å andra sidan är det inte ekonomiskt att bygga en dyr upparbetningsanläggning endast för kärnkraftverken i Finland. Om man beslutar att huvudparten av framtidens energiförsörjning hos oss och på andra håll skall bygga på utnyttjande av kärnkraft kan upparbetningsmöjligheten vara ett betydelsefullt alternativ. I en sådan situation skulle upparbetning och den återvinning av uran och plutonium den möjliggör märkbart öka energipotentialen hos jordens uranresurser.

Direkt slutdeponering

Samtidigt som TVO i början av 1980-talet avstod från upparbetningsplanerna började företaget förbereda slutdeponeringen av använt bränsle direkt i den finländska berggrunden. Som grund för slutdeponeringen valdes KBS-metoden som utvecklats i Sverige. Den nuvarande metoden är av s.k. KBS-3-typ. Den bärande idén i metoden är att kapsla in det använda bränslet i tät och hållbara kopparkapslar och begrava behållarna djupt ner i urberget. Metoden kräver ingen tillsyn eller efterbevakning av framtida generationer.

Förutom i Finland planeras direkt slutdeponering även i många andra länder både i Europa och i bl.a. USA

och Canada. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) som ansvarar för den svenska kärnavfallshanteringen har fortsatt att förbereda slutdeponeringen utgående från KBS-3-metoden. Tekniken för direkt slutdeponering är i många länder långt utvecklad. Parallellt med det tekniska utvecklingsarbetet har utredningar om metodens säkerhet och miljökonsekvenser utförts.

I princip kan direkt geologisk slutdeponering i urberget ske på olika sätt.

Vid sidan av den KBS-3-metod som Posiva planerar kan även

- metoden som grundar sig på en hydraulisk bur (s.k. WP-Cave) eller
- deponering i djupa hål lämpa sig för finländska förhållanden.

Dessutom har man i Finland undersökt flera alternativ som avviker från KBS-3-metoden endast i fråga om behållarnas placering eller ställning. Varianter av KBS-3-metoden är bl.a.:

- horisontell placering
- långa hål
- medellånga hål
- korta hål

Dessa metoder beskrivs i kapitel 3.2.

Direkt slutdeponering lämpar sig väl för avfallshanteringen i ett litet land som Finland tack vare sin enkelhet och de relativt små investerings- och infrastrukturbehoven. Alla ovannämnda metoder har haft som utgångspunkt att de inte kräver säkerhetsupprätthållande åtgärder av kommande generationer. I WP-Cave metoden övergår man gradvis till en dylik, s.k. passiv, säkerhet.

Transmutation

Samtidigt som man lärde sig förstå kärnreaktionernas karaktär insåg man att det i princip är möjligt att förverk-

liga de medeltida alkemisternas dröm att omvandla ämnen till andra ämnen. Isotoper kan med rätt styrda kärnreaktioner omvandlas till andra isotoper och själva grundämnena kan omvandlas till andra ämnen. Detta kallas *transmutation*.

I kärnreaktorerna omvandlas uran hela tiden till plutonium - och en del av kärnreaktorernas energi uppstår genom att plutonium klyvs. För att undvika den förebådade uranbristen utförde man speciellt på 1970-talet en stor mängd undersökningar i syfte att ta fram utrustning med vilka nytt kärnbränsle kunde produceras artificiellt. En av idéerna gick ut på att med hjälp av partikelacceleratorer producera ett starkt neutronflöde med vilket exempelvis torium skulle omvandlas till klyvbart uran.

På senare år har intresset för dessa anläggningar på nytt vaknat, men nu i syfte att tillämpa samma principer på kärnavfallshanteringen. I ett neutronflöde kan radioaktiva nuklider även bli mer kortlivade eller direkt stabila. I princip är det möjligt att på detta sätt bli av med radioaktiva nuklider eller åtminstone förkorta livslängden hos de radioaktiva ämnen som avfallet innehåller. I vanliga lättvattenreaktorer kan tillräckligt starkt neutronflöde inte åstadkommas. För detta behövs snabba reaktorer eller en kombination av högeffektiva partikelacceleratorer och s.k. spallationsreaktorer.

Enligt en föreslagen principlösning (Rubbia et al. 1997) skulle högenergetiska laddade partiklar (protoner) produceras med en partikelaccelerator. Protonerna skulle skjutas mot ett strålmål (bly) där stora mängder neutroner skulle bildas vid s.k. spallation, ett slags klyvningsreaktion. Radionukliderna skulle för omvandling placeras i reaktorkärnan i strålmålets omedelbara närhet. Reaktorkärnan skulle vara en

del av en under-kritisk snabb reaktor som använder bly som kylmedel och torium i metallform som bränsle.

I praktiken förutsätter användningen av transmutation vid avfallshanteringen att olika radionuklider eller radionuklidgrupper avskiljs från varandra. I den vanliga avfallshanteringen separeras uran och plutonium från andra ämnen. Eliminering av långlivade radionuklider genom transmutation förutsätter dessutom åtminstone att alla s.k. transuraner separeras från fissionsprodukterna. Det finns dock även andra mycket långlivade radionuklider som måste separeras för att man verkligen skall undvika långvarig isolering. Dagens upparbetningsteknik klarar inte av detta.

När detta skrivs är det svårt att utvärdera transmutationsteknikens potentiella möjligheter att förgöra kärnavfall. Forskning om transmutation pågår på olika håll i världen men åsikterna om teknikens möjligheter varierar (Anttila et al. 1999, IVA 1998, NAS 1885).

Forskarna är dock rätt eniga om att man med nuklidseparations- och transmutationstekniken inte i praktiken blir kvitt allt kärnavfall (Anttila et al., NAS 1995). Även om det var möjligt skulle det i varje fall bli mycket dyrt att förgöra alla radionuklider. Å andra sidan uppstår det på samma sätt som i nuvarande reaktorer nya radioaktiva ämnen (aktiveringsprodukter) i själva transmutationsanläggningen och av separationsprocessens förluster uppstår oundvikligen medel- och lågaktivt avfall. Livslängden hos radionukliderna i avfallet kan eventuellt förkortas men det kommer ändå att finnas kvar radioaktiva ämnen.

Det finns eventuellt möjligheter att utnyttja nuklidseparations- och transmutationstekniken i stor skala om ut-

vecklings- och utbyggnadsprogrammen för kärnkraftverk åter tar fart i de stora industriländerna. I så fall kan denna teknik förbättra möjligheten att utnyttja jordens kärnbränsleresurser och underlätta avfallshanteringen. Hur som helst skulle stora investeringar i erforderliga nya kärnkraftverk behövas. Miljö- och säkerhetsfördelarna med transmutationsanläggningar är också tvivelaktiga jämfört med nuvarande kärnkraftverk och planerade slutförvaringsmetoder.

Speciellt i Japan och Frankrike satsar man på forskning i separations- och transmutationsteknik. Tills vidare är transmutation dock bara en framtida möjlighet, jämförbar med fusion. Dess praktiska tillämpningar skjuts, även om de lyckas, flera decennier framåt. I nuläget finns det inte tillräckliga grunder för tillförlitlig utvärdering av transmutationsteknikens möjligheter vid hanteringen av använt kärnbränsle (Anttila et al. 1999).

Andra föreslagna lösningar

Vid sidan av deponering i urberget har man föreslagit djuphavssediment och polarisar som slutförvaringsplats. Ett förslag har varit att skjuta upp avfallet i rymden, bort från jorden.

I Finland anses ingen av dessa lösningar vara ett seriöst alternativ. Även tekniskt är det svårt att genomföra slutförvaring i polarisen, men framför allt är följderna svåra att förutspå bl.a. på grund av glaciärernas ständiga rörelser (fig. 2-6). Dessutom förutsätter lösningen att avfallet förs bort från Finland vilket strider mot gällande lag.

Efter utredningar på 1980-talet har alternativet att deponera avfall i sedimenten under oceanerna (fig. 2-7) eller i berggrunden under dessa inte rönt nämnvärd uppmärksamhet. Trots att en del forskare anser denna slutförvaringsmetod vara rätt riskfri är den enligt internationella avtal utesluten.

På grund av de stora riskerna och de höga kostnaderna är det ett realistiskt alternativ att sända upp radioaktivt avfall i rymden.

Tills vidare finns inga tekniska metoder med vilka man bestående och riskfritt kan bli helt av med kärnavfallet.

2.3 Alternativ som står till förfogande

Enligt kärnenegilagen skall kärnavfall som uppkommit i Finland "hanteras, lagras och slutförvaras på ett sätt som är avsett att bli bestående i Finland". Detta är även principen för kärnavfallshanteringen hos Fortum och TVO. I princip förbjuder lagen inte upparbetning men den måste ske i sin helhet i Finland. Det avfall som uppstår vid upparbetningen skulle då kräva bestående förvaring.

I kärnenergiförordningen definieras bestående förvaring som deponering i den finländska mark- eller berggrunden. Eftersom markytan i Finland med största sannolikhet om några tiotusental år blir helt täckt av inlandsis kan bestående förvaring som är säker

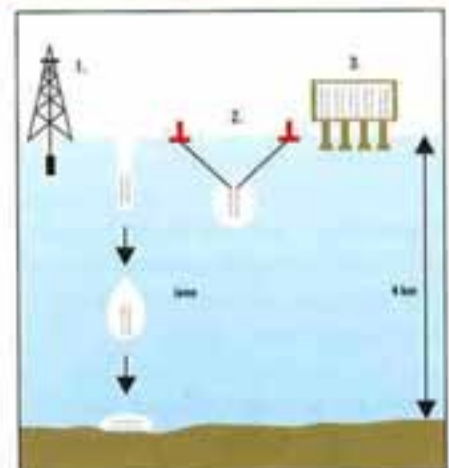


Fig. 2-6. Slutförvaring i polarisen

1. Borrhorn och smältning

2. Förankring

3. Utrymmen på isen

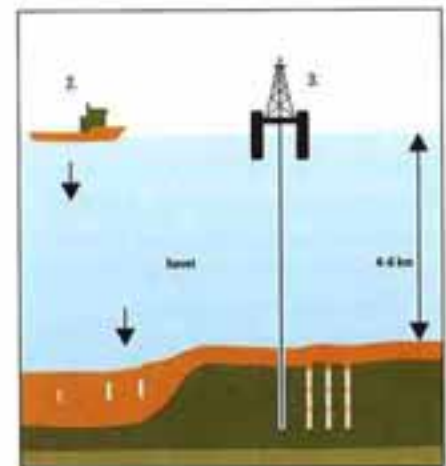


Fig. 2-7. Slutförvaring i havets bottensediment

1. Sedimentlager

2. Fritt fall i havet

3. Deponering i borrhål

Upparbetning

Uran och plutonium i använt kärnbränsle kan återanvändas om de separeras från andra aktinider och klyvningsprodukter. Upparbetningsanläggningar finns bl.a. i Frankrike, Storbritannien och Ryssland. Anläggningarna är stora, som investeringar är de i samma storleksklass som oljeraffinaderier.

I nuvarande upparbetningsanläggningar används en process där bränslestavarna sönderdelas i bitar och löses upp i salpetersyra. Därefter reagerar den erhållna lösningen med tributylfosfat som upplösts i kerosin eller dodekan. I salpetersyralösningen avskiljs bränslets kapsling från det övriga materialet och i nästa steg separeras plutoniumet och uranet tillsammans från de aktinider och klyvningsprodukter som blir kvar i lösningen.

Uran och plutonium som avlägsnats ur lösningen separeras ytterligare från varandra i skilda lösningar för att sedan renas och omvandlas till uran- och plutoniumnitrater och slutligen till uran- och plutoniumdioxider. Den resterande lösningen av aktinider och klyvningsprodukter utgör upparbetningsanläggningens högaktiva avfall i vätskeform, och dess volym kan minskas genom förångning. Vid upparbetningen uppstår även låg- och medelaktivt avfall varav en del är långlivat.

På grund de säkerhetsrisker som är förknippade med upplagringen omvandlas det koncentrerade högaktiva avfallet i vätskeform till en säkrare form genom solidifiering i glas (vittrifiering). Detta högaktiva

avfall från upparbetningen måste slutförvaras på samma sätt som använt kärnbränsle. Upparbetat uran innehåller utöver U-235 och U-238 även mindre mängder andra uranisotoper som emitterar gammastrålning eller absorberar neutroner.

Upparbetat plutonium innehåller motsvarande plutoniumisotoper. Isotoper som emitterar gammastrålning skapar behov av strålskydd vid framställningen av nytt bränsle, medan de isotoper som absorberar neutroner försämrar neutronekonomin när upparbetat bränsle används i reaktorn.

Tillgången på neutroner som upprätthåller kedjereaktionen, dvs. neutronekonomin, är en central faktor i lättvattenreaktorer. När uran upparbetas flera gånger stiger halterna av nämnda isotoper ytterligare och därför upparbetas uran endast en gång.

Även plutonium "försämrar" vid upparbetningen vilket begränsar upparbetningen av detta ämne till några få gånger.

Om de snabba s.k. brydreaktorerna i framtiden används i stor utsträckning kan man i dessa utnyttja uran och plutonium som upparbetats flera gånger.

för människan och naturen endast innebära deponering i berggrunden. Även i det fallet måste lösningen vara sådan att den inte förutsätter övervakning eller underhåll, eftersom det i istidsförhållanden skulle vara omöjligt att i praktiken säkra övervakningen.

När man beslutar om bestående förvaring av använt bränsle eller upparbetningsavfall enligt kärnenergilagerna kan i dagens läge endast geologiska slutförvaringslösningar som grundar sig på passiv säkerhet komma i fråga. Att skjuta upp beslutet skulle i praktiken innebära att mellanlagringen av använt kärnbränsle fortsatte under en obestämd tid (det s.k. 0-alternativet).

I sitt utlåtande om Posivas MKB-program framhåller handels- och industriministeriet att man bör överväga "att i MKB-beskrivningen allmänt granska även sådana principiella alternativ för hanteringen av använt bränsle vilkas genomförbarhet är osäker eller vilka inte uppfyller kraven i den gällande lagen".

I praktiken ökar en avvikelse från lagens krav inte de verkliga valmöjligheterna eftersom inga principiella alternativ till geologisk slutförvaring i berggrunden kan skönjas, trots att nuklidseparation och transmutation undersöks och utvecklas. Det finns inga metoder med vilka man slutligen kan bli av med det använda kärnbränslet eller det avfall som uppstår vid upparbetningen.

Alternativet som bygger på nuklidseparation och transmutation är i praktiken detsamma som nollalternativet eftersom man med nuvarande kunskaper inte kan utvärdera metodens verkliga tekniska eller industriella genomförbarhet. Det satsas dock mycket på forskning på området både inom Europeiska Unionen och i Japan och USA, och om arbetet visar sig

framgångsrikt kan nuklidseparation och transmutation eventuellt påverka mängden och sammansättningen hos det avfall som slutförvaras. Enligt experterna kommer nuklidseparation och transmutation dock aldrig att helt eliminera behovet av geologisk slutförvaring (Anttila et al. 1999).

Eftersom det i dagens läge inte existerar metoder med vilka man kan bli av med kärnavfallet finns det i realiteten endast två alternativ: geologisk slutförvaring eller att skjuta upp beslutet och fortsätta mellanlagringen. Slutförvaringsbehovet gäller antingen använt kärnbränsle eller hög-, medel- och lågaktivt avfall som uppstår vid upparbetning.

Tekniska alternativ för geologisk slutdeponering beskrivs närmare i kapitel 3. Alternativen jämförs sinsemellan och till slut definieras de alternativ som närmare granskas i denna MKB-beskrivning.

Beskrivningen av alternativen för slutförvaring har gjorts endast med tanke på direkt sludeponering, men samma tekniska principer kan användas vid slutförvaring av avfall som uppstår vid upparbetning. Sättet att slutdeponera upparbetningsavfall skulle skilja sig från direkt slutdeponering av använt kärnbränsle främst i fråga om behållar- och förpackningslösningarna.

3 ALTERNATIV FÖR GEOLOGISK SLUTFÖRVARING

3.1 Baslösningen

Den baslösning som utvecklats av Posiva beskrivs utförligt bl.a. i Posivas rapport "Tekniikkatutkimukset vuosina 1993-1996" (Posiva 1996a). Baslösningen bygger på KBS 3-planen som utarbetades i Sverige på 1970- och 1980-talen och den är ett resultat av över två decenniers forsknings- och utvecklingsarbete. Arbetet har utförts i samråd med många olika forskningsinstitut och vetenskapssamfund samt i växelverkan med utländska avfalls- hanteringsorganisationer.

Eftersom slutförvaringsanläggningens verksamhet börjar först om ca 20 år är det uppenbart att de tekniska planerna kommer att ytterligare utvecklas. Den fortsatta planeringen av slutförvaringsanläggningen pågår som bäst. I beskrivningen granskas eventuella konsekvenser av dessa förändringar i den mån de kan förutses i detta nu. Vissa tekniska alternativ till baslösningen har behandlats i ovannämnda rapport om teknikundersökningar (Posiva 1996a).

Enligt baslösningen

- packas de radioaktiva ämnena i hållbara vattentäta behållare och
- behållarna deponeras på 400-700 meters djup i berggrunden där de är isolerade från människan och utan tillsyn förblir täta så länge som innehållet i behållarna kan skada den levande naturen.

Utgångspunkten är en s.k. *flerbarriärprincip* (fig. 3-1) som betyder att isoleringen av radioaktiva ämnen utförs med hjälp av flera skyddsbarriärer som säkrar varandra men är oberoende av varandra. Metoden innebär att om en barriär inte fungerar garanterar de andra barriärerna ändå isoleringen. Avsikten med en hållbar och tät behållare är att hindra radioaktiva ämnen från att läcka ut i grundvattnet. Det stabila urberget

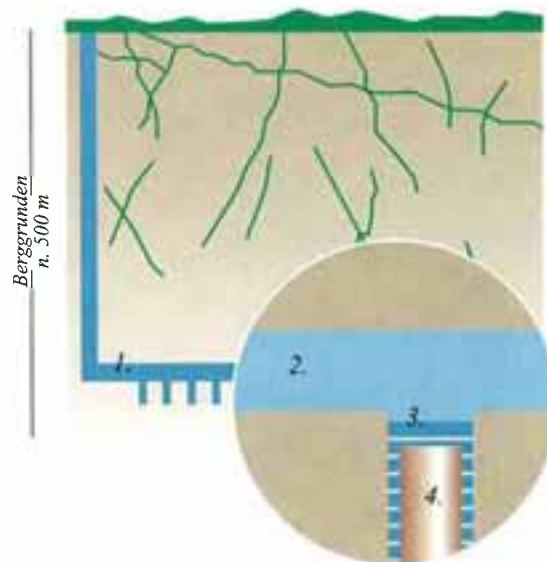


Fig. 3-1. Slutförvarets flerbarriärprincip. Det använda kärnbränslet isoleras djupt nere i berggrunden. Olika barriärer säkrar varandra.

1. Slutförvaringstunnel
2. Tunnelns fyllnadsmaterial
3. Bentonit
4. Metallbehållare

skyddar behållaren. Om behållarens isoleringsförmåga av någon oförutsedd anledning försvagas fungerar berget som ett filter. Det fördröjer eller förhindrar att de radioaktiva ämnena kommer vidare. Bentonitleran mellan kapseln och berget fungerar som ytterligare säkring. Den minskar vattnets rörlighet och i fall av läckor fördröjer den transporten av radioaktiva ämnen.

Slutförvaringsanläggningen består av ett anläggningsområde på markytan samt av egentliga slutförvaringsutrymmen djupt nere i berget (fig. 3-2). På markytan ligger inkapslingsanläggningen och utrymmen för hjälpfunktioner: byggnader för schakten, kontors- och laboratorielokaler, lager och verkstad samt rum för VVS-system. Område avsätts även för lagring av sprängsten och kross.

Från markytan ner till slutförvaringsutrymmena leder tre vertikala schakt: arbets-, person- och kapselschaktet. Kapselschaktet leder till inkapslingsanläggningen ovan jord och personschaktet till anläggningens kontorsbyggnad. I stället för schakt kan vid behov även en ramp användas.

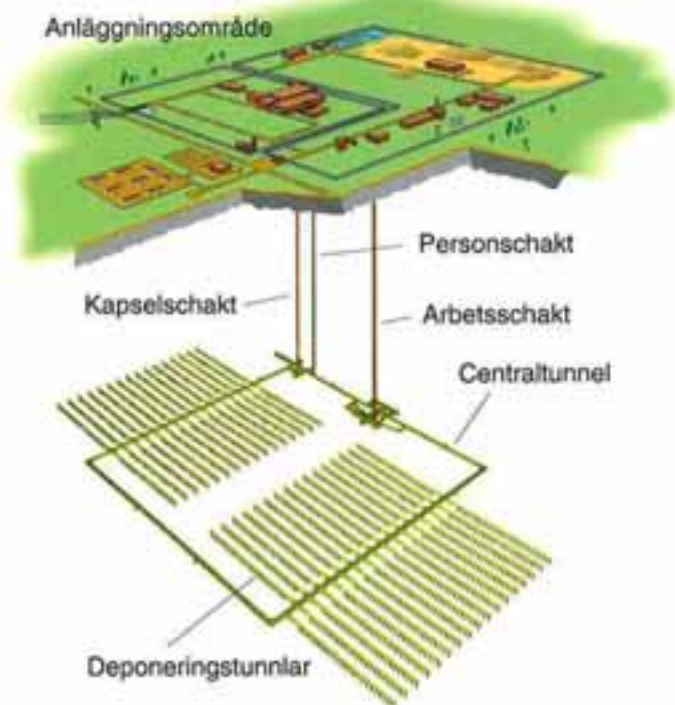
Byggnadsarean (markarealen för byggnader, vägar, lager och fält) är sammanlagt ca 15 ha.

I baslösningen består det egentliga slutförvaret av 100-300 meter långa deponeringstunnlar med cirka 25 meters mellanrum. Tunnlarna förenas av en centraltunnel. Deponeringstunnlarnas slutliga lägen och längder anpassas efter berggrunden. Deponeringstunnlarnas sammanlagda längd är ca 13 km i baslösningen.

Det använda kärnbränslet nedkyls minst 20 år i mellanlager innan det slutdeponeras. Transporten till slutförvaringsanläggningen kan ske per landsväg, järnväg eller sjöledes. I inkapslingsanläggningen förpackas bränsleavfallet i täta metallbehållare, kapslar, som sänks ned med hiss till slutförvaret som är utsprängt på 400-700 meters djup. En kapsel innehåller 12 bränsleelement. Slutförvaringsanläggningens dimensionerade kapacitet är 250 tU per år och dess driftskapacitet 100 tU-250 tU per år.

Om ingen färdig väg till slutförvaringsanläggningen finns avsätts ett ca 20 m

Fig. 3-2. Slutförvaringsanläggningen omfattar en inkapslingsanläggning med hjälpfunktioner ovan jord samt slutförvaringsutrymmen under jorden som står i förbindelse med markytan genom schakt eller tunnlar.



brett markområde för vägen. På kraftverksområdena är behovet att bygga vägar obetydligt. I Posivas rapporter (LT-Konsultit 1998) beskrivs vägbyggnadsbehoven noggrannare för respektive plats.

På kraftverksorterna Olkiluoto i Euraåminne och Hästholmen i Lovisa kan inkapslingsanläggningen även placeras i anslutning till mellanlagret för använt bränsle. I detta fall förs den fyllda kapseln med ett transportfordon till schaktbyggnaden och vidare med hiss ned under jorden.

I basmodellen kan omständigheter som beror på berggrundens art och struktur flexibelt beaktas: placeringen av schakt och utformningen av tunnlar kan genomföras enligt de specialkrav som slutförvaringsplatsen och dess berggrund medför. Vid behov kan tunnlar förläggas i flera plan.

Man utgår från att slutförvaringstunnlar kan byggas även när anläggningen används. I planerna har man även berett sig på att utrymmena kan utvidgas om mängden avfall som skall slutförvaras ökar på grund av att driften vid de nuvarande kraftverksenheterna förlängs eller nya enheter byggs. Beroende på berggrundens egenskaper kan utvidgningen utföras antingen på samma djup eller på annat djup än de tidigare byggda deponeringstunnlarna. Beroende på genomförandet av utvidgningen och platsens bergsförhållanden behövs eventuellt ett nytt vertikalt schakt som ventilations- och nödutgångsförbindelse. Om utvidgningen anläggs på annat djup än de tidigare utrymmena byggs förbindelsen till utvidgningsdelen med en ramp eller direkt från de vertikala schakten.

Trots att målet för den planerade lösningen är bestående deponering kan

kapslarna vid behov tas tillbaka upp till markytan. Enligt den grundläggande planen är det i alla skeden av projektet möjligt att återföra kapslarna ovan jord. Metoderna för att ta upp kapslarna beskrivs i Posivas arbetsrapport (Saario & Raiko 1999).

När kapseln är fylld men ännu inte slutligt deponerad kan den öppnas vid inkapslingsanläggningen. Om kapseln installerats i deponeringshålet och deponeringstunneln stängts kan man avlägsna kapseln genom att nedmontera tunnelns spärrkonstruktion och gräva bort tunnelns fyllnadsmaterial samt behandla bentoniten så att den mister sin hållfasthet. Om slutförvaringsutrymmena redan stängts måste spärrkonstruktionerna och fyllnadsmaterialen i schakten och centraltunneln avlägsnas innan kapseln tas upp.

Sveriges kärnavfallsorganisation SKB har som avsikt att under de närmaste åren vid Äspölaboratoriet demonstrera den teknik som behövs vid återtagandet (SKB 1998).

3.2 Varianter av baslösningen

Lösningens säkerhet eller miljökonsekvenser påverkas inte väsentligt av de deponerade avfallsbehållarnas ställning i slutförvaret. Olika ställningar är varianter av baslösningen (fig. 3-3) och dessa har behandlats och utvärderats i bl.a. en utredning av Autio et al. (1996). I Sverige i SKB:s PASS-projekt (Project Alternative Systems Study) utfördes en omfattande undersökning av den tekniska tillämpligheten av ifrågavarande lösningar. Även Teollisuuden Voima Oy deltog i projektet. Resultaten av PASS-projektet behandlas bl.a. i rapporterna Birgersson et al. 1992 och SKB 1992.

Nedan beskrivs de granskade modifieringarna i korthet:

I lösningen med horisontell placering placeras kapslarna i horisontellt läge i horisontella tunnlar (lösningen med långa och medellånga hål) eller i horisontella hål (lösningen med korta hål). I alla lösningar med horisontell placering byggs förbindelserna till markytan enligt samma principer som i baslösningen.

I lösningen med långa hål placeras bränslekapslarna efter varandra i långa, runda tunnlar med en diameter på ca 2,4 m. Tunnlarna drivs genom fullortsborrning. Bränslet inkapslas i s.k. stor-kapslar som har en diameter på ca 1,6 m och rymmer ca 24 bränsleelement. Kapslarna omges med kompakterad bentonit. Placeringen av både kapslar och bentonit sker med fjärrstyrning. Ca 4 km tunnel behövs för asfaltets bränslemängd.

Metoden är i princip tekniskt genomförbar och vad kostnaderna beträffar är konkurrenskraftig jämfört med baslösningen. Även långtidssäkerheten är i princip tillräcklig under förutsättning att kapslarna kan placeras på planerat

sätt. De största problemen hänför sig till det tekniska genomförandet på grund av att behandlingen och slutförvaringen av tunga kapslar i långa tunnlar är förknippad med osäkerhetsfaktorer. Behandlingen av svaghetszoner, vattenproblemen, lösstenar, störningar vid placeringen av kapseln och hur dessa samverkar skulle kräva omfattande forsknings- och utvecklingsarbete. Det är riskfyllt, tidsödande och tekniskt svårt att avlägsna uppsvälld bentonit och en stor och tung (50 ton) bränslekapsel exempelvis på grund av en installationsstörning. När en kapsel tas ut måste även alla kapslar som ligger framför den avlägsnas.

Lösningen med medellånga hål skiljer sig från lösningen med långa hål genom att kapseltunnlarna är kortare (ca 200 m). Kapslarnas storlek är densamma som i baslösningen. Tunnlarna borrar med 25 meters mellanrum med horisontell stigortsdrivningsteknik. För basfaltets bränslemängd behövs 73 deponeringstunnlar och sammanlagt ca 3 km sidotunnlar. Området runt kapslarna fylls och kapslarna placeras på samma sätt som i lösningen med långa hål. Lösningen med medellånga hål förutsätter höggradigt automatiserade

deponeringsanläggningar. Den ställer även högre krav på berggrundens egenskaper än baslösningen. Störningar kan uppstå på grund av bl.a. sprickbildning i berget under deponeringen, vattenläckor och driftsproblem. I sin billigaste form kräver denna lösning lägre kostnader än baslösningen, men på grund av de osäkerheter som är förknippade med den kan den i praktiken bli mycket dyrare än baslösningen.

Lösningen med korta hål är med avseende på centraltunnlarna och deponeringstunnlarna lik grundlösningen. Bränslekapslarna placeras i korta (ca 10 m) horisontella hål som borrar i deponeringstunnlarnas väggar i ca 45° vinkel till dessa. Placeringen av kapslar och bentonit är tekniskt mer komplicerad än i baslösningen. Därtill är metoden förknippad med osäkerheter som minskar tillförlitligheten. De viktigaste av dessa är att bentonitbufferten och kapseln kan röra sig ofördelaktigt i hålet på grund av grundvattnets tryck eller för att bentoniten blir ojämnt mättad med vatten. Å andra sidan är hållbarheten hos det berg som omger horisontella hål bättre än i baslösningen tack vare geometrin i spänningstillståndet runt hålen. Metoden är

Horisontell deponering

Lösning med långa hål.

Kapseln är större än i baslösningen.

Lösning med medellånga hål.

Kapslarna deponeras i hål mellan två tunnlar.

Lösningen med korta hål är nästan likadan som baslösningen, men deponeringshålet borrar horisontellt.

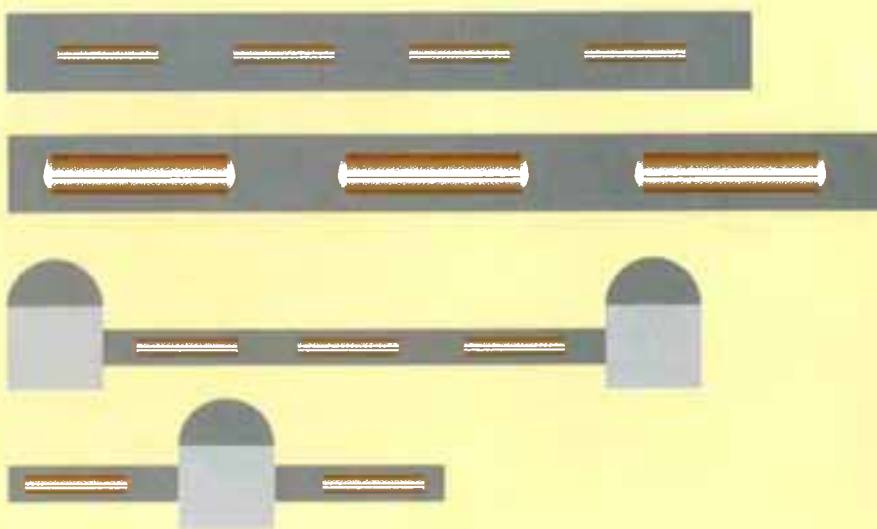


Fig. 3-3. Varianter av baslösningen.

genomförbar om det visar sig att spänningstillståndet/bergets hållfasthetsförhållande är högre än väntat.

Lösningarna med korta och medellånga hål är i princip alternativ till baslösningen och deras miljökonsekvenser är likadana som baslösningen. I lösningen med korta hål är brytningsmängderna något större och i lösningen med medellånga hål något mindre än i baslösningen.

Utöver rapporten som utarbetats av Autio et al. (1996) har dessa modifikationer av baslösningen granskats i publikationerna Öhberg 1992, Autio 1990, Autio 1992 samt i sammandragsrapporterna Posiva Oy 1996a och TVO 1992a samt Autio et al. 1996.

3.3 Andra alternativ för geologisk slutförvaring

Vid sidan av baslösningen har även två andra alternativ för geologisk slutdeponering utretts under forsknings- och utvecklingsarbetet. Dessa är den s.k. **WP-Cave-metoden**, som baserar sig på en hydraulisk bur, samt djuphålslösningen. Dessa alternativ har granskats bl.a. i Teollisuuden Voima Oy:s sammandragsrapport 1992 (TVO 1992a).

I lösningen med hydraulisk bur, dvs. WP-Cave-lösningen (TVO 1992a, Öhberg 1992) är grundidén att isolera en slutförvaringssilo på några hundra meters djup från grundvattnets kretslopp och den omgivande berggrunden med hjälp av en s.k. hydraulisk bur samt en några meter tjock sandbentonitmantel som omger silon (fig. 3-4). Den hydrauliska buren består av vertikala hål och av tre sprängda tunnlar på olika nivåer runt silon. Kapseln är av gjutjärn och innehåller 9 bränslelement. I en silo kan ca 900 tU deponeras. För det bränsleavfall som

ansamlas under 40 år behövs 3 silor. Totalbrytningsmängden skulle vara ca 1.700.000 m³, vilket är nästan fem gånger så mycket som i baslösningen.

Lösningens säkerhet förutsätter aktiv tillsyn eftersom kapslarna måste luftkylas under 100 år innan silon stängs slutligt. Det är svårt att garantera den hydrauliska burens funktion. Att avlägsna de horisontellt efter varandra placerade stålkapslarna efter stängningen kan vara mycket svårt. Tills vidare är en slutförvaring som bygger på denna lösning förknippad med flera osäkerhetsfaktorer.

I lösningen med djupa hål sker deponeringen i berggrunden, i 2-4 km djupa borrhål som har 300 mm större diameter än kapslarna (fig. 3-5).

I denna lösning anses berggrunden fungera som ett tillräckligt hinder mot frigörelse av radioaktiva ämnen eftersom grundvattnets strömningar på detta

djup antas vara mycket små. I metoden används titan- eller kopparkapslar för fyra bränslelement. När kapslarna deponerats pluggas hålen igen med betong, asfalt och bentonit. För bränslemängden enligt basfallet (ca 2600 tU) behövs 11-12 djupa hål.

I detta nu finns det inte tillräckliga kunskaper om berggrundens egenskaper (struktur, spänningstillstånd, bergets hållfasthet runt hålet osv.) på flera kilometers djup och därför kan man inte vara säker på hur enbart berggrunden hindrar radionuklider från att tränga ut. Detaljerna och installationstekniken för kapslarna kräver mycket mer forsknings- och utvecklingsarbete. Om man av någon orsak vill återföra kapslarna till markytan efter deponeringen blir det mycket svårt att få ut dem ur de djupa och trånga borrhålen. Man vet heller ingenting säkert om förhållandena djupt nere i berggrunden och därför är risken att

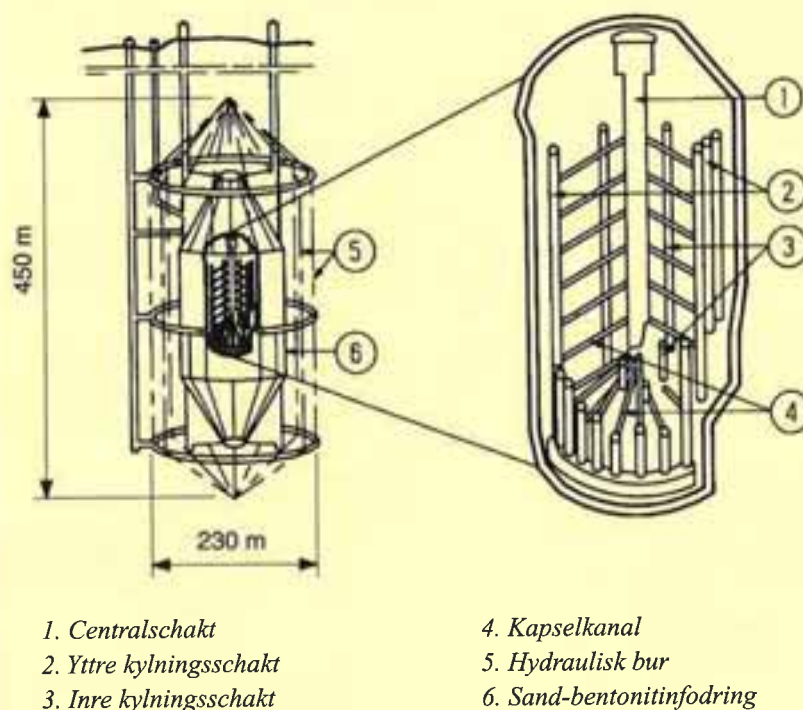


Fig. 3-4. Hydraulisk bur, dvs. WP-Cave-lösningen

nuklider frigörs när kapslarna avlägsnas större än i baslösningen och dess varianter. Det skulle även vara svårare att ta bort fyllnadsmaterialet runt kapslarna. Kostnaderna för lösningen med djupa hål är avsevärt högre än för grundlösningen och horisontell deponering.

3.4 Utvärdering och avgränsning av alternativen

Alternativen för hantering av använt kärnbränsle kan utvärderas på olika etiska, ekologiska och teknisk-ekonomiska grunder. Allmänna etiska och ekologiska krav för kärnavfalls-hantering har inskrivits i ett internationellt avtal som gäller kärnavfalls-hantering och hantering av använt kärnbränsle (Joint Convention on the Safety of Radioactive Waste Management).

Finland har undertecknat detta avtal. Kriterier vilkas mål är att skydda naturen och människan utgör även en central del av de allmänna säkerhetsföreskrifter som Statsrådet givit för slutförvaringen av använt kärnbränsle (Statsrådet 1999).

Etiska och ekologiska krav i ovannämnda rekommendationer och föreskrifter är:

- Att skydda människans hälsa och miljö

Hantering av radioaktivt avfall måste anordnas så att människornas hälsa och miljön skyddas mot riskerna av radioaktiva ämnen.

- Att skydda kommande generationer

Hantering av radioaktivt avfall skall ordnas så att prognostiserade effekter på kommande generationers hälsa inte är större än de effekter som i dag anses godtagbara.

- Att undvika att framtida generationer vållas belastningar

Radioaktivt avfall skall hanteras så att man inte förorsakar kommande generationer oskäliga belastningar.

- Kärnavfallsanläggningarnas säkerhet

Säkerheten hos anläggningar som hanterar radioaktivt avfall skall tryggas på ett ändamålsenligt sätt under hela deras funktionstid.

En aspekt i planeringen och i utvärderingen är att förhindra missbruk av kärnmaterial. Trots att kraven ännu inte är internationellt klarlagda kan lösningarna granskas utgående från icke-spridningsmålen.

Lösningens tekniska utvecklingsgrad och uppskattade totala kostnader påverkar också utvärderingen av alternativen. När den tekniska genomförbarheten bedöms skall även de deponeringsplatskrav som är bundna till lösningen beaktas: Kommer hittills undersökta platser i fråga eller behövs det nya undersökningar och utredningar? I vilken omfattning orsakar lösningen materialtransporter? Lönsamheten hos de alternativ som grundar sig på upparbetning och nuklidseparation är även beroende av möjligheterna att återanvända de separerade ämnena.

Valet mellan slutförvaring och fortsatt mellanlagring (nollalternativ) granskas i jämförelsetabellen i kapitel 10. Vid sidan av ovannämnda kriterier utvärderas i tabellen även hur lösningarna överensstämmer med gällande lagstiftning. När lösningarna bedöms utgående från allmänna säkerhetskrav måste man beakta att nuvarande säkerhetskriterier uttryckligen utarbetats med tanke på en lösning av KBS-3-typ.

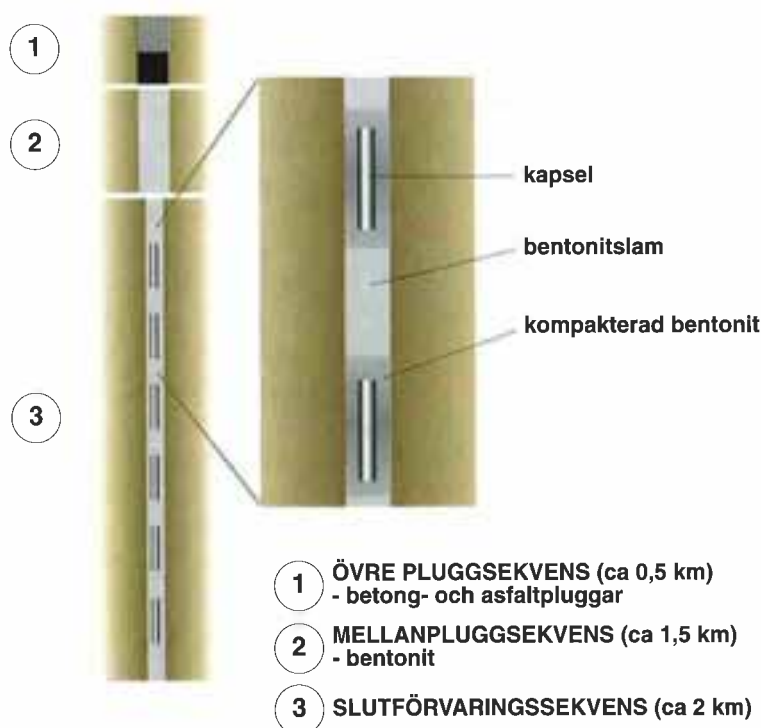


Fig. 3-5. Djuphållslösning.

Baslösningen är tekniskt högt utvecklad och av alternativen är dess lämplighet för finländska förhållanden bäst utredd. De flesta av de ekologiska och etiska principerna har beaktats vid planeringen och i utvecklingsarbetet. Lösningens säkerhet och tekniska genomförbarhet har påvisats med genomgripande undersökningar. Inga betydande kostnadsrisker är förknippade med tillämpningen av baslösningen. Den fyller även kravet på att man skall kunna återkalla lösningen och återta avfallet, trots att dessa krav inte upptogs som mål när slutförvaringslösningen planerades.

Baslösningen står även i överensstämmelse med gällande lagstiftning och man har visat att den uppfyller säkerhetskraven.

Modifikationerna av baslösningen har inte utvecklats tekniskt lika långt som KBS-3-metoden, men säkerheten och miljökonsekvenserna kan antas vara likadana som för baslösningen. Om modifikationerna visar sig vara mer intressanta än baslösningen kan den teknik som tillämpas på dem relativt snabbt fås på samma nivå som för basmetoden.

Lösningen med *hydraulisk bur* har samma etiska och ekologiska mål som grundlösningen. Lösningens fördelar beror väsentligt på hur den hydrauliska isoleringen fungerar: så länge strömmande grundvatten inte kommer i beröring med avfallet är lösningen säker, förutsatt att den i övrigt är tekniskt genomförbar. På lång sikt är det dock i stort sett omöjligt att försäkra sig om "täckdikningens" funktion och därför beror den här lösningens långtidssäkerhet på samma faktorer som baslösningens säkerhet. På kort sikt erbjuder baslösningens kapsel och den omgivande bentonitleran samma skydd som täckdikningen. Det är sannolikt att miljö-

konsekvenserna av denna lösning är i stort sett desamma som för baslösningen. Så länge kapslarna förblir hela kan deponeringen återkallas. Lösningen med hydraulisk bur blir dock mycket dyrare än baslösningen och dessutom krävs ytterligare stora satsningar på forsknings- och utvecklingsarbete.

Även *djuphållslösningen* s mål är att skydda naturen och människorna mot kärnavfallens risker utan att kontinuerlig aktiv tillsyn behövs. Lösningens fördelar baserar sig på antagandet att grundvattnet på flera kilometers djup i berggrunden inte kommer i beröring med den levande naturen och radioaktiva ämnen som eventuellt löses upp inte kan förorsaka fara för naturen eller människorna. Tills vidare är kunskaperna om berggrundens egenskaper på flera kilometers djup otillräckliga. En tillförlitlig utredning av förhållandena kräver nya omfattande undersökningar och nya forskningsmetoder. I detta nu finns inte tillräcklig kunskap för utvärdering av metodens säkerhet eller tekniska genomförbarhet. Man kan ifrågasätta möjligheten att återta avfallet och reparera eventuella behandlingsfel eftersom det är svårt att försäkra sig om att kapslarna förblir hela djupt nere i berget. Dessa svårigheter kan även vara en fördel med tanke på icke-spridningsfördraget, även om denna lösning med avseende på övervakningen inte skiljer sig från baslösningen. Kostnaderna för metoden är sannolikt högre än för baslösningen.

Vid *upparbetning* uppstår solidifierat hög- och medelaktivt avfall som måste slutförvaras på samma sätt som använt bränsle. Eftersom uran och plutonium till största delen separeras från avfallet för återanvändning är mängden långlivade radionuklider mindre än i använt bränsle. Under de första århundradena beror det använda kärnbränslets farlighet främst på klyvningsprodukter som

även i detta alternativ måste slutförvaras. Därför minskar upparbetning inte väsentligt de tekniska säkerhetskrav som ställs på slutförvaringslösningen.

Även andra synpunkter än de som direkt anknyter till hantering av använt bränsle påverkar valet mellan upparbetning och direkt slutdeponering. Upparbetning skulle ändra fördelningen i tid och rum av de miljökonsekvenser som kärnbränslecykeln orsakar. Upparbetningsanläggningarna i Frankrike och England orsakar med den nuvarande tekniken betydligt mer driftutsläpp än lagring av använt bränsle och en slutförvaringsanläggning enligt baslösningen tillsammans. Å andra sidan minskar återanvändningen av uran och plutonium som separeras vid upparbetningen behovet av att bryta uran, vilket minskar utsläppen från gruvdriften. Det är svårt att bedöma skillnaderna i långtidriskerna mellan direkt slutdeponering och upparbetning.

Med hänsyn till kärnvapenkontrollen kräver upparbetningsanläggningarna och det plutonium som separeras i dessa mer tillsyn än en inkapslingsanläggning eller använt bränsle i sig. Även användningen av existerande plutoniumlager har visat sig vara ett problem. Å andra sidan är den mängd ämnen som lämpar sig för kärnvapen mycket liten i upparbetningsavfall och därför skulle kontrollbehovet förmodligen bli mindre än i fråga om slutdeponerat använt bränsle.

Den etiskt sett mest väsentliga fördelen hos upparbetningsalternativet är att det sparar energiresurser. Å andra sidan blir upparbetning rätt dyrt även om man kan köpa upparbetningstjänsterna utomlands. Om en upparbetningsanläggning byggs i Finland leder det till mycket höga enhetskostnader för relativt små bränslemängder. Totalt sett är

upparbetningsalternativet mångdubbelt dyrare än baslösningen. Å andra sidan - om de förhållanden som påverkar upparbetningens lönsamhet väsentligt ändras - är det relativt lätt att ändra slutförvaringssättet enligt baslösningen och dess varianter så att det lämpar sig för slutdeponering av högaktivt upparbetningsavfall.

Det är teoretiskt möjligt att förstöra radionuklider genom *transmutation*, men att utveckla metoden i industriell skala skulle kräva flera decenniers arbete. Dessutom blir man enligt dagens uppfattning aldrig av med allt kärnavfall genom transmutation. Transmutation kräver nuklidseparation, en mer utvecklad teknik än vanlig upparbetning, samt reaktorer avsedda för transmutationsreaktioner. Trots allt behövs något slags slutförvar som jämfört med baslösningen eventuellt kunde utföras enligt lägre krav. Det forsknings- och utvecklingsarbete och de anläggningar som erfordras för nuklidseparation och transmutation skulle enligt dagens uppfattning kräva så stora investeringar att de rimligtvis inte kan motiveras om dessa anläggningar inte samtidigt producerar nyttoenergi. Därför förutsätter transmutationstekniken att man under en lång tid förbinder sig att utnyttja kärnenergi. Eftersom transmutation med tanke på dagens kunskaper inte är ett realistiskt alternativ skulle valet av detta i praktiken innebära att beslutet skjuts upp, dvs. att nollalternativet förverkligas.

Slutsatsen av jämförelsen är att hydraulisk bur och djupa hål inte erbjuder betydande säkerhets- eller miljöskyddsfördelar jämfört med baslösningen utan de blir sannolikt mycket dyrare och kräver mer fortsatt forskning och utvecklingsarbete. Till sina miljökonsekvenser och sociala effekter skiljer de

sig inte väsentligt från baslösningen. Djuphållslösningen kräver dessutom att erforderliga geologiska forskningsmetoder utvecklas och eventuellt även att nytt platsval inklusive berggrundsundersökningar sker.

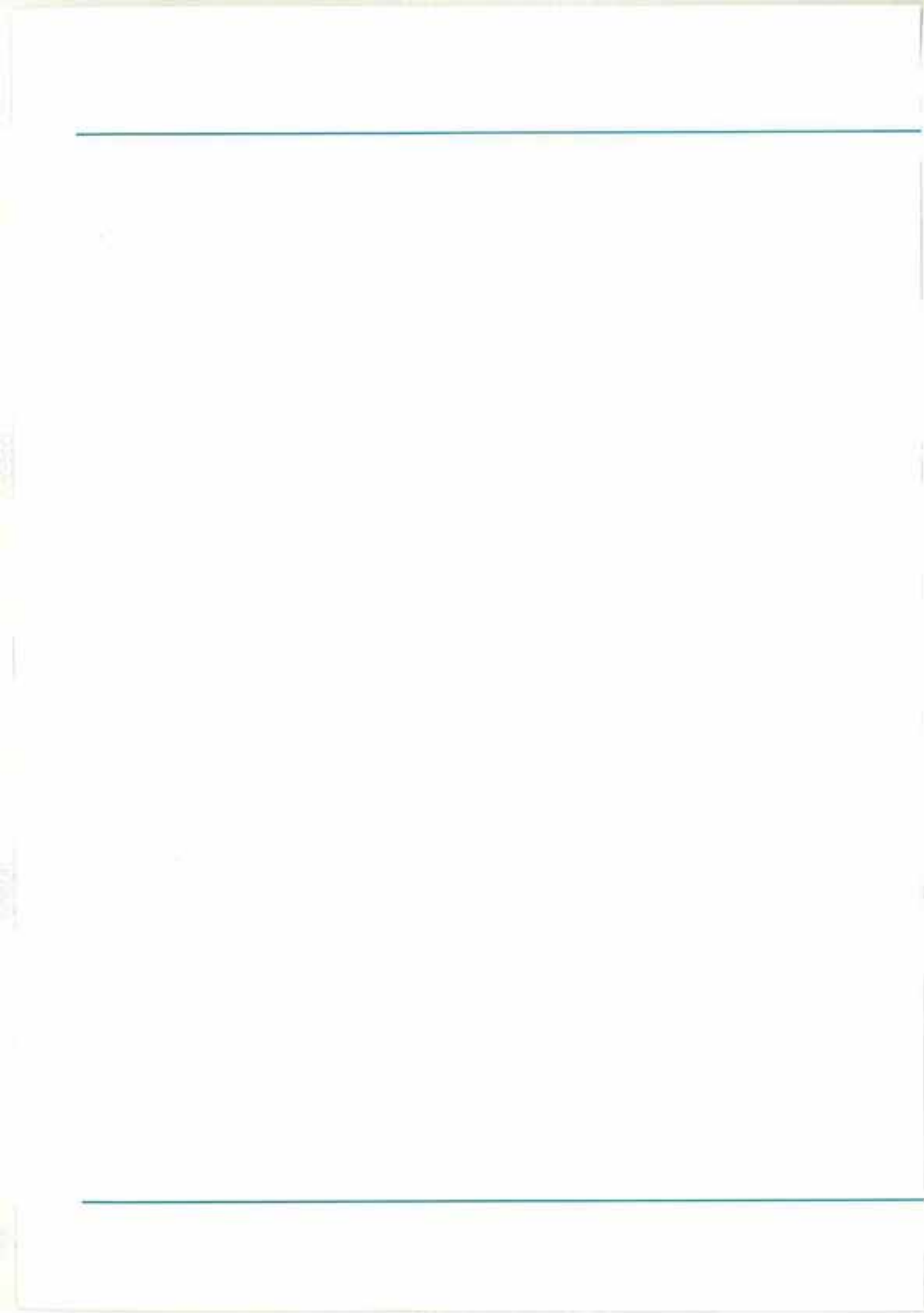
Upparbetning ändrar inte i väsentlig grad behovet av slutförvaring eller de risker som är förknippade med denna, men medför avsevärda tilläggskostnader. Tills vidare är det omöjligt att bedöma nuklidseparations- och transmutationsteknikens genomförbarhet och därför kan man i dagens läge inte fatta beslut om att utnyttja dessa metoder. Att basera hanteringen av använt avfall på transmutation kan i nuläget endast betyda att beslutsfattandet skjuts upp, dvs. nollalternativet. Enligt dagens uppfattning eliminerar transmutation inte behovet av geologisk slutförvaring.

Endast baslösningen och dess varianter är i nuläget beaktansvärda alternativ för geologisk slutförvaring i Finland. Enligt en preliminär utvärdering skiljer sig modifikationerna av baslösningen dock inte märkbart från denna med avseende på miljökonsekvenserna. Därför koncentreras utvärderingen av miljökonsekvenserna i denna MKB-beskrivning vid sidan av nollalternativet endast på baslösningen.

Tabell 3-1. Slutförvaringsalternativen med avseende på etiska och ekologiska principer, teknisk genomförbarhet och olika bestämmelser.

	Baslösningen och dess variationer	Hydraulisk bur
A. Allmänna etiska och ekologiska principer		
1. Att skydda människan och miljön	Avfallet isoleras från naturen så att ingen aktiv tillsyn behövs.	Avfallet isoleras från naturen så att ingen aktiv tillsyn behövs.
2. Att skydda kommande generationer	Flerbarriärsprincipen isolerar avfallet så länge som det kan utgöra en fara.	Avfallet hålls isolerat från naturen så länge som den hydrauliska isoleringen fungerar.
3. Att undvika att kommande generationer vållas belastningar	Kräver inga åtgärder av kommande generationer, men hindrar dem inte heller.	Kräver inga åtgärder om den hydrauliska isoleringen fungerar. Möjligheten att återföra avfallet beror på kapslarna.
4. Anläggningarnas säkerhet under drift	Kan genomföras enligt stränga utsläppsnormer.	Kan genomföras enligt stränga utsläppsnormer.
5. Att förhindra missbruk av kärnämnen	Stöld av kärnämnen blir besvärligt och dyrt och upptäcks lätt.	Stöld av kärnämnen blir besvärligt och dyrt och upptäcks lätt.
B. Teknisk genomförbarhet		
1. Teknisk utvecklingsgrad	Grundar sig på teknik som utnyttjas i Finland.	Erforderlig teknik finns.
2. Beredskap för val av deponeringsplats	De erforderliga undersökningarna har huvudsakligen utförts.	Tidigare gjorda undersökningar kan utnyttjas.
3. Kostnader	Man har berett sig på kostnaderna.	Mycket dyrare än baslösningen.
4. Transportbehov	En del transporter behövs oavsett deponeringsplats.	En del transporter behövs oavsett deponeringsplats.
5. Förenlighet med det övriga energisystemet	Lämpar sig för kärnenergisystemet i ett litet land.	Lämpar sig för kärnenergisystemet i ett litet land.
C. Lämplighet med avseende på gällande lagar och bestämmelser		
1. Uppfyllande av bestämmelserna i kärnenergilagen och -förordningen	Uppfyller kraven.	Uppfyller kraven om den hydrauliska isoleringen fungerar utan underhåll.
2. Uppfyllande av de säkerhetsföreskrifter som STUK föreslagit.	Kan bevisas uppfylla kraven.	Det är svårt att bevisa att den hydrauliska isoleringen fungerar under långa tider.

Djupa hål	Upparbetning och slutförvaring av förglasat avfall	Nuklidseparation, transmutation och slutförvaring av resterande avfall
Avfallet isoleras från naturen så att ingen aktiv tillsyn behövs. En tillförlitlig utvärdering med hjälp av de kunskaper som står till buds är inte möjlig. Kräver inga åtgärder, men det är i det närmaste omöjligt att återta avfallet. Hanteringsfel kan orsaka följder som är svåra att kontrollera. Det skulle vara mycket svårt och farligt att stjäla kärnmaterial.	Nyttiga ämnen separeras för fortsatt användning, de andra isoleras från naturen. Slutförvaringen kan verkställas på samma sätt som i baslösningen. Slutförvaringen kan verkställas på samma sätt som i baslösningen. Upparbetning ger upphov till mera utsläpp än kraftverken. Risken för stöld av kärnämnen beror på övervakningen.	Nyttiga ämnen och ämnen som skall omvandlas separeras, de andra isoleras från naturen. Slutförvaring som ovan; avfallet är farligt under kortare tid. Kräver att kommande generationer utvecklar erforderlig teknik. Nuklidseparation ger upphov till mera utsläpp än kraftverken. Erbjuder även en möjlighet att producera råvaror för kärnvapen.
Kan antagligen baseras på befintlig teknik. Förutsätter en ny typ av platsundersökningar och utveckling av undersökningsmetoder. Svårt att evaluera kostnaderna. En del transporter behövs oavsett deponeringsplats. Lämpar sig för kärnenergisystemet i ett litet land.	Bygger på teknik som används utomlands. Beror på hur alternativet genomförs. Lokaliseringen av en upparbetningsanläggning sker som i fråga om ett kraftverk. Mycket dyrare än baslösningen. Många slags transporter behövs. Lämpar sig dåligt för kärnenergisystemet i ett litet land.	Erforderlig teknik finns inte. Beror på hur alternativet genomförs. Lokaliseringen av en separationsanläggning sker som i fråga om ett kraftverk. Kostnaderna är inte kända eftersom erforderlig teknik inte finns. Många slags transporter behövs. Förutsätter att man långvarigt förbinder sig att använda kärnenergi.
Uppfyller kraven om säkerheten kan tryggas. Uppfyller knappast kravet på fullständig isolering.	Förutsätter att upparbetningsanläggningen byggs i Finland. Föreskrifter om upparbetning saknas.	Förutsätter att erforderliga anläggningar byggs i Finland. Föreskrifter om separation och transmutation saknas.



4 BESKRIVNING AV BASLÖSNINGEN

4.1 Ansamling av använt kärnbränsle

Vid utgången av 1998 fanns det 5472 element (= ca 840 tU) använt kärnbränsle i Olkiluoto och 2206 element (= ca 270 tU) i Lovisa. I Lovisa finns det mindre bränsle eftersom största delen av det hittills ansamlade bränslet transporterats tillbaka till Ryssland. Dessutom har reaktorerna i Lovisa lägre effekt än reaktorerna i Olkiluoto.

Vid de nuvarande kraftverksenheter i Olkiluoto och Lovisa beräknas ansamlingen av använt bränsle uppgå sammanlagt till ca 2600 ton under en drifttid på 40 år, dvs fram till år 2020. Om kraftverkens drifttid är 60 år ansamlas totalt ca 4000 ton använt bränsle fram till år 2040 (fig. 4-1).

Den mängd använt bränsle som i framtiden uppstår vid kärnkraftverken beror på

- enheternas sammanlagda effekt,
- drifttiden,
- kapacitetsfaktorn samt
- bränslets egenskaper

I de detaljerade tekniska planerna och säkerhetsanalyserna för slutförvaringen har man utgått från att slutdeponera det använda bränslet från nuvarande kraftverksenheter. Vid planeringen av bergsutrymmen har den osäkerhet som är förknippad med drifttidens längd och bränslets egenskaper beaktats. Dessutom har man tagit hänsyn till möjligheten att nya kärnkraftverksenheter byggs i Finland och att det använda kärnbränslet från dessa slutförvaras i samma utrymmen som avfallet från nuvarande kraftverksenheter.

Ansamlingen av bränsle från eventuella nya kraftverksenheter beror på enheternas effekt, kapacitetsfaktor och drifttid samt på hurdant uranbränsle man använder. Om den nya kraftverksenhets

kapacitet är ca 1500 MWe och dess drifttid 60 år kommer den att ge upphov till ca 2500 ton använt bränsle.

I denna bedömning granskas följande fall:

1. Nuvarande kraftverksenheter är i drift 40 år varvid totalansamlingen av använt kärnbränsle är 2600 tU. Detta kallas projektets *basfall*.
2. Nuvarande kraftverksenheter är i drift 60 år varvid totalansamlingen använt bränsle är 4000 tU.
3. Hur miljökonsekvenserna påverkas om mängden använt kärnbränsle fortsätter att öka (t.ex. om nya kärnkraftverksenheter byggs i Finland).

Detaljerade kalkyler har gjorts för bränslemängden från nuvarande anläggningar, dvs. för de två först nämnda fallen. Angående det tredje fallet, dvs. använt bränsle från nya kraftverksenheter, har man identifierat de miljökonsekvenser av slutförvaringen som skulle ändras jämfört med fallen 1 och 2.

4.2 Projektets livscykel

Målet vid förberedelserna för slutförvaring av använt kärnbränsle är att inleda slutdeponeringen år 2020. Undersökningar och detaljerade planer som gäller slutförvaringsplatsen fullbordas före utgången av år 2010 och byggandet av anläggningen inleds på 2010-talet.

Slutförvaringsprojektet enligt baslösningen omfattar följande skeden:

- val av slutförvaringsplats och därpå följande *forskningsskede* (byggande av underjordiska forskningsutrymmen och slutförande av platsundersökningarna)
- *byggande* av slutförvarsanläggning (byggande av inkapslingsanläggning och slutförvar samt annat byggande)
- *slutdeponering* (transport av använt kärnbränsle till inkapslingsanläggningen, inkapsling och deponering i berggrunden)
- *stängning* av slutförvarsanläggningen (nedläggning av verksamheten i anläggningen, stängning av slutförvaret, tiden efter stängningen)

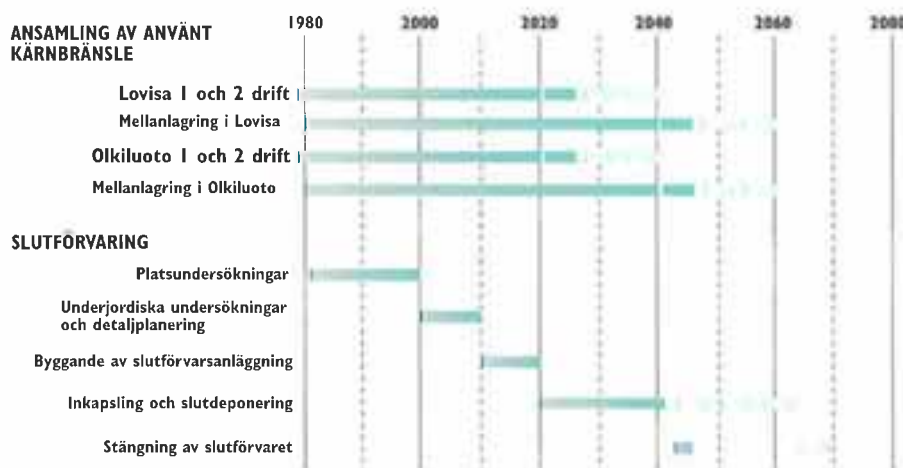


Fig. 4-1. Slutförvaringsprojektets olika skeden och tidsschema för slutdeponeringen av använt kärnbränsle från kraftverksenheter Lovisa 1 och 2 samt Olkiluoto 1 och 2, när enheternas drifttid antas vara 40 respektive 60 år.

Den tid som behövs för slutdeponeringen och stängningen av anläggningen beror på totalansamlingen av kärnbränsle. Vid slutförvarsanläggningen behandlas årligen högst 250 tU använt bränsle. I praktiken är verksamhetens omfattning 100 tU–250 tU per år.

Fig. 4-1 beskriver projektets skeden och hur mängden använt bränsle påverkar slutdeponeringstiden med tanke på nuvarande kraftverksenheter. Den planerade kapaciteten räcker även för använt bränsle från eventuella nya kraftverksenheter men anläggningens drifttid förlängs från den i schemat anförda tiden.

I alla granskade fall inleds verksamheten vid slutförvaret år 2020 och avslutas sedan användningen av de nuvarande kärnkraftverksenheterna upphört, tidigast cirka 2040 och senast cirka 2100.

4.3 Projektets skeden och genomförande av dem

4.3.1 Forskningsskedet

Berggrundens egenskaper på förvaringsplatsen fastställs genom underjordiska undersökningar. Samtidigt skaffas information för detaljplaneringen av slutförvaret med tanke på ansökan om byggtillstånd. Från underjordiska schakt eller tunnlar kan man undersöka egenskaper hos bergstrukturer som är viktiga för placeringen av förvaret samt söka de mest fördelaktiga bergvolymerna där schakten och slutdeponeringstunnlarna kan byggas. I djupt liggande berganläggningar kan man utföra test som bl.a. beskriver bergmassans egenskaper i verklig miljö och testa den teknik som planerats för slutdeponeringen.

Grundvattnets kemiska egenskaper spelar en väsentlig roll med avseende på bevarandet av de tekniska barriärernas goda isoleringsförmåga samt med tanke på kärnbränslets löslighet. De kemiska förhållandena beskriver även berggrundens stabilitet. Därför har forskningsresultaten beträffande grundvattenkemin stor betydelse för säkerhetsbedömningen när man drar slutsatser om berggrundens långtidsutveckling. Att ta grundvattenprov går bäst från underjordiska tunnlar där man nästan helt kan eliminera borrhälsstörningarna.

På slutdeponeringsplatsen byggs för undersökningar under jord ett *vertikalschakt eller en nedfartstunnel*. Valet beror på platsens egenskaper. Forskningsanläggningen är avsedd för undersökning och fastställande av förvaringsplatsens egenskaper. I det hänseendet kan undersökningarnas natur och utrymmena under jord avvika från hittillsvarande underjordiska bergslaboratorier i vilka man mest koncentrerat sig på allmän undersökning av slutförvaringssystemet. I underjordiska laboratorier i Canada och Schweiz samt i Stripa och Äspö (fig. 4-2) i Sverige har man utvecklat och testat metoder för undersökning av berggrunden, utarbetat modeller som beskriver hur berg fungerar och gjort provningar med fyllnadsmaterial samt demonstrerat hur planerade slutdeponeringstekniker fungerar.



Fig. 4-2. Forskning under jord på Olkiluoto.

Projektets livscykel

FORSKNINGSSKEDE 2001–2010

Byggande och underhåll av underjordiska forskningsutrymmen samt undersökningar.

Sedan principbeslut fattats och deponeringsplats valts börjar projektet med planering av underjordiska forskningsutrymmen samt undersökningar av var dessa skall placeras. Byggandet inleds några år senare. Byggnadsarbetet beräknas ta c. fyra år som treskiftsarbete. Undersökningar som utförs i samband med byggandet kan förlänga byggnadstiden.

BYGGNADSSKEDE 2010–2020

Byggande av inkapslingsanläggning och slutförvar samt övriga byggnader.

Byggandet av slutförvaret inleds på 2010-talet. Före detta ansöks om byggtillstånd för anläggningen såsom kärnenergilagen förutsätter. Centraltunneln, person- och kapselschaktet samt underjordiska hjälputrymmen utsprängs färdigt i byggnadsskedet. Cirka en tiondel av deponeringstunnlarna sprängs i byggnadsskedet och resten stegvis i slutdeponeringsskedet. Alternativt kan grottssystemet byggas helt färdigt innan slutdeponeringen inleds. Byggnadsfasens sprängningsarbeten beräknas ta omkring fem år som tvåskiftsarbete. Inkapslingsanläggningen och de andra byggnaderna ovan jord kan byggas samtidigt med slutförvaret.

Ökning av den mängd bränsle som skall slutförvaras förlänger inte märkbart byggnadstiden om utrymmena byggs stegvis.

SLUTDEPONERINGSSKEDE 2020–

Transport av använt kärnbränsle till inkapslingsanläggningen, sprängning av deponeringstunnlar, inkapsling av bränsle och deponering av kapslarna i berggrunden samt fyllning av deponeringstunnlarna.

Enligt tidsschemat inleds inkapslingen och slutdeponeringen år 2020 sedan den slutliga säkerhetsrapporten godkänts och drifttillstånd beviljats. Om driften vid kraftverken i Lovisa och Olkiluoto slutar kring år 2020 tar slutdeponeringen ca 20 år. Om kraftverkens drifttid är längre förlängs slutdeponeringsskedet på motsvarande sätt. Om man bygger fler kraftverk och de tas i bruk omkring år 2010 förlängs anläggningens drifttid. Exempelvis två nya kraftverksenheter ökar den sammanlagda mängden kärnbränsle till 9 000 ton. Drifttiden är då ca 70 år. Enligt basplanen försluts årligen ca 60 kapslar som skall slutdeponeras. Slutdeponeringstunnlarna stängs efterhand som de fylls med kapslar.

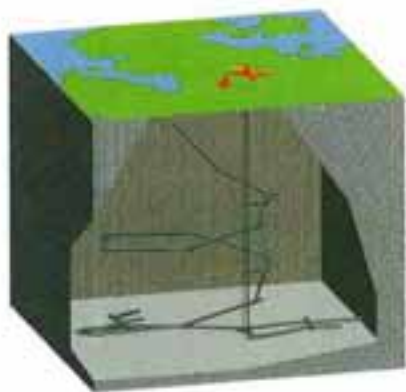
I slutdeponeringsskedet sprängs tunnlar vart tredje år. Även om bränslemängden ökar på grund av förlängd drifttid vid de nuvarande kraftverksenheter eller byggande av nya enheter kan bergsutrymmena utvidgas och antalet schakt utökas parallellt med slutdeponeringen. Om den mängd bränsle som årligen deponeras utökas genom att man höjer inkapslingsanläggningens kapacitet kan man tillämpa tätare sprängningsperioder eller öka den mängd som sprängs per gång.

STÄNGNINGSSKEDE

Avslutning av slutförvaringsanläggningens verksamhet, stängning av deponeringstunnlarna och tiden efter stängningen.

När verksamheten avslutas sedan allt bränsle inkapslats nedmonteras anläggningens radioaktiva konstruktioner och material och transporteras till slutförvaret. Avspärrningskonstruktioner byggs i centraltunneln och den fylls med bergkross, bentonit och betong. Detta skede tar ett par år. Efter stängningen återställs landskapet. Även alla byggnader kan rivas om de inte kan användas för något annat.

Fig. 4-3. Det underjordiska berglaboratoriet på Äspö. En spiralformad nedfartstunnel leder till 460 meters djup under ön. Vertikalschaktet byggs med s.k. stigortsborrningsteknik.



I tunnelalternativet sprängs en ramp som beroende på platsens egenskaper kan vara rak eller spiralformad. Tunnelalternativet åskådliggörs av bilden från bergslaboratoriet på Äspö som går ner till 460 meters djup (fig. 4-3).

30

Tunneln sprängs med konventionella borrar- och sprängningsmetoder. Sprängstenen transporteras till markytan med lastbilar och flyttas till en sidotipp. Tunnelns tväryta är ca 30 m². Tunnelns sprängning och undersökningarna kan utföras samtidigt. För undersökningar borrar från körtunneln avvikande forskningsställen vilkas längd kan variera från några meter till flera tiotal meter. Det är fördelaktigast att bygga forskningstunneln i flera etapper varvid beslutet om att fortskrida till slutförvaringsdjupet fattas sedan forskningsresultaten utvärderats. Från forskningstunneln byggs ett vertikalschakt upp till markytan för ventilation och nödutgång.

Om tunneln byggs på ca 500 meters djup är dess längd, beroende på lutningen, mellan 4,5 och 5 km. Enligt beräkningar uppstår 250 000–300 000 m³ (kubikmeter löst mått = volymen av utsprängt bergmaterial) sprängsten. Själva forskningstunnelns volym är ca 150 000 m³.

I schaktalternativet sprängs ett vertikalschakt som har en diameter på 5–8 m (tväryta 20–50 m²) till slutförvaringsdjupet. I schaktet utsprängs ett eller flera mellanplan där berggrundens egenskaper undersöks innan man går vidare till det slutliga djupet. När schaktet nått det avsedda bottenplanet utsprängs horisontella forskningstunnlar på detta djup. Från forskningsrummen byggs med stigortsborrning ett tilläggschakt för ventilation och nödutgång.

Vertikalschaktet sprängs uppifrån nedåt med traditionella metoder. Sprängstenen lyfts upp på markytan med hiss och flyttas till en upplagsplats. En del av sprängstenen används som den är vid byggnad av anläggningsområdet och vägar. Totalt beräknas 55 000 m³ sprängsten uppstå när schaktet och tunnlar utsprängs.

De byggnader som uppförs på markytan är likadana i tunnel- och i schaktalternativet. Byggnadsarean är några hundra kvadratmeter. Det markområde som behövs är ca 5 ha.

Forskningsskedet fortgår flera år efter det att sprängningsarbetena slutförts. För denna tid installeras system för vatten, avlopp, ventilation, el, telefoner, brandskydd, larm och hissar i den underjordiska anläggningen. När forskningstunneln eller -schaktet byggs beräknas person- och godstrafiken uppgå till ca 50 fordon per dygn.

4.3.2 Byggnadsskedet

Byggnad av slutförvaret

Byggnad av det egentliga slutförvaret börjar med utsprängning av de hjälputrymmen som är nödvändiga för verksamheten under jord och en förbindelse-tunnel på den plats där tilläggschaktet kommer att byggas (fig. 4-4).

Kapsel- och personschakten drivs med s.k. upprymningsteknik. Först sprängs ett öppningshål med liten diameter nerifrån upp. Sedan breddas schaktet till sin slutliga dimension uppifrån nedåt. Sprängstenen faller ner på slutförvaringsnivån och därifrån transporteras den via arbetsschaktet upp till markytan. Schaktens diameter är ca 5 m. Om något av schakten ersätts med en ramp utsprängs även den i detta skede.

På slutförvaringsdjupet fortsätter man sprängningen av centraltunnel och hjälputrymmen samtidigt med drivningen av schakten. Centraltunnels total längd i basfallet är över 2 km. Utrymmena på slutförvaringsnivån drivs med metoden borrar/sprängning. I byggnadsskedet utsprängs c. tio deponeringstunnlar vilkas bredd är ca 3,5 och höjd ca 4,4 m. Avsikten är att deponeringstunnlarna utsprängs stegvis i slutdeponeringsskedet i takt med slutdeponeringens fortskridande. Ett alternativ är att alla erforderliga tunnlar byggs på förhand i byggnadsskedet.

När slutförvaret byggs utförs även byggnadstekniska installationer samt monteringar av vatten-, avlopps-, ventilations- och elsystem. Byggnadstekniska arbeten omfattar bl.a. byggandet av väggar, golv och bjälklag för de olika utrymmena.

Fig. 4-5 visar ett exempel på hur schakten, centraltunneln och deponeringstunnlarna kan ligga i förhållande till varandra när deponeringstunnlarna placeras i en och samma nivå. Tunnlarna kan beroende på berggrundens egenskaper även placeras i flera nivåer. I basfallet är tunnarnas totalvolym ca 360 000 m³. Sammanlagt ca 720 000 m³ sprängsten uppstår varav ca 290 000 m³ i byggnadsskedet. Utsprängningen av slutförvaret och de byggnadstekniska arbetena utförs främst som tvåskiftsarbete.

Sprängstenen transporteras till markytan via arbetsschaktet eller rampen och vidare till en upplagsplats. Stenmaterialet används som sprängsten eller bergkross enligt följande (Tolppanen 1998):

- som sprängsten, bergkross och makadam som grund för nyavägförbindelser, som byggs på anläggningsområdet
- som sprängsten, bergkross och makadam som grund för byggnader och vägar på anläggningsområdet
- som makadam för golvkonstruktioner i slutförvarets tunnlar
- som bergkross för återfyllande av slutförvaret

Hundratals liter vatten i minuten beräknas läcka in i förvaret. Mängden beror bl.a. på vattenledande sprickbildning, mängden öppna utrymmen och tätningsåtgärdernas omfattning. Vattnet pumpas till markytan efter oljeseperation och sedimentering och leds ut i terrängen. Efter sedimenteringen kan vattnet även användas vid bergbörning och som tvättvatten för tunnlar och maskiner.



Fig. 4-4. Exempel på byggnader ovanför arbetsschaktet och i anslutning till det. I förgrunden en kontorsbyggnad med forskningsrum, till höger byggnaden ovanför arbetsschaktet och till vänster en värme- och vattenanläggning. I bakgrunden en upplagsplats för sprängsten och bergkross.

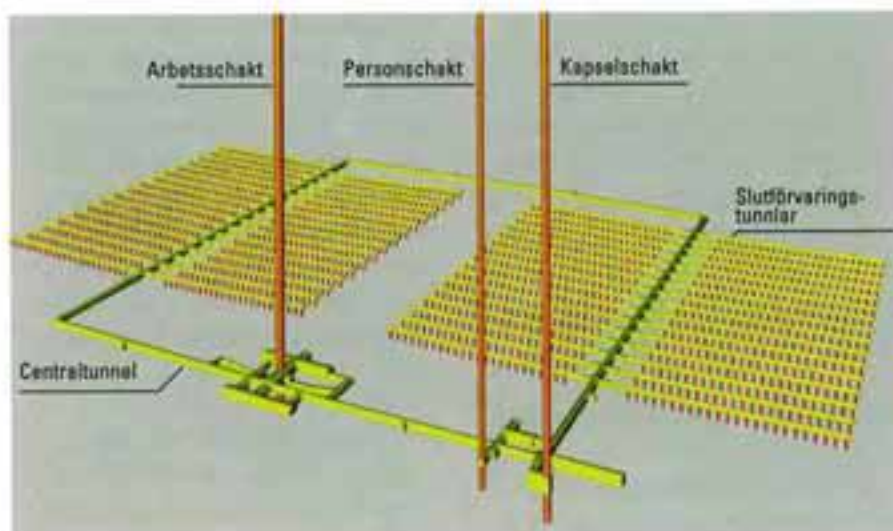


Fig. 4-5. Exempel på placering av schakt, centraltunnel och deponeringstunnlar.

Byggnade av inkapslingsanläggning och hjälputrymmen

Byggnandet av inkapslingsanläggningen beräknas ta cirka fyra år i anspråk. Om vertikalschaktet för transport av kapslar är i förbindelse med inkapslingsbyggnaden är det praktiskt att först spränga detta schakt några tiotal meter nedåt innan byggnandet av inkapslingsanläggningen inleds. Om inkapslingsanläggningen ligger på kraftverksområdet i anslutning till mellanlagret, avskild från de schakt som leder till slutförvaret, uppförs en byggnad för mottagning av kapslar ovanför kapselschaktet. Kopparkapslarna transporteras till denna byggnad varifrån de förs med hiss ner till slutförvaret. Nära inkapslingsanläggningen uppförs även en kontorsbyggnad. I byggnaden finns kontrollrum för inkapslingsanläggningen och slutförvaret.

Inkapslingsanläggningens viktigaste delar är:

- rum för mottagning av transportbehållare för använt kärnbränsle
- inkapslingsrum
- kontrollrum
- kapselhiss
- rum för behandling av bentonit

Inkapslingsanläggningen planeras enligt säkerhetsföreskrifterna (Statsrådet 1999) så att endast obetydligt små mängder radioaktiva ämnen kan komma ut i omgivningen även vid störningar och olyckor. Anläggningens stomkonstruktion är armerad betong. Konstruktionen är 0,2–1,4 m tjock. Serviceplan, dörrar, luckor och en del av trapporna byggs i stål. Anläggningen omfattar flera system, bl.a. el-, vatten-, avlopps- och ventilationssystem, hissar, lyft- och transportsystem, utrustning för elektronstrålesvetsning och inspektionsutrustning.



Fig. 4-6. Exempel på inkapslingsanläggning och byggnader i anslutning till den. Inkapslingsanläggningen ses längst bak till vänster, på dess högra sida är en kontorsbyggnad, i förgrunden till höger ett besökscentrum och till vänster fyra gästhus.

Vid sidan av inkapslingsanläggningen och kontorsbyggnaden behövs även andra hjälputrymmen ovan jord. Dessa är:

- arbetsschaktsbyggnad
- anläggningar för behandling av råvatten och avloppsvatten (endast i Kuhmo)
- arbetsschaktsbyggnadens kontor
- värme- och elcentral
- lagerområde för bentonit
- uppslagsplats och krossområde för sprängsten
- lager för byggnadsmaterial
- besökscentrum
- hus för inkvartering av gäster
- lager för sprängämnen och sprängpatroner
- upplag för byggavfall
- tankningsplats
- vägar och parkeringsplatser

Totalvolymen av byggnaderna på anläggningsområdet är ca 65 000 m³ (fig. 4-6).

I byggnadsskedet är behovet av arbetskraft på anläggningsområdet i medeltal 140 personer av vilka 30

arbetar under jord. Person- och gods- trafiken beräknas uppgå till ca 250 fordon per dygn. För byggnationen används för bergs- och industribyggnade typiska material och råvaror såsom trä-, stål- och betongmaterial samt explosiva varor och VVS-utrustning.

I byggnadsskedet behövs ca 150 m³ vatten per dygn. Allt avloppsvatten renas innan det leds ut i terrängen. Vatten från berget samlas via täckdiken till en sedimentationsbassäng varifrån det efter oljeseparation pumpas upp på markytan och leds till terrängen. Ca 30 m³ hushållsavloppsvatten uppkommer per dygn och det renas vid ett avloppsreningsverk.

4.3.3 Slutdeponeringsskedet

Transport av använt kärnbränsle

Under tiden 1981–96 transporterades använt kärnbränsle sammanlagt 15 gånger från kraftverket i Lovisa till

upparbetningsanläggningen Tsheljabinski i Ryssland. Bränslet transporterades per järnväg (fig. 4-7). Totalt transporterades 2823 bränsleelement, dvs. ca 330 tU. Man stannade för järnvägstransporter därför att ryssarna hade färdig utrustning för detta. För transporterarna renoverades banan från Lovisa till Lahtis. Det finns mycket erfarenhet av tekniken vid och övervakningen av transporter emedan motsvarande transporter redan länge utförts i olika länder.

För utvärdering av hur transporten av använt kärnbränsle tekniskt kan genomföras och av transportens miljökonsekvenser har man utrett dagens transportteknik samt för denna lämpliga transportformer och -rutter mellan kärnkraftverkens mellanlager och de alternativa slutförvaringsplatserna.

Transporterna börjar dock tidigast år 2020 och behållarna, formerna och rutterna för transporten väljs slutligt om ca 20 år bland de alternativ som då står till förfogande.

Tekniken vid transporterarna

Använt kärnbränsle mellanlagras i Olkiluoto i Euraåminne och på Hästholmen i Lovisa. Därifrån transporteras det till slutförvaringsplatsen som specialtransport i specialbehållare. Höga krav har ställts på behållaren, hanteringen av behållaren, olycksfallsberedskapen och dokumentationen. Huvudprincipen är att transportbehållaren inte får förlora sina strålskyddsegenskaper ens vid den värsta tänkbara olycka. I dagens läge regleras transporterarna av använt kärnbränsle och den teknik som tillämpas därvid av bl.a.

- kärnenergilagen och -förordningen
- lagen om transport av farliga ämnen
- förordningen och trafikministeriets beslut om transport av farliga ämnen på väg

- förordningen och trafikministeriets beslut om transport av farliga ämnen på järnväg
- förordningen och sjöfartsstyrelsens (senare Sjöfartsverket) beslut om transport av farliga ämnen på fartyg
- Strålsäkerhetscentralens föreskrifter.

Behållarnas dimensioner beror på

bränsleelementens storlek och form. Olika tillverkare har delvis avvikande tekniska lösningar för behållarna. Bränslet kan transporteras torrt i behållaren eller också kan behållaren vara fylld med vatten. I hittillsvarande utredningar har man som exempel använt två olika behållare av Castor-typ (fig. 4-8 och 4-9). Vid planeringen har

man utgått från att bränslet transporteras torrt. Innan transportbehållarna godkänns genomgår de omfattande test med tanke på olika olycksituationer. I olycksfallstesterna utsätts transportbehållarna för större påfrestningar än vad som kan uppstå i en verklig hanteringssituation.



Fig. 4-7. Använt kärnbränsle transporterades 15 gånger per järnväg 1981-96 från Lovisa till Sovjetunionen (senare Ryssland). Det använda bränslet transporterades per landsväg från Hästholmen till järnvägsstationen i Lovisa där transportbehållarna lastades i tågagnar. Vid transporterna användes ryska transportbehållare.



Fig. 4-8. Castor-VVER-behållare som lämpar sig för transport av använt kärnbränsle från Lovisa. Transportbehållaren väger ca 110 ton, den är ca 4,1 m lång och dess diameter är 2,7 m. Den rymmer 84 bränsleelement.



Fig. 4-9. Castor-TVO-transportbehållare för använt kärnbränsle. Behållaren väger ca 80 ton, den är 5,2 m lång och dess diameter är 2,0 m. Den rymmer 41 bränsleelement.

Behållarna måste utan betydande skador klara bl.a. följande test:

- fall från 9 meters höjd på stumt underlag
- +800 °C extern värmeverkan under en halv timme
- en timmes nedsänkning i 200 meters vattendjup.

På landsväg fraktas transportbehållaren på en specialtransportlavett med flera axlar som dras av en lastbil varvid axeltrycket kan hållas inom de gränser som uppställs för vägar och broar. Transportbehållaren (fig. 4-10) lastas på bilen vid kärnkraftverkens mellanlager för använt kärnbränsle. Körrutterna är stam-, riks- och regionvägar. Transporterna eskorteras av polis och Strålsäkerhetscentralens övervakare. Medelhastigheten vid transporten är ca 35 km i timmen. I vårt land transporteras årligen flera laster av motsvarande tyngdklass.

Rutten för järnvägstransporter består av ett järnvägsavsnitt samt landsvägsavsnitt i början och i slutänden. Transporterna från kärnkraftverket till

järnvägen och från järnvägen till slutförvaringsanläggningen kräver samma fordonspark, eskort och säkerhetsåtgärder som ovannämnda landsvägstransporter. För järnvägs-transporterna behövs specialtåg och för varje behållare en egen specialvagn. Dylika finns redan nu att tillgå.

Mellan Lovisa och Olkiluoto kan använt kärnbränsle transporteras även sjövägen. Transporterna kan ske med M/S Sigyn eller annat fartyg av samma typ. M/S Sigyn ägs av SKB som svarar för Sveriges kärnbränsle- och kärnavfallshantering. Fartyget är specialkonstruerat för kärnavfallstransporter och det kan transportera en nyttolast på 1200 ton (fig. 4-11). I transportsystemet ingår ett specialfordon som kan ta en last på 120 ton.

I Olkiluoto finns en hamn på kraftverksområdet. Från mellanlagret till fartyget kan behållarna transporteras med det specialfordon som följer med fartyget.



Fig. 4-11. Använt kärnbränsle transporteras i Sverige med fartyget M/S Sigyn från kärnkraftverken till mellanlagret i Oskarshamn.

I Lovisa kan man utnyttja hamnen i Valkom som ligger ca 25 km från mellanlagret för använt kärnbränsle. Transporten från fartyget till slutförvaret kan ske med fartygets specialfordon.

Transportarrangemangen

Transporterna kan ske per landsväg, järnväg eller sjöledes. Det finns flera olika ruttalternativ för dessa transportformer (Jakonen et al. 1998). För att utvärdera transporternas miljökonsekvenser utarbetade man exempelrutter för Olkiluotos och Lovisas behållare och för varje transportsträcka (fig. 4-12, 4-13, 4-14). Med hjälp av dessa granskades skillnaderna mellan transportformerna, transportrutternas egenskaper, transportmängderna och antalet transporter. Samtidigt erhöles utgångsdata för noggrannare bedömningar och kalkyler.

För att åskådliggöra exempelrutterna valde man för varje transportform ett "teknisk-ekonomiskt ruttalternativ" och ett "ruttalternativ som undviker befolkningen". Det teknisk-ekonomiska ruttalternativet är den kortaste transportrutten. Rutter som undviker befolkningen tar omvägar runt stora befolkningscentra. På vissa avsnitt, t.ex. i mycket glest befolkade områden, sammanfaller rutterna.



Fig. 4-10. Transportbehållare för använt kärnbränsle. På bilden transporteras behållaren från kärnkraftverket i Olkiluoto till mellanlagret på kraftverksområdet.

Statistikcentralen definierar en tätort som en grupp byggnader med minst 200 invånare där avståndet mellan byggnaderna vanligtvis inte överskrider 200 m.

Tätortens storlek enligt Statistikcentralen

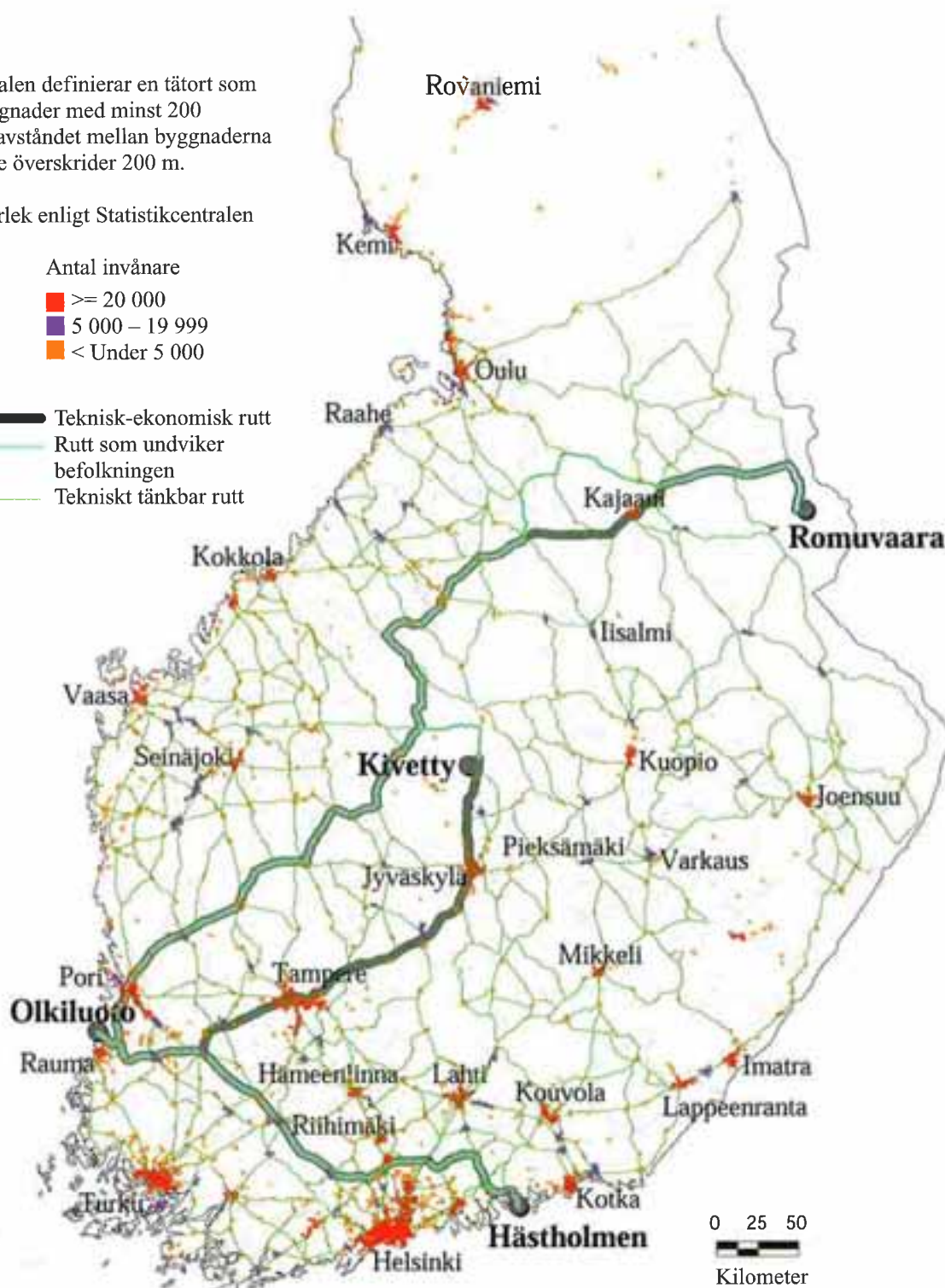
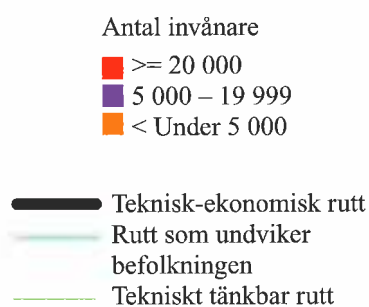


Fig. 4-12. Tänkbara landsvägsrutter från Olkiluoto för transportbehållare på 100 ton.

Statistikcentralen definierar en tätort som en grupp byggnader med minst 200 invånare där avståndet mellan byggnaderna vanligtvis inte överskrider 200 m.

Tätortens storlek enligt Statistikcentralen

Antal invånare

■ $\geq 20\,000$

■ 5 000 – 19 999

■ < Under 5 000

— Teknisk-ekonomisk rutt

— Rutt som undviker befolkningen

— Tekniskt tänkbar rutt

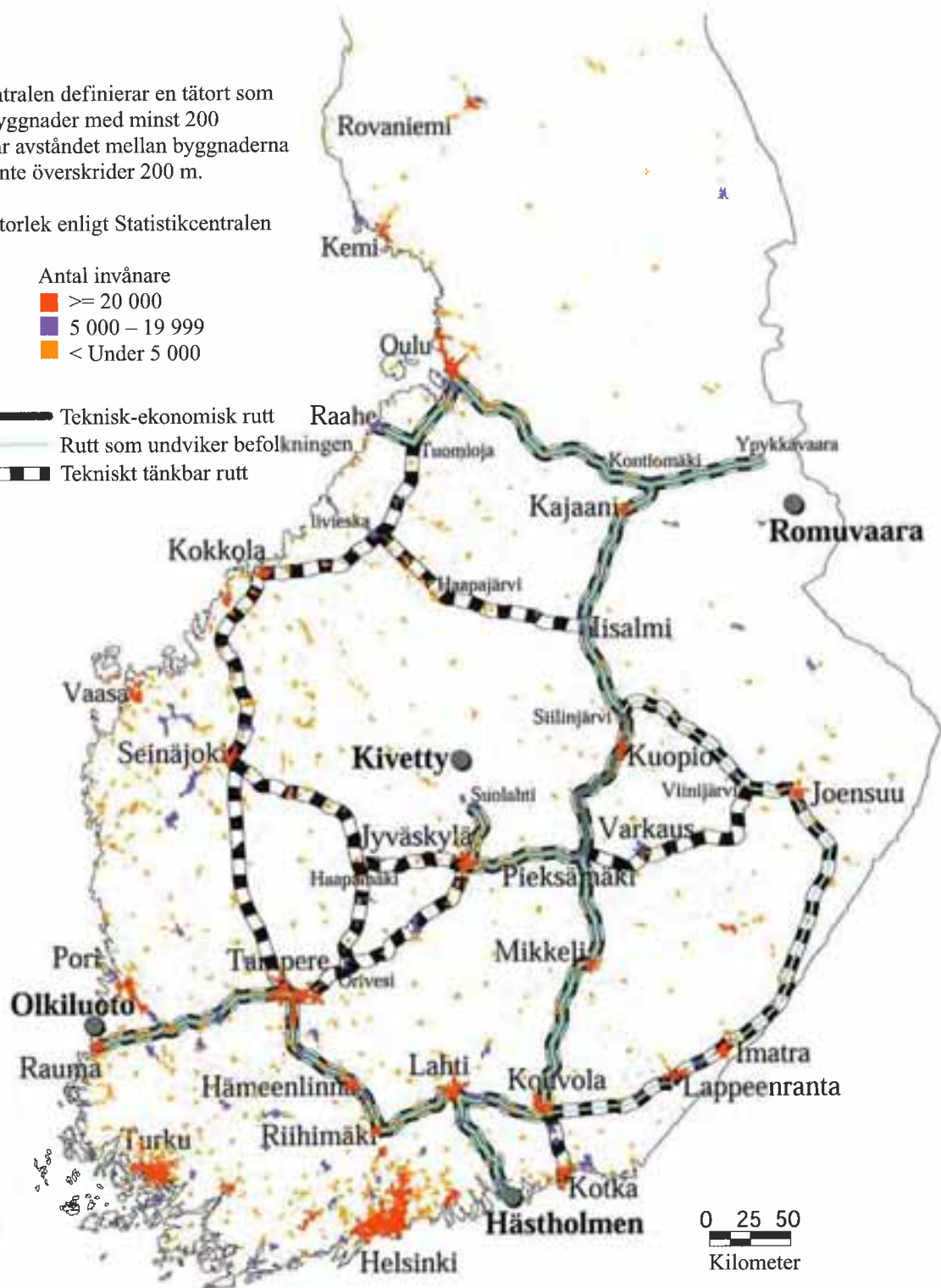


Fig. 4-13. Tänkbara järnvägsrutter från Lovisa samt järnvägsrutt från Brahestad för anslutning av sjötransporten.



Fig. 4-14. Tänkbara farleder.

För transporter som sker enbart per landsväg finns det 20 olika rutter (3 till Euraåminne, 10 till Kuhmo, 2 till Lovisa och 7 till Äänekoski). För järnvägs-transporter finns det sju ruttalternativ (2 till Euraåminne, 4 till Kuhmo, 1 till Lovisa och 2 till Äänekoski). Dessutom finns det en farled mellan Lovisa, Euraåminne och Brahestad.

Transportrutterna presenteras i detalj på flera kartor i arbetsrapporten Jakonen et al. 1998. Fig. 4-12, 4-13, 4-14 åskådliggör exempelrutter för olika transportformer som man utarbetat i syfte att utvärdera transporterna.

Transportformen och transportmaterialet påverkar väsentligt antalet transporter. Vid landsvägstransporter kan 1-2 transportbehållare fraktas, vid järnvägs- och sjötransporter är antalet 2-4. Det årliga antalet transporter för projektets basfall presenteras i tabell 4-1.

Om mängden använt kärnbränsle är större än i basfallet är antalet årliga transporter fortfarande lika stort, men totalmängderna ökar. I undantagsfall kan antalet transporter per år fördubblas.

	CASTOR-TVO-behållare Från Olkiluoto eller Lovisa	CASTOR VVER-behållare Från Lovisa
Med 1 behållare	16	9
Med 2 behållare	8	5
Med 3 behållare	5	3
Med 4 behållare	4	3

Tabell 4-1. Det årliga antalet transporter av använt kärnbränsle under förutsättning att kraftverkens drifttid är 40 år och att bränsle transporteras i turintervaller vartannat år från kraftverksorterna. Med VVER-behållare kan endast bränsle från Lovisa transporteras.

Inkapsling och slutdeponering

Hantering av kärnbränslet i inkapslingsanläggningen

Bränsleelement som anlänt från mellanlagret försluts i inkapslingsanläggningen (fig. 4-15) i kopparkapslar. Först kopplas transportbehållaren till en isolerad hanteringscell (fig. 4-16) där behållarens lock öppnas med hjälp av fjärrstyrning. Om man fyllt behållaren med vatten för att kyla ned bränslet under transporten lyfts bränsleelementen ett i sänder upp från behållaren med hjälp av fjärrstyrning och placeras i ett torkrum. Efter torkningen flyttas de i hanteringscellen ett i sänder med fjärrmanövrering in i en slutförvaringskapsel (fig. 4-17). I en kapsel placeras 12 bränsleelement. Inkapslingen och den teknik som därvid används beskrivs mer detaljerat i referenserna (Kukkola 1996b). Slutförvaringskapseln består av två delar. Den yttre kopparkapseln fungerar som korrosionsskydd och den inre kapseln av segjärn ger mekanisk hållfasthet (Raiko & Salo 1999).

Kapslarna levereras färdiga till inkapslingsanläggningen. Kapslarnas

ytterdiameter är ca 1 m. Kapseln för kärnbränsle från Olkiluoto är 4,8 m lång och väger ca 25 ton. Kapseln för kärnbränsle från Lovisa är 3,6 m lång och väger ca 19 ton.

När kärnbränsleelementen placerats i kapseln stängs locket på den inre kapseln av järn och fästs med bultar. Därefter flyttas kapseln från hanteringscellen, det yttre locket av koppar läggs på plats och kapseln transporteras

fjärrstyrt till svetsmaskinen. Kopparlocket försluts tätt med elektronstråle-svetsning. Efter bearbetning och kontroll av svetsfogen flyttas kapseln med hiss till slutförvaret.



Fig. 4-16. Inkapslingsanläggningens isolerade hanteringscell. Transportbehållaren kopplas tätt till hanteringsceller till vänster. En fjärrstyrd hanteringsmaskin placerar bränsleelementen ett i sänder i kopparkapseln som kopplats till cellen längst bak till höger.



Fig. 4-17. Skiss av slutförvaringskapslar.

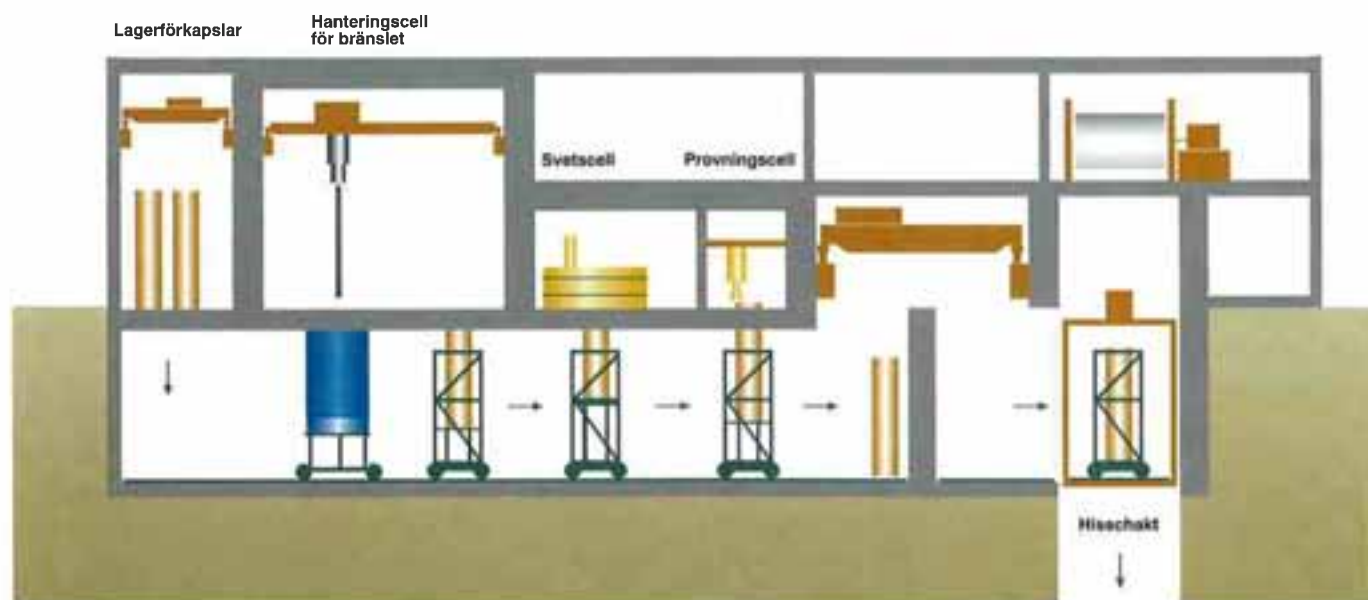


Fig. 4-15. Skiss av inkapslingsanläggningen.

Om inkapslingsanläggningen ligger på kraftverksområdet i anslutning till mellanlagret flyttas kapslarna med transportfordon till en mottagningsbyggnad som byggs ovanför kapselschaktet och vidare med hiss till slutförvaret.

Rummen för inkapslingsprocessen är strålskyddade och ventilerade så att undertryck ständigt råder i de rum där kärnbränsle behandlas. Frånluften kontrolleras kontinuerligt. Den värsta tänkbara olyckan är att bränsleelementen går sönder exempelvis till följd av att de faller. Då kan det ur bränslestavarna frigöras ämnen i gas- och partikelform som tillvaratas med hjälp av ventilationens filtreringssystem. Säkerhetsbestämmelserna (Statsrådet 1999) kräver att det även i en sådan situation

inte kommer några nämnvärda mängder radioaktiva ämnen ut i omgivningen.

Det radioaktiva damm som uppstår i behandlingsutrymmet för radioaktivt avfall sugas upp och packas i slutförvaringskapslar. Fasta kontaminerade föremål, såsom luft- och vattenfilter, packas (t.ex. betonas i tunnor) och slutdeponeras i separata utrymmen i slutförvaret.

Deponering av kapslarna i berggrunden

I baslösningen deponeras kapslarna i hål som borrats i tunnlarnas golv. Hålen kan fullortsborras (fig.4-18).

Slutdeponeringshålet fodras färdigt med bentonitlera innan kopparkapseln

placeras i det. Bentonitblocken pressas ovan jord i anläggningen för bentonitbehandling. Rå bentonitlera lagras i stålcontainers. Bentonitblocken kan även tillverkas på annat håll och levereras färdigt pressade till anläggningen.

I slutförvaret flyttas kapslarna från hissen till ett strålskyddat transportfordon och körs till deponeringstunneln. Kapseln placeras i hålet som fylls med bentonit.

Deponeringstunneln fylls med lämpligt fyllnadsmaterial, t.ex. en blandning av bergkross och bentonit, i samma takt som kapslarna deponeras (fig. 4-19). Fyllnadsmaterialet för tunnlarna tillverkas under jord. Innan tunnlarna fylls avlägsnas ventilations-, el- och vattensystemen och tunneln rengörs.

Deponeringstunnlar utsprängs i slutdeponeringsskedet ungefär vart tredje år som entreprenadarbete. Sprängningsfasen tar ca ett år i anspråk som tvåskiftsarbete. Sprängningsarbeten utförs inte nära slutdeponerade kapslar och sprängsten transporteras inte i utrymmen där kapslar flyttas.

Vid planeringen har man berett sig på att utrymmena utvidgas under slutdeponeringsskedet.



Fig. 4-18. Kapselhålen kan fullortsborras. Fotografiet är från ett borrarbete i forskningstunneln i Olkiluoto.

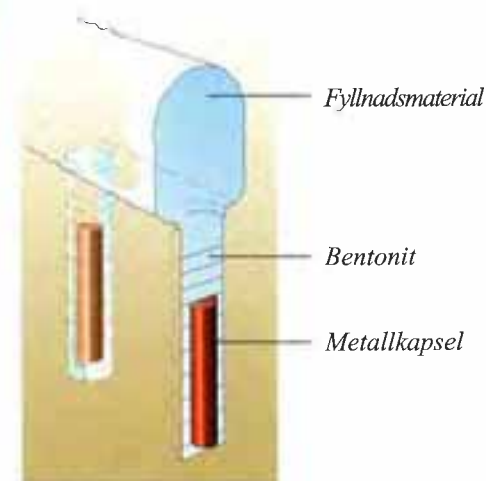


Fig. 4-19. Enligt baslösningen slutdeponerad kapsel och fylld deponeringstunnel.

Om driften av kraftverken i Olkiluoto och Lovisa förlängs till 60 år förlängs slutdeponeringsskedet med ca 20 år. I planerna bereder man sig även på att slutförvara använt kärnbränsle från eventuella nya kraftverksenheter. Tabell 4-2 ger exempel på hur bränslemängden inverkar på de underjordiska utrymmenas volym. Om bränslemängden ökar till följd av att drifttiden hos nuvarande kraftverk förlängs växer slutförvarets volym med ca 60 % på grund av det ökade antalet kapslar. Även det område som krävs i berggrunden ökar ungefär i samma proportion. En ökning av bränslemängden påverkar dock inte nämnvärt byggnaderna ovan jord.

Säkerhetsarrangemang och tillsyn

Vid anläggningen vidtas säkerhetsarrangemang i enlighet med statsrådets beslut (1991b). Med arrangemangen hindras lagstridig verksamhet som riktar sig mot det använda kärnbränslet eller själva anläggningen. I säkerhetskraven förutsätts att person- och godstrafiken på anläggningsområdet samt användningen av utrustningen kontinuerligt övervakas.

Eftersom Finland anslutit sig till icke-spridningsavtalet innebär det att den internationella safeguardsövervakningen (övervakning av fredligt utnyttjande av kärnmaterial) tillämpas överallt där använt bränsle behandlas.

Övervakningens tekniska detaljer är ännu öppna men man har vid planeringen av anläggningen berett sig på att genomföra den.

Slutförvaringsanläggningens personal, råvaror och råvarutransporter

I slutdeponeringsskedet behövs ca 110–130 anställda. I slutförvaret arbetar ca 20 personer. De använder ett fordon för kapseltransport, ett fordon för transport och hantering av bentonit, ett transportfordon för bergkross och en maskin för hantering av fyllnadsmaterial.

Vid slutdeponeringen behövs ca 60 kapslar per år vilket motsvarar ca 30 transporter. Årligen behövs ca 5000 ton bentonit vilket innebär ca 160 transporter per år. Fyllnadsmaterialet tillverkas på anläggningsområdet.

Behovet av råvatten i slutförvaringsanläggningen uppgår till ca 55 m³/dygn.

4.3.4 Stängningsskedet

Stängning av slutförvarsanläggningen

När allt använt kärnbränsle är slutdeponerat och deponeringstunnlarna fyllda

inleds nedmonteringen av inkapslingsanläggningens aktiva delar. Därefter flyttas dessa till slutförvaret. Avfallet packas i tunnor eller betongkärl. De återstående byggnaderna kan användas till något annat.

I slutförvaringsutrymmena nedmonteras konstruktioner och system som använts under drifttiden. Samtidigt börjar man fylla utrymmena och bygga spärrkonstruktioner. Blandningsstationen för fyllnadsmaterial flyttas från slutförvaret till markytan. Utrymmena på slutförvaringsplanet och de vertikala schakten fylls med en blandning av bergkross och bentonit på samma sätt som deponeringstunnlarna. Schaktens övre delar försluts med betongkonstruktioner.

Tiden efter stängningen

Såvida det inte finns fortsatt användning för inkapslingsanläggningen och övriga byggnader ovan jord kan de rivas och landskapet återställas. Då kommer naturen gradvis att återta sin tidigare form. För kommande generationer kan platsen märkas som påminnelse om slutförvarets tidigare existens.

Enligt kärnenergilagen övergår ansvaret för kärnavfallet på staten när Strålsäkerhetscentralen konstaterat att avfallet deponerats bestående på ett godtagbart sätt. Slutdeponeringsverksamheten dokumenteras och informationen arkiveras på ett bestående sätt. Myndigheterna avgör sedan huruvida man efter detta ordnar övervakning.

4.3.5 Kostnaderna för slutförvaringen

De i inledningen nämnda kostnaderna för basalternativet, 4,6 miljarder mark, består av transportkostnader för använt

Bränslemängd	2600 tU	4000 tU	9000 tU
Volym m³			
Schakt	39 000	39 000	70 000
Centraltunnel	68 000	119 000	250 000
Deponeringstunnlar	199 000	350 000	713 000
Deponeringshåll	25 000	39 000	80 000
Övriga utrymmen	30 000	35 000	45 000

Tabell 4-2. Hur mängden använt kärnbränsle inverkar på det underjordiska slutförvarets volym när slutförvaringsdjupet är 500 m.

kärnbränsle, bygg- och driftkostnader för slutförvaringsanläggningen samt av nedläggnings- och stängningskostnader.

Byggkostnaderna uppgår till ca 1,2 miljarder mark varav ca hälften är kostnader för byggnaderna ovan jord. Kostnaderna för dessa är inte beroende av mängden använt bränsle. Kostnaderna för det underjordiska slutförvaret beror på mängden använt bränsle och på berggrundens egenskaper.

Driftkostnaderna är ca 2,9 miljarder mark. De omfattar kostnaderna för slutförvaringskapslarna som för baslösningens ca 1 400 kapslar uppgår till ca 1 250 miljoner mark. Övriga driftkostnader beror både på mängden använt bränsle och på tidsschemat samt i någon mån på berggrundens beskaffenhet.

Transportkostnaderna beror på transportformen och vägens längd samt på hur många behållare som transporteras per gång. Kostnaderna uppgår högst till ca 200 miljoner mark.

Mängden använt bränsle och berggrundens beskaffenhet inverkar på stängningskostnaderna. De uppgår till ca 300 miljoner mark.

Medlen för slutförvaringen insamlas i priset för kärnelektricitet och fonderas i statens kärnavfallshanteringsfond. Årligen kontrolleras att den beräknade totalkostnaden för slutförvaringen motsvarar den reella situationen.



5 ALTERNATIVA SLUTFÖRVARINGSPLATSER

På förslag till slutförvaringsplats är Olkiluoto i Euraåminne, Romuvaara i Kuhmo, Hästholmen i Lovisa och Kivetty i Äänekoski. Man har stannat för dessa platsalternativ som resultat av en forsknings- och valprocess i flera steg. Processen beskrivs i kapitel 1. Nuläget i områdena och slutförvaringsanläggningens planerade placering granskas i anslutning till bedömningen av miljökonsekvenserna. I detta kapitel lämnas allmän information om de alternativa slutförvaringsplatserna och den planerade platsen för anläggningen.



Fig. 5-1. De kommuner som är på förslag till slutförvaringsplats.

Olkiluoto i Euraåminne

Euraåminne är en kustkommun som hör till Raumo marknadsområde och ligger vid Bottniska viken. Kommuncentrum ligger drygt 10 kilometer norr om Raumo centrum och knappt 40 kilometer söder om Björneborg vid riksväg 8. Den dagliga arbetstrafiken mellan Euraåminne och Raumo är livlig.

Kommunen har drygt 6 000 invånare. Jord- och skogsbruk samt förädlings- och servicenäringar har en betydande ställning i kommunens näringsstruktur. Olkiluoto kärnkraftverk är kommunens största arbetsgivare. Vid kraftverket arbetar 500 personer och dessutom får ca 200 personer indirekt sin utkomst av kraftverket (Ollikainen & Rimpiläinen 1997a).

Det eventuella slutförvaringsområdet ligger i Olkiluoto i närheten av kärnkraftverket (inringat på kartan). Området ägs av TVO, Fortum och Forststyrelsen. I öst avgränsas området av jord- och skogsbruksområden och i andra väderstreck av skärgård. De närmaste bostadshusen och fritidshusen finns i öns östra del, på drygt en kilometers avstånd från det tänkbara byggområdet.

Inkapslingsanläggningen kan ligga antingen på det nuvarande kraftverksområdet bredvid mellanlagret för använt kärnbränsle eller ovanpå slutförvaret i öns mellersta del.

Utöver använt bränsle som uppkommer vid kraftverket i Olkiluoto skulle bränsle transporteras för slutdeponering med fartyg, per järnväg eller landsväg från Lovisa.

Använt bränsle som anländer sjöledes lossas i hamnen vid Olkiluoto kraftverk. Farleden för sjötransporterna har ännu inte fastställts.

Landsvägstransporterna kan utnyttja nuvarande vägförbindelser till Olkiluoto kraftverksområde. Det finns ett flertal ruttalternativ mellan Lovisa kärnkraftverk och Raumo.

Använt bränsle som transporteras per järnväg lastas på fordon för landsvägs-transport vid Vuojoki lastningsplats i Euraåminne kommun ca 20 km från Olkiluoto. Ny järnväg byggs sannolikt inte. Även för järnvägstransporterna finns det alternativa rutter (Jakonen et al. 1998).

Vahd-Soppi
Kolasatama
Lohkoorinuu

PORI

Ulvila

Luvia

Kulvolohi

Eurojoki

RAUMA

Loppi

Kodisjoki



RAUMA
PILTTIENNA

Romuvaara i Kuhmo

Kuhmo stad i Kajanaland är en av Finlands största kommuner till arealen, ca 5 500 km². Avståndet till Kajana stad är ca 100 km. Kuhmo har drygt 12 000 invånare.

Över hälften av arbetskraften får sin utkomst av servicenäringar. De största arbetsgivarna är staden, gränsbevakningen och Forststyrelsen. Turismen sysselsätter drygt 100 personer. Jord- och skogsbruket ger fortfarande betydande sysselsättning, även om arbetsplatserna minskat under senare år. Jordbrukets huvudsakliga produktionsriktning är mjölkboskapsskötsel. Hälften av de industriella arbetsplatserna hänför sig till tillverkning av virke och träprodukter (Ollikainen & Rimpiläinen 1997b).

Landvägstransporter är möjliga från Kajana via Sotkamo eller Lentiira till Romuvaara. Transporterna kan även ske över Nurmes om en av broarna på rutten förbättras. Även en rutt från Valtimo via Sotkamo är tänkbar (Jakonen et al. 1998).

Järnvägstransporter är möjliga längs Kostamus-banan till lastningsplatsen i Ypykkävaara där behållarna omlastas på ett landsvägsfordon. Landsvägs-transportens längd blir då ca 60 km. Även för järnvägstransporten finns det flera alternativa rutter.

46

Romuvaara forskningsområde ligger 30 km nordost om Kuhmo centrum (inringat på kartan). Romuvaara och dess närmaste omgivning utgörs av obebodd skogsmark som ägs av Forststyrelsen. Pitämävaara som ligger 2 km väster om Romuvaara har 10 invånare. De två närmaste fritidshusen är gamla skogskojor som ligger c. en kilometer från det tänkbara byggområdet.

Både inkapslingsanläggningen och slutförvaret kan ligga på samma ca 1 km² stora område i Romuvaara. Man måste bygga ca 3 km ny väg på området för att kringgå Särkkä ås. Ny järnväg behövs sannolikt inte.

Från kärnkraftverken i Olkiluoto och Lovisa kan använt kärnbränsle transporteras till Romuvaara per landsväg eller järnväg. En del av rutten kan även gå sjövägen.

Karta 5-2. Romuvaara



Hästholmen i Lovisa

Lovisa stad ligger vid kusten i östra Nyland invid riksväg 7. Staden har knappa 8 000 invånare. De viktigaste tätorterna är Lovisa centrum och Valkom. Staden är tvåspråkig, de svenskspråkiga är i knapp minoritet.

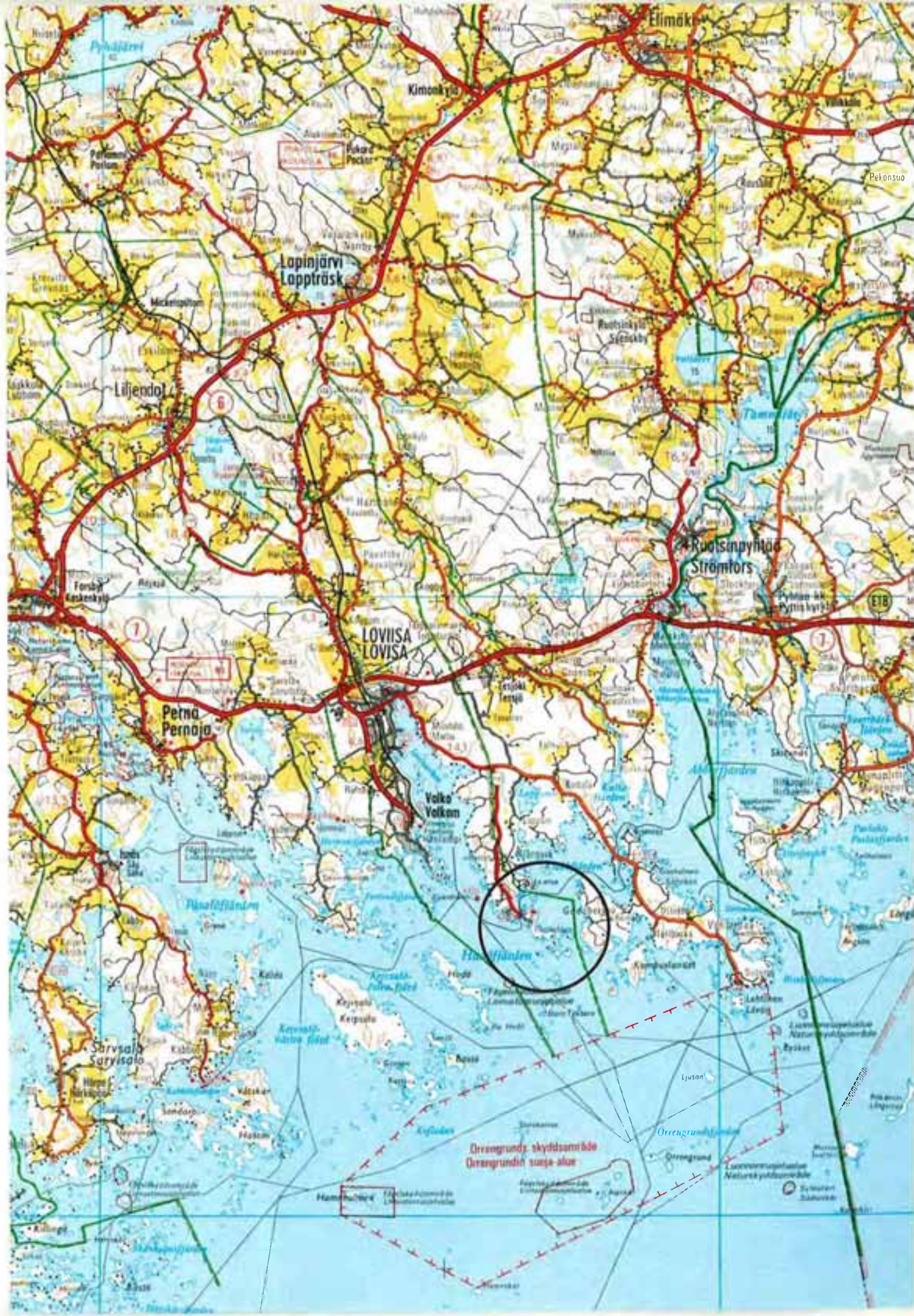
Service och förädling är viktiga näringar men jord- och skogsbrukets betydelse är liten. Över hälften av befolkningen får sin utkomst av servicenärings (Ollikainen & Rimpiläinen 1997c).

Området som undersöks ligger på kraftverksön Hästholmen och på fastlandet på ett område som ägs av Fortum (inringat på kartan). Kraftverket är beläget i öns mellersta del och stränderna är i huvudsak obebbyggda. I den närmaste omgivningen finns stor fritidsbosättning. Det närmaste bostadshuset och fritidshuset ligger ca 2 km från det eventuella byggområdet.

Inkapslingsanläggningen kan byggas på Hästholmen dit det leder en väg som är i gott skick. Anläggningen skulle sannolikt ligga på kraftverksområdet invid det nuvarande mellanlagret för använt bränsle. Slutförvaret kan byggas i berggrunden på Hästholmen och eventuellt delvis i den närbelägna uddens berggrund.

I Lovisa skulle man utöver det använda kärnbränsle som finns i mellanlagret på Hästholmen även slutdeponera använt kärnbränsle från Olkiluoto som transporteras sjöledes, per landsväg eller järnväg. Vid sjötransporter skulle behållarna lossas i hamnen i Valkom och transporteras med fartygets specialfordon eller som annan landsvägs-transport ca 25 km till Hästholmen (Jakonen et al.1998).

Destinationsorten för järnvägstransporter är lastningsplatsen nära kyrkan i Lovisa centrum. Därifrån skulle transporter till Hästholmen ske per landsväg.



PIKARIN
KIRKONKYLÄ

Lapinjärvi
Lapträsk

Liljendal

Perno
Pernoja

LOVIISA
LOVISA

Volvo
Volkom

4 Ruotsinpyyntä
Strömfors

Sarvisalo
Sarvisalo

Orengrunn
Orengrunn

Orengrunn

Ljusnäs

Hammarby

Stenåker

Kivetty i Äänekoski

Äänekoski är en ort med stora industrier och 14 000 invånare i mellersta Finland. Den ligger invid riksväg 4 ca 40 km från Jyväskylä. Äänekoski, Suolahti, Konnevesi och Sumiainen bildar ett enhetligt sysselsättningsområde, Äänessoutu.

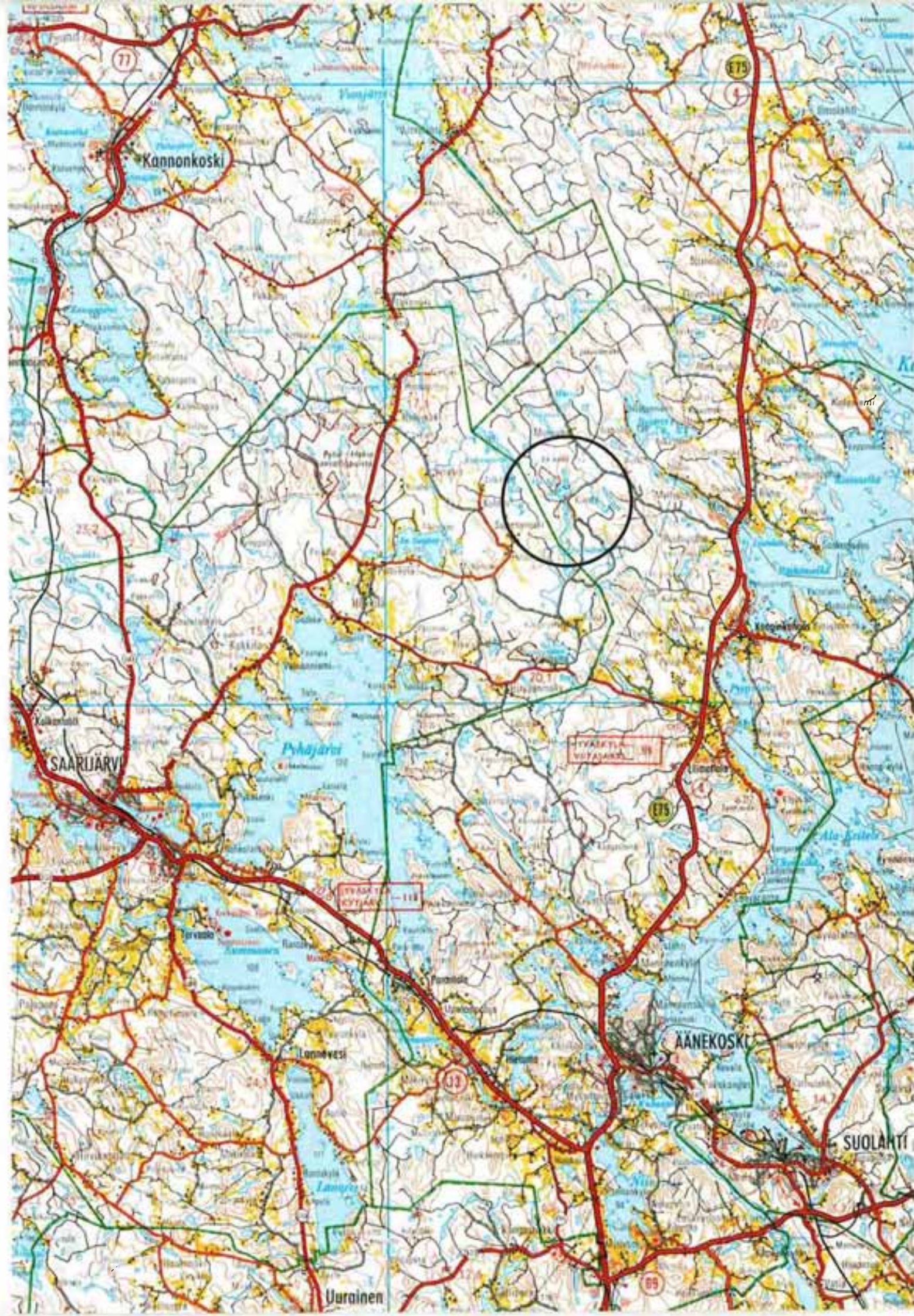
Befolkningsmängden har ökat något under senare år och fortsätter att växa i början av nästa årtusende tills den åter börjar avta när de stora åldersgrupperna åldras. Sysselsättningsläget har under hela 90-talet varit sämre än i genomsnitt i landet, även om läget under de senaste åren blivit något bättre (Ollikainen & Rimpiläinen 1997d).

Vid sidan av den traditionella pappersindustrin och kemiska träförädlingsindustrin är elektronikindustrin på väg uppåt. Servicens samt jord- och skogsbrukets andel av näringarna är klart mindre än industrins andel.

Kivetty och dess närmiljö är obebott skogs- och kärrområde som ägs av Forststyrelsen. De närmaste enskilda bostadshusen ligger ca 3 km sydost om det tänkbara byggområdet. Avståndet till de närmaste fritidsbostäderna är ca 2 km. Avståndet till Konginkangas kyrkby är ca 7 km och till Äänekoski centrum ca 24 km.

Inkapslingsanläggningen och slutförvaret skulle ligga i Kivetty. Skogsvägar från tre håll leder till området. Vägtrafikförbindelsen kan byggas genom att man förbättrar de existerande vägarna.

Använt kärnbränsle som transporteras per järnväg från Olkiluoto och Lovisa omlastas till landsvägstransport vid lastningsplatsen i Suolahti. Därifrån går landsvägsrutten via Äänekoski eller längs riksväg 69 förbi Äänekoski till riksväg 4 och vidare från Esso i Lintulahti västerut till Kivetty. En alternativ lastningsplats är Hietama. Därifrån går landsvägsrutten längs mindre vägar från sydväst till Kivetty. Ett tredje alternativ är att lasta det använda bränslet på landsvägsfordon i Kannonkoski och transportera det längs mindre vägar till Kivetty. Den primära rutten för landsvägstransporter skulle gå längs riksvägen förbi Äänekoski och Konginkangas till Lintulahti Esso och vidare till Kivetty. (Jakonen et al. 1998).



Kannonkoski

SAARIJÄRVI

Pohjajärvi

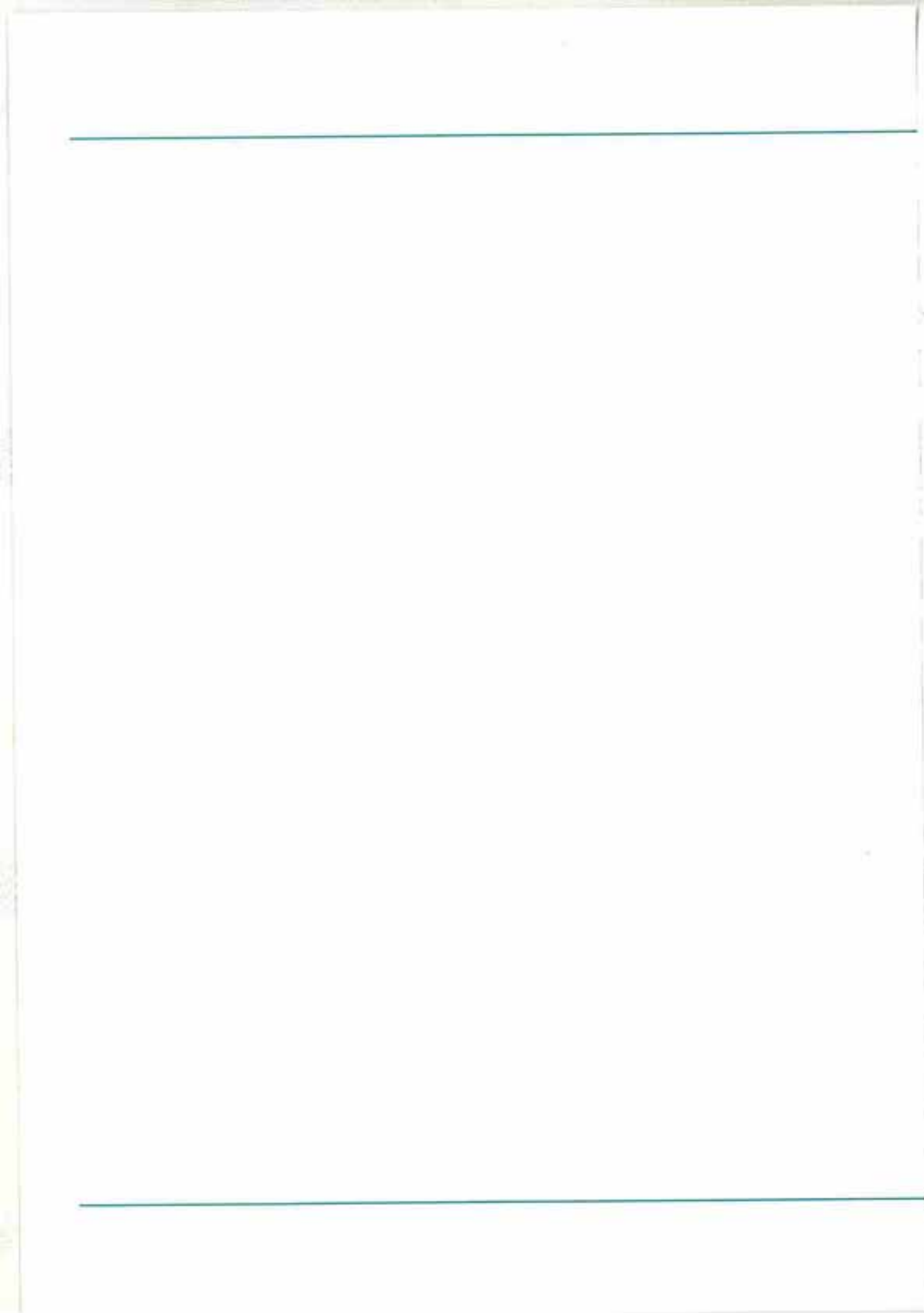
HYVÄSKYLÄ
VUOJAJÄRVI

HYVÄSKYLÄ
VUOJAJÄRVI

ÄÄNEKOSKI

SUOLANPÄÄ

Uurainen



6 ALTERNATIVET ATT AVSTÅ FRÅN PROJEKTET

6.1 Nollalternativet

Att avstå från slutförvaringsprojektet innebär att mellanlagringen av använt kärnbränsle i vattenbassänger vid kärnkraftverken i Olkiluoto och Lovisa fortsätter under obestämd tid. Denna beskrivning utgår från att lagringen fortsätter i de nuvarande lagren eller i tillbyggnader av dessa. Mellanlagren har planerats så att lagringen av bränsleelement kan fortsätta tiotals år i dem. Enligt experter finns det ingen absolut teknisk gräns för fortsatt lagring under en obestämd tid.

Målet för de avfallshanteringsskyldiga är att utföra kärnavfallshanteringen på ett säkert sätt enligt föreskrifterna så att ansvaret inte i onödan överförs på framtida generationer. Att fortsätta lagringen i vattenbassänger kan inte vara ett realistiskt alternativ till slutförvaringen eftersom miljövårdsmålen och i sista hand lagstiftningen förutsätter att det använda kärnbränslet deponeras på ett bestående sätt i mark eller berggrunden. Om statsrådet och riksdagen kommer fram till ett negativt beslut när principbeslutet om slutförvaringsanläggningen övervägs skulle detta i praktiken innebära att nollalternativet förverkligas och beslutet om bestående förvaring ställs på framtiden.

Även om man i nollalternativet följer den eventuella utvecklingen av andra alternativ för kärnavfallshantering, såsom nuklidseparation och transmutation, måste man dock förr eller senare återgå till slutförvaringsprojektet. Detta därför att det kärnavfall som uppstår vid upparbetning och nuklidseparation samt transmutation sannolikt också måste lagras och med tiden slutförvaras i Finland.



Fig. 6-1. Mellanlager för använt kärnbränsle i Olkiluoto.

1. Bränsleställ, 2. Lagerbassäng, 3. Hanteringsmaskin, 4. Transportbehållare.

6.2 Mellanlagring av använt kärnbränsle i Olkiluoto

Använt kärnbränsle från kraftverket i Olkiluoto lagras temporärt i kraftverksenheter och i ett separat mellanlager (fig. 6-1) för använt kärnbränsle på kraftverksområdet. Det vattenlager på några meter som ligger ovanpå knipporna i lagringsbassängerna dämpar strålningen från bränslet. Vattnet kyler även ned bränsleelementen.

Olkiluoto 1 har lagringskapacitet för sammanlagt 1520 bränsleelement och Olkiluoto 2 för 1560 bränsleelement. I praktiken har vardera kraftverksenheten plats för ca 1000 element, dvs. sammanlagt ca 2000 element (350 tU).

Hösten 1987 färdigställdes mellanlagret för använt kärnbränsle sydväst om Olkiluotos kraftverksenheter. Lagret har tre vattenbassänger (se bilden). Lagringskapaciteten är

sammanlagt ca 6 800 knippen, dvs. ca 1 200 tU. Vid utgången av 1998 fanns det totalt ca 840 tU använt kärnbränsle i Olkiluoto och den årliga ansamligen är under 50 tU.

KPA-lagret är planerat för en teknisk drifttid på 60 år som kommer att uppnås år 2047. Redan i planeringsskedet har man varit inställd på att bygga ut lagret. Det nuvarande lagrets kapacitet förslår till början av 2010-talet. Utvidgningen innebär att en eller flera nya lagringsbassänger byggs i anslutning till det nuvarande lagret. Om kraftverkets produktion fortsätter som i dag blir det i början av 2010-talet aktuellt att bygga ut lagret.

Den planerade drifttiden för lagret antas i basfallet upphöra år 2040 under förutsättning att allt bränsle vid denna tidpunkt levererats till slutförvaringsanläggningen. Avsikten är att man senare använder KPA-lagret för hantering och förpackning av vissa komponenter som uppstår när kraftverksenheter rivs. Därefter slutdeponeras dessa komponenter.

6.3 Mellanlagring av använt kärnbränsle på Hästholmen

Använt kärnbränsle från Lovisa lagras i vattenbassänger i kraftverkets lager för använt kärnbränsle (fig. 6-2). De nuvarande utrymmena omfattar reaktorns bränslebas-sänger innanför kraftverksenheter och inne-slutningsbyggnader samt lager 1 (två bas-sänger) och lager 2 (tre bassänger) i anslut-nings till kraftverket. I de nuvarande utrym-mena kan ca 3000 bränsleelement lagras.

I slutet av år 1996 upphörde transporter av bränsle från Lovisa till Ryssland. Vid utgången av 1998 hade kraftverket samman-lagt 2 206 använda bränsleelement (ca 270 tU). Mängden använt bränsle i lagret ökar med ca 30 tU per år. I nuvarande mellanlager ryms den bränslemängd som ansamlas under tio års drift i kraftverket, dvs. ca 280-290 tU.

Omfattande undersökningar beträffande ökning av mellanlagringskapaciteten för använt kärnbränsle i Lovisa har utförts utgående från olika lagringstekniker. Sammanlagt nio olika alternativ har

granskats (Mayer & Palmu 1995, IVO 1996). De alternativ som kom i fråga var att utvidga nuvarande mellanlager 2 för använt kärnbränsle eller att bygga ett nytt separat lager.

Beträffande tekniken för lagring i vatten-bassänger granskades följande alternativ:

- man bygger ut det nuvarande lagret genom att bygga nya bassänger i två steg (4 + 4 bassänger)
- man byter bränsleställen i nuvarande lager till s.k. täta ställningar och bygger två nya bassänger
- man bygger ett nytt separat vatten-bassänglager under jorden i anslutning till slutförvaret för driftavfall

Bränsle som nedkylts i vattenbassänger kan efter en lämplig tid flyttas till ett torrt lager. Följande torrlagringsalternativ har granskats:

- transportbehållarlager för bränsle på markytan
- transportbehållarlager för bränsle i anslutning till slutförvaret för driftavfall
- torrsilolager där bränslet lagras i kvävefyllda lagerrör.

- torrsilolager där bränslet lagras i heliumfyllda behållare (tre olika tillämpningar)

Ett centralt mål för dessa utredningar har varit att kartlägga alla realistiska alternativ som kan komma i fråga när man vill öka lagringskapaciteten för använt bränsle på kraftverksområdet i Lovisa. Speciellt har man undersökt de alternativ som grundar sig på torr lagring och som enligt mark-nadsföringen lämpar sig för långvarig lagring. För alla alternativ har man gjort upp datorstödda planer som anpassats till omgivningen kring Lovisa kraftverk. Vid sidan av den tekniska lämpligheten har man utrett planerings-, investerings-, drift-, och rivningskostnaderna för varje alter-nativ. På motsvarande sätt har man grans-kat tidsschemat för genomförandet av res-pektive alternativ samt hur de ansluter sig till kraftverkets existerande lagringssystem, osv.

På basis av utredningarna valdes det tek-niskt och ekonomiskt mest lämpliga alter-nativet för kärnbränslehanteringen i Lovisa. Detta är att man utvidgar nuvaran-de mellanlager 2 genom att bygga tilläggs-bassänger (Mayer & Palmu 1995, IVO 1996). Först byggs fyra bassänger som är identiska med lagerbassängerna i den gamla delen. Strålsäkerhetscentralen god-kände 1997 den preliminära säkerhets-rapporten om utvidgning av Lovisas KPA-lager 2. Byggnadsarbetena inleddes hösten 1997. Enligt planerna blir lagret färdigt år 2000 varvid lagringskapaciteten är till-räcklig fram till år 2010. I planerna har man även berett sig på ytterligare en mot-svarande utvidgning som eventuellt sker senare.

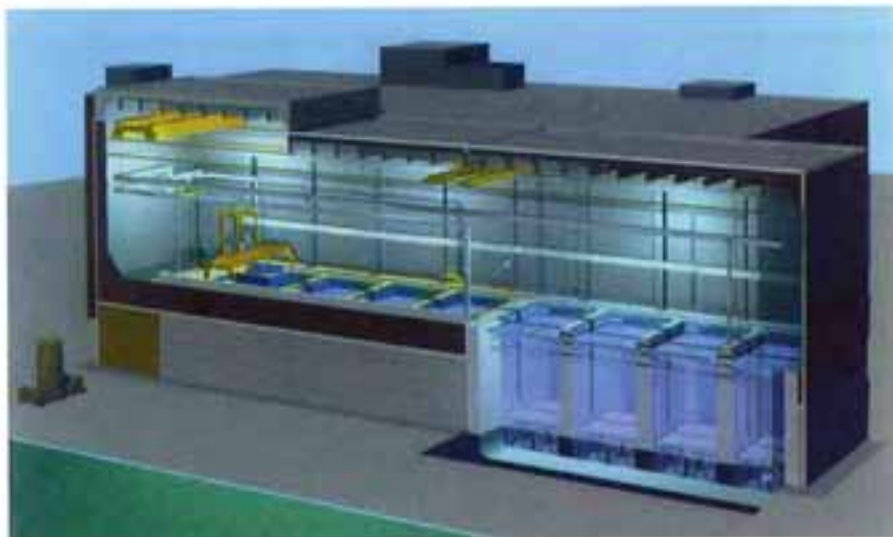


Fig. 6-2. Mellanlagring i Lovisa i vattenbassänglager på markytan.

6.4 Andra former av mellanlagring för använt kärnbränsle

När det använda bränslet tagits ut ur reaktorn kyls det först ned i vattenbassänger varefter även andra alternativ än lagring i bassänger kan övervägas. Kärnbränslet kan överföras till ett torrlager där det nödvändiga strålskyddet och kylningen sköts utan vatten.

I praktiken flyttas bränslet till likadana hållbara och tunga behållare som används bl.a. som transportbehållare. För långvarig lagring av dessa robusta vatten- och lufttäta behållare behövs ett separat lager där behållarna kyls med hjälp av ett ventilationssystem som fungerar med självcirkulation. Behållaren kan fyllas med flera olika ämnen, t.ex. heliumgas som leder värme bra. Dessa lagringsalternativ har behandlats bl.a. i IVO:s ovannämnda utredning om utvidgningen av Hästholmens mellanlager, och i princip kan de tillämpas på nuvarande kraftverksområden (fig. 6-3). Beträffande underjordiska lager finns det några frågor som är svåra att lösa, såsom eventuella eldsvådor samt om pumparna inte fungerar och grundvattnet strömmar in i lagret.

Man har även föreslagit olika slag av silolösningar ovan jord (t.ex. MVDS, FUELSTOR, NUHOMS) för torrlagring av bränsle. Gemensamt för dessa torrsilolager är att bränsleelementen placeras i rör eller behållare som sedan läggs in i betongkonstruktioner. Restvärmen avlägsnas med hjälp av självcirkulerande luft.

För långvarig mellanlagring har man även föreslagit ett underjordiskt DRD-lager (Dry Rock Deposit). Flera olika modifikationer av metoden har framförts men gemensamt för dessa är att grundvattnet "dräneras" genom att man utnyttjar berggrundens naturliga krosszoner eller anlägger konstgjorda krosszoner som leder vatten (Eggert et al. 1987). På så sätt kommer själva avfallsbehållarna som placeras i utsprängda utrymmen aldrig i kontakt med grundvattnet, och man behöver inte hålla lagret torrt genom att pumpa upp vatten. I detta alternativ används likadana eller motsvarande transportbehållare som beskrivits ovan. Själva lagret ligger ovanför grundvattennivån och kylningen sker med luftcirkulation.

Eftersom grundvattenytan i Finland ligger rätt nära markytan och metoden kräver att en tämligen stor bergsvolym torkas kan ett dylikt lager endast byggas i ett område som ligger betydligt högre än den omgivande terrängen. Nuvarande kärnkraftverksområden eller de områden som kartlagts med tanke på slutförvaringen lämpar sig på grund av sin låga topografi inte för ett DRD-lager. Tack vare höjdförhållan-

dena skulle norra Finland passa bäst för ett dylikt lager. Att finna en lämplig plats är en av svårigheterna vid tillämpningen av denna metod för mellanlagring av kärnbränsle. För att lagret skall hållas torrt måste man även aktivt övervaka att "avloppssystemet" hålls öppet.

6.5 Kostnader för mellanlagring

Olkiluotos KPA-lager byggdes på 1980-talet och drifterfarenheter har samlats i över tio år. Därför kan man som kostnadsexempel i detta sammanhang använda kostnader som redan uppstått och som beräknas uppstå i framtiden för KPA-lagret.

När KPA-lagret färdigställdes 1987 uppgick byggnadskostnaderna till ca 200 miljoner mark i dåvarande penningvärde. Kostnaderna för en eventuell framtida utvidgning av lagringskapaciteten beräknas utgöra omkring 30-35 miljoner mark. Denna kalkyl omfattar kostnaderna för ytterligare en bassäng och för de bränsleställ som behövs i bassängen.

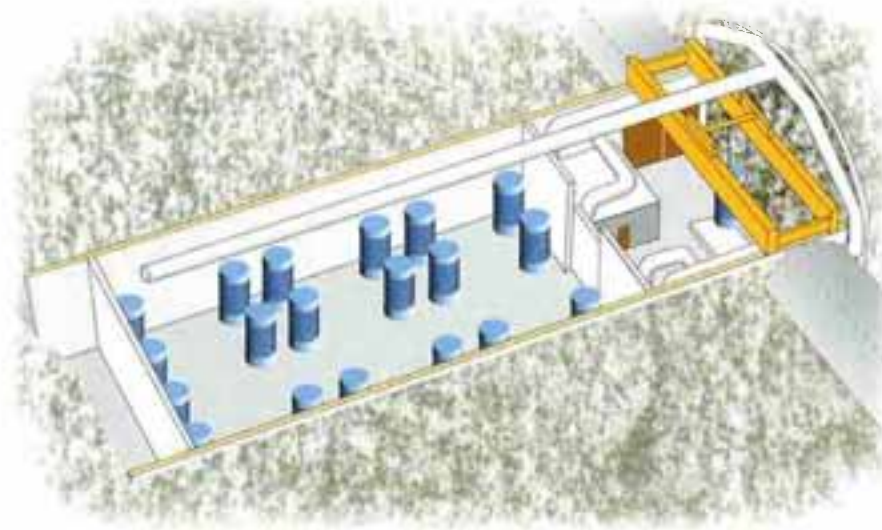


Fig. 6-3. Skiss över underjordiskt mellanlagringsalternativ som baserar sig på torrlagring.

I lagringen i dag utnyttjas kärnkraftverkets system. KPA-lagret har dock planerats så att det kan ändras till att fungera som separat anläggning utan stöd av existerande infrastruktur. Kostnaderna för att avskilja KPA-lagret från kärnkraftverkets system och ändra det till en separat anläggning uppgår till omkring 10 miljoner mark.

Driftskostnaderna för lagret bedöms uppgå till ca 10 miljoner mark per år. Personkostnaderna beräknas härvid enligt en årlig arbetsinsats på 20 årsverken.

7 FÖRFARANDET VID MILJÖKONSEKVENSBEDÖMNING (MKB)

7.1 Syftet med MKB-förfarandet

Anläggningar som är avsedda för hantering, lagring eller slutdeponering av det kärnavfall som uppstår vid produktionen av kärnenergi omfattas av lagen om miljökonsekvensbedömning, och för dem skall bedömning av miljökonsekvenserna utföras. MKB-beskrivningen hänför sig till beslutsfattandet enligt kärnenergilagen.

För uppförande av en kärnanläggning av stor allmän betydelse krävs principbeslut av statsrådet om att uppförandet är förenligt med *samhällets helhetsintresse* (KärnenergiL 1997 11 §). Innan principbeslut fattas skall den projektansvarige göra upp en MKB-beskrivning för projektet och foga den till ansökan om principbeslut för anläggningen. HIM som är kontaktmyndighet ansvarar för att arrangera höranden som är en del av MKB-förfarandet samt för att insamla utlåtanden och åsikter.

MKB-förfarandet syftar till att öka medborgarnas tillgång till information och deras möjligheter till medbestämmande i ett skede då ännu inga för projektet bindande beslut fattats.

I MKB-förfarandet samlas bakgrundsfakta, utlåtanden och medborgarnas åsikter för statsrådets principbeslut. MKB-förfarandet ersätter inte andra utredningar eller tillstånd som behövs för genomförande av projektet. För principbeslutet anskaffar statsrådet även andra utredningar. När ansökan om principbeslut behandlas begär statsrådet av Strålsäkerhetscentralen en preliminär uppskattning om anläggningens säkerhet och av kandidatkommunernas kommunfullmäktige ett utlåtande om uppförande av anläggningen inom kommunens område. Statsrådet kan fatta ett positivt principbeslut endast

om placeringskommunen godkänner att anläggningen byggs inom dess område och om det inte framkommit några omständigheter som medför att projektet inte kan genomföras på ett säkert sätt.

7.2 System för deltagande

En viktig del av bedömningen av projektets miljökonsekvenser var att olika kretsar deltog i MKB-förfarandet. Målet var växelverkan mellan dem som svarar för slutförvaringsplanerna och de grupper som deltar i MKB-förfarandet. Huvudrollerna innehades av de kommuner som var på förslag till slutförvaringsorter.

I de samarbets- eller uppföljningsgrupper som bildats mellan kommunerna och Posiva ansågs det viktigt att få så många kommuninvånare som möjligt att delta i diskussionerna om projektet och stimulera dem att ställa frågor i anslutning till detsamma. Målet var att dialogen speciellt skulle bidra till att identifiera de konsekvenser som skall bedömas när MKB-programmet utarbetas och senare även vid själva bedömningen. Avsikten var att i den gemensamma diskussionen framlägga experternas vetande och medborgarnas åsikter om projektet och dess beräknade konsekvenser. Målet var också att minska missförstånd och konflikter mellan parterna som beror på bristande information. Därför har även en utomstående expert deltagit i arrangerandet av diskussionsmöten.

För att aktivera deltagandet har vi

- informerat om möjligheterna att påverka
- informerat om projektet och planeringen av MKB-förfarandet och hur det framskrider samt om färdiga utredningar
- upprätthållit diskussionskontakt

mellan kandidatkommunernas invånare och Posiva

- diskuterat öppet om projektet och dess konsekvenser samt om bedömningen av miljökonsekvenserna
- insamlat åsikter om huruvida de utredningar som gäller projektet är tillräckliga och om de använda metoderna är godtagbara

För att uppnå ovannämnda växelverkan har vi använt följande medel:

- MKB-meddelanden som delats ut till varje hushåll på slutförvaringsorterna
- material som finns att få på Posivas lokalbyråer
- möten för allmänheten
- möten i smågrupper
- informations- och diskussionsmöten som arrangerats för fullmäktige i slutförvaringskommunerna och grannkommunerna
- i kommunerna bildade samarbets- och uppföljningsgrupper avsedda för tjänstemän och förtroendevalda
- utställningar som presenterar projektet och MKB-förfarandet där det även varit möjligt att ge respons
- enkät bland kommuninvånarna och temaintervjuer i anslutning till olika utredningar
- diskussionsmöten för regionförvaltningens tjänstemän
- seminarier för centralförvaltningens tjänstemän
- debatt i pressen.

MKB-meddelanden och annat material

Posiva har gjort projektet känt på undersökningsorterna genom att publicera MKB-meddelanden. I meddelandena presenteras projektet och MKB-förfarandet på ett lättfattligt sätt. Texten och layouten har i möjligaste mån gjorts intressant för kommuninvånarna och sådan att den aktiverar till deltagande. I Lovisa-området utdelades materialet även på svenska.

År 1997 publicerades fyra MKB-meddelanden och 1998 två. Meddelandena delades ut till alla hushåll i Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och Äänekoski. Totalupplagan var ca 20 000.

Meddelandena distribuerades även i Lovisas grannkommuner Lappträsk, Liljendal, Pernå och Strömfors eftersom man ansåg att Lovisaområdet bildar en fastare regional helhet än de andra kandidatkommunerna och deras grannar.

År 1998 postades MKB-meddelandet (fig. 7-1) till ägarna av fritidsfastigheter i kandidatkommunerna till adressen på deras stadigvarande hemort.

MKB-meddelandena 1/97 och 2/97 innehöll en responsdel. Posiva har mottagit ca 700 responsblanketter med omkring 400 meningsyttringar om själva projektet eller om MKB-förfarandet. Åsikterna och kommentarerna om bedömningen beaktades när

beslut om utredningar fattades. Den skriftliga responsen har samlats i en arbetsrapport (Pasanen 1998).

Möten för allmänheten samt diskussions- och smågrupper

För att förbättra kommuninvånarnas påverkningsmöjligheter arrangerades ortsvis en mötesserie med dels öppna möten för allmänheten, dels arbetsgrupper för fördjupande diskussion.

Det främsta målet för de allmänna mötena har varit att i MKB-programmet samla frågor som intresserar kommuninvånarna och aktivera befolkningen att delta i diskussionsarbetsgruppernas verksamhet (fig. 7-2).

Under den tid då programmet utarbetades arrangerades två möten för allmänheten i varje kandidatkommun. På mötena gavs invånarna möjlighet att framföra sina åsikter om projektet och ställa frågor om och ta initiativ till innehållet i MKB-programmet.

Till mötena för allmänheten har inbjudan skett

- två gånger via annonser i dagstidningar med den största spridningen på orterna (Länsi-Suomi, Sisä-Suomen lehti, Kuhmolainen, Loviisan Sanomat, Östra Nyland),
- i Euraåminne och Lovisa genom inbjudningsbrev till alla hushåll
- via allmän inbjudan i MKB-meddelande som delades ut till alla hushåll i kommunerna,
- genom ett kallelsebrev till det andra mötet. Brevet utsändes till medlemmarna i kommunfullmäktige, kommunstyrelsen, nämnden med ansvar för miljöfrågor samt samarbets- och uppföljningsgrupperna.

Vid mötena låg tyngdpunkten på att samla in deltagarnas åsikter om projektet och dess konsekvenser med hjälp av olika idé- och grupparbetsmetoder. Utomstående personer fungerade som ordförande och dokumenterare.

I diskussionsarbetsgrupperna behandlade man mera ingående det material som erhållits vid mötena för allmänheten. I synnerhet diskuterades projektets konsekvenser och deras betydelse. Även den fortsatta informationen och växelverkan under bedömningsfasen behandlades. Diskussionsarbetsgrupperna samlades två gånger i varje kandidatkommun hösten 1997.



Fig. 7-2. I anslutning till mötena för allmänheten har även visats en utställning som åskådliggör projektet och MKB-förfarandet.



Fig. 7-1. MKB-meddelanden

När hörande om MKB-programmet arrangerades sammanträdde diskussionsarbetsgrupperna en gång. Till diskussionsarbetsgrupperna inbjöds representanter för föreningar och medborgarorganisationer på kandidaterna. Skriftliga inbjudningar skickades på basis av adressinformation som erhöles från kommunerna. Dessutom annonserades alla sammanträden två gånger i tidningar med stor lokal spridning.

Även föreningar och andra grupper i grannkommunerna hade möjlighet att delta i arbetsgrupperna enligt inbjudan i tidningsannonser eller muntligt framförd inbjudan vid möten för allmänheten.

Till diskussionsarbetsgrupperna inbjöds bl.a.

- medborgargrupper i kandidatkommunerna, t.ex. byalag och boendeföreningar
- de politiska partiernas lokalavdelningar och politiska organisationer
- lokala miljöföreningar och miljöklubbar
- andra lokala föreningar
- kontaktpersoner som utsetts av kommunerna.

Detaljerade beskrivningar av mötena för allmänheten i programskedet, framförda åsikter och initiativ har samlats i en separat arbetsrapport (Leskinen et al. 1997).

Till mötena för allmänheten och diskussionsarbetsgruppernas sammanträden inbjöds även representanter för massmedierna. Om alla möten för allmänheten har artiklar publicerats i de lokala tidningarna samt en artikel i en rikstidning. Dessutom uppmärksammades mötena av lokal- och regionalradiostationerna.

För intresserade smågrupper arrangerades diskussionsmöten på varje forskningssort. Information om möjligheten att delta i diskussionsmöten lämnades bl.a. i MKB-meddelandet. Med svarskupongen kunde medborgarorganisationer och föreningar anmäla sitt intresse för dessa möten. I programfasen 1997 arrangerades dylika möten för sammanlagt 40 grupper och i konsekvensbeskrivningsfasen 1998 för totalt 46 grupper. Vid mötena presenterades först slutförvaringsprojektet och MKB-förfarandet. Sedan diskuterades projektets miljökonsekvenser utgående från konsekvenstyp. Speciellt avsåg man att identifiera projektets konsekvenser med hjälp av gruppens lokalkännedom och sakkunskap.

Utställningar

Intresset för mötena för allmänheten var svagt. Orsaken till det låga deltagandet ansågs vara att mötena var engångsföreteelser och att tidpunkterna inte var bra. Mötena hölls vanligtvis på kvällen. För att bättre nå invånarna beslöt man anordna en ambulerande utställning som betjänar verksamhetsområdenas befolkning. Samtidigt ville man göra det lättare för invånarna att delta i diskussionen.

Hösten 1998 informerades beslutsfattarna och invånarna i slutförvaringskommunerna och grannkommunerna med hjälp av en ambulerande utställningsbuss. Målet var att träffa kommuninvånare i tätorter och byar i deras egen miljö. Bussen åkte runt under en månad och stannade omkring en vecka på varje undersökningsort och i grannkommunerna. Sammanlagt besökte bussen 30 kommuner och 48 olika platser. Kommunerna var: Kuhmo, Ristijärvi, Sotkamo, Valtimo, Lieksa, Hyrynsalmi, Suomussalmi, Nurmes,

Äänekoski, Konnevesi, Laukas, Urais, Saarijärvi, Kannonkoski, Viitasaari, Sumiais, Suolahti, Vesanto, Euraåminne, Raumo, Nakkila, Luvia, Lappnäs, Eura, Kiukais, Lovisa, Lappträsk, Liljendal, Pernå och Strömfors.

Utställningen i bussen presenterade de aktuella orterna och slutförvaringstekniken. Bl.a. ställde man ut en provmodell av slutförvaringskapseln. Även responsen från kommuninvånarna och hur den beaktats (t.ex. utredningen om transportrutter) togs upp. Utställningen var öppen för allmänheten dagligen kl. 9-19. Till kommunernas beslutsfattare sändes separat inbjudan. Sammanlagt ca 1 500 personer besökte utställningen.

Kommunernas deltagande

Utöver de samlarbetsgrupper mellan Posiva och kommunerna som varit verksamma i Euraåminne och Äänekoski bildades motsvarande grupper 1997 även i Lovisa och Kuhmo. Grupperna har behandlat frågor som hänför sig till slutförvaringen, planeringen av den och bedömningen av konsekvenserna. Representanter för kommunerna och Posiva har deltagit i samlarbets- och uppföljningsgruppernas verksamhet. Kommunens MKB-kontaktperson är en av gruppens medlemmar. Grupperna har sammanträtt ungefär varannan månad.

Kommunernas representanter har informerats om hur bedömningen framskrider. I Euraåminne, Kuhmo och Lovisa har man 1997-1999 regelbundet anordnat informationsmöten för fullmäktige, och även grannkommunerna har underrättats om projektet under MKB-förfarandet. Fullmäktige i Äänekoski informerades tillsammans med fullmäktige i Suolahti på grund av den planerade kommunsammanslagningen.

Möten med tjänstemän och experter

När programmet utarbetades informerades regionalförvaltningens centrala myndigheter och förhandlingar med dem fördes. I förhandlingarna deltog, med varierande sammansättning, regionala miljöcentraler, personer som ansvarar för länsstyrelsernas socialförvaltning, närings- och arbetskraftscentraler samt landskapsförbund. Under bedömningen arrangerades seminarier för representanter för centralförvaltningen. Det första allmänna seminariet om MKB-förfarandet anordnades i oktober 1997. I augusti 1998 arrangerades ett seminarium för myndigheterna om transport av kärnavfall. Ett seminarium om sociala konsekvenser anordnades i september för forskare och i november för myndigheter (Kivinen & Turunen 1999).

komster där man kunnat sätta sig in i projektet. Lokaltidningar på undersökningsorterna har publicerat fyrsidiga bilagor tre gånger under åren 1997 och 1998. Tidningsbilagorna har tagit upp aktuella frågor om projektet och orten.

En video om slutförvaringsprojektet gjordes och den kunde beställas avgiftsfritt med en kupong i MKB-meddelandet. Videon kunde även fås vid smågruppsmötena och mötena för samarbets- och uppföljningsgrupperna. Sammanlagt delades ca 3500 videokassetter ut.

Posiva deltog i olika mässor, utställningar och andra publikarrangemang där slutförvaringsprojektet presenterades för allmänheten. För detta ändamål lät Posiva bygga en flyttbar utställningscontainer (fig. 7-3). En av de viktigaste presentationsplatserna var vetenskapscentret Heureka i Vanda. Totalt har 65000 personer besökt containern.

Transportfartyget för kärnavfall, Sigyn, som ägs av det svenska kärnavfallshanteringsbolaget SKB tjänstgjorde somrarna 1996–1998 som flytande kärnavfallsutställning (fig. 7-4).

Fartyget har besökt Finland tre gånger. I Raumo besöktes utställningen av 5000 personer, i Lovisa av 6000 och i Helsingfors av 4000 personer. För besöket i Finland modifierades utställningen på Sigyn så att den motsvarar Posivas basplan.

7.3 MKB-program

Posiva utarbetade sitt MKB-program i växelverkan med många olika kretsar. Programmet innehåller naturligtvis även den projektansvarigas egna synpunkter samt ämnesområden som strålsäkerhets- och kontaktmyndigheten samt andra experter föreslagit. Dessutom beaktades på många sätt de åsikter som framförts av invånare, kandidat- och grannkommuner, av beslutsfattare på landskaps- och riksnivå samt av myndigheter.

MKB-programmet tillställdes kontaktmyndigheten den 6 februari 1998

Den 6 februari 1998 tillställde Posiva kontaktmyndigheten programmet för

Övrig kommunikation

Posiva har även gjort slutförvaringsprojektet känt genom annan kommunikation och genom att leverera informationsmaterial och arrangera samman-



Fig. 7-4. Fartyget Sigyn på besök i Raumo (ovan).

Fig. 7-3. Containern som presenterar Posivas slutförvaringsprojekt på besök i Kuhmo

bedömning av projektets miljökonsekvenser. Kontaktmyndigheten framlade Posivas MKB-program till påseende och kungjorde att MKB-förfarandet inletts. Posiva levererade 100 exemplar av MKB-programmet till varje kandidatkommun och 10 ex. till grannkommunerna. Dessutom levererades program till biblioteken i kandidat- och grannkommunerna för utlåning. I Lovisatrakten utdelades programmet även på svenska. MKB-programmet har även kunnat lånas hos Posivas lokalbyråer. Programmet publicerades även på engelska.

Ett sammandrag av MKB-programmet delades ut till varje hushåll i Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och dess grannkommuner samt i Äänekoski och Suolahti. Dessutom fanns sammandraget på Posivas webbsidor på Internet: <http://www.posiva.fi>.

MKB-meddelande 1/98 som publicerades under hörandefasen innehöll huvuddragen av MKB-programmet. MKB-meddelande 2/98 innehöll huvudpunkterna av kontaktmyndighetens, kommunernas och grannlänternas utlåtanden.

Informationsmöten om MKB-programmets innehåll arrangerades för samarbets- och uppföljningsgrupperna samt kommunfullmäktige. För fullmäktige i grannkommunerna anordnades informationsmöten utgående från kommunernas eget intresse.

På Posivas lokalbyråer fanns en utställning om projektet och MKB-förfarandet under den tid MKB-programmet utarbetades. I oktober 1997 hade undersökningskommunerna även s.k. MKB-infodiskar där man kunde lämna skriftlig respons till Posiva och framlägga MKB-initiativ. Infoställena var i kommunernas ämbetshus utom i Lovisa där det av praktiska skäl förlagts till Posivas lokalbyrå.

Information och hörande om bedömningsprogrammet

HIM tillkännagav på anslagstavlorna i följande kommuner och städer att bedömningsprogrammet är anhängigt: Euraåminne, Eura, Kiukais, Lappnäs, Luvia, Nakkila, Raumo, Kuhmo, Hyrynsalmi, Lieksa, Nurmes, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi, Valtimo, Lovisa, Lappträsk, Liljendal, Pernå, Pyttis, Strömfors, Äänekoski, Kannonkoski, Konnevesi, Laukas, Saarijärvi, Sumiais, Suolahti, Urais, Vesanto, Viitasaari.

Utlåtanden begärdes av ovannämnda kommuner samt dessutom av miljöministeriet, social- och hälsovårdsministeriet, trafikministeriet, försvarsministeriet, Strålsäkerhetscentralen, Finlands miljöcentral, Statens tekniska forskningscentral, Geologiska forskningscentralen, Vägverket, länsstyrelserna i Södra Finlands, Västra Finlands och Uleåborgs län, Ålands landskapsstyrelse, Nylands, Mellersta Finlands, Satakundas och Kajanalands miljöcentraler, Östra Nylands förbund, Mellersta Finlands förbund, Satakuntaliitto och Kajanalands förbund, Vattendomstolarna och Ålands länsstyrelse bereddes möjlighet att avge utlåtande.

I följande tidningar meddelades att programmet är anhängigt: Länsi-Suomi, Satakunnan Kansa, Uusi-Rauma, Kuhmolainen, Kainuun Sanomat, Karjalainen, Loviisan Sanomat, Uusimaa, Östra Nyland, Borgåbladet, Keski-Suomalainen, Sisä-Suomen Lehti, Keski-Suomen Viikko, Hufvustadsbladet, Helsingin Sanomat och Kansan Uutiset.

MKB-programmet fanns till påseende 23.2–23.4.1998 under tjänstetid i kommunkanslierna i kandidatkommunerna och deras grannkommuner. Under hörandetiden kunde medborgarna

både skriftligt och muntligt framföra åsikter om MKB-programmet. För åsikterna fanns det svarsblanketter med kontaktmyndighetens adress och returkanvert med porto betalt.

Euraåminne kommun, Kuhmo stad, Lovisa stad och Äänekoski stad arrangerade i mars 1998 informations- och diskussionsmöten om MKB-programmet. I mötena deltog representanter för den projektansvarige samt för kontaktmyndigheten och Strålsäkerhetscentralen. Vid mötena diskuterades projektet och MKB-förfarandet.

Miljöministeriet skickade till myndigheterna i Sverige, Estland och Ryssland meddelande om att bedömningsprogrammet för projektets miljökonsekvenser är anhängigt. Anmälan baserar sig på det från september 1997 gällande allmänna avtal om bedömning av gränsoverskridande miljökonsekvenser som ingåtts mellan medlemsländerna i FN:s ekonomiska kommission för Europa och på lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Miljöministeriet bad dessa stater meddela om de avser att delta i bedömningen av projektets miljökonsekvenser samt avge sitt utlåtande om bedömningsprogrammet. Av Sverige, Ryssland och Estland begärs även utlåtande om MKB-beskrivningen.

Kontaktmyndighetens utlåtande 24 juni 1998

HIM mottog sammanlagt 56 inbegärda utlåtanden och 120 åsiktsyttringar. På basis av det material som HIM erhållit samt sin egen bedömning avgav HIM 24 juni 1998 sitt utlåtande om programmet. Kontaktmyndighetens utlåtande i sin helhet finns som bilaga till denna beskrivning.

Komplettering av MKB-programmet

Vid utarbetandet av denna MKB-beskrivning beaktade Posiva de justeringskrav kontaktmyndigheten ställt i sitt utlåtande. De viktigaste av dessa är:

- granskning av alternativet att avstå från projektet, dvs. nollalternativet och dess miljökonsekvenser
- noggrannare undersökning av andra geologiska slutförvaringsalternativ än de som hörde till basplanen (djupa hål, hydraulisk bur, dvs. WP Cave)
- utredning av möjligheter att återföra bränslet på markytan i olika slutförvaringsalternativ
- grundlig och lättfattlig behandling av strålningens allmänna hälsokonsekvenser och säkerhetsrisker i anslutning till transporten
- metoder för bedömning av sociala konsekvenser och bedömningens innehåll har behandlats vid ett seminarium för sakkunniga och myndigheter
- rättvisare beaktande av olika befolkningsgrupper (t.ex. sommargäster) i informationen och i växelverkan.

Dessutom har Posiva vid utarbetandet av MKB-beskrivningen beaktat de frågor som kommit fram vid samarbets- och uppföljningsmötena i kommunerna. Dessa frågor skilde sig rätt mycket från varandra i olika kommuner. De flesta av dessa behandlas i kapitlet om sociala konsekvenser.

I MKB-programfasen inledde Posivas ägarbolag TVO och Fortum bedömningen av miljökonsekvenserna för en utvidgning av de nuvarande kärnkraftverken. Bolagen utarbetade 1998 MKB-program för byggandet av var sin ny kraftverksenhet, TVO i Olkiluoto i Euraåminne och IVO på Hästholmen i Lovisa.

Om en eller flera nya kärnkraftverksenheter byggs i Finland är det uppenbart att det kärnavfall som uppstår vid

dem slutförvaras i Finland och att det använda kärnbränslet behandlas och slutdeponeras i samma slutförvaringsanläggning som avfallet från de nuvarande kärnkraftverksenheterna. Detta skulle innebära att de underjordiska utrymmena i den nu planerade slutförvaringsanläggningen görs större än vad som tidigare avsetts.

Kontaktmyndigheten konstaterade i sitt utlåtande att omfattningen av Posivas projekt bör preciseras i relation till den mängd kärnavfall som slutdeponeras. Myndigheten ansåg dock att det inte föreligger några hinder för att man i Posivas MKB-beskrivning granskar större bränslemängder än vad de nuvarande fyra kraftverksenheterna producerar. I denna beskrivning utvärderas vilken effekt större bränslemängder än de nuvarande har på projektets livscykel och miljökonsekvenser.

7.4 De som utfört bedömningen samt material

Posiva ansvarar för bedömningen av miljökonsekvenserna. Posiva har haft hand om utförandet av för MKB-förfarandet nödvändiga utredningar och utarbetat MKB-programmet och -beskrivningen samt svarat för systemet för deltagande.

Både när programmet utarbetades och i bedömningsfasen anlätades mycket experthjälp för olika utredningar och undersökningar. Nedan ses en förteckning över de organisationer som deltagit i bedömningen. Bakgrundsmaterialet har publicerats i Posivas rapporter som delats ut till kandidatkommunerna och även till många andra kretsar. En förteckning över de centrala experterna och rapporterna har fogats till denna beskrivning.

- ANSERI-Konsultit Oy
- Corporate Image Oy
- Diskurssi Oy
- Eurajoen Yrittäjät ry
- Fintact Oy
- Fortum Engineering Oy
- Galson Sciences Ltd
- Geologiska forskningscentralen
- Golder Associates Inc.
- Hantverks- och fabriksföreningen i Lovisa rf.
- Helsingfors universitet/Institutionen för radiokemi
- Helsingfors universitet/Socialpsykologiska institutionen
- IVO/Miljövårdsenhet
- Insinööritoimisto Saario & Riekkola Oy
- Kaupunkitutkimus Seppo Laakso tmi
- Kuhmon Yrittäjät ry
- Kuluttajatuutkimuskeskus
- Libenter Oy
- Lovisa företagarkvinnor rf.
- LT-Konsultit Oy
- Maakanta Oy
- PRG-Tec Oy
- Statens tekniska forskningscentral (VTT)/Energi
- Statens tekniska forskningscentral (VTT)/Kemiteknik
- Statens tekniska forskningscentral (VTT)/Samhällsbyggnad och infrastruktur
- Strålsäkerhetscentralen/Laboratoriet för naturlig strålning
- Suunnittelukeskus Oy
- Taloustutkimus Oy
- Tekniska högskolan/Centrum för urbana och regionala studier
- Tielaitys
- Ympäristötutkimus Oy Metsätähti
- Yritystaito Oy
- Åbo universitet/Institutionen för sociologi
- Äänekosken Yrittäjät

Förteckning över de viktigaste forskningsinstitut och konsulter som deltagit i bedömningen av miljökonsekvenser av slutförvaringsanläggningen för använt kärnbränsle.

FÖR MKB-BESKRIVNINGEN GJORDA UTREDNINGAR

POSIVA-rapporter

96-06 Geochemical modelling study on the age and evolution of the groundwater at the Romuvaara site

98-07 Geochemical modelling of groundwater evolution and solute residence time at the Kivetty site

98-10 Geochemical modelling of groundwater evolution and solute residence time at the Olkiluoto site

98-15 Normal evolution of a spent fuel repository at the candidate sites in Finland

98-16 Sociala effekter av slutförvaringen av använt kärnbränsle sett ur kommuninvånarnas perspektiv. Intervjuundersökning. (Publicerad på finska)

98-17 Eventuella effekter av en slutförvaringsanläggning för kärnavfall på konsumenternas val och på efterfrågan på produkter från slutförvaringsorten. (Publicerad på finska)

99-07 Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara TILA-99

99-11 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Romuvaara site report

99-09 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Kivetty site report

99-10 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Olkiluoto site report

99-08 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Hästholmen site report

99-02 An overview of a possible approach to calculate rock movements due to earthquakes at Finnish nuclear waste repository sites

99-12 Site scale groundwater flow in Hästholmen

99-03 Site scale groundwater flow in Olkiluoto

99-13 Regional-to-site scale ground-water flow in Kivetty

99-14 Regional-to-site scale ground-water flow in Romuvaara

99-15 Site-to-canister scale flow and transport at the Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara sites

99-06 Slutförvaring av kärnavfall som samhällelig tvistefråga. (Publicerad på finska)

99-05 Regionalekonomiska konsekvenser av en slutförvaringsanläggning för använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

99-4 Psykosociala konsekvenser av slutförvaring av använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

99-17 Bedömning av hälsorisker vid transporter av använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

99-16 Bedömning av de stråldoser som orsakas av slutförvarets normaldrift, driftstörningar och olyckssituationer. (Publicerad på finska)

Arbetsrapporter

96-24 Naturinventering 1996 i Kivetty i Äänekoski. (Publicerad på finska)

97-12 Områdesbeskrivning över Kuhmo. (Publicerad på finska)

97-13 Områdesbeskrivning över Äänekoski. (Publicerad på finska)

97-14 Områdesbeskrivning över Euraåminne. (Publicerad på finska)

97-15 Områdesbeskrivning över Lovisa

97-44 Kartläggning av fågelbeståndet i Olkiluoto i Euraåminne, Romuvaara i Kuhmo, på Hästholmen i Lovisa och i Kivetty i Äänekoski 1997.

97-48 Utredning av prisutvecklingen för fastigheter i Lovisaområdet.

97-55 Anmälningar, planer, tillstånd och därmed jämförbara beslut som behövs för slutförvaring av använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

97-64 Naturinventering av Hästholmen i Lovisa 1997.

97-65 Naturinventering av Romuvaara i Kuhmo 1997. (Publicerad på finska)

97-66 Naturinventering av Olkiluoto i Euraåminne 1997. (Publicerad på finska)

97-67 Växelverkan vid miljökonsekvensbedömningen av slutförvaringen av använt kärnbränsle - Möten för allmänheten då bedömningsprogrammet utarbetades.

98-01 Turisters inställning till slutförvaring av använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

98-40 Användning och krossning av sprängsten. (Publicerad på finska)

98-41 Användning, lagring och transport av sprängmateriel vid sprängning av slutförvaringsutrymmen för använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

98-44 Summary of recent observations from Hästholmen hydrogeochemical studies

98-47 Sprängnings-, förstärknings- och tättningsarbeten i byggnadsskedet. (Publicerad på finska)

98-48 Olika alternativ för transporten av använt kärnbränsle till de eventuella slutförvaringsplatserna. (Publicerad på finska)

98-50 Basutredning av företagen i Kuhmo. (Publicerad på finska)

98-62 Stråldoser som orsakas av naturens radongas som frigörs i miljön till följd av byggandet av slutförvaret. (Publicerad på finska)

98-63 Radioaktiva ämnen och joniserande strålning i miljön på de alternativa slutförvaringsplatserna för radioaktivt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

98-64 Respons av kommuninvånarna vid bedömningen av miljökonsekvenserna av slutförvaring av använt kärnbränsle: Skriftlig respons, smågrupper, tidningsartiklar och insändare. (Publicerad på finska)

98-73 Bergsutrymmenas inverkan på grundvattennivån och vegetationen. (Publicerad på finska)

98-74 Miljökonsekvenser av slutförvaringsanläggningen. (Publicerad på finska)

98-75 Generalplan för slutförvaringsanläggningens vattenförsörjning i Romuvaara och Kivetty forskningsområden. (Publicerad på finska)

98-78 Basutredning av företagen i Euraåminne. (Publicerad på finska)

98-79 Utredning av prisutvecklingen och marknaden för fastigheter i områdena Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och Äänekoski. (Publicerad på finska)

98-80 Utredning av prisutvecklingen för fastigheter i Euraåminneområdet. (Publicerad på finska)

99-10 Basutredning av företagen i Äänekoski. (Publicerad på finska)

99-13 Expertseminarier om bedömning av miljökonsekvenser av slutförvaring av använt kärnavfall. (Publicerad på finska)

99-14 Basutredning av företagen i Lovisa. (Publicerad på finska)

99-17 Bestämning av slutförvaringsanläggningens normaldrift, driftstörningar och olyckssituationer för utsläpps- och dosberäkning. (Publicerad på finska)

99-18 Kemisk giftighet vid slutförvaring av använt kärnavfall. (Publicerad på finska)

99-23 Undersökning av kommunimage 1998. (Publicerad på finska)

99-24 Effekterna på den kommunala ekonomin av en slutförvaringsanläggning för kärnavfall 2003–2030 i Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och Äänekoski. (Publicerad på finska)

99-21 Möjligheter att återta slutförvaringskaplar för använt kärnbränsle. (Publicerad på finska)

8 MILJÖKONSEKVENSER AV BASLÖSNINGEN

8.1 Granskningens struktur

Bedömningen av baslösningens miljökonsekvenser uppläggs i detta kapitel enligt konsekvensklass på det sätt som framlagts i MKB-programmet. Konsekvenserna har utvärderats för alla fyra alternativa deponeringsplatser. Granskningen omfattar projektets hela livscykel från forskningsskedet efter principbeslutet till tiden efter stängningen. I samband med varje konsekvenstyp bedöms även verkningsområdets fördelning för varje platsalternativ.

I bedömningen granskas konsekvenser som lösningen kan antas medföra samt konsekvenser av eventuella miljöolyckor. Till de miljökonsekvenser som verksamheten kan antas medföra hör bl.a. att grundvattenytan sjunker och arbetstillfällen uppstår samt driftstörningar i anläggningen och trafikolyckor. De miljöolyckor som granskas är oljeläckage samt strålnings- och sprängämnesolyckor.

Centralt material, metoder och till dem anslutna hypoteser beskrivs i samband med varje konsekvenstyp. Om bedömningen är förknippad med betydande osäkerheter har dessas betydelse granskats separat. I anslutning till bedömningarna har man även behandlat möjligheterna att under den fortsatta planeringen inverka på miljökonsekvenserna, speciellt att förhindra och mildra skadorna.

Anläggningens exakta läge på slutförvaringsplatsen bestäms efter senare underjordiska undersökningar. På alla alternativa orter har man dock, på basis av redan utförda undersökningar, avgränsat ett tänkbart byggnadsområde inom vilket verksamheten ovan jord förläggs. I bedömningarna har man beaktat att verksamheten kan förläggas vart som helst i det tänkbara bygg-

nadsområdet. För att åskådliggöra vissa påverkningar, bl.a. landskapsförändringar, har man använt placeringsexempel.

Detaljerade bedömningar av miljökonsekvenserna har gjorts för de bränslemängder som uppstår i nuvarande kraftverk under 40 och 60 driftår. Effekterna av en ökning av mängden använt kärnavfall har alltid beaktats när de beräknats orsaka förändringar jämfört med redan framlagda fall. Likaså har man anfört konsekvenserna av vissa alternativa sätt att genomföra baslösningen, såsom inverkan av att bergsutrymmena utsprängs på en gång och att en ramp används.

8.2 Konsekvenser för naturen och för utnyttjandet av naturresurser

8.2.1 Nuläget i forskningsområdena

Olkiluoto

Den huvudsakliga bergarten i berggrunden i Olkiluoto är en blandsten som består av migmatit, glimmergnejs och granit. Kusten och öarna karakteriseras av strandängar och steniga ängsstränder, vidsträckta klibbalskogar och vassområden. I de inre delarna av Olki-

luoto finns huvudsakligen skogar av lundtyp och bergsskogar samt små frodiga kärrområden. Vid inventeringen (Siitonen & Ranta 1997a) påträffades inga växtarter som är utrotningshotade i Finland. Lokalt betydande arter förekom främst på strandängarna och i ödemarkerna med klibbal. I de gamla skogarna i området påträffades tre beaktansvärda arter av tickor, dvs. hjortronticka, rostticka och granticka.

I området avgränsades 14 lokalt värdefulla naturobjekt och två mer vidsträckta betydande naturområden. Typiska mindre områden var strandängar med många arter, klibbalskogar, fågelskär, ödemarker med klibbal och områden med gammal skog. Av dessa är den

gamla skogen i Liiklankari ett naturskyddsområde som hör till EU:s naturområdesnätverk Natura 2000 (proposition 20.8.1998). Ön Olkiluoto gränsar i väster till Raumo skärgård som också hör till Natura 2000. De lokalt värdefulla områdena finns främst nära kusten.

Landfågelfaunan är riklig. Områdets sjöfågelbestånd är rikt och antalet häckande fågelarter är större än i de andra forskningsområdena. Av artbeståndet i Euraåminne är svärtan och berganden sällsynta i Finland och på tillbakagång. Det mest värdefulla området vad fågelfaunan beträffar är Olkiluotos norra strand. I den omedelbara närheten av kraftverksområdet finns det minst arter men den mänskliga



Karta 8-1. Eventuellt byggnadsområde i Olkiluoto för verksamheten ovan jord, exempel på placeringen och naturområdena.



Karta 8-2. Eventuellt byggnadsområde på Hästholmen för verksamheten ovan jord, exempel på placeringen och naturområdena.

verksamhetens inverkan på fågelbeståndet sträcker sig över hela området (Yrjölä 1997).

Hästholmen

Hästholmen med omgivning hör till sydöstra Finlands rapakivgranitmassiv. På fastlandet dominerar mycket steniga moartade skogar där lummiga klibbalskogor och små kärr förekommer i fuktiga dälдер. I området finns även korta åsar med speciell flora och landskapsform, frodiga havsvikar med vass samt gammal kulturmiljö. Under de senaste åren har vidsträckt skogsområden avverkats och stränderna har tät fritidsbebyggelse. Den största holmen är kraftverksön Hästholmen.

Vid inventeringen av området (Siitonen et al. 1997) påträffades inga växtarter som är utrotningshotade i Finland. I östra Nyland sällsynta eller svårväxta arter påträffades dock rätt rikligt. Speciellt floran på strandängar, sandstränder och lundkärr samt i färskas lundar var ställvis betydande. Av naturområdena var lundkärrarna och de gamla skogarna värdefulla. I området finns sedan gammalt två små naturskyddsområden på privat mark samt områdesavgränsning av åsarna och uddarna Källaudden-Virstholmen enligt Natura 2000-programmet (proposition 20.8.1998).

Landfågelbeståndet är tämligen rikt. Områden med värdefullt sjöfågelbestånd är strandområdena på uddens östra sida och ett träsk. Fågelbeståndet i kraftverkets närmaste omgivning är anspråkslöst på grund av mänsklig verksamhet (Yrjölä 1997).

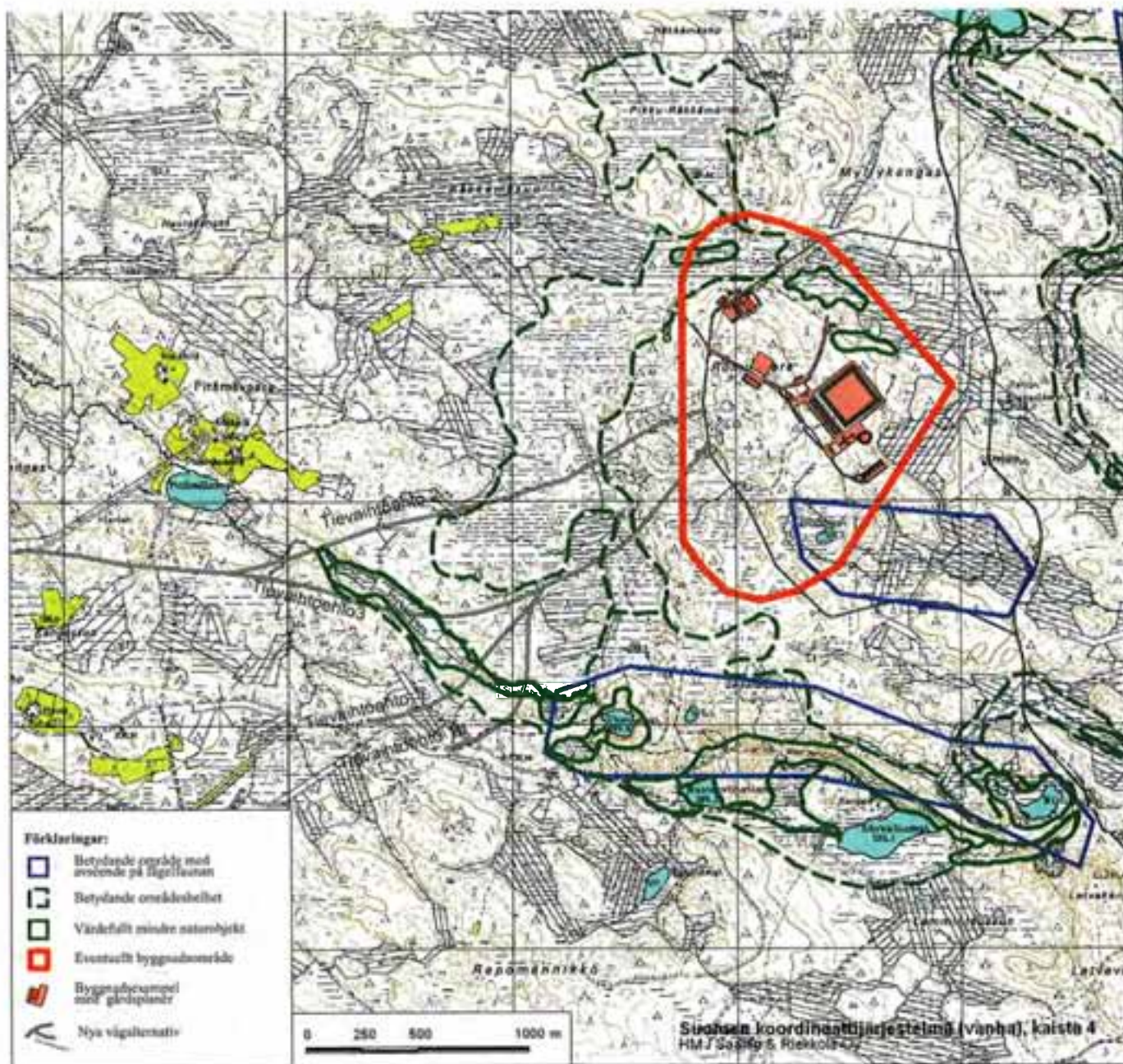
Romuvaara

Berggrunden i Romuvaara består av migmatisk gnejs som skärs av både migmatit- och granodioritådror. Terrängen i Romuvaara är skogs- och kärnnatur som är typisk för östra Kajaland. Med undantag av nätet av skogsvägar finns det mycket litet kulturmiljöer.

Vid inventeringen av området (Siitonen & Ranta 1997b) påträffades inga växtarter som är utrotningshotade i Finland. Två av de påträffade arterna är hotade i Kajaland: ängsnyckel och smaldunört. Dessutom fanns en rad sällsynta, krävande eller annars beaktansvärda växt- och svamparter. Artrikedomen var betydande speciellt på frodiga våtmarker. I området avgränsades flera

värdefulla små områden, rikkärr och våtmarker vid bäckar. Det viktigaste naturområdet är våtmarks- och skogsterrängen vid Särkkä åsformation.

I området finns rikligt med hönsfågel och arter som behöver gammal skog. I forskningsområdet är fågelfaunan fåtalig (Yrjölä 1997).



Karta 8-3. Eventuellt byggnadsområde i Romuvaara för verksamheten ovan jord, vägalternativ, exempel på placeringen och naturområdena.

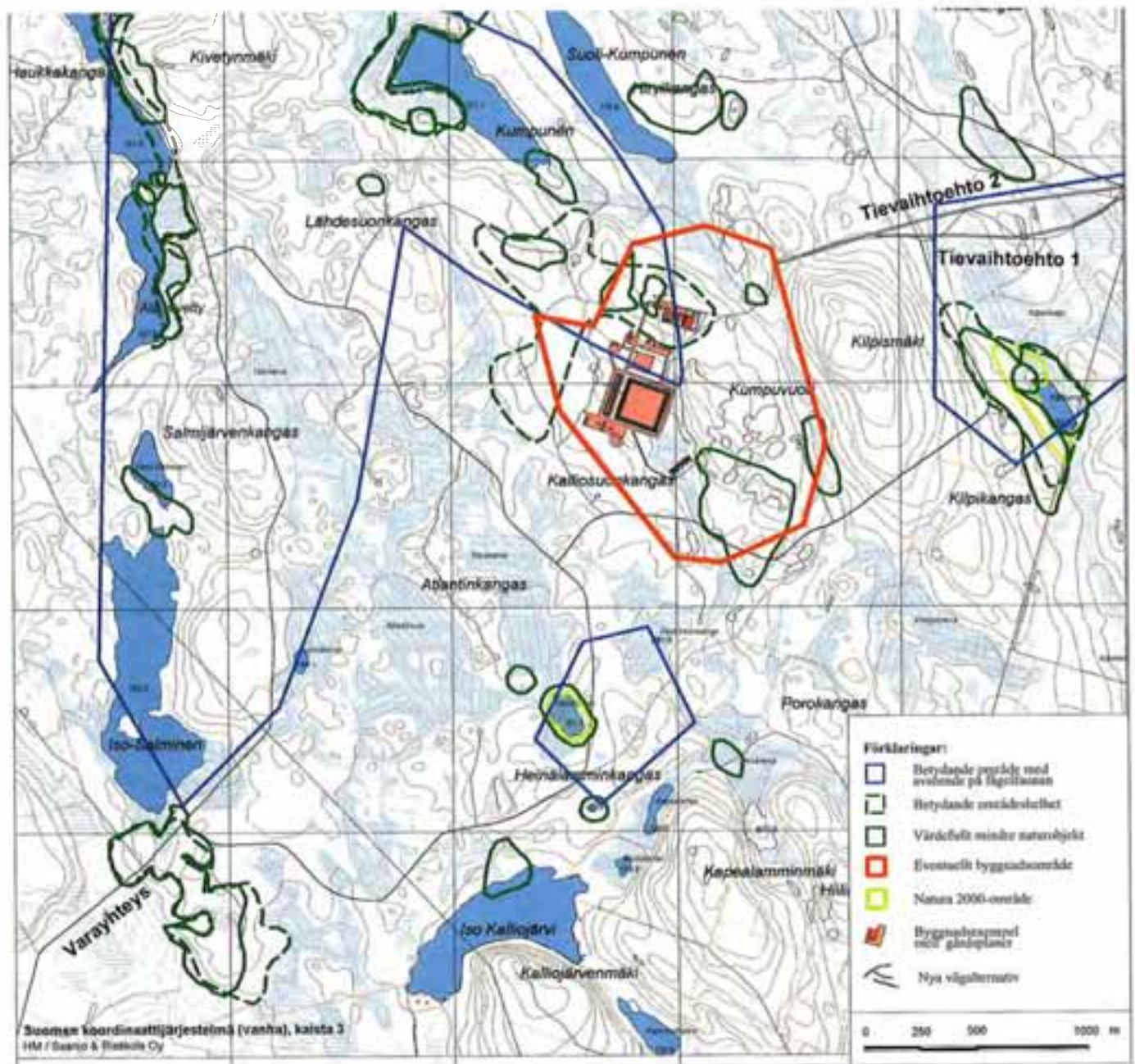
Kivetty

De dominerande bergarterna i bergsgrunden i Kivetty är granit och porfyrisk granodiorit. Området är skogsnatur som är typisk för mellersta Finland. Vid sidan av ekonomiskogar karakteriseras området av talrika små sjöar och träsk samt av huvudsakligen utdikade kärr. Vid naturinventeringen

av området (Siitonen 1996) påträffades inga växtarter som är utrotningshotade i Finland. Man påträffade fyra kärlväxtarter och en lavart som bör hållas under uppsikt i det tidigare Mellersta Finlands län. I området avgränsades talrika lokalt värdefulla nyckelbiotoper och andra naturobjekt. Typiska lokalt värdefulla små naturområden är fläckar av gammal skog, frodiga skogsdungar,

kärr i naturtillstånd och små vattendrag. Av dessa hör Kilpilampi och Heinälampi till EU:s Natura 2000-nätverk (proposition 20.8.1998).

I Kivetty finns rikligt med hönsfåglar och arter som lever i gammal skog. Bland sjöfåglarna i Kivetty finns värdefulla arter och sådana som är på tillbakagång såsom storlom och smålom (Yrjölä 1997).



Karta 8-4. Eventuellt byggnadsområde i Kivetty för verksamheten ovan jord, välgalternativ, exempel på placeringen och naturområdena.

8.2.2 Konsekvenser för luften

Bergsbrytning, krossning, verksamhet vid upplag

I forskningsskedet sprängs berg på markytan under c. en månad och i byggnadsskedet under 6–10 månader. Denna ytsprängning utförs när byggnader, vägar och gårdsplan byggs. Krossning utförs i byggnadsskedet under sammanlagt 2–4 månader i 2–4 perioder. I drift- och stängningsskedet krossas sprängsten cirka en månad vartannat år. Bergsbrytning och krossning ske inte nattetid.

Explosionsljudet från sprängningarna på markytan kan höras på ungefär en kilometer, på havet upp till två kilometers avstånd, beroende på vindförhållandena (LT-Konsultit Oy 1998). Dammutsläpp från ytsprängningar kan observeras några hundra meter i vindriktningen. Med beaktande av sprängningarnas varaktighet och tidpunkt samt verkningsområdets storlek uppstår inga betydande miljökonsekvenser.

Man har beräknat hur ljudet av underjordiska sprängningar hörs med ledning av gruvor på motsvarande djup. I gruvor används större mängder explosiva ämnen i ett öppnare utrymme varvid ljudkällan är kraftigare. Det ljud som uppkommer när slutförvaret utsprängs hörs inte utanför anläggningsområdet (Tolppanen & Kokko 1998). Damm från underjordiska sprängningar inverkar inte på markytan.

Bullret från krossverket har beräknats enligt Vägverkets instruktioner. Enligt bullerbekämpningslagen är riktvärdet i ett bostadsområde utomhus på dagen 55 dB(A). I mätningresultatet för stötaktigt buller görs en korrigering på 5 dB(A). Vägverket (1993) fastställer skyddsavstånden för krossverk enligt 50 dB(A). Bullernivån vid ett vanlig

samtal är 60 dB(A) och i ett tyst bostadsområde på natten är den 40 dB(A) (Nylands miljöcentral 1997). Ca 100 meter från krossverket börjar skogen. Ljudnivån 50 dB(A) underskrids på mindre än 500 meters avstånd och 40 dB(A) på under 1200 meters avstånd. Vid beräkningen av dessa avstånd har inte konstruktionernas eller terrängformationernas dämpande effekt beaktats (Vägverket 1993).

Upplagen av sprängsten beräknas bli 10 meter höga. Om sprängstenen placeras på 50 meters avstånd från krossverket underskrids 50 dB(A) redan på mindre än 200 meters och 40 dB(A) på drygt 500 meters avstånd (Vägverket 1993). Om man vid sidan av sprängstenen beaktar skogens och terrängformationernas samverkan underskrids 40 dB(A) sannolikt på 500 meters avstånd från krossverket. I Lovisa och Euraåminne är största möjliga avstånd från krossverket till strand eller fritidshus ca 500 meter. I Äänekoski kan krossverket placeras så att avståndet till närmaste fritidshus blir minst 750 m och i Kuhmo blir avståndet 1 400 m (LT-Konsultit Oy 1998).

Dammeffekten av ett flyttbart krossverk har utvärderats med hjälp av statsrådets bestämmelser om riktvärden och Vägverkets föreskrifter. Krossningen utförs under den varma årstiden och dammbildningen begränsas genom vätning. På vintern skyddas dammkällorna med presenningar eller kåpor. Skyddsavståndet är 300 m. Om dammbildningen begränsas först vid behov är skyddsavståndet 500 m. Växtlighetens skyddande verkan har inte beaktats i skyddsavstånden (LT-Konsultit Oy 1998, Tolppanen 1998).

Det i upplag lagrade fyllstenmaterialet måste antagligen skyddas med presenningar mot fallande löv och barr. Presenningen hindrar samtidigt dammut-

släpp från högarna (Tolppanen 1998). Sprängstenshögarna blir större om bränslemängden ökar, om bergsutrymmena sprängs på en gång och om en ramp byggs. Om drifttiden vid de nuvarande kraftverken förlängs från 40 till 60 år blir sprängstensupplaget ca 50 % större. Miljökonsekvenserna av krossning och uppläggning av sprängsten är inte betydande på grund av att verksamheten tar kort tid och verkningsområdet är litet.

På basis av Strålsäkerhetscentralens mätningar och Posivas borrhingsresultat har man kalkylerat hur mängden naturlig radongas i miljön ökar på grund av sprängningen av bergsutrymmen (Vesterbacka & Arvela 1998). Spridningen bedömdes med hjälp av en gaussisk spridningsmodell av en punktläk källa varvid man erhöll större halter än i verkligheten. Även dessa halter blir i närheten av utrymmena så låga att det är nästan omöjligt att separera dem från radonhalterna i luften utanför. Således uppstår inga betydande miljökonsekvenser.

Byggnader

I Olkiluoto och på Hästholmen behövs en särskild värmecentral senast när kraftverken stängs. I Kuhmo och Äänekoski skulle värmecentralen uppföras samtidigt som det övriga anläggningsområdet byggs. Konsekvenserna av värmecentralen bedöms med utbredningsmodeller för flera avstånd och olika väderklasser. Dessutom har man beräknat halter och utsläpp av flera föroreningar. Resultaten har jämförts med gränsvärden och bakgrundshalter (LT-Konsultit Oy 1998).

Värmecentralens bränsleeffekt är 9 megawatt och den använder ett par tankbilar lätt brännolja per månad. Utgångsfakta valdes så att de beräkna-

de halterna och utsläppen är överskattningar. I proportion till bränsleförbrukningen motsvarar utsläppen oljeuppvärmning av småhus. Halterna kommer inte ens i de sämsta väderförhållanden nära riktvärdena (LT-Konsultit Oy 1998). Därför orsakar värmecentralen inte några betydande miljökonsekvenser.

Bullernivån har senast mätts i Olkiluoto 1996 och på Hästholmen 1998. Enligt mätningarna varierar bullernivåerna i kraftverksområdet mellan 46 och 57 dB(A) och understiger riktvärdena utanför detta område (t.ex. på Atomvägen i Lovisa var den genomsnittliga bakgrundsbullernivån 43 dB(A)). I Kivetty och Romuvaara utgörs bakgrundsbullret av sporadiska ljud från mänsklig verksamhet och ljud från naturen. Mätningarna har visat att buller från naturen kan variera mellan 20 och 40 dB(A). Bullret från slutförvarsanläggningens byggnader har bedömts med hjälp av litteratur och bullermätningar. Speciellt värmecentralens rökgasfläkt och tunnelsystemets ventilation ger upphov till ljud. Om bränslemängden ökar, bergsutrymmena utspärras på en gång och en körramp byggs ökar behovet av ventilation. I anläggningsområdet är bullernivån 35–55 dB(A) beroende på situationen (LT-Konsultit Oy 1998). Detta understiger riktvärdet och orsakar inga miljökonsekvenser ens i anläggningsområdet.

Trafik

Trafikmängderna i projektets olika skeden har jämförts med Vägverkets trafikprognoser (LT-Konsultit Oy 1998). I Lovisa transporteras sprängsten troligen en kort sträcka på allmän väg (Atomvägen) till det nuvarande upplaget, men på de andra orterna kommer denna trafik att ske innanför anläggningsområdet. Den främst av arbetsresor bestående lätta personbils-

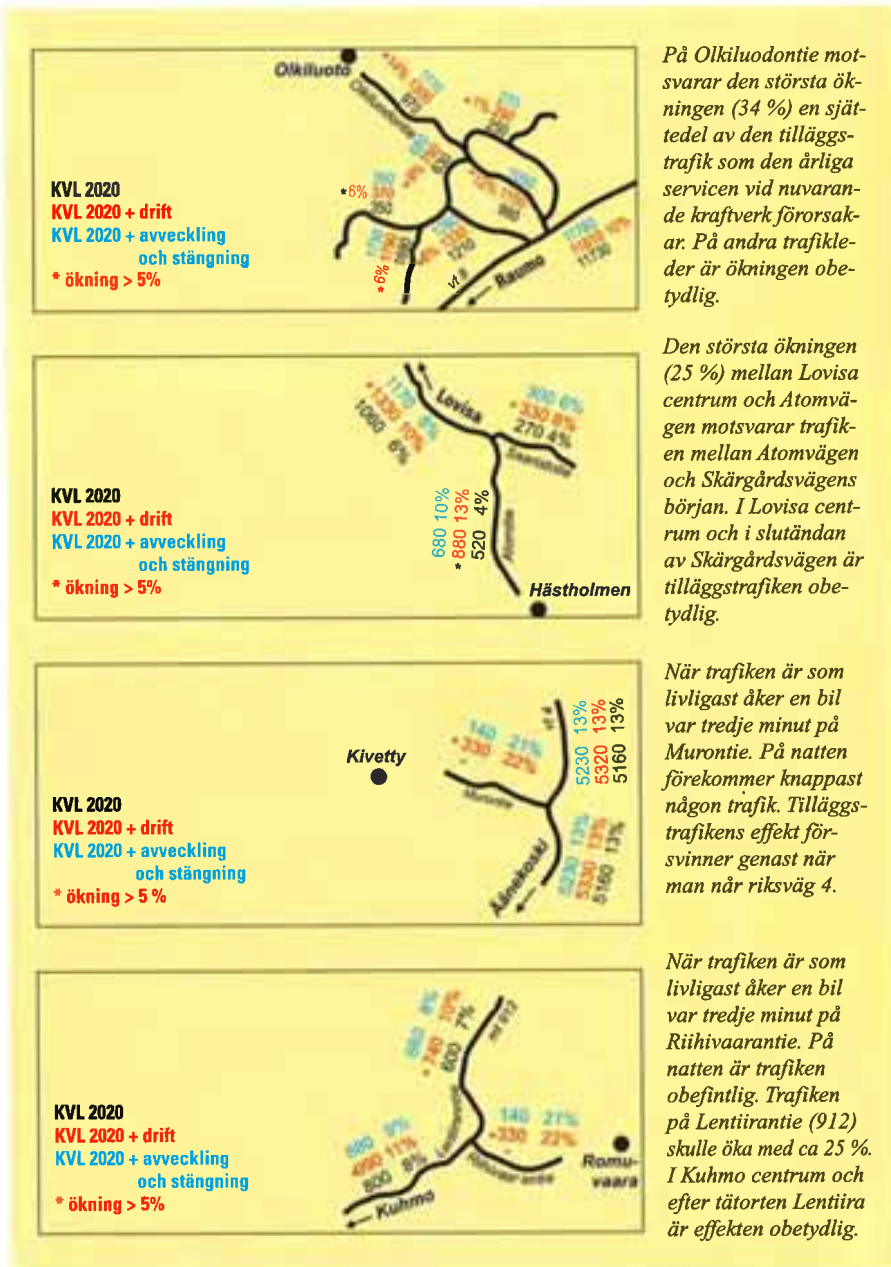


Fig. 8-1. Ökning i trafikmängderna. Den tunga trafikens andel anges i procent.

trafikens andel av trafiken är ca 70 % i Lovisa och ca 80 % på de andra orterna. Trafikmängden har överskattats så att man antagit att alla anställda åker i egen bil. Den tunga trafiken omfattar bl.a. service- och besöks trafik samt transport av byggnadsmaterial, utrustning, sprängsten, bentonit, bränsle och kapslar. Man har antagit att den ökade trafiken fördelar sig mot huvudvägnätet i proportion till nuvarande trafikmängder.

Som störst (driftskedet) är den genomsnittliga trafik per dygn som anläggningen ger upphov till i Lovisa ca 360 fordon på Atomvägen och ca 330 på Skärgårdsvägen. Motsvarande effekt (330 fordon/dygn) uppstår på Olkiluodontie i Euraåminne, på Murontie i Äänekoski och på Riihivaarantie i Kuhmo (fig. 8-1). Om projektet genomförs beläggas de grusbelagda vägarna Murontie och Riihivaarantie med asfalt varvid dammbildningen förhindras.

Utsläpp av åtta olika luftföroreningar har beräknats på basis av VTT:s emissionsfaktorer och Vägverkets fordonsfördelningar (LT-Konsultit Oy 1998). Utsläpp av trafiken i projektets olika skeden jämfördes med prognoserna enligt VTT:s beräkningssystem. Härvid konstaterades en högst några få procents ökning i totalutsläppen från ortens vägtrafik. Detta har inte någon betydelse med tanke på luftkvaliteten.

Halterna av kvävedioxid granskades i två ytterlighetsfall (LT-Konsultit Oy 1998). Halterna beräknades med hjälp av en modell som utvecklats av Vägverket och miljöministeriet. Värdena jämfördes med statsrådets timriktvärden. Projektets konsekvenser för

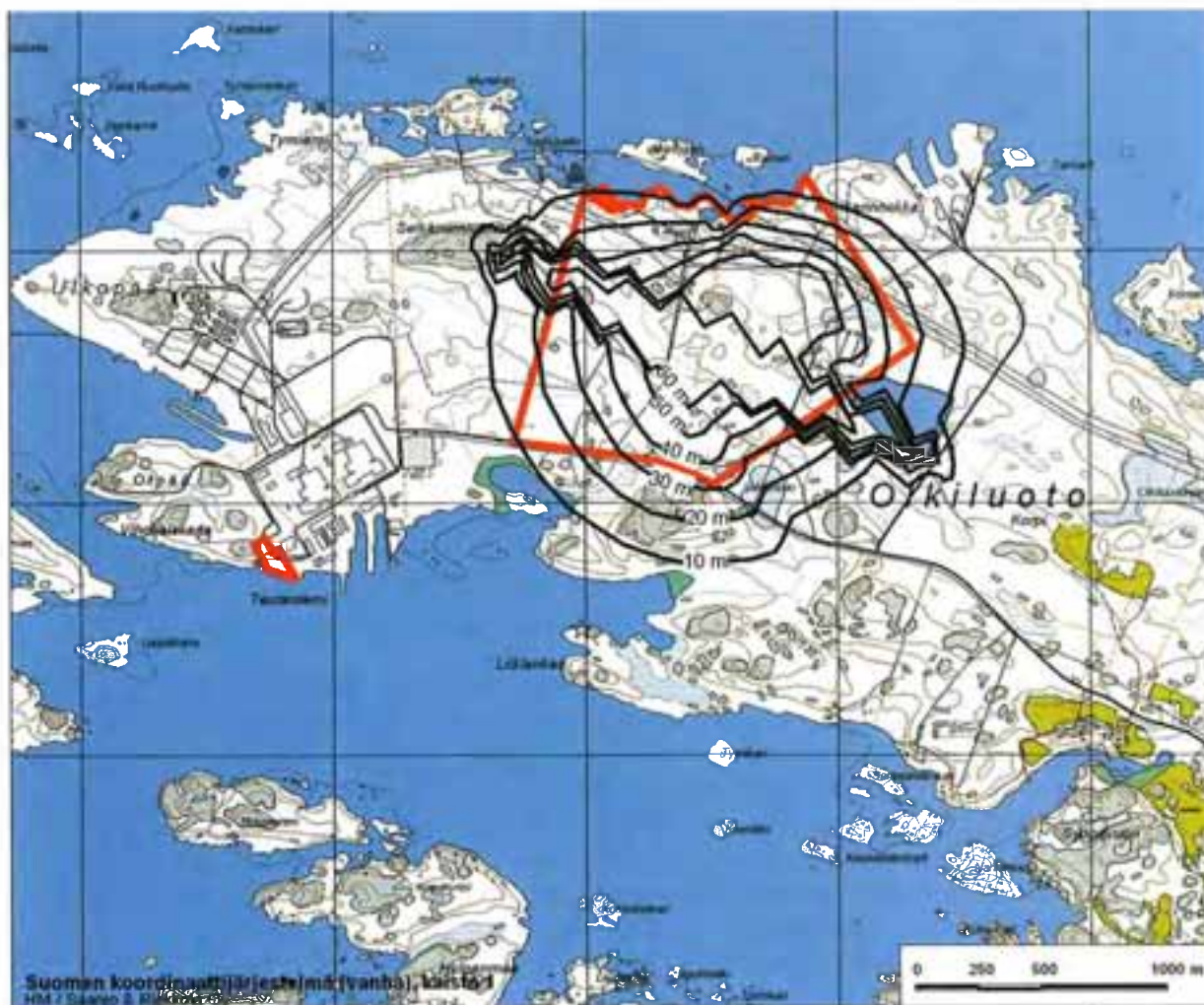
vägarnas närmaste omgivning konstaterades vara mycket obetydliga. Halterna understeg tydligt riktvärdena.

Bullerkalkyler för trafiken gjordes med ett dataprogram som utvecklats av miljöministeriet. I beräkningarna antas hastigheten vara 80 km/h, och byggnadernas dämpande effekt har inte beaktats (LT-Konsultit Oy 1998).

När den är som störst växer bullerzonen vid Olkiluodontie och Atomvägen i Lovisa med ca 10 meter (från 40 meter till 50 meter). Bullerzonerna vid Murontie i Äänekoski och Riihivaarantie i Kuhmo växer som mest till 20 meter (från 10 meter till 30 meter).

I byggnads- och driftskedet orsakar trafiken betydelselösa bullereffekter på ovannämnda vägar. På andra vägar (t.ex. på riksväg 4 och 8, i Lovisa centrum eller på Lentiirantie) är effekten obetydlig. Detsamma gäller projektets forsknings- och stängningsskede. Eftersom bullerzonen blir endast obetydligt bredare och trafiken är livligast på dagen uppstår inga betydande miljökonsekvenser.

I Kuhmo går eventuella nya vägar på 600 meters avstånd från husen i Pitämävaara. För invånarna i Pitämävaara är det ingen väsentlig skillnad mellan alternativen eftersom riktvärdet för buller underskrids ca 30 meter från vägen även när trafiken är som livligast. Om bergsutrymmena utsprängs på en



Karta 8-5. Beräknad sänkning av grundvattennivån i meter i Olkiluoto enligt placeringsexemplet. Nära området finns inga grundvattenpåverkade naturområden. Det eventuella byggnadsområdet har markerats med rött.

gång och en ramp byggs ökar trafiken något i byggnadsskedet i ändan av Atomvägen i Lovisa i det fall att sprängstenen transporteras ända till det nuvarande krosslagret. Tilläggstrafiken är även under dessa förhållanden betydelselös med tanke på den lokala luftkvaliteten (LT-Konsultit Oy 1998).

8.2.3 Konsekvenser för vatten

Öppna schakt

In i öppna bergsutrymmen rinner grundvatten som pumpas upp på markytan. Detta sänker grundvattennivån omkring bergsutrymmena. Man har beräknat

sänkningen genom att jämföra nuläget med analytiska beräkningar och erfarenheter från andra bergsutrymmen (Ahokas & Sallasmaa 1998). Kalkylerna har gjorts för olika faser och olika slags krosszoner. Utgångsvärdena för kalkylerna har valts så att resultaten blir överdrivna. Med hjälp av uppföljningsmätningar sedan 1980-talet har man fått en god bild av grundvattennivån och dess naturliga variation på undersökningsplatserna.

Gruvor har medfört att enstaka brunnar på 0,5–2 km avstånd från gruvan torkat ut. Uttorkningen har skett i en viss riktning vid krosszonen. Effekten har varit så lokal att av två bredvid varandra liggande brunnar kanske endast den

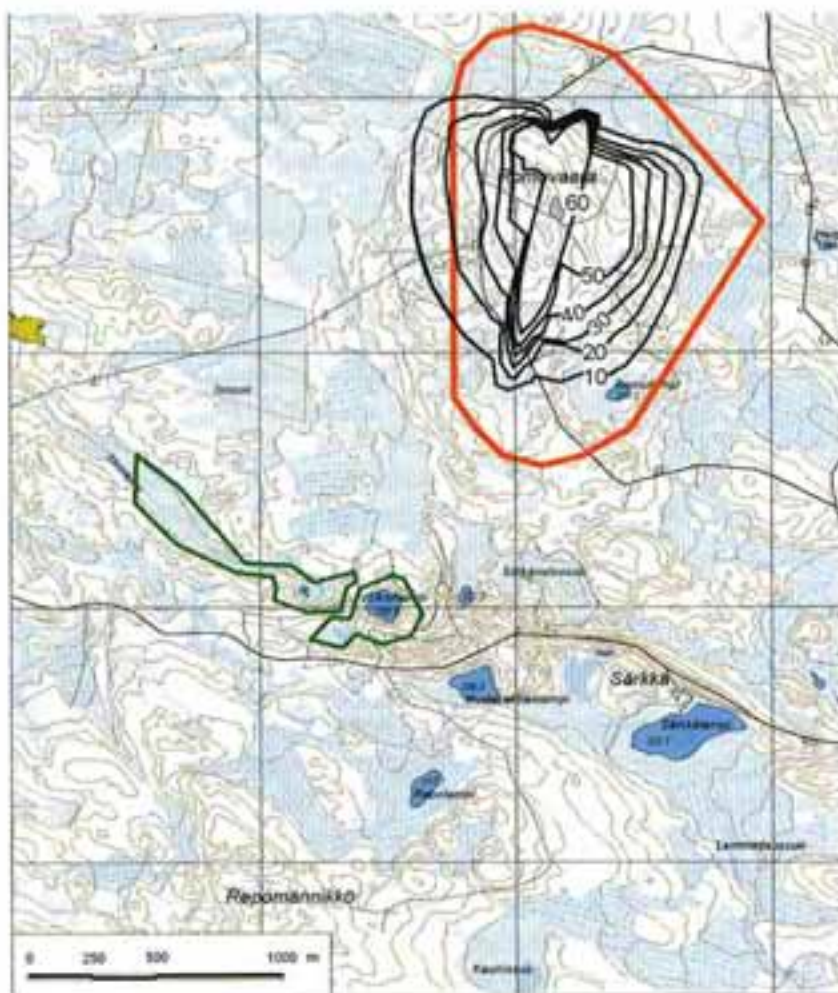
ena torkat. I motsats till gruvor tätas slutförvaret med cementinjektering och därför antas slutförvaringsutrymmenas konsekvenser för grundvattennivån förbli mindre än vid gruvor. Posiva ersätter skador som uppstår på grund av eventuell uttorkning av brunnar.

Kartorna 8-5, 8-6 och 8-8 åskådliggör hur en sprickzon kan påverka formen på grundvattnets avsänkingsområde. Om alla utrymmen utsprängs på Hästholmen avgränsar havet avsänkingsområdets kant (karta 8-7). Om man utspränger utrymmen på fastlandssidan i Lovisa sträcker sig avsänkingsområdet en knapp kilometer utanför schaktet, på samma sätt som på de övriga orterna. Om man spränger ut bergsutrymmena på en gång, bygger en ramp i stället för schakt eller bygger ut bergsutrymmena på grund av att den mängd bränsle som slutdeponeras ökar blir området med kraftigare avsänkningar större.

Huvuddelen av växterna tar sitt vatten av markvattnet ovanför grundvattenytan. Följaktligen inverkar grundvattennivån inte på växterna. Exempelvis i finska gruvområden har ingen beklagat sig över konsekvenser för växter.

I *Euraâminne*, nära det eventuella byggnadsområdet, finns inga naturområden som influeras av grundvattnet (karta 8-5). Avsänkningen kan ändra vegetationsfördelningen lokalt, men inga väsentliga konsekvenser är att vänta i Olkiluoto.

I *Kuhmo* (karta 8-6) ligger ett grundvattenpåverkat område i närheten av Särkkääsen ca 600 meter från kanten av det eventuella byggnadsområdet. Om schaktet placeras alldeles i sydvästra hörnet av byggnadsområdet kan avsänkningen sträcka sig till källområdets kant. Utrymmena ligger sannolikt dock så långt borta att avsänkningen kan sträcka sig till källområdet endast i riktningen av en eventuell sprickzon. I detta fall är det möjligt att avsänkningen lokalt ändrar



Karta 8-6. Beräknad sänkning av grundvattennivån i meter i Romuvaara enligt placeringsexemplet. Det grundvattenpåverkade källområdet i Särkkä har markerats med grön färg och det eventuella byggnadsområdet med rött.

källområdets vegetationsfördelning: våtmarksväxterna kan minska i antal och de övriga öka. I Romuvaara är dock inga betydande lokala konsekvenser att vänta.

I Lovisa (karta 8-7) är askdungen i Blikumalmen det enda område nära det eventuella byggnadsområdet som påverkas av grundvattnet. Det ligger på 1,6 km avstånd från kanten av byggnadsområdet. Avsänkningen kan sträcka sig till askbe-

ståndet om bergsutrymmen byggs på fastlandet och om en krosszon förenar trädbeståndet med utrymmena. I detta fall är det möjligt att avsänkningen lokalt ändrar förekomstens vegetationsfördelning: våtmarksväxterna kan sjunka i



Karta 8-7. Beräknad sänkning av grundvattennivån i meter på Hästholmen enligt placeringsexemplet. Det grundvattenpåverkade askbeståndet har markerats med grön färg och det eventuella byggnadsområdet med rött.

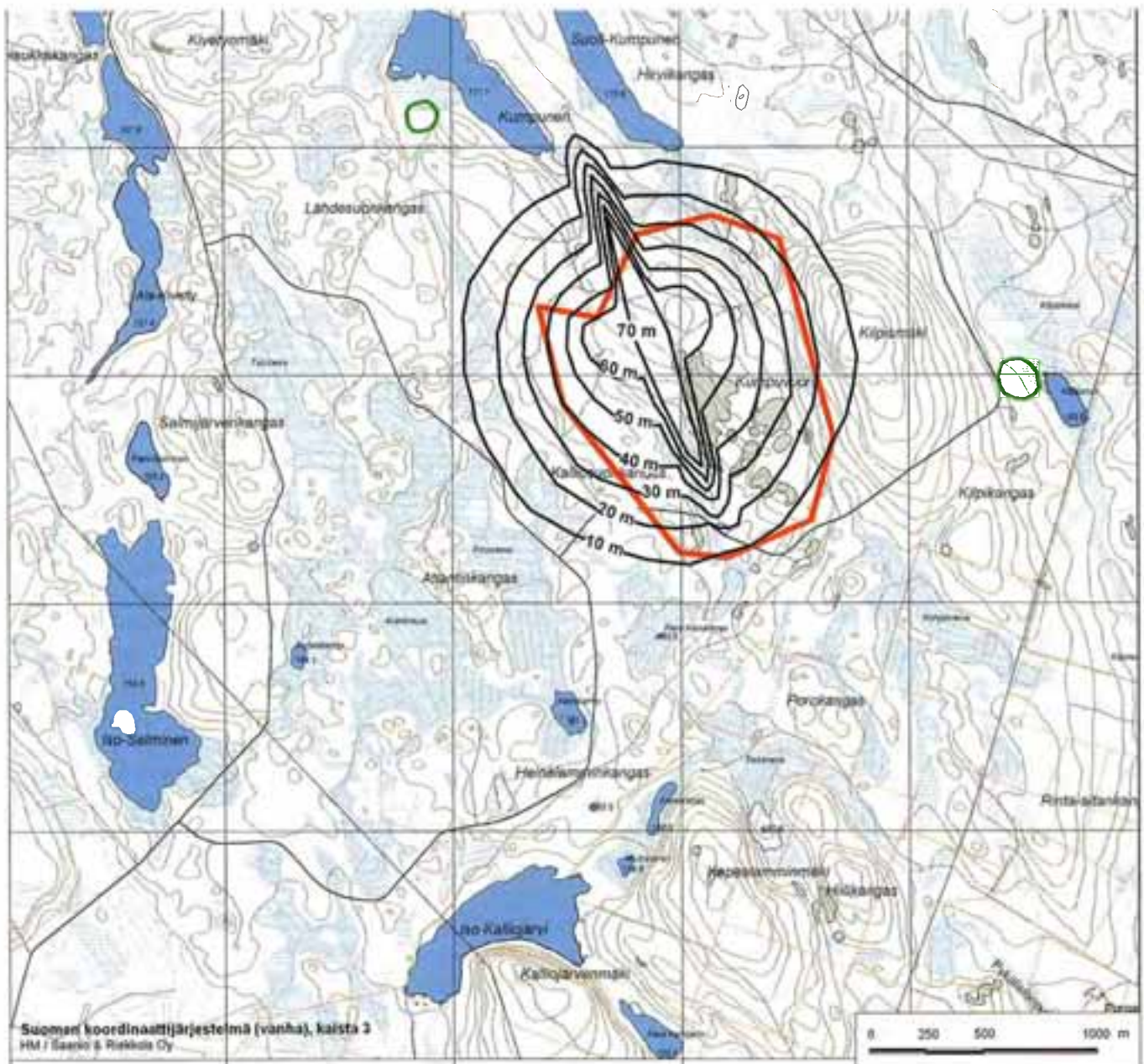
antal och de övriga öka. Inga betydande lokala konsekvenser är att vänta i närheten av Hästholmen.

I *Äänekoski* (karta 8-8) ligger källmiljöerna Kilpilampi och Kumpunen en kilometer från det eventuella byggnadsområdets kant. Avsänkningen kan sträcka sig till dem endast om en krosszon förbinder källan med bergsutrymmena. I detta fall är det möjligt att avsänkningen

lokalt ändrar källområdets vegetationsfördelning: våtmarksväxterna kan sjunka i antal och de övriga öka. Inga betydande lokala konsekvenser är att vänta i Kivetty.

I Olkiluoto och på Hästholmen har slutförvaringsutrymmen (VLJ-slutförvar) för låg- och medelaktivt avfall utsprängts på ca 100 meters djup. Slutförvaret för använt bränsle byggs på ca 500 meters

djup. I Olkiluoto kommer bergets grundvattennivå i närheten av VLJ-slutförvar troligen att stanna på nuvarande nivå. Om de nya utrymmena i Lovisa ligger på fastlandet kommer inga förändringar att ske i grundvattennivån nära VLJ-slutförvar. Om slutförvaret för använt bränsle byggs på Hästholmen kommer dock grundvattenytan på ön att sjunka. I detta fall skulle vatten som pumpas upp från det djupare utrymmet minska det



Karta 8-8. Beräknad sänkning av grundvattennivån i meter i Kivetty enligt placeringsexemplet. De grundvattenpåverkade källorna Kilpilampi och Kumpunen har markerats med grön färg och det eventuella byggnadsområdet med rött.

vatten som läcker in i VLJ-utrymmena. Eftersom VLJ-slutförvaren är öppna påverkas inte själva VLJ-förvaret av de ändringar i strömningsriktning som slutförvaret av använt bränsle orsakar.

VJL-slutförvaret stängs eventuellt före de djupare liggande utrymmena. Om respektive utrymmen inte ligger nära varandra uppstår inga konsekvenser för VLJ-utrymmet. Grundvattenströmningen i VLJ-slutförvaret kan dock ändras om utrymmena ligger nära varandra. Djupt liggande öppna utrymmen och framför allt närliggande öppna schakt kan leda till att grundvatten strömmar från VLJ-slutförvaret till de öppna utrymmena. Om slutförvaret för använt kärnbränsle stängs före VLJ-slutförvaret återställs läget på några år.

Vattenförsörjning

Behovet av vatten är störst i byggnadskedet (150 m³/dygn). I driftskedet är förbrukningen 55 m³/dygn. I Kivetty fås vattnet från Konginkangas vattenledningsnät (Niini et al. 1998) och i Olkiluoto och på Hästholmen från kraftverkens nät. På dessa platser fyller den nuvarande kapaciteten vattenbehovet.

I Romuvaara har vattenförsörjningen utretts med hjälp av preliminära grundvattenundersökningar 1996 samt kommunpärmar om grundvattenområdena (Niini et al. 1998). Särkkääsens grundvattenområde lämpar sig bäst för vattenanskaffning. På åsen byggs en ingärdad vattentäkt, dvs. en silrörsbrunn. Till vattentäkten leder en smal serviceväg. Området får skyltar med texten "grundvattenområde". Den teoretiska vattenmängden i åsen är mer än tio gånger så stor som den mängd som behövs och därför blir miljökonsekvenserna troligen mycket små.

Oljeläckage

Vid krossning är risken för att grundvattnet fördärvas mycket liten eftersom krossverket är eldrivet (Tolppanen 1998). Om elektriciteten produceras med aggregat förvaras bränslet i dubbla behållare.

Konsekvenserna av eventuella oljeläckage för grundvattnet har utvärderats av experter med hjälp av grundvattenområdenas kommunpärmar (LT-Konsultit Oy 1998). Skyddsbehovet har kartlagts i samråd med bl.a. Uleåborgs vägdistrikt.

Per månad transporteras sammanlagt ett par tankbilar lätt brännolja för uppvärmningen och dieselolja till fordonen. Den oljemängd som kommer till anläggningen är rätt liten, och eventuella läckor på gårdsplanen är lätta att upptäcka.

På de eventuella byggnadsplatserna, på Olkiluodontie, på vägen mellan Lovisa och Hästholmen och på Murontie i Kivetty finns inga grundvattenområden som lämpar sig för samhällenas vattenförsörjning. Oljeläckage medför inga risker för grundvattenområden som är viktiga för samhällenas vattenförsörjning i Euraåminne, Lovisa eller Äänekoski.

I Kuhmo finns inga grundvattenområden som lämpar sig för samhällenas vattenförsörjning på de tilltänkta gårdsområdena. Nuvarande Riihivaarantie och dess fortsättning Sarvijärventie går dock över två grundvattenområden som lämpar sig för samhällenas vattenförsörjning. Hittills har man inte kunnat anvisa någon användning för dessa områden vid vattenförsörjningen. Risken för att grundvattnet förorenas är även med den trafikmängd som anläggningen orsakar så liten att exempelvis Uleå-

borgs vägdistrikt inte skulle bygga grundvattenskydd på en motsvarande väg. En oljeläcka medför inte någon risk för grundvattenområdena i Huosiuskangas och Särkkää om man går runt dem eller om vägdikena vid dem får grundvattenskydd.

Hushållsavloppsvatten

Vid slutförvarsanläggningen uppstår 30 m³ hushållsavloppsvatten per dygn. I Kivetty leds hushållsavloppsvattnet till avloppsreningsverket i Konginkangas (Niini et al. 1998) och på Hästholmen och i Olkiluoto till kraftverkens egna avloppsreningsverk. Därför medför hushållsavloppsvattnet inga stora miljökonsekvenser. I Konginkangas och Olkiluoto räcker den nuvarande kapaciteten till för att tillgodose reningsbehovet. Kapaciteten vid reningsverket på Hästholmen måste byggas ut.

I Romuvaara skulle man bygga ett biologisk-kemiskt reningsverk. Konsekvenserna av att leda ut renat hushållsavloppsvatten i terrängen har jämförts med nuläget om vilket man fått uppgifter av miljöcentralen och Arbetskrafts- och näringscentralen i Kajanaland och av Kuhmo stad (Niini et al. 1998). Reningsverken i inlandet har ingen kvävereduktion, även om kvävemängden minskar med 30 % under reningen. Av de ämnen som skall utrensas avlägsnas 95 %. Återstoden motsvarar det orenade avloppsvattnet från ett 4–5 personers hushåll utanför kommunalteknikens verkningsområde. Det renade avloppsvattnet leds via ett kärrområde till Myllyjoki som rinner ut i Kalliojärvi. Det renade avloppsvattnet inverkar i praktiken inte på vattnets kvalitet eller användning i Myllyjoki eller Kalliojärvi. Därför medför hushållsavloppsvattnet inga väsentliga miljökonsekvenser.

Inkapsling

Allt vatten som används på inkapslingsanläggningens övervakade område behandlas inom anläggningen med hjälp av reningsmassa. Den använda reningsmassan slutdeponeras och det renade vattnet leds ut i vattendragen (Niini et al. 1998). Tvättvatten från det övervakade området förorsakar inga betydande miljökonsekvenser.

Hantering av bygg- och annat avfall

När anläggningen byggs och används uppkommer små mängder avfall och miljöfarligt avfall som är typiska för normal industriverksamhet, t.ex. spillolja, lösningsmedel, batterier, lysrör, returpapper och hushållsavfall. Deras sammansättning och egenskaper avviker inte från motsvarande avfall vid andra anläggningar. Det miljöfarliga avfallet mellanlagras vid anläggningen i ändamålsenliga utrymmen och levereras till kommunens behandlingsstation för problemavfall eller till en problemavfallsanläggning. Från hushållsavfallet utsorteras de delar som kan utnyttjas: papper, trä, glas och eventuella matrester samt den plast och det metallskrot som kan återanvändas. Den rest som inte kan utnyttjas transporteras till kommunens soptipp.

I Olkiluoto transporteras det fasta material som uppkommer vid byggandet, såsom onödiga jordmassor och nedmonterade betongkonstruktioner, till kraftverkets nuvarande avstjälpningsplats. På de andra orterna inrättas nya upplagsområden. Vattnet från upplaget samlas i en utjämnings-, sedimenterings- och kontrollbassäng. Därifrån leds vattnet via mätnings- och kontrollbrunnar till ett utloppsdike. Vattnet vållar inga betydande miljökonsekvenser.

Utsprängning, krossning, uppläggning

Små mängder sprängämnen, t.ex. kväveföreningar (nitrit och nitrat), kan kvarstå bland sprängstenen efter utsprängningen. Eventuella rester löses upp i läckvatten från tunnarna. Detta vatten leds till slutförvarets sedimenteringsbassänger. Bassängerna har oljeavskilningsbommar. Det renade vattnet leds upp till markytan och vidare till närmaste vattendrag. Detta medför inga väsentliga miljökonsekvenser. Restkvantiteterna minskar om man använder laddat sprängämne och väter sprängstenshögarna innan de lastas.

Sprängsten och bergkross är sten som inte skadar miljön. I Finland har man inte konstaterat några skador för grundvattnet som orsakats av upplag för sprängsten. Vattnet från upplagen för sprängsten och bergkross leds via en sedimenteringsbassäng till vattendragen (Niini et al. 1998).

Utsprängning, krossning och uppläggning har inga konsekvenser för grund- eller ytvattnets kvalitet.

Markarbeten och asfaltering

Med hjälp av terrängbesök och kartor har markarbetenas konsekvenser för ytvattnen utvärderats (LT-Konsultit Oy 1998). I Kivetty och Romuvaara finns ett rätt orört ytvattennät. Olkiluotos ytvattennät är osammanhängande och det befinner sig inte längre i naturtillstånd. På det eventuella byggområdet Lovisa finns inga egentliga ytvattenfåror.

Byggandet av anläggningen ändrar ytvattnets absorberingsförhållanden när det vatten som rinner från tak och asfalterade gårdar (totalt 3 ha) leds till vattendrag. Även om avrinningsområ-

dena förändras kan man med trumrör bibehålla avrinningsområdenas utströmningsriktningar. Oavsett verksamhetsformernas omfattning eller placering medför anläggningen inga betydande konsekvenser för ytvattenströmningen.

Kapselmateriel

Strålningen av slutdeponerade radioaktiva ämnen behandlas i punkt 8.4.3. Miljörisker som orsakas av kemiska egenskaper hos kapslarna och deras innehåll har utretts på samma sätt som strålningseffekterna i säkerhetsanalysen (Raiko & Nordman 1999). Halter av grundämnena i brunnsvatten som är betydelsefulla med tanke på miljökonsekvenserna bedömdes konservativt. Man antog bl.a. att kapslarna helt förlorar sin täthet efter 10 000 år. Kalkylerna visar att de koncentrationsgränser som fastslagits för hushållsvatten klart underskrids. Slutsatsen var att kemisk giftighet inte är en betydelsefull faktor vid slutdeponeringen av använt kärnbränsle.

8.2.4 Konsekvenser för den levande naturen

Radioaktiva ämnen

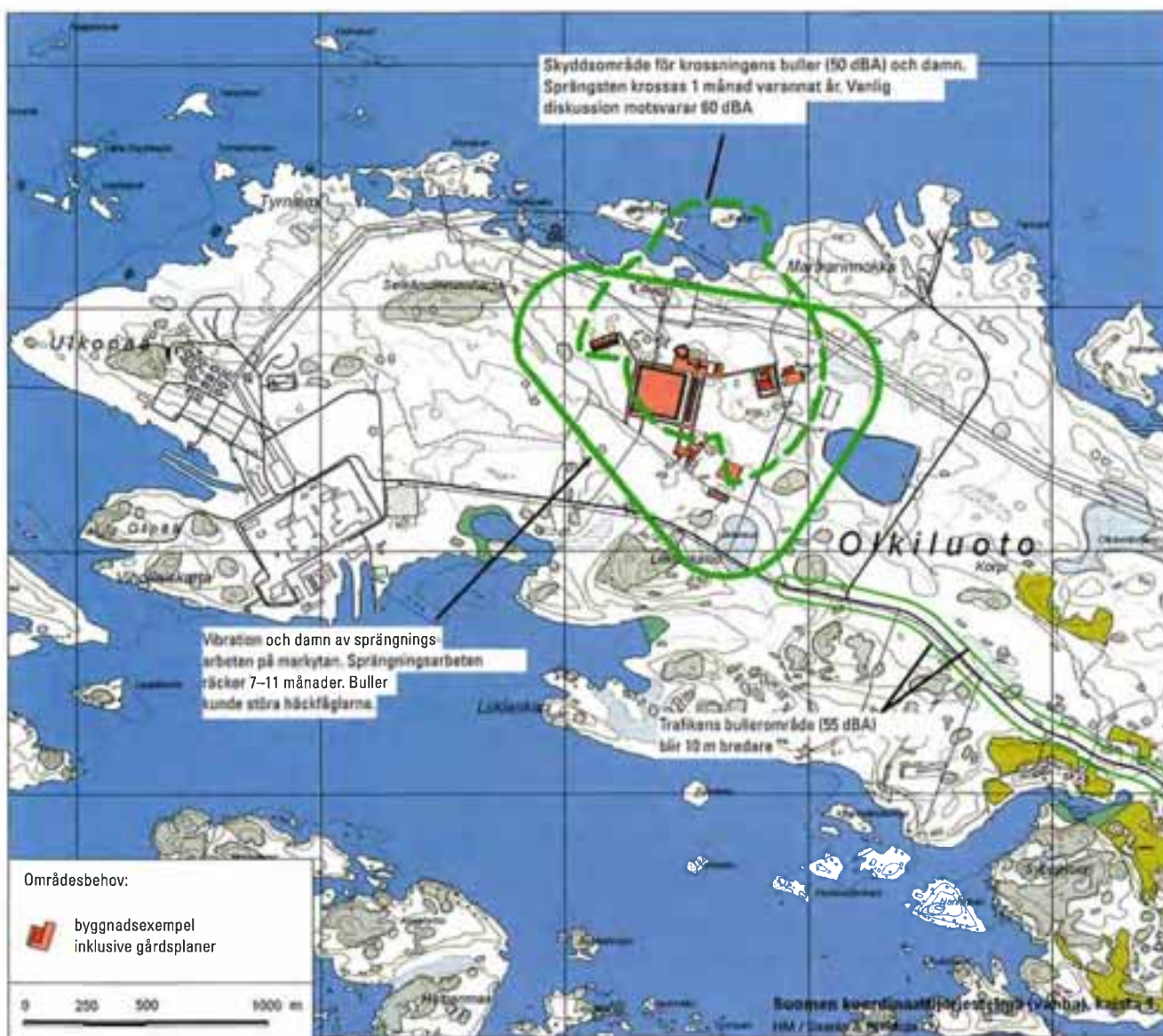
Enligt internationella strålskyddskommissionen säkras strålskydd av människan att andra arter eller deras jämvikt inte utsätts för risker (ICRP 1991). Det internationella atomenergiorganet har kommit till samma slutsats men har tillagt att speciella ekologiska förhållanden kan utgöra ett undantag (IAEA 1992 a). Strålningseffekterna på naturen behandlas i samband med hälsokonsekvenserna i punkt 8.4.3. De ekologiska förhållandena på eventuella byggnadsområden beskrivs nedan.

Utnyttjade områden

I alla forskningsområden utfördes 1996-1997 naturinventeringar och kartläggningar av fågelbeståndet (Siitonen 1996, Siitonen & Ranta 1997a, Siitonen & Ranta 1997b, Siitonen et al. 1997, Yrjölä 1997). I Kuhmo gjordes 1998 separat terrängbesök till väglinjerna. I Euraåminne var det undersökta markområdet 8 km², i Lovisa 11 km², i Äänekoski 19 km² och i Kuhmo 17,75 km². De inventerade områdena sträckte sig 1-2 km utanför de potentiella byggnadsområdena och i Äänekoski och Kuhmo

täckte de även de nya väg-avsnitten. Utredningarna omfattade systematiska inventeringar av vegetation, biotoper och fågelbestånd samt mer allmänna kartläggningar av andra grupper av organismer. Man jämförde naturkartläggningens resultat med preliminära områdesplaner för anläggningen och granskade placeringen av byggnader och verksamheter. Konsekvenserna bedömdes i byggnads- och driftskedet i en situation då det utnyttjade anläggningsområdet är som störst ca 15 ha och vägområdena i Äänekoski och Kuhmo ca 10 ha (LT-Konsultit Oy 1998).

I Olkiluoto och på Hästholmen är inga betydande naturkonsekvenser att vänta. I de tänkbara byggnadsområdena finns inga för landskapet eller landet betydelsefulla naturområden, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter. Områdesekologiska förbindelser bryts inte. I Olkiluoto finns ett och på Hästholmen tre områden som bör beaktas vid planeringen av markanvändningen på det eventuella byggnadsområdet.



Karta 8-9. Förekomst av buller, damm och vibrationer enligt placeringsexemplet samt erforderligt markområde i Olkiluoto.



Karta 8-10. Förekomst av buller, damm och vibrationer enligt placeringsexemplet samt erforderligt markområde på Hästholmen.

I forskningsskedet i Kivetty och Romuvaara räcker det troligen att belägningskonstruktionen på nuvarande skogsbilvägar (Murontie och Riihivaarantie) görs starkare och att omkörningsplatser byggs. I Kivetty kan man eventuellt redan i början av forskningsskedet förbättra Muronties anslutning till riksväg 4.

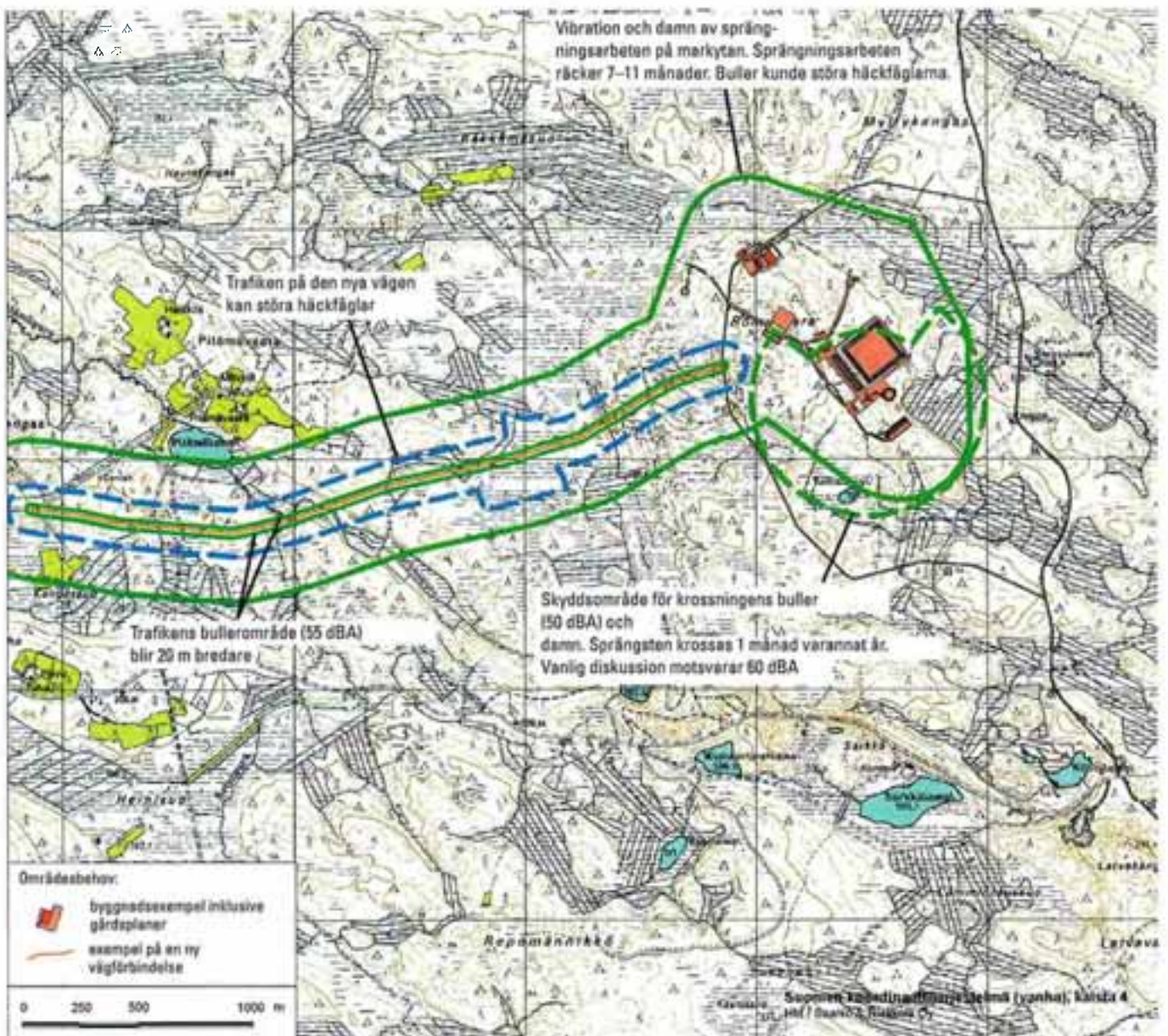
De nya vägförbindelserna i Kivetty och Romuvaara byggs i början av byggnadsskedet. På nya vägavsnitt är vägområdets röjningsbredd 22-40 m och på vä-

gar som förbättras är den 15-25 m beroende på höjdläget. Den permanent-belagda vägens nya del har samma bredd som Äänekoskentie/Lenttiirantie och den förbättrade delen som Liimatantie/Nurmeksentie. Markägarnas antal på vägområdet och annan vägplanering har behandlats i referens LT-Konsultit Oy (1998).

I Kivetty kan man för specialtransporter även använda den existerande reservförbindelsen från sydväst. Den kan för-

bli grusbelagd och 6 m räcker som bredd. Reservvägen går invid Heinälampi. Med en liten ändring av linjeföringen får man vägen flyttad tillräckligt långt från stranden. På detta sätt bevaras tjärnens naturvärden.

I Kivettys vägalternativ 1 är det erforderliga området något mindre än i alternativ 2 eftersom ellinjen och vägen går parallellt (karta 8-4). Det nordligare alternativet 2 kan å andra sidan mycket bättre avpassas efter terrängen.



Karta 8-11. Förekomst av buller, damm och vibrationer enligt placeringsexemplet samt erforderligt markområde i Romuvaara.

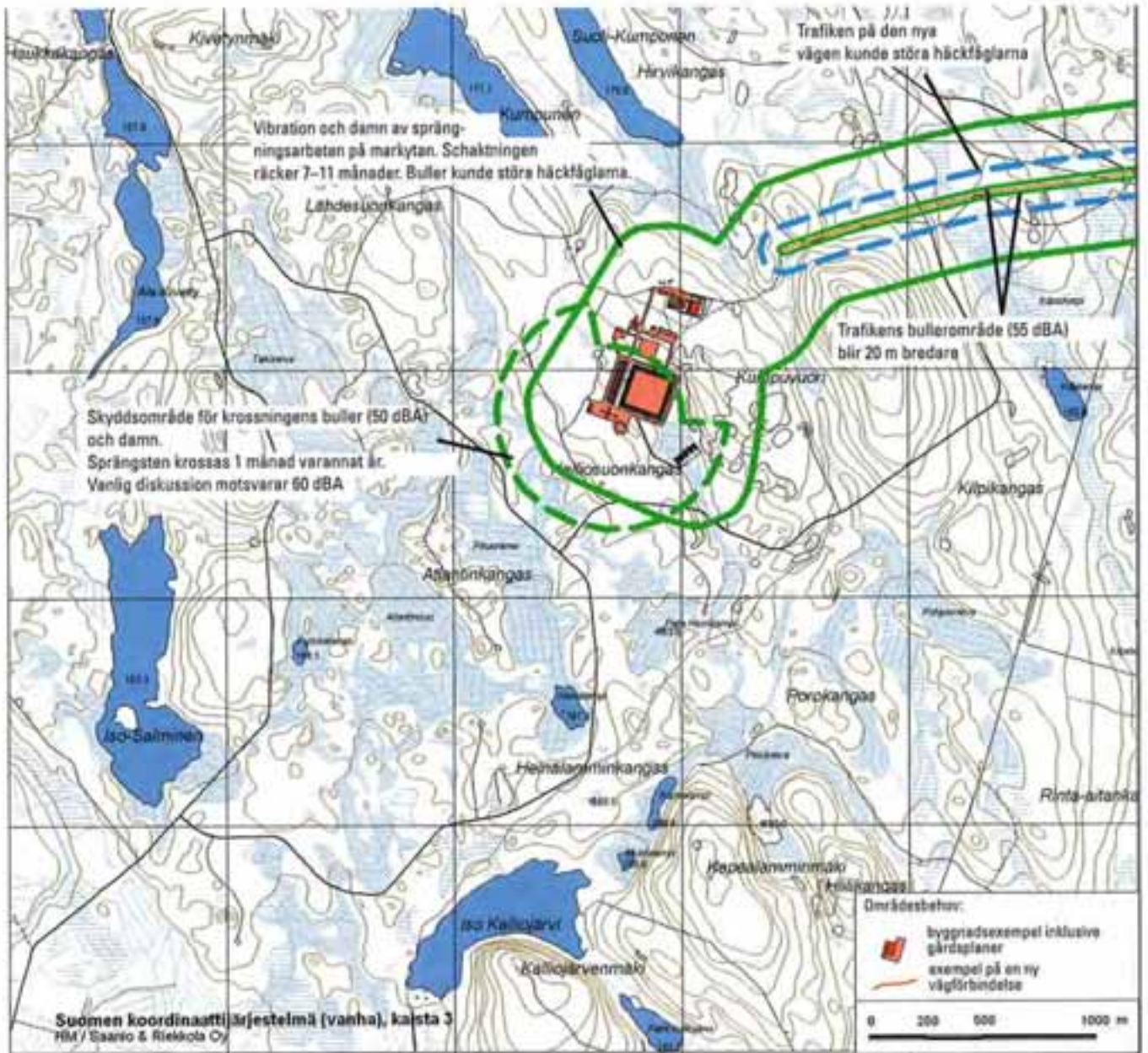
I alternativ 2 är skärningarnas och vägbankarnas antal endast en tredjedel av antalet i alternativ 1. Totalt sett är naturkonsekvenserna i Kivetty små.

I Kivetty är naturen i den norra delen av det eventuella byggnadsområdet betydelsefull i relation till forskningsområdet, men i de andra områdena väntas inga väsentliga naturkonsekvenser. Vid markanvändningen bör man undvika naturområdena i norra delen av det

eventuella byggnadsområdet. I det tänkbara byggnadsområdet finns inga för landskapet eller landet betydelsefulla naturområden, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter. Inga viktiga områdesekologiska förbindelser bryts.

Det sämsta av vägalternativen i Romuvaara är att förbättra den nuvarande vägen på den inom landskapet värdefulla Särkkä-åsen och det näst sämsta är

vägalternativ 3 som går över ett källpåverkat kärr (karta 8-3). Av de sydliga alternativen är 1B troligtvis bättre än alternativ 1 både med tanke på förändringar i livsmiljön och artrikedomen. Både alternativ 1B och 2 går över en bäck och ett kärr. Det är möjligt att bland alternativen finna en lösning med mycket små konsekvenser. I Romuvaara är det tänkbara byggnadsområdet av medelnivå i forskningsområdets skala och i fråga om vegetation



Karta 8-12. Förekomst av buller, damm och vibrationer enligt placeringsexemplet samt erforderligt markområde i Kivetty.

och fågelbestånd. Vid markanvändningen är det dock skäl att beakta naturområdena i den norra delen. I det tänkbara byggnadsområdet finns inga för landskapet eller landet betydelsefulla naturområden, områdesekologiska platser, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter.

Trafik, utsprängning, krossning, uppläggning, byggnader

Man har bedömt effekterna av buller, damm och avgaser på organismerna genom att jämföra resultaten av flera undersökningar med fakta som insamlats från terrängen och kalkylerade utsläpp (LT-Konsultit Oy 1998). Härvid konstaterades att de damm- och avgasutsläpp som uppstår inte är betydelsefulla med tanke på naturen.

De vibrationer som sprängningarna förorsakar har bedömts med hjälp av till buds stående beräkningsmetoder (Tolppanen & Kokko 1998). Människan kan märka en svängningshastighet på omkring 1 mm/s. En sprängning djupt nere i berget orsakar en svängningshastighet på < 1 mm/s på markytan alldeles ovanför sprängstället. Utanför anläggningsområdet kan man inte känna eller höra de underjordiska sprängningarna och således har de inga miljökonsekvenser. I forskningsskedet bryts berg på markytan under omkring en månads tid och i byggnadsskedet under ca 6–10 månader. För människan störande vibrationer som uppstår av brytningen av ytskiktet når högst 200–300 meter från sprängplatsen. Brytningen av ytskiktet orsakar inga betydande miljökonsekvenser. Enligt en undersökning som utfördes av Kala- ja Vesitutkimus Oy et al. (1996) är sprängningsvibrationernas inverkan på fiskbeståndet betydelselös på grund av vibrationernas korta varaktighet och lokala karaktär. Grundvattenytans effekt på vegetationen har beskrivits i punkt 8.2.3.

Buller från sprängningsarbetet på markytan stör häckande fåglar i vattenområden cirka en kilometer och i skogen 100–300 meter från brytningsplatsen. Däggdjur störs oftast inte ens av kraftigt buller. I Kivetty gränsar det tänkbara byggnadsområdets nordvästra hörn och vägen och i Romuvaara sydöstra hörnet och den gamla vägen på åsen till lokala fågelområden. Om byggandet sker utanför den bästa häckningstiden eller om verksamheten lokaliseras till andra delar av byggnadsområdet minimeras konsekvenserna. Ett bättre alternativ än att förbättra den nuvarande vägen i Romuvaara är att gå runt åsen: de nya vägalternativen går inte över värdefulla fågelområden. De potentiella byggnadsområdena på Hästholmen och i Olkiluoto har inga lokala fågelområden.

I Olkiluoto och på Hästholmen ändrar ljud från anläggningen (se punkt 8.2.2) inte väsentligt den nuvarande ljudmiljön, med undantag av den tid när brytning av ytskiktet utförs. De för fåglarna bästa områdena sträcker sig inte till de tänkbara byggnadsområdena. Konsekvenserna av buller för naturen kan knappast alls märkas i Olkiluoto och även på Hästholmen blir de obetydliga.

I Kivetty och Romuvaara ändras ljudmiljön på grund av områdenas natur mer än på kärnkraftverksplatserna (se punkt 8.2.2). Trafiken på det nya vägavsnittet kan i anläggningens drift- och stängningsskede störa häckande fåglar på upp till 100–200 meters avstånd från vägen. I Romuvaara kan man bättre än i Kivetty beakta fågelområden på de tänkbara byggnadsområdena och vägarna. Bullrets inverkan på naturen är liten i Romuvaara. Även om trafikbullret förblir lokalt och lindrigt kan buller i byggnadsskedet i Kivetty störa häckande fåglar i norra delen av det potentiella byggnadsområdet samt invid väglinjen.

8.2.5 Konsekvenser för markgrunden och klimatet

Markkonstruktioner

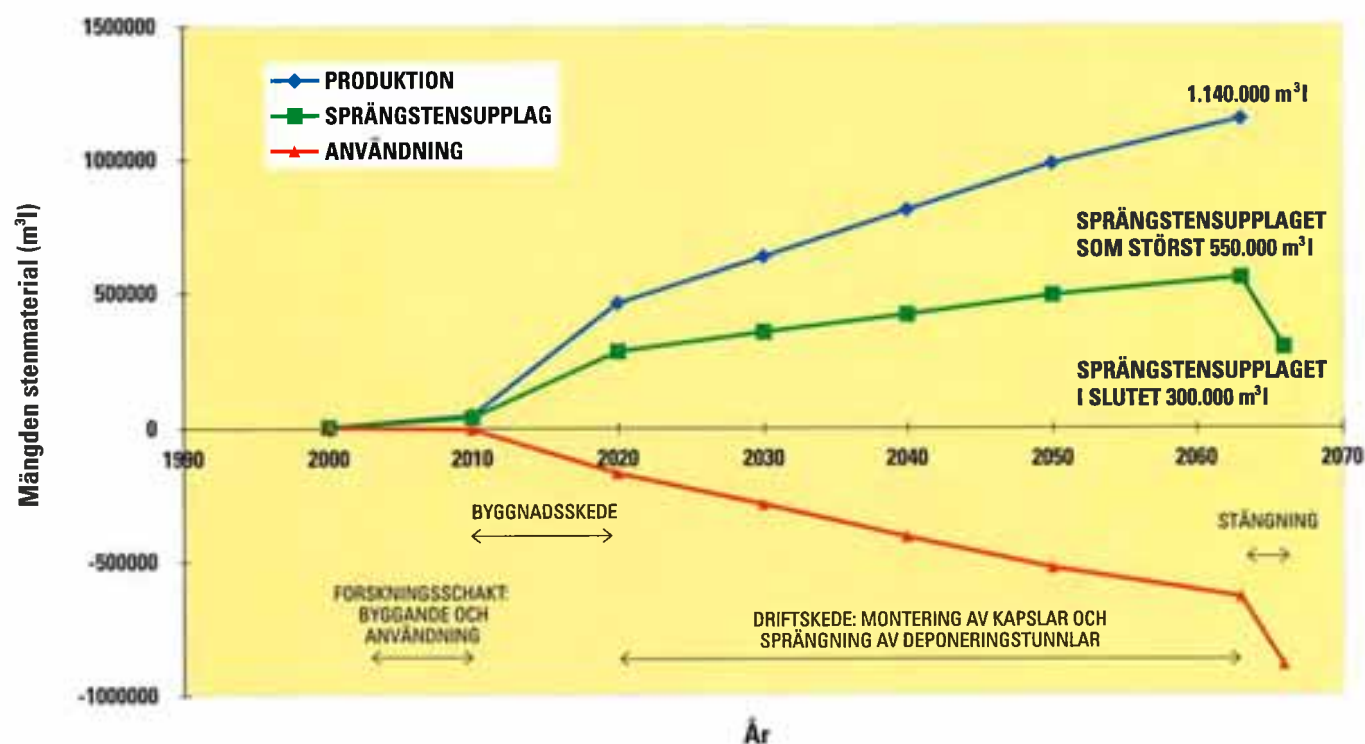
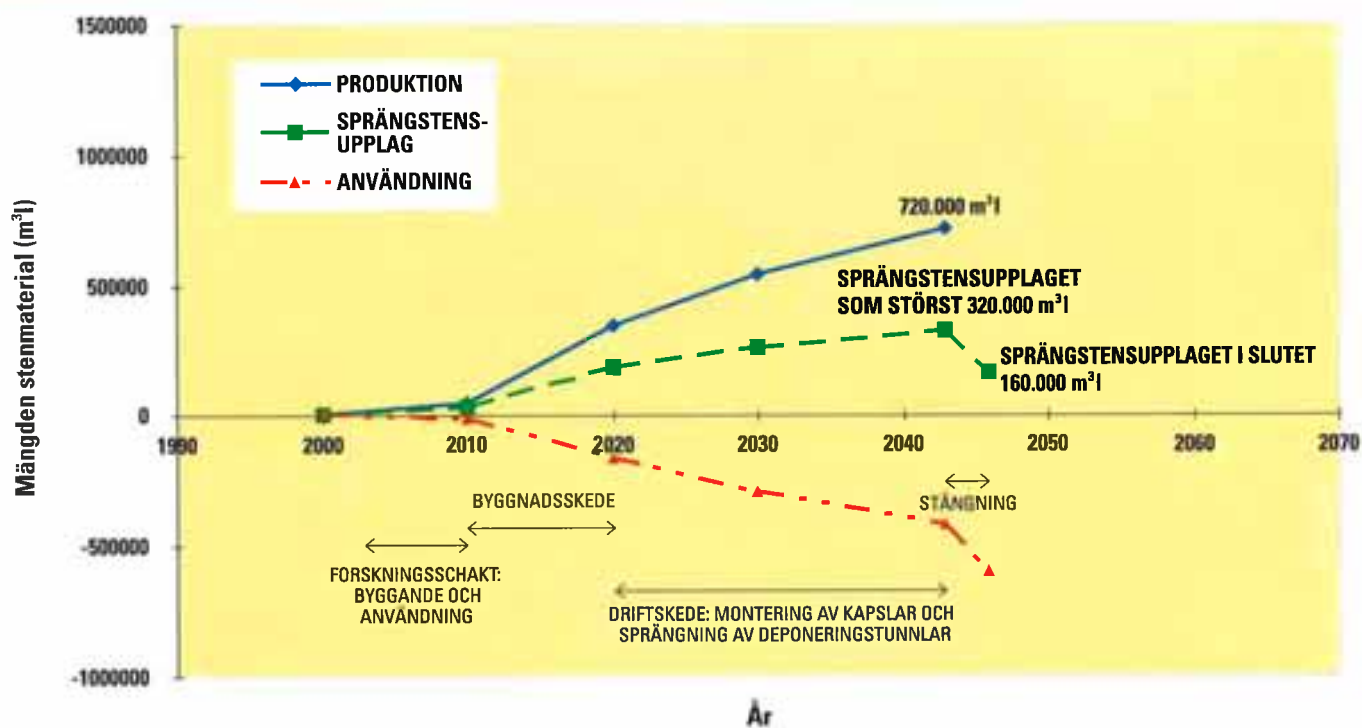
När man bygger anläggningsområdet (15 ha) och i Kivetty och Romuvaara även vägar (10 ha) bearbetas jorden (kartor 8-1, 8-2, 8-3, 8-4)). Det jordmaterial som bearbetas på anläggningsområdet i Kivetty och Romuvaara utgör ca 20 % av totalmängden, 80 % är på väglinjen. Väglinjernas massbalans inklusive längdsnitt behandlas noggrannare i referens LT-Konsultit Oy 1998. Skärningsmassorna används som fyllnadsmaterial vid byggnadsarbeten. Jordtransporterna inverkar inte på markgrunden.

Om den mängd bränsle som slutdeponeras ökar, om man spränger bergsutrymmena på en gång och bygger en körtunnel blir sprängstensupplaget och därmed även anläggningsområdet större. Exempelvis om drifttiden i de nuvarande kraftverken förlängs från 40 till 60 år växer ett anläggningsområde på 15 ha med ca 2 ha. Om sprängstenen kan säljas som byggnadsmaterial växer området inte.

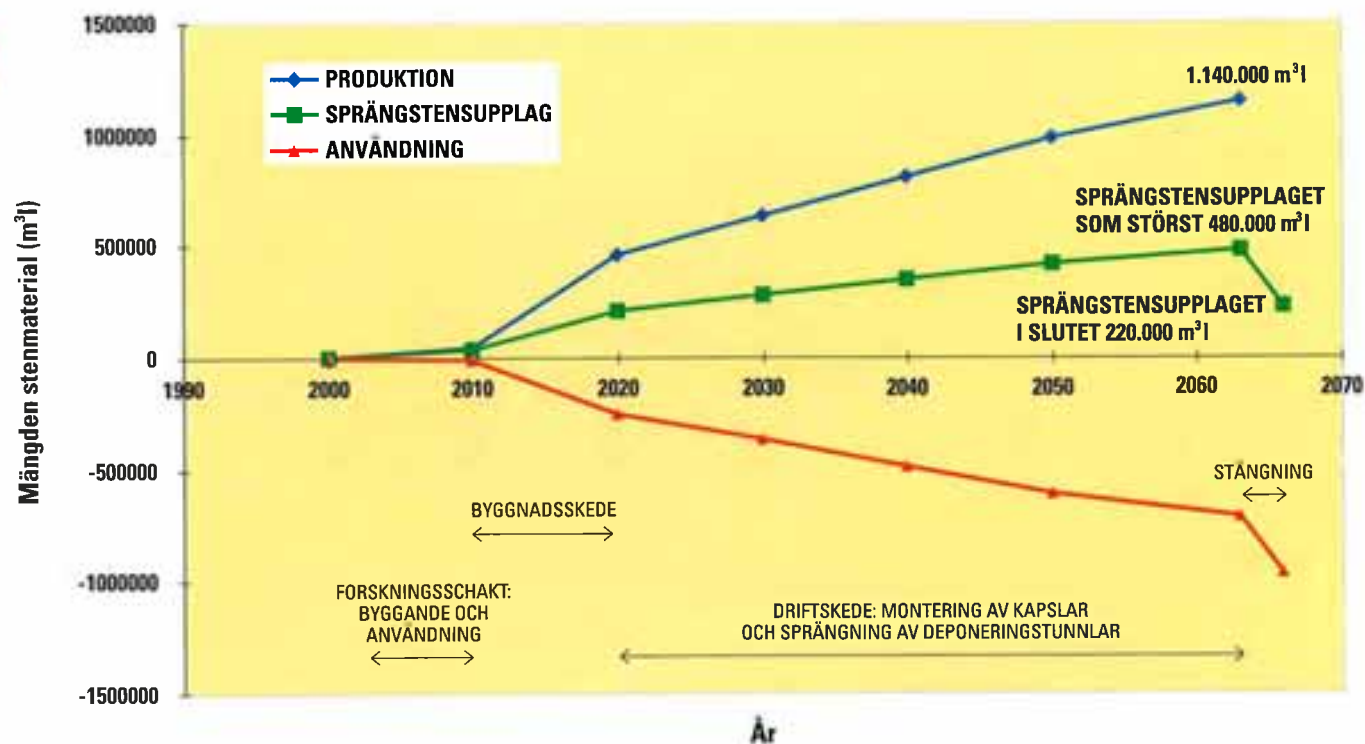
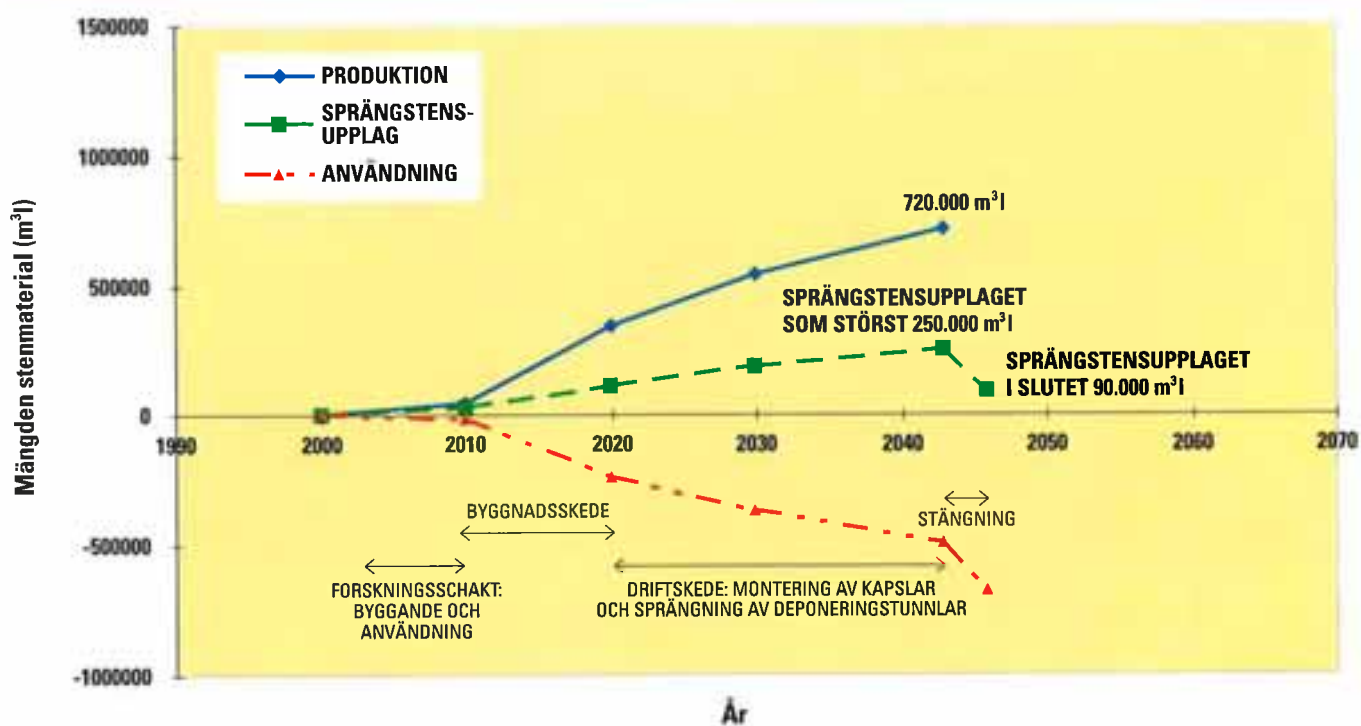
Bergkonstruktioner

Berg sprängs främst under jorden. Det stenmaterial som brutits vid byggnader och vägar ovan jord utgör bara några procent av totalmängden (Tolppanen 1998, LT-Konsultit Oy 1998).

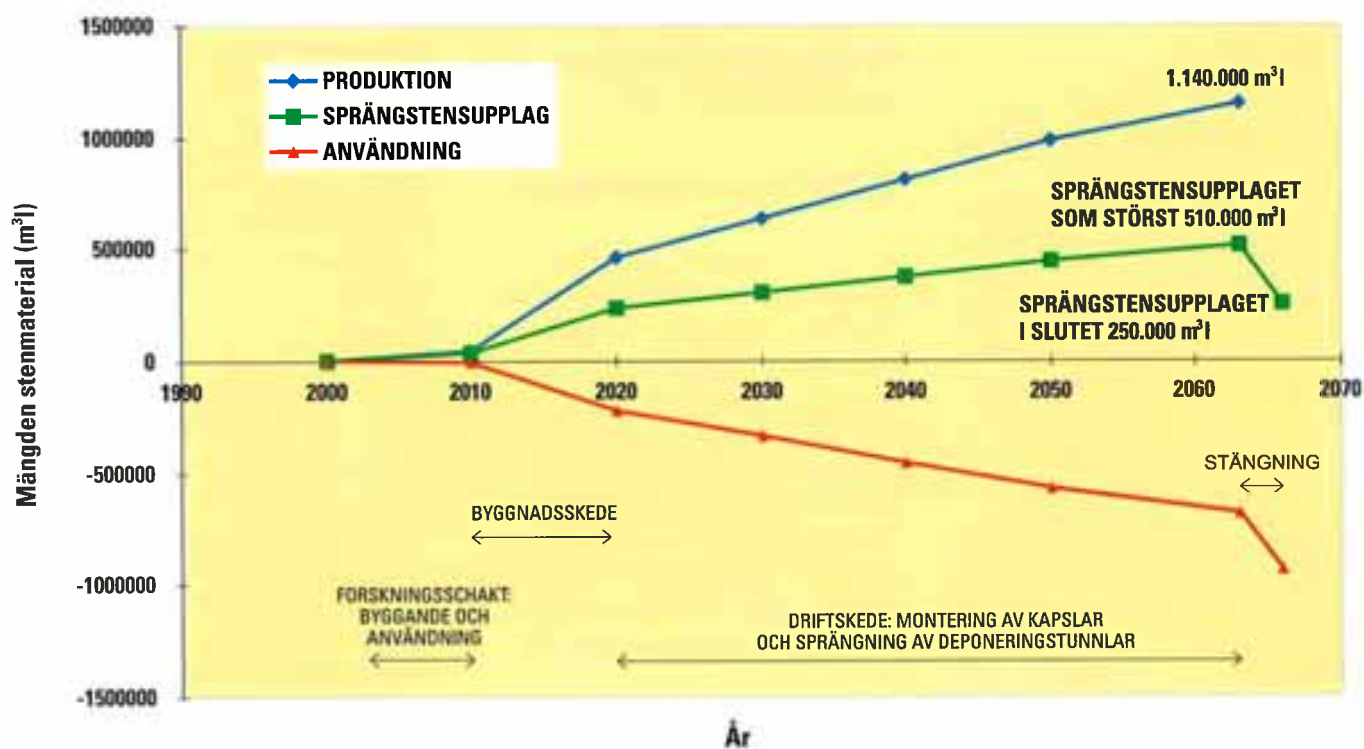
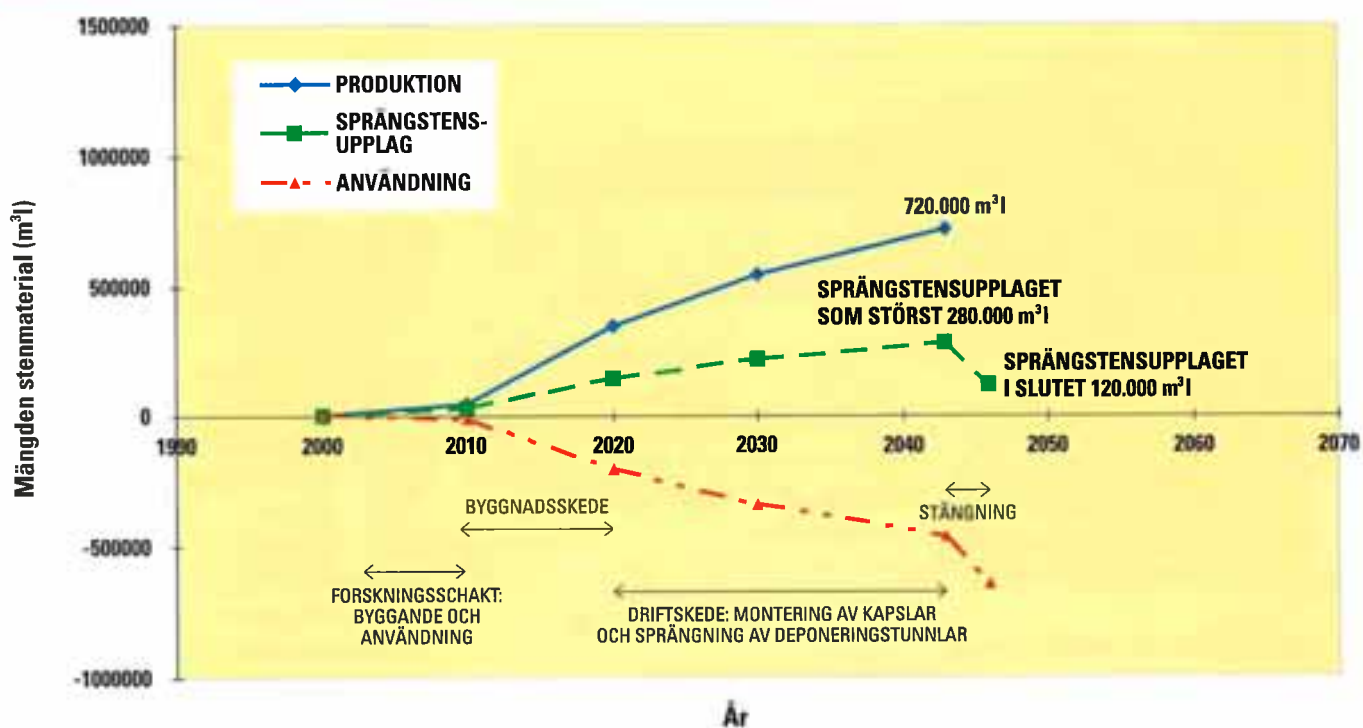
Av den sprängsten som uppstår i Lovisa och Euraåminne samt av det bergkross som görs av denna används 75–80 % till grunder för byggnader och gårdsvägar samt till att fylla slutförvaret. Resterande 20–25 % kan säljas utanför anläggningen som byggnadsmaterial (Tolppanen 1998).



Tabell 8-1. Sprängstenens materialflöde uttryckt kubikmeter löst mått (m³l) i **Lovisa** och **Euråminne**. Kubikmeter löst mått beskriver det utrymme stenmaterialiet upptar (Tolppanen 1998). Kraftverkens drifttid är 40 och 60 år. Som jämförelse kan nämnas att ca 1 000 000 m³l berg sprängdes under 19 månader på det nya vägvsnitt mellan Forsby och Lovisa som blev färdigt 1998.



Tabell 8-2. Sprängstenens materialflöde uttryckt i kubikmeter löst mått (m³l) i Äänekoski. Kubikmeter löst mått beskriver det utrymme stenmaterialet upptar (räknat på basis av referenserna Tolppanen 1998 och LT-Konsultit Oy 1998). Kraftverkens drifttid är 40 och 60 år. Som jämförelse kan nämnas att ca 350 000 m³l berg sprängdes 1998 i Helsingfors centrum på ett bygge (Gloets parkeringsgrotta och boklager).



Tabell 8-3. Sprängstenens materialflöde uttryckt i kubikmeter löst mått (m³l) i **Kuhmo**. Kubikmeter löst mått beskriver det utrymme stenmaterialet upptar (räknat på basis av referenserna Tolppanen 1998 och LT-Konsultit Oy 1998). Kraftverkens drifttid är 40 och 60 år. Som jämförelse kan nämnas att ca 3 000 000 m³l berg sprängdes under 1,5 år från den ena körbanan av motorvägen Järvenpää-Lahtis som är under byggnad.

I Kuhmo får man sprängsten för vägalternativ 1 från sprängningen av underjordiska forskningsutrymmen. För alternativ 2 behövs inga extra jordämnen om man i anslutning till forskningsutrymmet spränger 600 meter central-tunnel. I Äänekoski kräver genomförandet av väglinje 2 sprängsten från ett 200 meters avsnitt av centraltunneln.

Av den sprängsten som uppstår i Äänekoski och Kuhmo samt av det bergkross som görs av denna används 80–90 % till grunder för byggnader och gårdsvägar samt till att fylla slutförvaret. Resterande 10–20 % kan säljas utanför anläggningen som byggnadsmaterial.

Om den mängd bränsle som slutdeponeras ökar, om man spränger bergsutrymmena på en gång och bygger en körtunnel i stället för schakt ökar mängden sprängsten. Exempelvis användningen av körtunnel ökar sprängstensmängden med 30–40 %.

Värmeavgivning från kapslarna

Effekten av restvärmen från kapslarna är betydelselös med tanke på lufttemperaturen vid markytan. Det värmefflöde som kommer upp till markytan är som störst ($0,1 \text{ W/m}^2$) i mitten av slutförvaringsplatsen ca 1100 år efter slutdeponeringen (Raiko 1996). På undersökningsorterna är värmefflödet från solen året runt i genomsnitt 9 000 gånger större. Man kommer aldrig att kunna genom sensorisk bedömning upptäcka någon skillnad i lufttemperaturen. Några konsekvenser för klimatet uppstår inte.

Restvärmen orsakar att berget utvidgas. Man har beräknat både med elementmetoden och analytiskt att markytan mitt på slutförvaret stiger som mest ca 8 cm 1 000 år efter slutdeponeringen (Reivinen et al. 1996). Eftersom värmeutvidgningen av berget är mindre vid kanterna av utrymmet kan föränd-

ringen i markytan inte urskiljas med blotta ögat.

8.2.6 Konsekvenser för utnyttjandet av naturresurser

Användningen av koppar

Den mängd koppar som behövs årligen i driftskedet är mindre än 1 % av den årliga produktionen vid Outokumpus enhet i Björneborg och under 0,01 % av hela världens årsproduktion. Tillgången på koppar är god.

Användningen av bentonit

Bentonit är lera som består av kraftigt svällande lermineraler. Dessa förekommer knappast alls i Finland. Den mängd bentonit som behövs i drift- och stängningsskedet utgör under 0,1 % av den årliga produktionen i världen. Tillgången på bentonit är god.

Användningen av stenmaterial

Av det stenmaterial som sprängts ut kan man i Lovisa och Euraåminne sälja 20–25 %. I Äänekoski och Kuhmo återstår 10–20 % till försäljning eftersom en del av sprängstenen används till vägbygge. När denna sten säljs minskar trycket på utnyttjande av traktens grusåsar. Om den mängd bränsle som slutdeponeras ökar och om man bygger en körtunnel ökar den mängd stenmaterial som kan säljas. Användningen av jord- och stenmaterial beskrivs närmare i punkt 8.2.5.

Rekreation

Vid naturinventeringarna 1996–1997 (se 8.2.4) kartlades även viltstammen samt bär- och svampskördarna. I Äänekoski och Kuhmo erhöles ytterligare

information av vandrare som rörde sig i terrängen, av Ystävyyden Puisto och av Forststyrelsen (bl.a. fiske- och jakttillstånd samt fångstmängder). Konsekvenserna bedömdes för en situation i byggnads- och driftskedet då det område som används är som störst 15 ha och vågområdena i Äänekoski och Kuhmo ca 10 ha (LT-Konsultit Oy 1998).

Utnyttjandet av naturresurser invid anläggningsområdena, såsom svamp- och bärplockning, fiske, jakt och skogsvård, kan fortsätta som förut.

Olkiluoto är inget värdefullt område för bärplockare. På grund av att området är svårframkomligt och igenvuxet är det besvärligt att plocka bär och svamp där. Med tanke på annat friluftsliv har området nästan ingen betydelse eftersom det i närheten finns stora enhetliga skogsområden som lämpar sig bättre än det tilltänkta byggnadsområdet för bär- och svampplockning samt jakt på småvilt. På byggnadsområdet finns inga vattenområden och således berörs inte fisket. Projektet påverkar inte användningen av Eura å för rekreation. För jaktsällskapet i *Olkiluoto* har dock anläggningens läge mitt på ön stor betydelse.

På *Hästholmen* finns en naturstig för dem som besöker kraftverket. För övrigt används det tilltänkta byggnadsområdet på *Hästholmen* inte mycket för rekreation. Projektet medför inga konsekvenser för utnyttjandet av omgivningen kring Lovisa eller *Hästholmen* för rekreation. Ett skyddande skogsområde blir kvar mellan campingområdet Källa och de eventuella byggnaderna. I närheten finns skogsområden som lämpar sig bättre än det tilltänkta byggnadsområdet för bär- och svampplockning samt jakt på småvilt. På byggnadsområdet finns inga vattenområden och således berörs inte fisket.

I Kivetty lämpar sig det tilltänkta byggnads- och vägområdet för jakt samt bär- och svampplockning. Det finns rikligt med motsvarande terräng i närområdena. Konsekvenserna för rekreationen är små i förhållande till totalarealen av de invidliggande statsskogarna. En ny väg skulle göra området lättare tillgängligt. På byggnadsområdet finns inga vattenområden och således berörs inte fisket.

Kivettyområdet används som rekreationsovmråde. Forststyrelsen har där rekreationsskogar där man vid sidan av virkesproduktionen fäster stor vikt vid mångsidig användning av skogarna (Heinonen et al. 1997). Rekreationsskogen skulle sannolikt inte behövas för byggandet: av det tilltänkta byggnadsområdet på ca 100 ha är 95 ha ekonomiskog och konstruktionerna på 15 ha får bra plats där. Anläggningsområdet och vägarna kan dock minska områdets ödemarkskaraktär.

I Romuvaara lämpar sig det tänkbara byggnads- och vägområdet för rekreation men området används inte mycket. Eftersom det i den närmaste omgivningen finns rikligt med motsvarande terräng förblir konsekvenserna för rekreatiönsanvändningen små. Områdets ödemarkskaraktär skulle dock förändras. Med den nya vägen blir det lättare att komma åt hjortron- och tranbärsområden. På det potentiella byggnadsområdet finns inga vattenområden, med undantag av en liten tjärn med brunt vatten, och därför berörs inte fisket.

Myndigheternas restriktioner

Strålsäkerhetscentralen har rätt att utfärda åtgärdsförbud som gäller fastigheter. Dessa kan vara förbud att tränga djupt ner i berggrunden vid utrymmena (t.ex. gruvdrift, djup borrhunn). Med anledning av eventuell efterbevakning

kan även byggnationen i området begränsas. Efter stängningen skrivs åtgärdsförbudet in i fastighetsregistret, jordregistret eller tomtboken.

Med hjälp av berggrundsundersökningar har man försäkrat sig om att inga malmfyndigheter finns i det tänkbara byggnadsområdet.

8.2.7 Sammanfattning

Slutförvarsanläggningens konstruktioner ovan jord inklusive gårdsplan täcker ett ca 15 ha markområde. I Äänekoski och Kuhmo skulle dessutom ca 10 ha behövas för ny väg. I de eventuella byggnadsområdena finns inga för landskapet eller landet betydelsefulla naturområden, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter. Inga viktiga områdesekologiska förbindelser bryts. Områdena i Kivetty och Romuvaara är skogrika jämfört med Hästholmen och Olkiluoto där det även finns industri. Lokalt intressanta naturområden har identifierats och de beaktas vid den fortsatta planeringen.

Huvuddelen av växterna tar sitt vatten av markvattnet ovanför grundvattnet. Följaktligen påverkas inte växterna av den sänkning av grundvattnet som de underjordiska utrymmena ger upphov till. De grundvattenpåverkade naturområdena ligger så långt från byggnadsområdet att de sannolikt inte kommer att beröras. Sedan utrymmena stängts återgår grundvattnet på några år till sin tidigare nivå. Man skulle dock följa grundvattnet och vegetationsfördelningen i de grundvattenpåverkade områdena ända tills nivån återställts. I Olkiluoto finns inga grundvattenpåverkade områden.

Ytsprängningar som förorsakar vibrationer, damm och buller utförs sammanlagt under 7–11 månader i byggnadsskedet. Vibrationerna och dammet

kan observeras 200–300 meter från byggplatsen. Ljudet från sprängningarna kan höras på ungefär en kilometers avstånd och på havet på upp till två kilometers avstånd. Ljudet kan under häckningstiden störa fåglar på 100–200 meters avstånd och på havet på en kilometers avstånd. Sprängningar utförs inte nattetid. Sprängningar under jord inverkar inte på markytan.

Sprängsten krossas omkring en månad vartannat år. Krossning utförs inte nattetid. Bullerbekämpningslagens gränsvärde 50 dB(A) för buller från krossverk underskrids på 500 m avstånd från krossverket. När sprängstensupplaget används som bullerskydd underskrids 50 dB(A) på under 200 m avstånd. Bullernivån under ett vanligt samtal är 60 dB(A). För damm är skyddsavståndet från krossverket 300 meter. I krossverkets buller- och damm-zoner finns inga byggnader eller fågelområden om sprängstensupplaget och krossverket är rätt placerade. I Kuhmo beaktar man inte byggnaderna vid bullerskyddet eftersom de ligger tillräckligt långt borta.

Den trafik som anläggningen ger upphov till gör vägnas bullerzon på Olkiluodontie i Euraåminne och på Skärgårdsvägen i Lovisa ca 10 meter bredare (från 40 till 50 meter) samt på Murontie i Äänekoski och Riihivaarantie i Kuhmo ca 20 meter bredare (från 10 till 30 meter). Trafiken på det nya vägavsnittet i Äänekoski och Kuhmo kan eventuellt störa fåglarnas häckning 100–200 meter från vägen. I Kuhmo går den gamla vägen över fågelområden, medan de nya vägalternativen inte gör det.

8.3 Konsekvenser för markanvändning, kulturarv, landskap, byggnader och stadsbild

8.3.1 Markanvändning på Olkiluoto

Det eventuella byggnadsområdet är beläget mitt på ön (karta 8-1). Ett litet område är reserverat invid det nuvarande lagret för använt bränsle, om det blir aktuellt att bygga en inkapslingsanläggning invid lagret. Inga nya kraftlinjer behöver dras. Posiva Oy har ett gällande forskningstillstånd av områdets markägare TVO, Fortum och Forststyrelsen. De närmaste privata bostadshusen och fritidsbostäderna är belägna i östra delen av Olkiluoto, en dryg kilometer från det tänkbara byggnadsområdets gräns. I närheten av det eventuella byggnadsområdet bedrivs

jordbruk bara i ringa utsträckning. I vattenområdena i närheten bedrivs fiske både som näring och till husbehov. På ön Olkiluoto finns det utöver kraftverket också en hamn i tillfälligt bruk. TVO odlar kräftor vid Ulkopää udde i en före detta fiskodlingsanläggning.

I Euraåminne gäller Satakunda regionplaner och etappregionplan 5 (karta 8-13) som godkändes i miljöministeriet 1999.

I den femte regionplanen är Olkiluotoområdet ett område för samhällstekniskt underhåll (ET). I öns nordöstra del finns en hamn (LV). Den gamla skogen i Liiklankari är skyddsområde (SL). I regionplanen finns utmärkt en skyddszon för kärnkraftverket med markanvändningsbegränsningar.

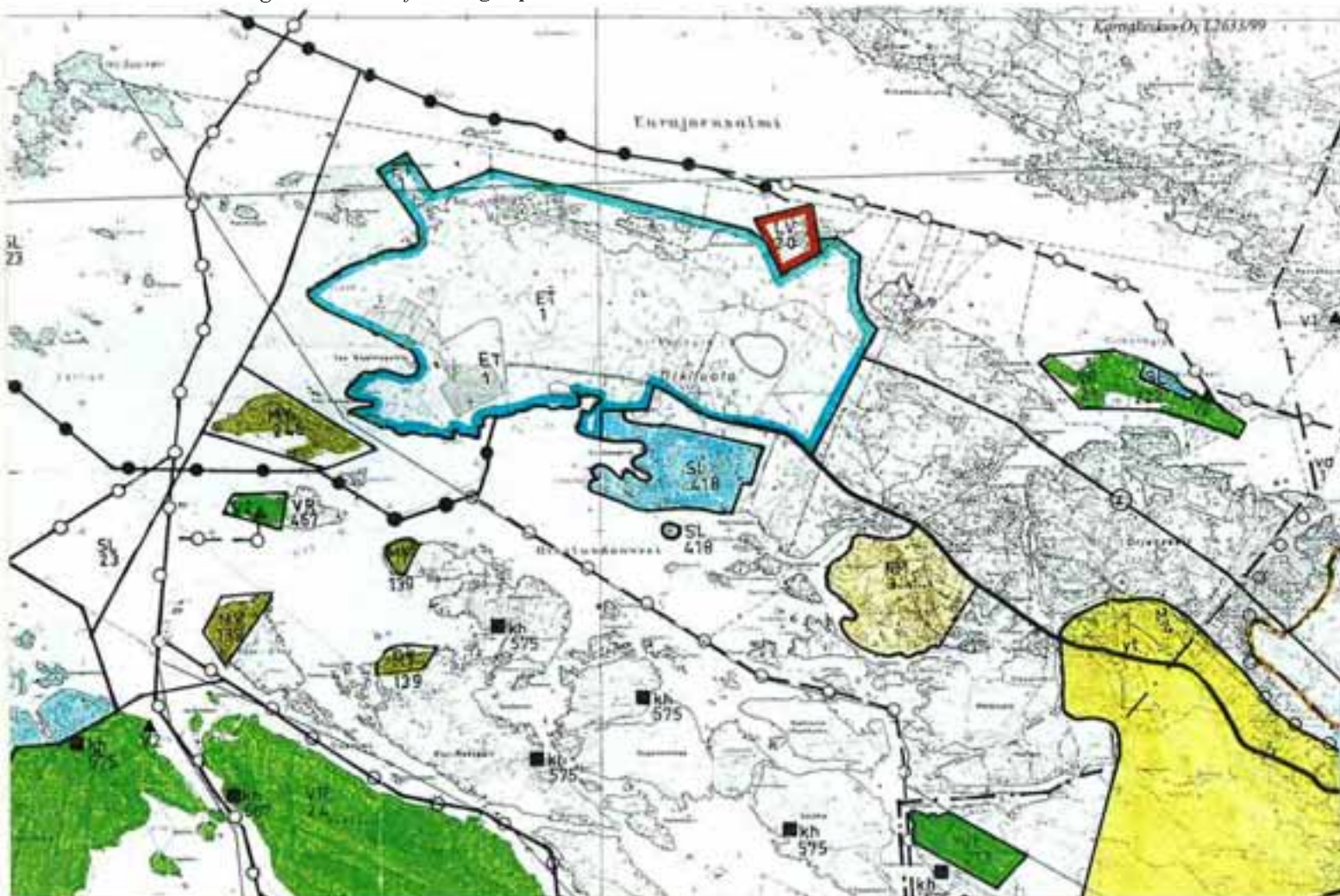
Det finns ingen fastställd generalplan för Olkiluoto, bara en strukturplan av generalplansnatur, som godkändes av kommunfullmäktige 1988.

Byggnadsplanen för Olkiluoto kraftverksområde fastställdes 1974 och ändringar godkändes 1980 och 1997. Kvartersområdena har anvisats som kvartersområden för industri- och lagerbyggnader, där det får byggas kärnkraftverksanläggningar samt andra anläggningar och anordningar för kraftproduktion, -distribution och -transmission och därtill hörande byggnader, konstruktioner och utrustningar, om detta inte på annat sätt har begränsats.

För Olkiluotos östra del finns tre fastställda strandplaner. En strandgeneralplan uppgörs för närvarande och den har varit utställd 11.9–14.10.1998.

Det område som ingår i Olkiluotos Natura 2000-förslag (20.8.1998) är utmärkt på kartan 8-1. Andra på riksnivå viktiga skydds- eller byggnadsplaner finns inte i närheten av byggnadsområdet.

Karta 8-13. Utdrag ur Satakunda femte regionplan 1:50 000. Satakundaförbundets förbundsfullmäktige 10.6.1996.



8.3.2 Markanvändning på Hästholmen

Det eventuella byggnadsområdet är beläget på Hästholmens kraftverksö och udde på ett område som ägs av Fortum (karta 8-2). Inga nya kraftlinjer behöver dras. Posiva Oy har ett gällande forskningstillstånd av Fortum och Lovisa stad. Fortums tomt i Björnvik används inte för egentlig slutförvaringsverksamhet, men tomtens nuvarande användning för behandling av sprängsten och krossten kan fortsätta. Kraftverket ligger mitt på Hästholmen och stränderna är i regel obebyggda. I närheten finns det gott om fritidsbostäder. Den närmaste bostadsbyggnaden och fritidsbostaden ligger ca 100 meter från gränsen till det tilltänkta byggnadsområdet.

I närheten av det eventuella byggnadsområdet finns det inte industri med undantag för kraftverket och lantbruk be-

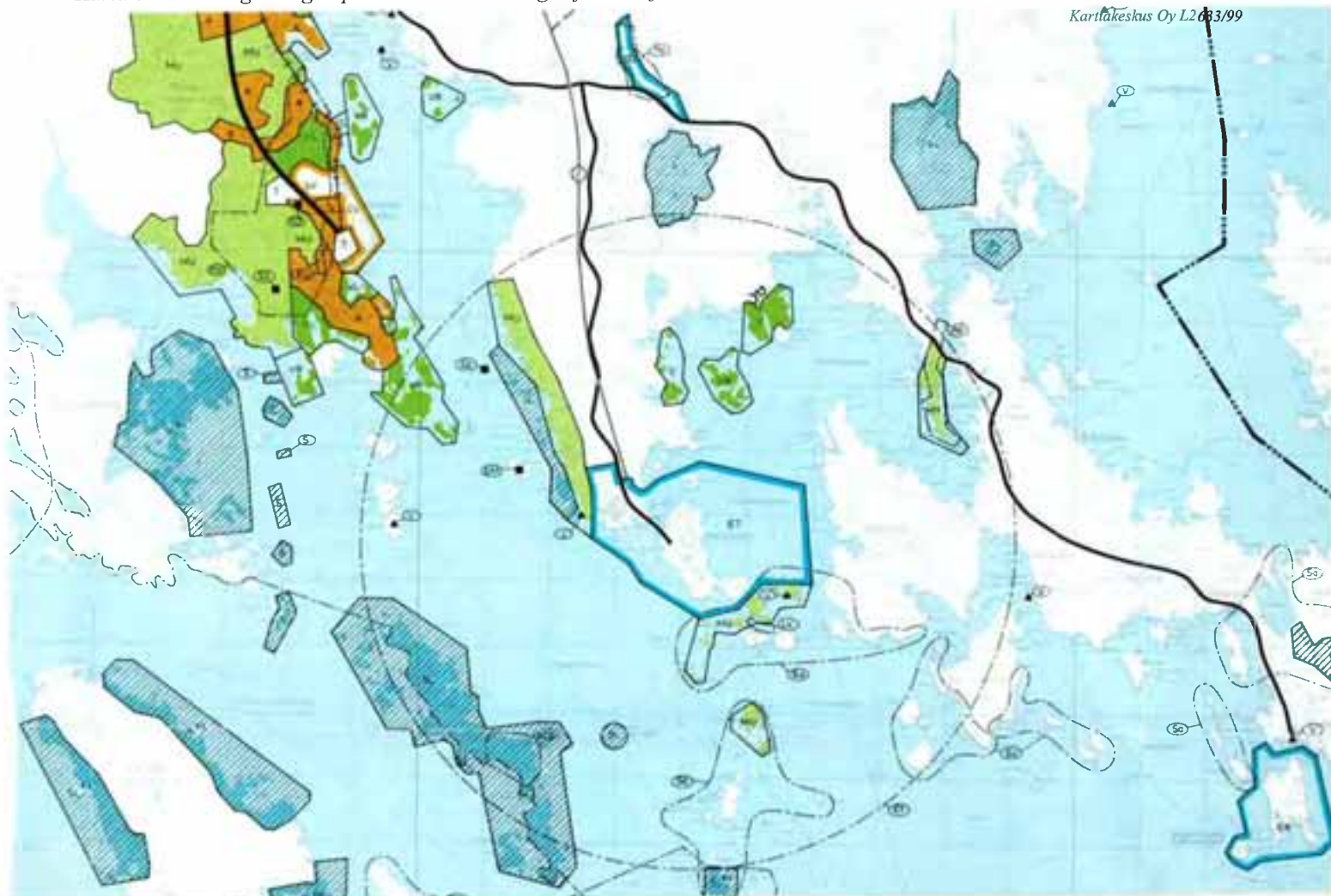
drivs bara i ringa utsträckning. I de närläggna vattenområdena bedrivs fiske både som näring och till husbehov. Hästholmen har en fiskodlingsanläggning som använder kraftverkets varma kylvatten för odling av fiskyngel.

Regionplanen för fritids-, skydds- och vissa skogsbruksområden fastställdes 8.10.1981. Etappregionplanen för tätorter, trafik och områden för tekniskt underhåll fastställdes 21.2.1986. En etappregionplan fastställdes 17.4.1997 för byområden, åsar samt preciseringar och kompletteringar av tidigare etappregionplaner. En regionplan som kompletterar och korrigerar de tidigare planerna har överlämnats för fastställelse. Läget i dag framgår av karta 8-14. Arbetet pågår med en femte regionplan, som har ställts ut 1999.

Hästholmen är betecknat som ett område för samhällstekniskt underhåll (ET)

i regionplanen. Omkring kraftverket finns en 5 km bred skyddszon med markanvändningsbegränsningar. Hästholmens södra skärgård är betecknad som jord- och skogsbruksdominerat område, där det finns behov av att styra friluftsliv och miljövården (MU). Ett likadant område utgör också det östra kustområdet på fastlandssidan av Lovisaviken. Skärgårdsområdet utanför det, nordväst om Hästholmen, är naturskyddsområde (SL). Svartholms fästning är fornminnesområde (SM). Smedsholmarna ett par kilometer norr om Hästholmen är betecknade som utflykts- och friluftsområde (VR), Storholmen och kustområdena väster om Smedsholmarna samt Smedsnäs nordost om dem är fritidsområden (V). Hudö och Lilla-Hudö med närliggande holmar knappa 5 km sydväst från Hästholmen är betecknade som naturskyddsområde (SL). Det närmaste område som är bosättningsområde i regionplanen är Valkom på andra sidan av Lovisaviken.

Karta 8-14. Utdrag ur regionplanssammanställningen från början av 1999 1:100.000.



Lovisa generalplan (karta 8-15) godkändes 9.12.1987. I generalplanen är Hästholmen ett område för kärnkraftverk (E-1) och inkvarteringsområdet i Lappom stödområde för kärnkraftverket (E-2), som kan användas för nödvändig verksamhet som direkt betjänar kärnkraftverket. Av öarna söder om Hästholmen är Småholmen område för fritidsbosättning (RA), Måsholmen naturskyddsområde (SL) samt Kojholmen, Storstensholmen och Björkholmen utflykts- och friluftsområde (VR). Stora Täckarna är betecknad som utflykts- och friluftsområde (VR) och de övriga öarna i söder som naturskyddsområde (SL). Största delen av Lovisavikens östkust är i generalplanen reserverad som utflykts- och friluftsområde. Svartholm och öarna norr om den är betecknade som fornminnesområde (SM). I generalplanen har dessa öar reserverats för naturskyddsändamål.

Stadsplanen för Hästholmsområdet fastställdes 1972. Senare ändrades planen

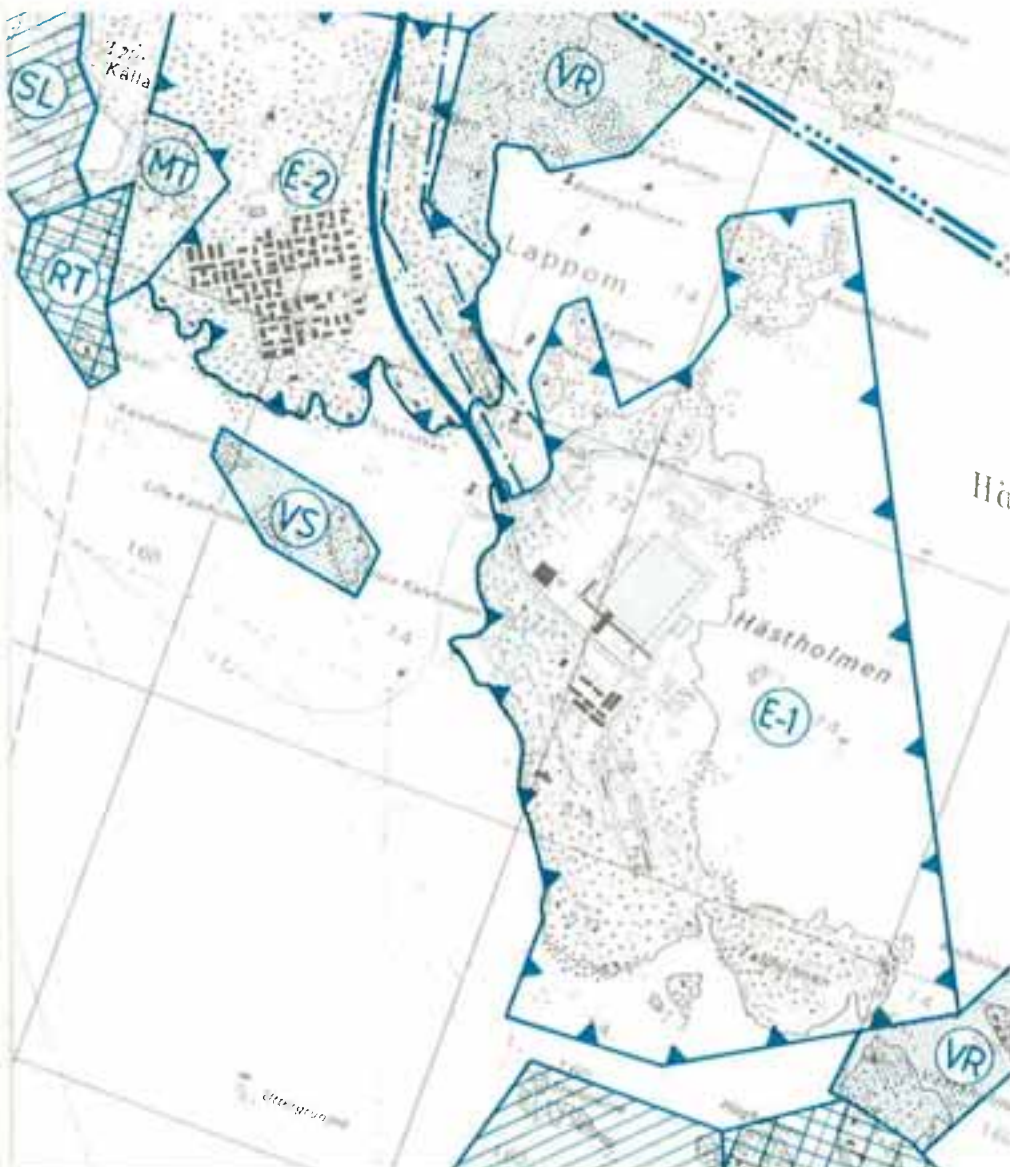
1974 och 1993. Öns centrala delar är kvartersområden för industriverksamhet och lagerbyggnader. En del av stränderna är områden som skall bevaras i naturligt tillstånd. Dessa områden är avsedda för kraftverket och där får uppföras konstruktioner som är nödvändiga för bevakning av kraftverket. Omgivningen kring gäststugan är ett kombinerat område avsett för byggnader för kursverksamhet och kortvarig inkvartering i anknäring till kraftverkets verksamhet. Avsikten med den senaste ändringen i stadsplanen är att möjliggöra byggande under markytan. I den 8.1.1993 fastställda planen tillåts byggande av 500000 m³ stora underjordiska arbets- och lagerrum på kraftverksområdet samt uppförande av byggnader och konstruktioner på markplanet som betjänar de underjordiska utrymmena. Användningsändamålet för de underjordiska utrymmena är förvaring av låg- och medelaktivt avfall.

På fastlandet finns för Lappom by en byggnadsplan som fastställdes 1989.

I närheten av Atomvägen som leder till Hästholmen finns småbåtshamnar och ett parkeringsområde. Det södra strandområdet och området på vägens östra sida är specialområde som skall bevaras i naturtillstånd. Kraftverkets ägare kan vid behov begränsa vistelse på området. På området får finnas byggnader och konstruktioner som behövs för samhällsteknik och bevakning. Kvarteret 1204 är kvartersområde för byggnader avsedda för tillfällig inkvartering. Där tillåts även affärs-, butiks-, lager- och kontorsbyggnader. Planen anvisar inte fast bosättning för området. Området på norra sidan av inkvarteringsområdet är reserverat som kvartersområde för industri- och lagerbyggnader. I väster har stadsplanens gräns dragits så att Källauddens campingområde och badstrand ligger utanför planeringsområdet.

Lovisa stranddelsgeneralplan är från 1985. Hästholmen ligger utanför denna. I stranddelsgeneralplanen har de byggda områdena på öarna söder om Hästholmen anvisats som områden för fritidsbostäder, öarnas övriga delar som områden för skogsbruk och landskapsvård. Svartholm och Krutkällarholmen är skyddade fornminnesområden, de övriga öarna norr om Svartholm är skydds- och utflyktsområde. På Lovisavikens östra strand finns tät fritidsbebyggelse och den är nästan enbart reserverad som fritidsbosättningsområde. – I Strömfors norr om Hästholmen finns en gällande strandgeneralplan som godkändes 7.4.1982 och separata strandplaner, varav Långstrandens och Gäddbergsöns strandplaner är närmast Hästholmen. Utöver de områden som reserverats i regionplanen har bl.a. Kristianslandets naturskyddsområde betecknats separat. Strömfors har för avsikt att uppgöra en strandgeneralplan för hela kommunens strand- och skärgårdsområde. Arbetet inleddes 1997. Det område som ingår i Natura 2000-förslaget (20.8.1998) framgår av kartan (8-2). Andra nationellt viktiga skydds- eller byggnadsplaner finns inte i närheten av byggnadsområdet.

Karta 8-15. Utdrag ur Lovisa generalplan 1:20000



8.3.3 Markanvändning i Kivetty

Det eventuella byggnadsområdet i Kivetty och dess näromgivning är obebyggt skogs- och kärrområde (karta 8-4). Inga nya kraftlinjer behöver dras eftersom den befintliga linjen är tillräcklig. Posiva Oy har ett gällande forskningstillstånd av Forststyrelsen som förvaltar området. De närmaste enskilda bostadshusen ligger ca 3 km sydost om det tilltänkta byggnadsområdet. Avståndet till de närmaste fritidsbostäderna är 0,2 och 1,5 km. Till Konginkangas kyrkby är det ca 7 km och till Äänekoski centrum ca 25 km.

Den femte etapplanen för Mellersta Finlands regionplan har lämnats till miljöministeriet för godkännande. Landskapsrådet godkände etapplanen 17.4.1996 (karta 8-16).

För Kivettyområdet har områdesreserveringar för markanvändningen inte gjorts i regionplanen, och forskningsområdets lokalisering har inte anvisats med planbeteckningar. Forskningsområdet gränsar i väster till strandområdena Ylä- och Ala-Kivetty samt Iso- och Pieni-Salminen som har betecknats som jord- och skogsbruksområden med rekreations- och miljövärden (MU).

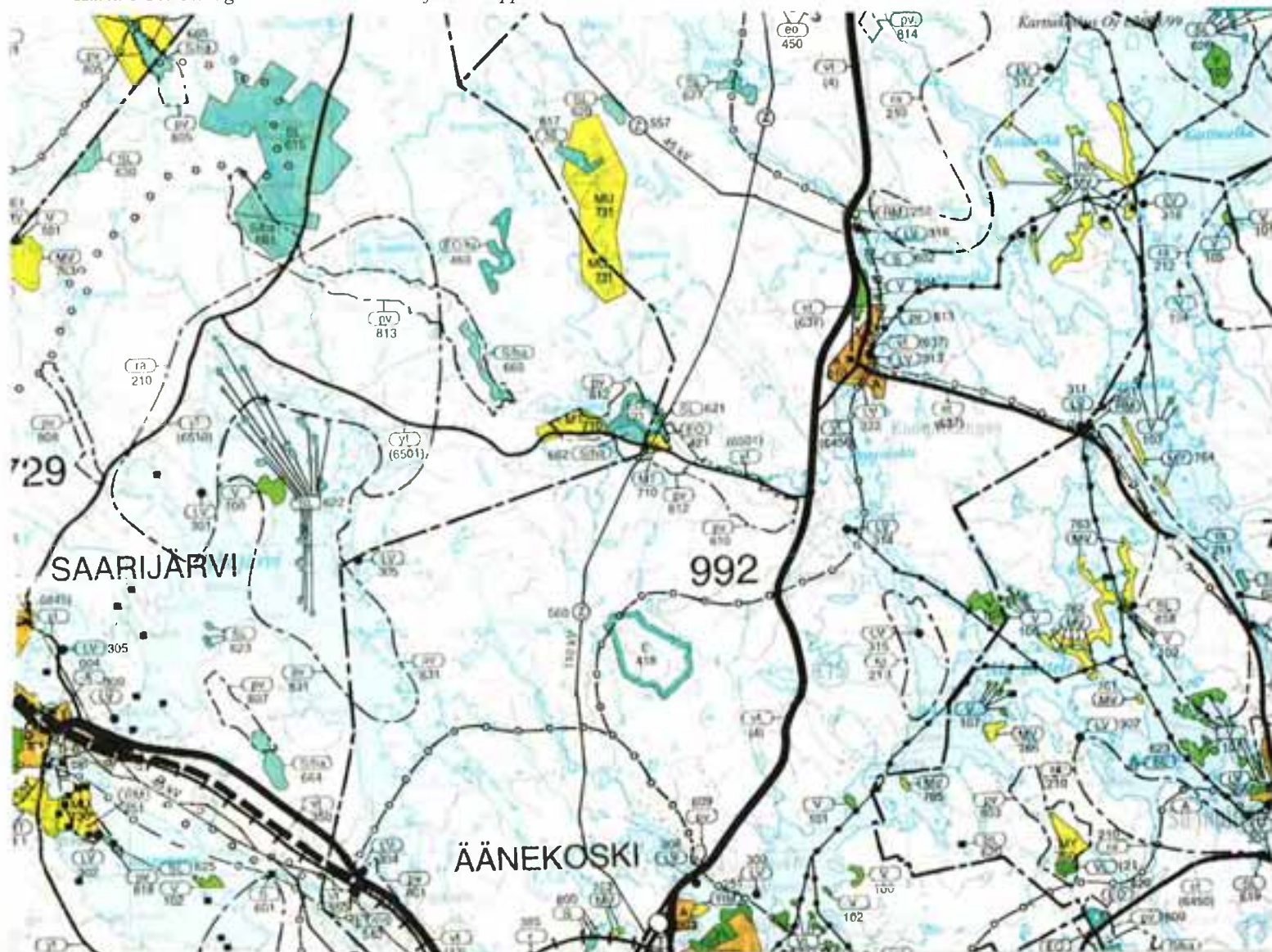
Forststyrelsens naturvårdsskog som ligger på nordvästra sidan av sjön Ylä-Kivetty har i regionplanen betecknats som naturskyddsområde (SL). Urskogsområdena (SL) Patvikonmäki och Räihänniemi norr om Kivetty är likaså områden som skall bli naturskyddsområden. Från Kivetty söderut ligger Hankasuo ödemarksområde med SL-beteckning samt Kangasjärvi åsområde (S/ha) samt i riktning mot sydväst Syrjäharju åsområde (S/ha) på Saarijärvi-sidan.

För Kivettyområdet finns inga byggnadsplaner.

Kivettyområdet förekommer i strandgeneralplanen för Konginkangas södra och västra del, som godkändes av Äänekoski stadsfullmäktige 20.1.1997. Denna plan fastställdes 23.1.1998 av Mellersta Finlands miljöcentral. I strandgeneralplanen är Ala- och Ylä-Kivettys stränder avsedda som friluftsområden. På friluftsområdet finns en reservering för fritidsbosättning i liten skala samt ett skyddsområde. På träskens och sjöarnas stränder finns ytterligare några byggnadsplatser anvisade.

Områdena i Kivettys Natura 2000-förslag (20.8.1998) framgår av karta 8-14. Andra nationellt betydelsefulla skydds- eller byggnadsplaner finns inte nära det eventuella byggnadsområdet.

Karta 8-16. Utdrag ur Mellersta Finlands femte etapplan 1:200000



8.3.4 Markanvändning i Romuvaara

Romuvaara ligger 30 km nordost om Kuhmo centrum. Posiva har ett gällande forskningstillstånd av Forststyrelsen som förvaltar området. Det tänkbara byggnadsområdets (karta 8-3) näromgivning är obebyggt skogsområde som förvaltas av Forststyrelsen. Inga nya kraftlinjer behöver dras eftersom den befintliga linjen är tillräcklig. Pitämävaara, 2 km väster om Romuvaara, har 10 invånare. De två närmaste fritidsbostäderna ligger c. en kilometer från det möjliga byggnadsområdet.

Den tredje regionplanen för Kajanaland (nedan) är en sammanställning av tre etappregionplaner. Den första etappplanen för regionplanläggningen i Kajanaland,

som omfattade frilufts-, skydds- och en del jord- och skogsbruksområden, fastställdes 1980. Den andra etappplanen, som omfattade områden för tätorter, industri, fritidsbosättning, trafik och specialfunktioner, fastställdes av miljöministeriet 1983 och för två områden för fritidsbosättning fastställdes planen 1987. Den tredje regionplanen för Kajanaland fastställdes av miljöministeriet 15.3.1991. Regionplanens tredje etapp innehåller ändringar av områdesreserveringarna i den första och andra etappregionplanen samt nya områdesreserveringar. Den fjärde regionplanen för Kajanaland utarbetas som bäst.

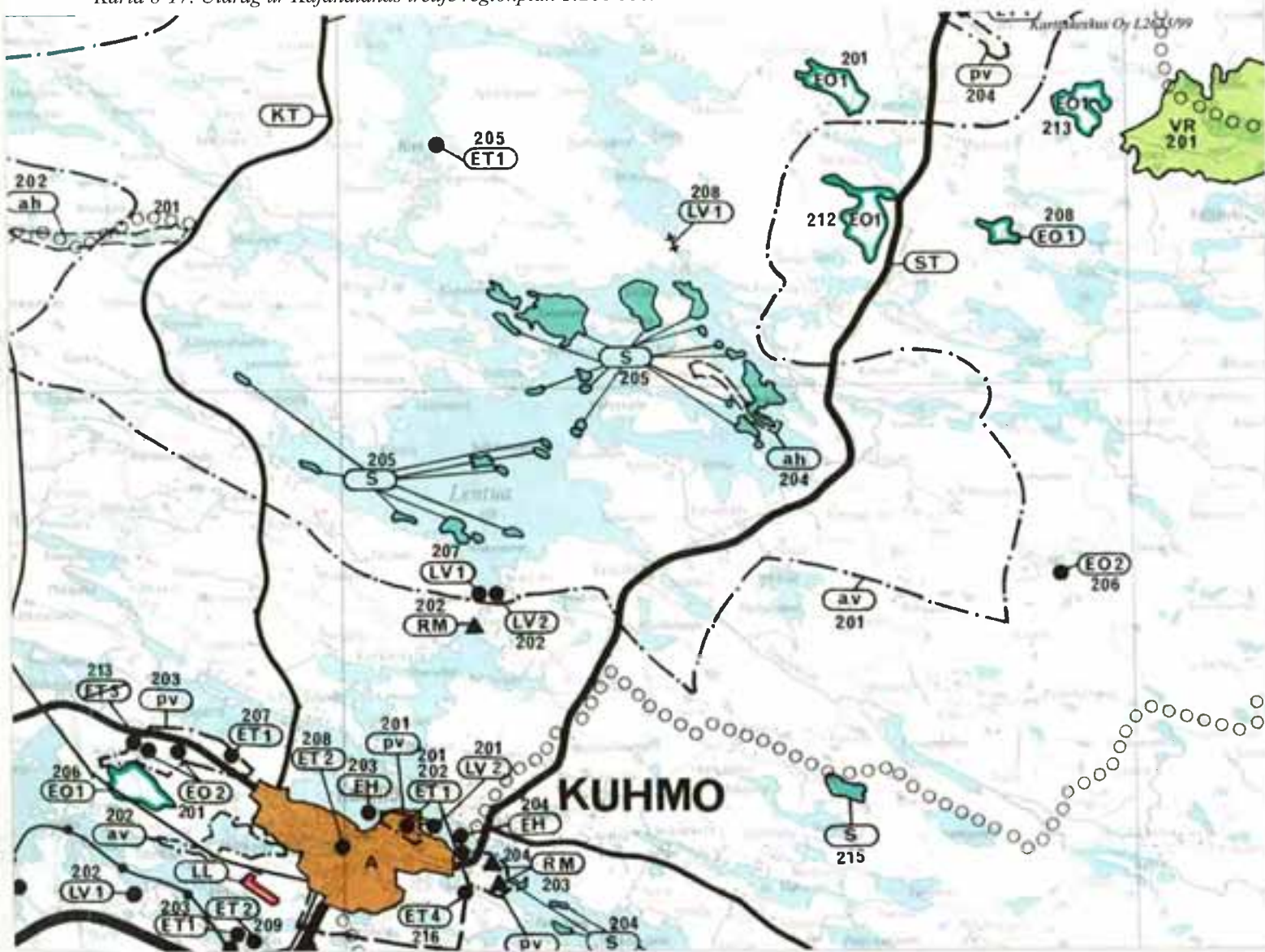
I Romuvaaras näromgivning finns inte områdesreserveringar i regionplanen. De närmaste reserveringarna gäller ett grusområde i Latvavaara (EO2 206) på

södra sidan av Romuvaara, torvmossarna i Koppelosuo och Rimminsuo (EO1 208 och 212) i terrängen mellan Romuvaara och Lentiira samt Lentuas värdefulla våtmarksområde (av 201), vars gräns går genom Romuvaara och fungerar som vattendelare.

För näromgivningen kring Romuvaara finns inte general- eller byggnadsplaner.

Det fastställda strandplaneområde som ligger närmast Romuvaara är Syväniemi strandplaneområde på Lentuas östra strand. Syväniemi strandplaneområde ligger några kilometer norrut längs landsväg 912 från korsningen av den enskilda väg som leder till Romuvaara och är beläget på landsvägens båda sidor. Cirka 10 kilometer söder om Romuvaara ligger dessutom

Karta 8-17. Utdrag ur Kajanalands tredje regionplan 1:200 000.



Luulajjärvi strandplaneområde vars strandplan är under arbete.

Nära Romuvaara finns det inga Natura-2000-områden. Inga övriga nationellt betydelsefulla skydds- eller byggnadsplaner finns nära byggnadsområdet.

8.3.5 Konsekvenser för kulturarv, byggnader, landskap och stadsbild

Landskapsexperter har utvärderat konsekvenser med hjälp av kartor, litteratur, terrängbesök, fotografering, längdsnitt och ritningar (LT-Konsultit Oy 1998). De har dessutom varit i kontakt med museer i bl.a. Satakunda, Borgå, Mellersta Finlands och Kajanalands

samt med Museiverket. Den viktigaste källinformationen som använts vid bedömningen har sammanställts i kartorna 8-18, 8-19, 8-20 och 8-21. I de undersökningar som djuplodar lokala synpunkter (Viinikainen 1998, Pasanen 1998) har konsekvenserna för landskapet inte uppfattats som betydelsefulla. Aktivare växelverkan om konsekvenserna för landskapet eftersträvades i uppföljnings- och samarbetsgrupperna samt vid mötena för allmänheten.

I byggnads- och driftskedet är byggnadernas antal störst. Denna situation har jämförts med nuläget (fig. 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6, 8-7 och 8-8). Bilderna har ritats igenom från fotografier. Efter det har byggnaderna enligt placerings-

exemplen monterats in. Bilderna anger de riktningar som uppvisar den största landskapsförändringen.

Olkiluoto

Landskapet i Olkiluoto förändras minst om ett tillräckligt trädbestånd bevaras vid stranden eller om anläggningarna placeras mitt på ön (fig. 8-2 och 8-3). Värmecentralens 30 m höga skorsten är den enda konstruktion som höjer sig över en fullt utvuxen skog. Man kan anpassa byggnaderna till den omgivande miljön genom att använda kärnkraftverkets färger och material.

Karta 8-18. Olkiluotos kultur-, byggnads- och landskapsobjekt.

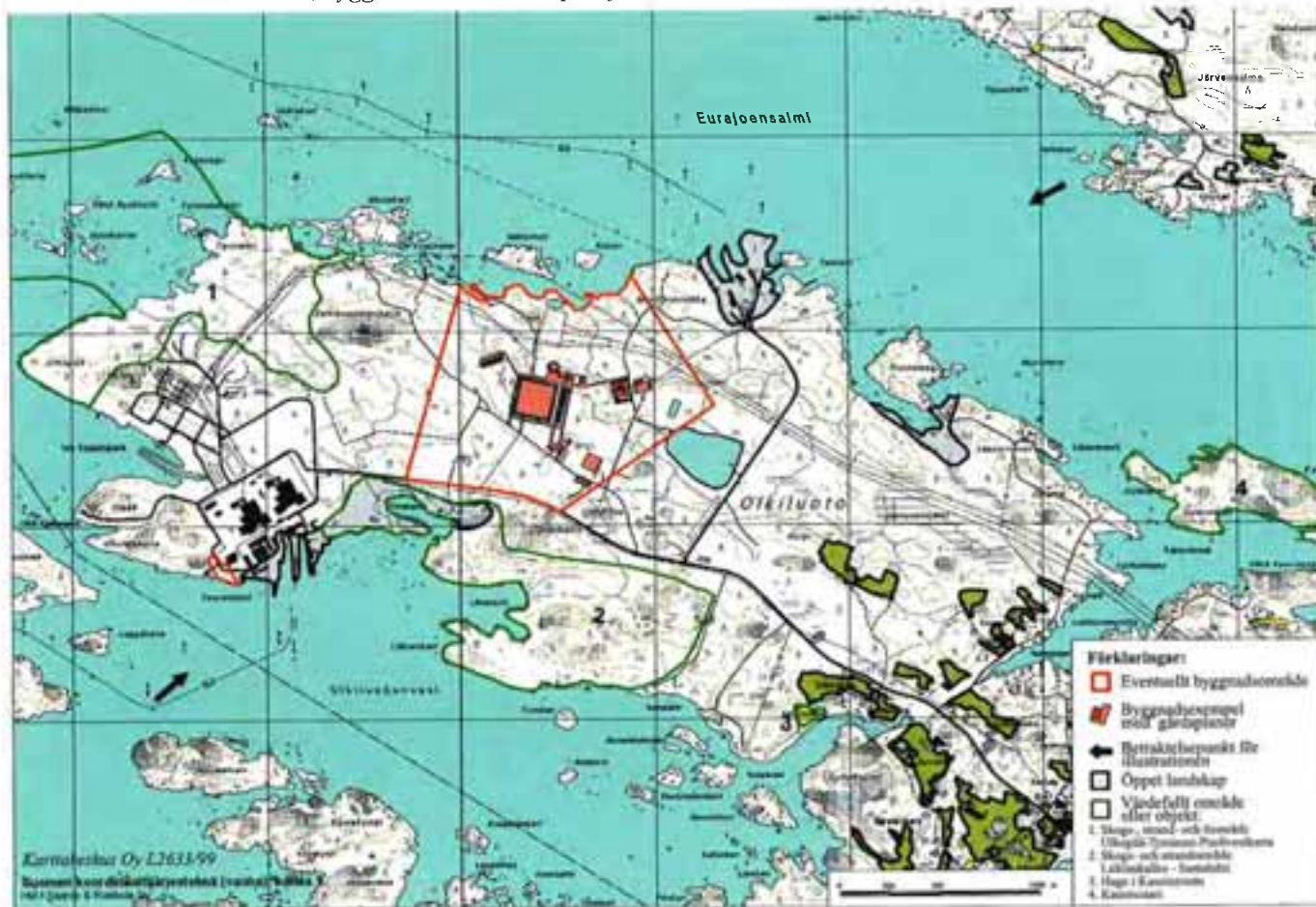
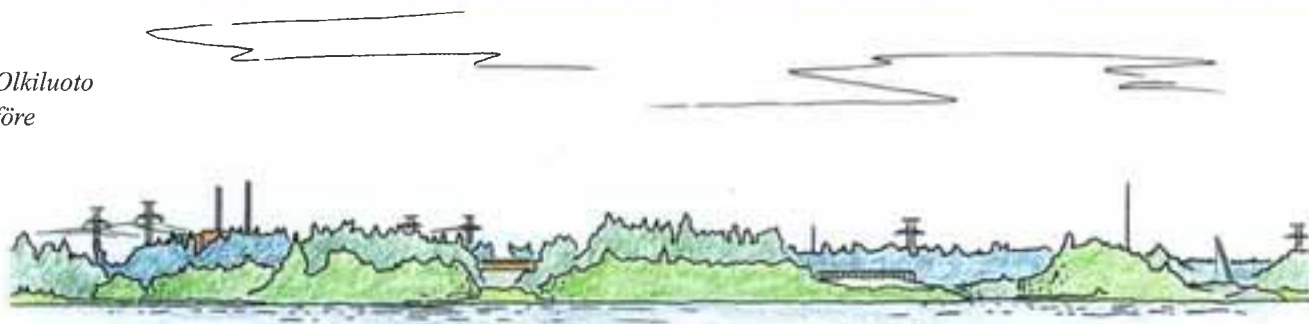


Fig. 8-2a. Flygbild av undersökningsområdet i Olkiluoto sett från nordost (1995).



94

Olkiluoto
före



Olkiluoto
efter

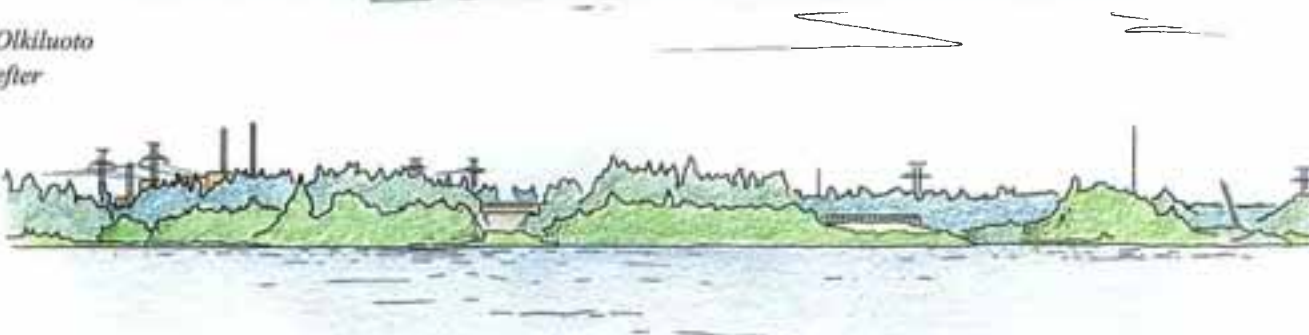
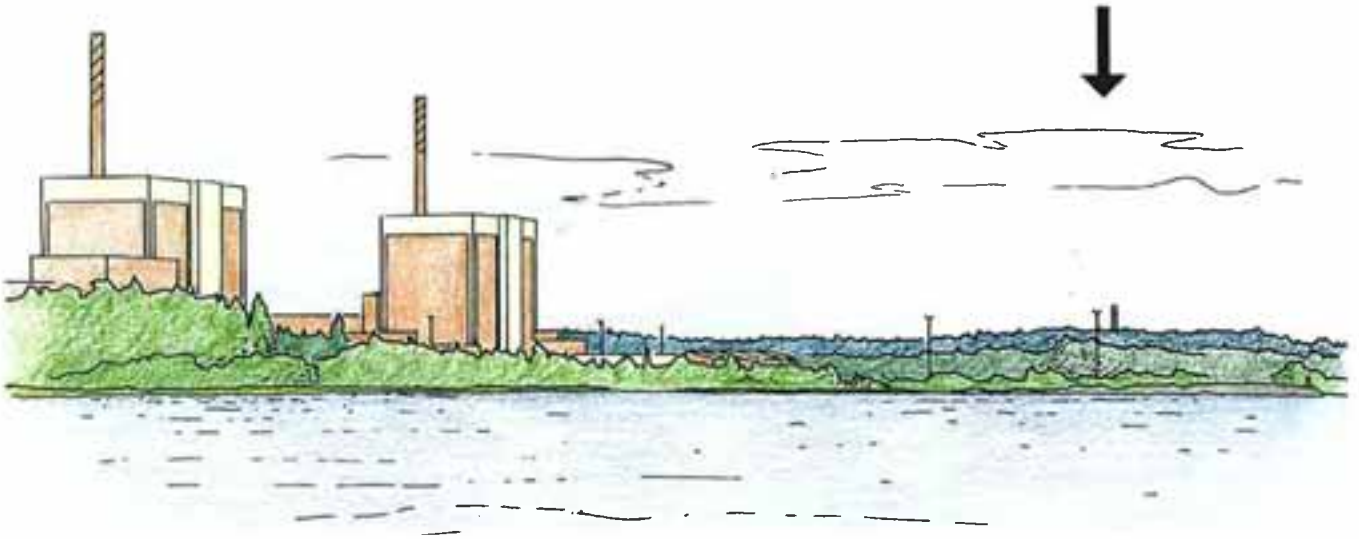


Fig. 8-2b. Vy över Olkiluoto från nordost, från Kiilinkari stugstrand. På grund av det nuvarande låga trädbeståndet syns också de nya byggnadernas tak. Landskapet domineras av hamn- och ledningsanläggningarna.



Vy över Olkiluoto från ankomstfarleden i sydväst. Den nya värmecentralens skorsten höjer sig till höger över träden. Landskapet domineras av kraftverket.

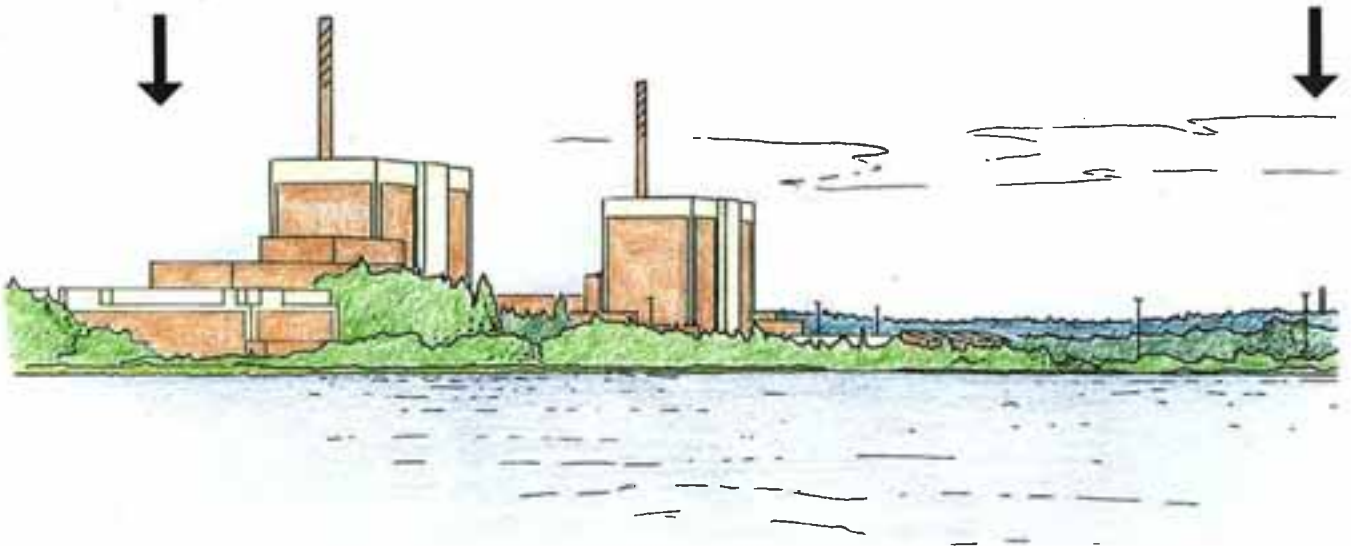


Fig. 8-3. Vy över Olkiluoto från sydväst, om inkapslingscentralen byggs invid kraftverket. Landskapet domineras av kraftverket.

Hästholmen

På *Hästholmen* avtecknar sig byggnaderna på stranden i landskapet. Byggnader uppe på fastlandet kan ses endast på nära håll. De syns inte över fullt utvuxna träd. Mot söder och väster syns bara skorstenen som höjer sig över trädtopparna. Förändringen i landskapet kan minskas genom ett skyddande trädbestånd invid stranden. Man kan anpassa byggnaderna till omgivningen genom att välja samma färger och material som på kraftverket (karta 8-19 och fig. 8-14, 8-5, 8-6a-b).



Karta 8-19. Hästholmens kultur-, byggnads- och landskapselement.



Fig. 8-4. Porten till Lovisa kraftverk. Den nya byggnaden skimtar bakom ledningsstolpen. Landskapet domineras av kraftverket.



Fig. 8-5. Vy från Hästholmen mot kaféet vid porten och småbåtshamnen. Bakom kaféet avtecknar sig den planerade informationscentralen.

Fig. 8-6a. Flygbild av undersökningsområdet på Hästholmen sett från nordväst (1996).



97

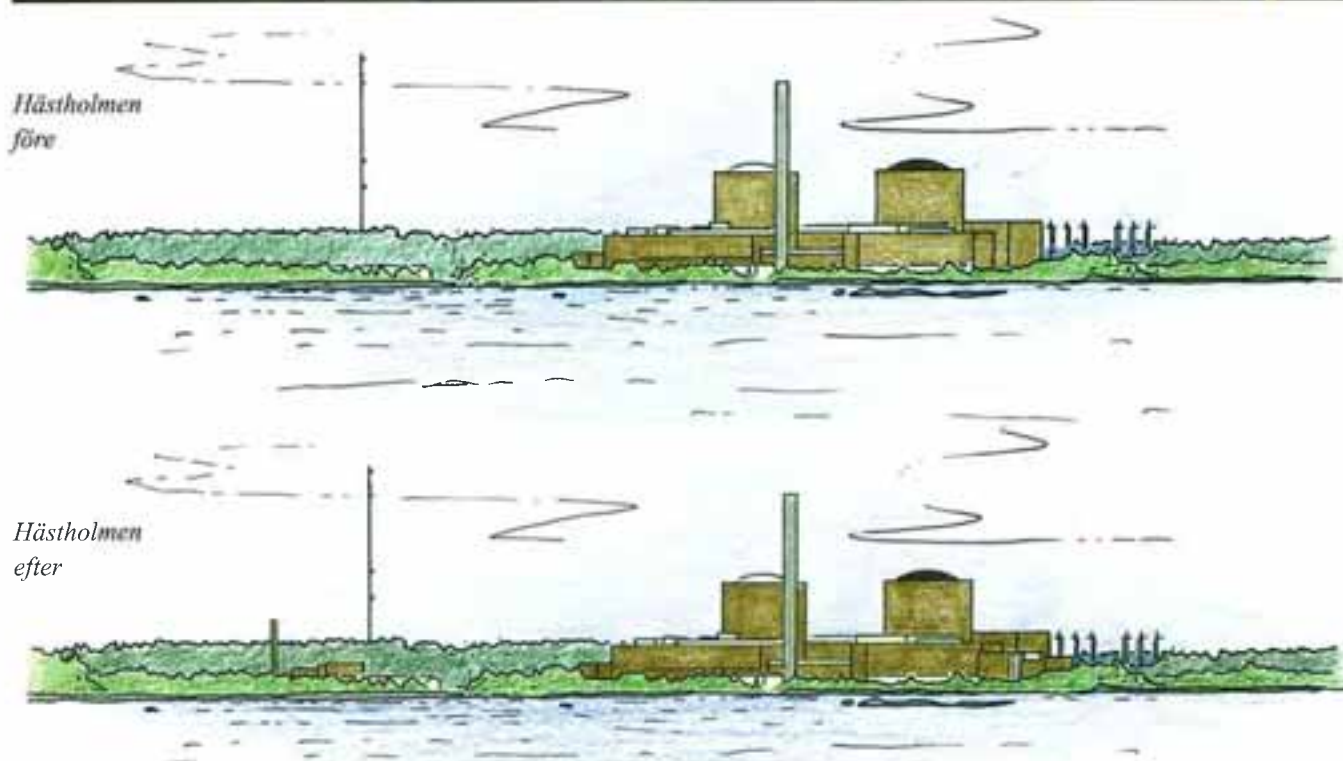


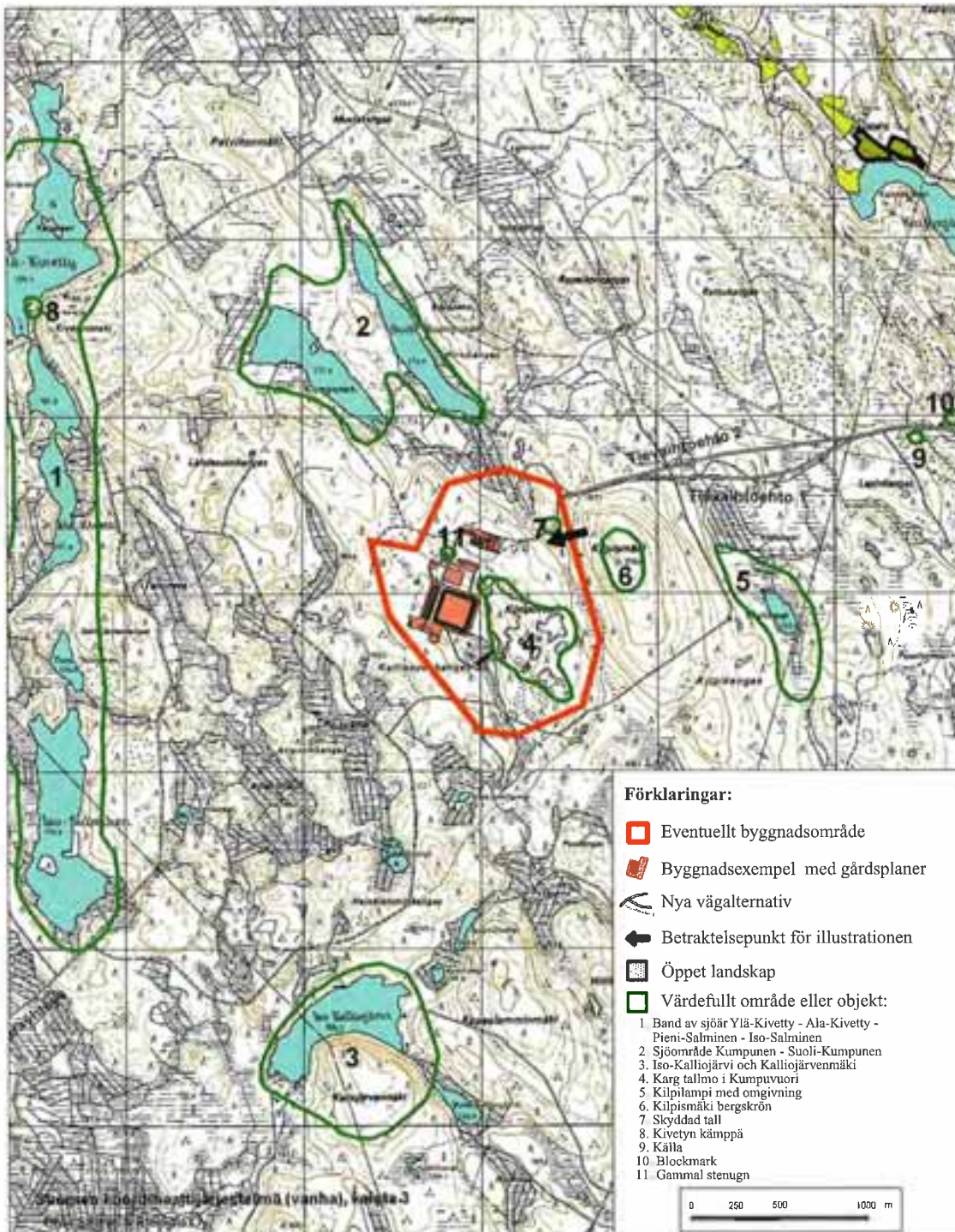
Fig. 8-6b. Vy mot Hästholmen från Gäddbergsöns stugstrand. Landskapet domineras av kraftverket.

Kivetty

Kivetty är ett skogbevuxet område och byggnaderna ändrar inte det egentliga landskapet. Från den höga backen Kalliojärvenmäki ändras vyn t.ex. inte.

Värmecentralens 30 m höga skorsten kan bara ses alldeles i närheten om en öppning lämnas i skogen. De övriga byggnaderna förblir bakom de fullt utvuxna träden (karta 8-20 och fig. 8-1a-b). I Kivetty förändrar naturligtvis

den nya vägen landskapet invid vägen. Även om vägalternativ 1 går invid den befintliga vägen är förändringarna i närlandskapet större än i alternativ 2 på grund av att markbyggnadsarbetena är mer omfattande.



Karta 8-20. Kultur-, bygnads- och landskapsområden i Kivetty.

Fig. 8-7a. Flygbild av undersökningsområdet i Kivetty sett från sydost (1995).



99

Kivetty
före



Kivetty
efter

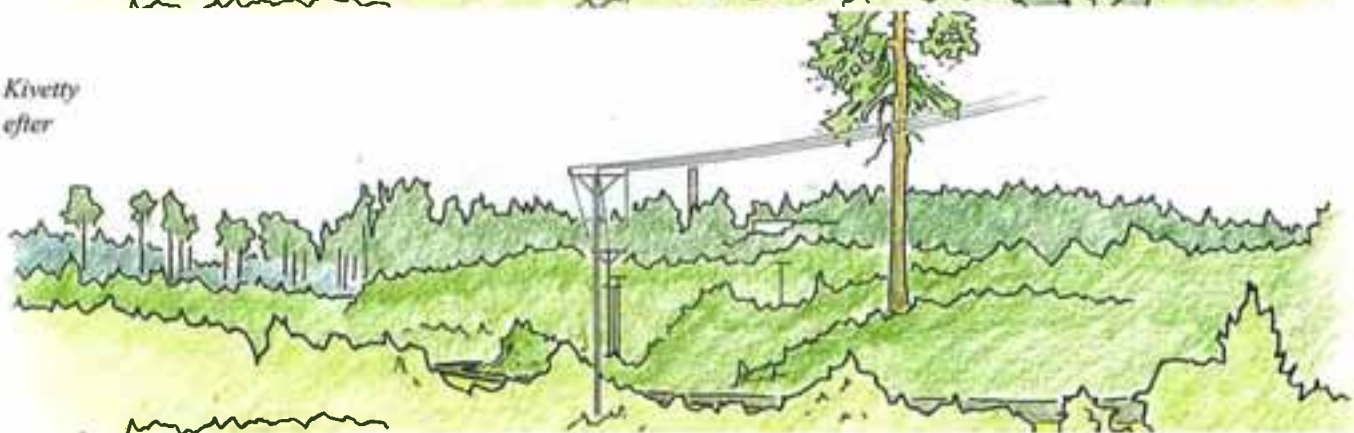


Fig. 8-7 b. Vy från Kilpismäki nordvästra sluttning i Kivetty. Den nuvarande avverkningsgläntan möjliggör vyn. På bilden syns en skyddad tall.

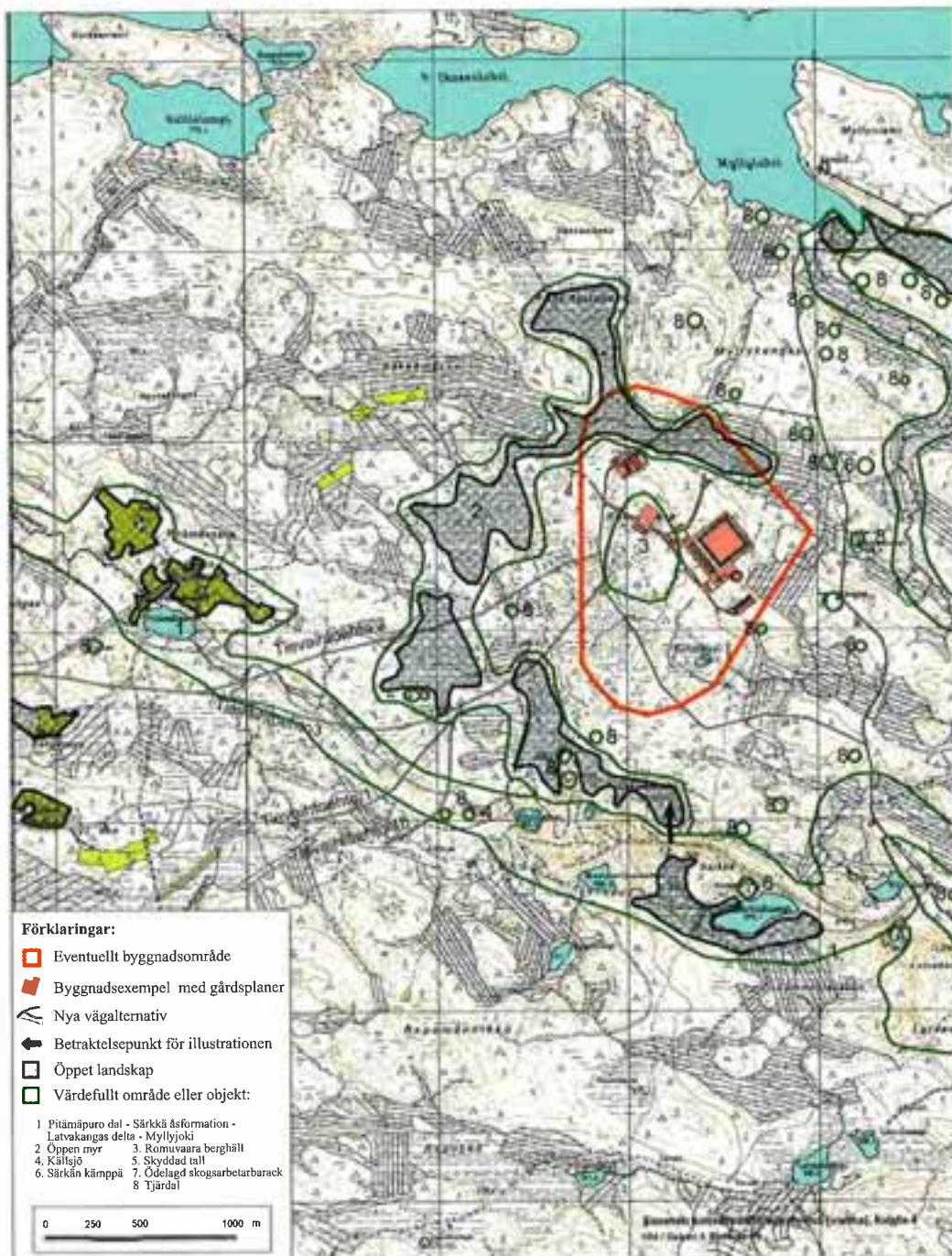
Romuvaara

Romuvaara är ett skogsbevuxet område och anläggningarna ändrar inte landskapet på mer än ett ställe: den 30 m höga värmecentralens skorsten syns bara till Särkkä ås. Vyerna från Pitämävaara lägenhet eller Kalliojärvis stug-

stränder förändras inte. Byggnaderna förblir bakom de fullutvuxna träden och de kan ses endast på nära håll om en öppning lämnas i skogen (karta 8-21 och fig. 8-8 a-b).

I Romuvaara förändrar vägen landskapet invid denna. Vägalternativen

skiljer sig inte från varandra till sina konsekvenser för landskapet. Förbättring av den nuvarande vägen förändrar landskapet minst, men å andra sidan går den nuvarande vägen längs landskapets enda värdefulla miljöobjekt (Särkkä ås).



Karta 8-21. Kultur-, bygnads- och landskapsområden i Romuvaara.

Fig. 8-8a. Flygbild av undersökningsområdet i Romuvaara sett från sydväst (1995).



101

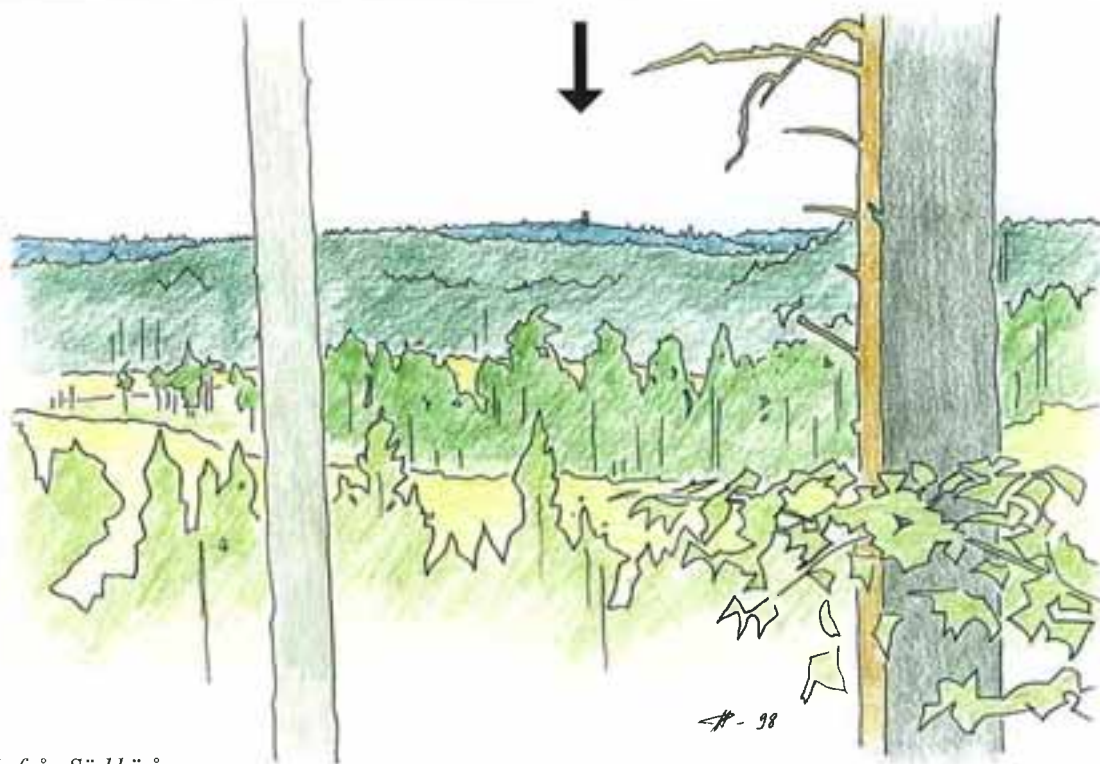


Fig. 8-8b. Vy från Särkkä ås.

Om den mängd bränsle som slutdeponeras ökar, om man spränger ut bergsutrymmena på en gång och om man bygger en körtunnel ökar mängden sprängsten. Om exempelvis drifttiden i de nuvarande kraftverken förlängs från 40 till 60 år växer sprängstenshögen med ca 50 %. Om sprängstenen säljs växer högen inte. Sprängstenen syns inte från skogen. Om sprängstenen i Lovisa placeras på det nuvarande bergkrosslagrets ställe är det önskvärt att lämna ett skyddande trädbestånd bredvid Mysskärret och vägen.

Konsekvenserna för landskapet är inte anmärkningsvärda. På grund av anläggningens läge kan inte konsekvenserna för stadsbilden anses vara betydelsefulla. Effekterna under forsknings- och stängningskedena är ännu mindre. Efter stängningen kan alla byggnaderna rivas om de inte kan användas för annat ändamål. Anläggningarna byggs inte på kulturobjekt eller byggnader.

Social- och hälsovårdsministeriets arbetskyddsavdelning har statistiskt rätt ut olycksfall i samband med användning, lagring och transport av sprängämnen under en period av ca 70 år (Tolppanen & Kokko 1998). Statistiken visar att antalet olyckor i samband med sprängämnen har minskat tack vare utvecklingen av dessa ämnen och utbildningen av de anställda samt strängare bestämmelser.

Olycksfallsrisken i arbetet med sprängämnen är liten när anvisningarna följs och ämnena hanteras yrkesskickligt. När lager med sprängämnen placeras rätt förhindras miljöskador och genom skydd och övervakning förhindras uppsåtlig skadegörelse. Vid behov följs sprängningsvibrationer upp i de närmaste byggnaderna i Olkiluoto och på Hästholmen. I Äänekoski och Kuhmo ligger byggnaderna så långt borta från byggnadsområdet att ingen uppföljning av vibrationer behövs. Av 8-18, 8-19, 8-20 och 8-21 framgår byggnadernas läge i förhållande till anläggningen.

8.3.6 Sammanfattning

Slutförvarsanläggningens konstruktioner ovanför markytan inklusive gårdsplaner täcker ett ca 15 ha stort markområde. I Äänekoski och Kuhmo behövs dessutom ett ca 10 ha stort område för ny väg. I Kivetty syns byggnaderna inte bakom de fullt utvuxna träden. I Romuvaara syns värmecentralens skorsten bara från Särkkä ås. På Hästholmen och Olkiluoto syns byggnaderna ut mot havet om det inte finns skyddande trädbestånd vid stranden. Landskapet domineras även då av de nuvarande kraftverken. Om byggnaderna på kusten placeras bakom fullt utvuxet trädbestånd är det bara toppen på värmecentralens skorsten som syns ut mot havet.

Sprängningsarbeten på markytan som förorsakar vibrationer utförs under byggnadsarbetet endast under 7 – 11 månader. Vibrationerna kan då uppfattas på ett avstånd av 200 – 300 meter. I Lovisa och Euraåminne kan det finnas byggnader så nära att vibrationsuppföljning genomförs.

Sprängningsarbeten under jord inverkar inte på markytan.

8.4 Konsekvenser för människans hälsa

Med hälsokonsekvenser avses i denna beskrivning i enlighet med social- och hälsovårdsministeriets förslag till anvisningar (STM 1998) förändringar eller hot om förändringar (hälsorisker) som projektet orsakar människors hälsa eller hälsoförhållanden i deras livsmiljö. Enligt förslaget kan förändringarna vara direkta eller indirekta, ackumulerande, kort- eller långsiktiga, positiva eller negativa, reversibla eller irreversibla, allvarliga eller lindriga. Huvuduppmärksamheten i denna konsekvensbeskrivning är lagd på utredningen av hälso-olägenheternas möjligheter.

En hälsoolägenhet är

- hos människan konstaterad sjukdom eller
- annan hälsostörning eller
- sådan faktor eller omständighet som kan göra omgivningen mindre hälsosam för befolkningen eller individen.

Vid hälsokonsekvensutredningar fästs huvuduppmärksamheten vid eventuella hälsoolägenheter som radioaktiva ämnen orsakar. Först granskas hur strålningen från radioaktiva ämnen generellt kan påverka människans hälsa. Därefter bedömer man vilken risken är för att människan utsätts för strålning från radioaktiva ämnen i samband med transport av använt bränsle eller i in-kapslings- och slutförvaringsskedena och efter förslutningen av utrymmena. Man går igenom både normalsituationen (verksamheten framskrider enligt planerna) och olika störnings- och olycksituationer. Bedömningen av långtidssäkerheten handlar framför allt om att bedöma betydelsen av oväntade händelser och osäkerhetsfaktorer. De använda bedömningsmetoderna redovisas i samband med bedömningarna.

Utom strålningskonsekvenserna bedöms även vilka andra hälsoverkningar projektet kan medföra. Man granskar bl.a. de olägenheter trafik, buller och damm kan medföra. Bedömningen grundar sig på de i kapitel 8.2 presenterade bedömningarna av utsläpp och andra konkreta förändringar i omgivningen som projektet medför. Separat har man utrett eventuella hälsokonsekvenser som det slutförvarade använda bränslematerialet medför.

I detta samband granskas även projektets eventuella psykosociala konsekvenser, t.ex. sjukdom på grund av rädsla eller stress. Eventuella trivselkonsekvenser och andra sociala konsekvenser behandlas i kapitel 8.5.

8.4.1 Hälsokonsekvenser av föroreningar, buller och vibrationer

Utsläpp av icke-radioaktiva ämnen i luft och vatten, såsom buller och vibrationer som orsakas av verksamheten under slutförvarets forsknings-, byggnads- och driftskede behandlas i kapitel 8.2. De sammanlagda utsläppen och andra fysikaliska förändringar i omgivningen som orsakas av verksamheten bedöms förbli små. I det följande presenteras en sammanfattning av dessa bedömningar med tanke på människans hälsa och hälsoförhållanden.

Trafiken

Projektet orsakar högst några procents ökning av det totala utsläppet av avgaser i trafiken på orten; t.ex. kväveoxidhalterna skulle understiga riktvärdena betydligt. Trafikökningen skulle inte ha betydande hälsokonsekvenser eller konsekvenser för den lokala luftkvaliteten.

Eftersom trafiken koncentreras till dagtid och bullerområdet med 55 dB(A) endast ökar en aning, skulle trafikbullrets hälsokonsekvenser inte vara betydande.

Krossning

Sprängsten krossas under ca en månad vartannat år. Krossning utförs inte nattetid. Riktvärdet i bullerbekämpningslagen, 50 dB(A) för buller från krossverk, underskrids på 500 m avstånd från krossverket. Då sprängstenschögen används som bullerskydd, understigs värdet 50 dB(A) på mindre än 200 m avstånd. Bullernivån vid normalt samtal är 60 dB(A). Skyddsavståndet för damm är 300 m från krossen. Krossen och sprängstenschögen kan placeras så att det inte finns byggnader inom buller- och dammzonen. Därmed medför krossningen inga betydande hälsokonsekvenser.

Utom krossningen orsakar även värme-centralens rökgasfläkt och ventilation oljud. Riktvärdet för sådant buller, 55 dB(A), överskrids inte ens på anläggningsområdet, och skulle inte medföra betydande hälsokonsekvenser i omgivningen.

Bergsbrytning

Sprängningar på markytan som ger upphov till vibrationer, damm och buller utförs totalt 7–11 månader under 20 års tid. Vibrationer och damm kan förnimmas på ett avstånd av 200–300 m. Ljudet från sprängningarna kan höras på ungefär 1 km avstånd (på havet 2 km), men medelbullernivån skulle överstiga riktvärdena endast i närheten av sprängplatsen. Sprängningar utförs inte nattetid. Sprängningar under jord inverkar inte på markytan. Med beaktande av detta medför sprängningarna inga betydande hälsokonsekvenser.

Tabell 8-4. Tröskelvärden för vissa tidiga effekter av joniserande strålning hos en vuxen person. Värdena gäller doser som ackumulerats under en kort tid, till exempel under några minuter. Ackumuleringen av samma dos under en lång tid minskar ofta effekten betydligt (ICRP 1991).

Tabell 8-5. Strålskyddets nominalvärden för sannolikheten för stokastiska effekter av små stråldoser eller stråldoshastigheter på hela kroppen (ICRP 1991). Värdena är konservativa (i överkant) och genomsnittliga (inte t.ex. köns- eller åldersspecifika). Sannolikheten för annan cancer och genetiska effekter har viktats med effekternas olägenheter. T.ex. att sannolikheten för cancer som leder till döden är 0,005 %/mSv innebär att om till exempel 100 000 individer får en stråldos på 1 mSv per person, kan högst 5 individer förväntas insjukna i cancer av detta slag.

Tabell 8-6. Maximivärden för strålningsexponering i Finland (strålskyddslagen och -förordningen, Statsrådet 1991a, 1991b och 1999).

Tabell 8-7. Typiska stråldoser och -doshastigheter för vissa källor och åtgärder (bl.a. Voutilainen 1998, UNSCEAR 1993).

Målorgan / Olägenhet	Dos (mGy)
Testiklar	
Övergående sterilitet	150
Kronisk sterilitet	3500–6000
Äggstockar	
Kronisk sterilitet	2500–6000
(känsligheten ökar med stigande ålder)	
Ögats lins	
Märkbar grumling	500–2000
Förlust av synen (grå starr)	2000–10 000
Benmärg	
Avsevärd övergående störning av blodcellsbildning	500
Hud	
Rodnad, hårfall	3000–5000
Blåsor och sår	20 000
Hela kroppen	
Känslig individ dör	1000
Frisk individ dör i 50 % av fallen utan sjukhusvård	3000–5000

Olägenhetens sannolikhet per dos (%/mSv)

	Fullvuxna arbetare	Hela befolkningen
Cancer som leder till döden	0,004	0,005
Annan cancer	0,0008	0,001
Allvarliga genetiska effekter	0,0008	0,0013
Sammanlagd olägenhet	0,0056	0,0073

Effektiv dos som normalt ackumuleras under ett år i strålningsarbete	50 mSv
Effektiv dos som normalt ackumuleras under fem år i strålningsarbete	100 mSv
Effektiv dos per år från användning av strålning för en person som inte har strålningsarbete	1 mSv
Effektiv dos per år från kärnkraftverkens utsläpp för en person som bor i omgivningen	0,1 mSv
Väntevärden av den effektiva dosen per år för en person som bor i närheten av slutförvarat driftavfall från kärnkraftverk	0,1 mSv
Den effektiva dosen per år för en person som bor i närheten av en slutförvaringsanläggning för använt kärnavfall vid förväntade driftstörningar i anläggningen	0,1 mSv

Den genomsnittliga bakgrundsstrålningen från naturen (utom radon inomhus) för finländare per år	1 mSv
Den genomsnittliga dosen per år som orsakas finländare av radon inomhus	2 mSv
Den årliga dosen i Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och Äänekoski från naturens bakgrundsstrålning och radon inomhus beräknad med hjälp av uppmätta radonhalter	3–220 mSv
Röntgenfotografering av lungorna	0,3 mSv
Bakgrundsstrålning från naturen (yttre strålning), dos per timme vid havsytan	0,1 µSv
Kosmisk strålning, dos per timme i flygplan på 10 km höjd	4 µSv

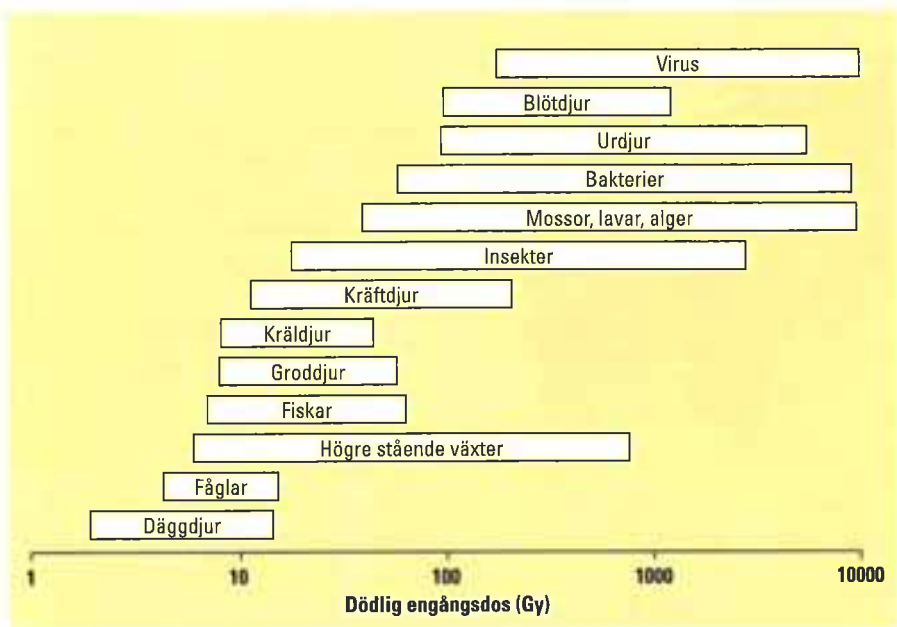


Fig. 8-8. Ungefärliga variationsbredder för dödlig engångsdos för olika huvudgrupper av organismer (UNSCEAR 1996).

Internationella strålskyddskommissionen ICRP anser att övervakningen av människans strålningsexponering i nutid garanterar att andra arter inte utsätts för fara eller att man skapar obalans mellan arterna, fastän vissa arters individer kan påverkas menligt (ICRP 1991). Internationella atomenergiorganet IAEA har kommit till samma slutsats utom att särskilda ekologiska omständigheter, såsom sällsynta eller hotade arters förekomst eller förekomsten av andra stressfaktorer än strålning på en plats kan innebära ett undantag (IAEA 1992a). IAEA har fäst uppmärksamhet vid ett eventuellt behov av strålskyddsanvisningar med avseende på miljön (IAEA 1997b).

Transporter av använt kärnavfall

Använda metoder och antaganden

Eventuella hälsokonsekvenser av transporter av använt bränsle bedömdes utgående från de i kapitel 4 beskrivna transportarrangemangen och ruttexemplen. Man antog att transporterna utfördes enligt de krav som gäller i dag. I tabell 8-8 presenteras de ur hälsokonsekvenssynpunkt viktigaste radionukli-

dernas maximivärden i de undersökta behållartyperna.

Enligt föreskrifterna för transport av farliga ämnen skall transportbehållarna i dag fylla kraven för s.k. förpackning av B-typ och på motsvarande sätt skall transportarrangemangen fylla de krav som ställs för transport av dylik last. En förpackning av B-typ kan innehålla mer radioaktiva ämnen än en förpackning av s.k. A-typ för vilken det finns radionuklidspecifika övre gränser för aktivitet A_1 och A_2 . På grund av detta har man för förpackningar av B-typ ställt krav förutom på hållbarheten under normala förhållanden även på hållbarheten vid olyckor (se punkten "olyckor") som skiljer sig från förpackningen av A-typ.

Förväntade hälsokonsekvenser

Under normal transport av använt bränsle läcker inga betydande mängder radioaktiva ämnen från behållarens insida till utsidan. I transportföreskrifterna har man satt en övre gräns för läckage som orsakas av de största påfrestningarna behållaren normalt utsätts för

(en miljondel av A_2 i timmen). Behållarens utsida skall hållas så ren som det i praktiken är möjligt från radioaktiva ämnen. En övre gräns har satts för den mängd radioaktivt material som eventuellt lossnar från utsidan (4 Bq/cm^2 utom för vissa nuklider som emitterar alfastrålning, $0,4 \text{ Bq/cm}^2$). På en meters avstånd från behållaren får doshastigheten vara högst $0,1 \text{ mSv/h}$. Hos transporterna i fråga skulle doshastigheten klart domineras av gamma- och neutronstrålning som kommer inifrån behållaren.

Fig. 8-9 beskriver den doshastighet som orsakas av den högsta tillåtna doshastigheten på olika avstånd från en CASTOR-TVO-behållare i liggande ställning. Doshastigheten från behållaren sjunker när avståndet ökar och är $0,1 \mu\text{Sv/h}$ (den typiska doshastigheten hos yttre strålning i naturen i Finland) på ca 35 m avstånd och en tiondel av detta på ungefär 100 m avstånd (verkningsområde). I verkligheten skulle doshastigheten vara mindre.

Riskerna vid transport av använt bränsle granskas i en rapport av Suolanen et al. (1999). Behållarna antogs innehålla bränsle med maximimängder olika radionuklider och den yttre doshastigheten antogs vara på övre gränsen av den i föreskrifterna angivna doshastigheten.

Man bedömde befolkningens exponering för strålning genom behållarens vägg när bränslet transporteras enligt ovan beskrivna transportsätt och -rutter. Transporten kan normalt vara tvungen att stanna upp emellanåt av olika skäl. Detta ansågs vara en störning först när transporten stannade onormalt länge till exempel på grund av instrumentfel eller på grund av transportförhållandena. Behållarens skyddande egenskaper skulle inte försvagas, men omgivningen kan eventuellt exponeras i högre grad för strålning genom behållarens

Radionuklid	Förkortning	Halveringstid (år)	Mängd (Bq)	
			CASTOR-TVO	CASTOR-VVER
Tritium (Väte-3)	H-3	12,3	$7,4 \cdot 10^{13}$	$8,6 \cdot 10^{13}$
Krypton-85	Kr-85	10,7	$1,2 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{15}$
Strontium-90	Sr-90	28,6	$2,1 \cdot 10^{16}$	$2,1 \cdot 10^{16}$
Rutenium-106	Ru-106	1,01	$2,1 \cdot 10^{11}$	$2,2 \cdot 10^{11}$
Jod-129	I-129	$1,57 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^{16}$
Cesium-134	Cs-134	2,06	$1,2 \cdot 10^{14}$	$1,2 \cdot 10^{14}$
Cesium-137	Cs-137	30,2	$3,2 \cdot 10^{14}$	$3,1 \cdot 10^{14}$
Cerium-144	Ce-144	0,779	$5,8 \cdot 10^8$	$5,9 \cdot 10^8$
Prometium-147	Pm-147	2,63	$2,0 \cdot 10^{15}$	$1,9 \cdot 10^{15}$
Plutonium-238	Pu-238	87,8	$2,3 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^{16}$
Plutonium-239	Pu-239	$2,41 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^{16}$
Plutonium-240	Pu-240	$6,57 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^{14}$	$2,4 \cdot 10^{14}$
Plutonium-241	Pu-241	14,4	$2,4 \cdot 10^{16}$	$2,4 \cdot 10^{16}$
Americium-241	Am-241	$4,32 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{15}$
Curium-244	Cm-244	18,1	$1,6 \cdot 10^{15}$	$1,0 \cdot 10^{15}$

Tabell 8-8. Maximimängder av de ur säkerhetssynpunkt viktigaste radionukliderna i behållare av typen CASTOR-TVO och CASTOR-VVER vid transport av minst 20 år lagrat använt bränsle från kraftverken i Olkiluoto och Lovisa (Suolanen et al. 1999, Rossi et al. 1999). CASTOR-TVO-behållaren antas innehålla 48 element från Olkiluoto med genomsnittlig utbränning på 45 GWd/tU och CASTOR-VVER antas innehålla 84 element från Lovisa med genomsnittlig utbränning på 42 GWd/tU.

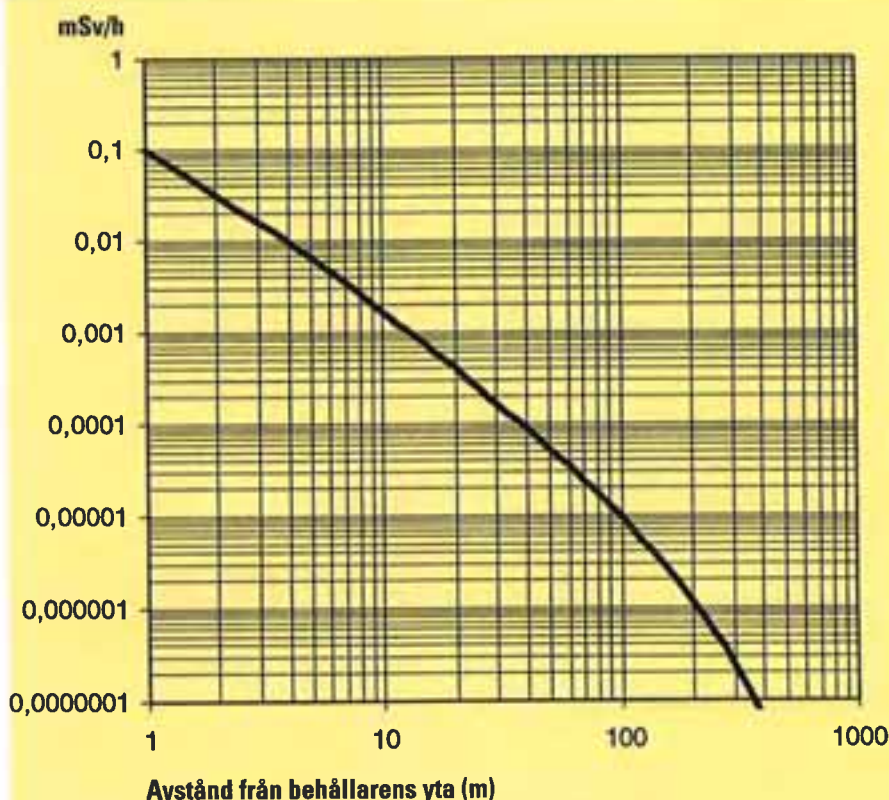


Fig. 8-9. Ungefärlig doshastighet längs långsidan av en CASTOR-TVO-behållare i transportläge som en funktion av avståndet från behållarens yta (Suolanen et al. 1999). Man antar att doshastigheten på 1 m avstånd från behållarens yta är den största tillåtna, 0,1 mSv/h.

väggar än vid normal förbipassering. En annan typ av störning som granskades var en situation där de radioaktiva ämnen som trots rengöring blivit kvar på behållarens yta börjar lossna under transporten. Olyckshändelser är mycket ovanliga situationer när behållarens täthet och integritet kan vara i fara.

Man beräknade maximivärden för årlig dos för en person som tillhör den befolkningsgrupp som utsätts för mest strålning med antagandet att han

- befinner sig på 10 m avstånd från varje behållare som kör förbi längs landsvägen (högst 25 behållare/år) och
- befinner sig årligen 13 timmar på 10 m avstånd från en behållare som stannat,

eftersom landsvägstransport även ingår i järnvägs- och sjötransporterna.

Resultatet av studien framställs i tabell 8-11. För jämförelsens skull visas dosen från en behållare som kör förbi i tabell 8-12 som en funktion av omkörningsavståndet. Doserna för en person som tillhör den del av befolkningen som utsätts för mest strålning under ett stopp som klassificeras som störning i transporten och för hela befolkningen visas i tabell 8-13 med antagandet att 50 personer befinner sig 8 timmar på 10 m avstånd från behållaren.

Den hälsorisk som orsakas av att radioaktiva ämnen som blivit kvar på behållarens utsida eventuellt lossnar är försvinnande liten bl.a. på grund av de små mängderna och tack vare skyddshöljet runt behållaren.

Befolkningens kollektivdos (väntevärde på den kollektiva dosen) som

orsakas av transporterna och förväntade störningar beräknades för varje transportform och -väg med hjälp av dataprogrammet RADTRAN 4. Programmet använder en modell där transportrutten delas in i delar, för vilka man kan ange bl.a. genomsnittlig befolkningstäthet, transporthastighet, antalet förbipasserande resenärer, stopptider, antalet människor som exponeras för strålning och avståndet till dem under ett stopp. Genom att välja konservativa värden för parametrarna i modellen blev även doserna med god marginal konservativa (höga värden).

Beräknade kollektivdoser för befolkningen presenteras i tabell 8-14 för de olika alternativa slutförvaringsorterna, för de alternativa transportsätten och för alternativa rutter (teknisk-ekonomisk rutt eller rutt som undviker befolkningen). De väntevärdena för de kollektiva doserna domineras av doserna från normala transporter, andelen doser som orsakas av störningar är liten.

Doserna från normaltransporter domineras å sin sida av de doser som orsakas av att en behållare stannat. Därför kan kollektivdosen längs en rutt som strävar till att undvika befolkningen till och med vara högre än dosen från en teknisk-ekonomisk rutt.

Den minsta strålningsexponeringen för befolkningen orsakas av sjötransporter, därefter kommer järnvägstransporter och den största exponeringen orsakas av landsvägstransporter. Om slutförvaringsanläggningen byggs i Kuhmo minskar havstransporter till Brahestad dosen. Totaldoserna är i alla fall små, betydligt under 1 mSv.

	stråldos från behållarens strålning (mSv)	hälsorisk från behållarens strålning, sannolikheten för allvarlig skada (%)	stråldos från naturlig strålning (mSv)	hälsorisk från naturlig strålning, sannolikheten för allvarlig skada (%)
den årliga dosen av förbipasseringar (25 passeringar)	$5 \cdot 10^{-3}$	$< 4 \cdot 10^{-7}$	3	$< 0,02$
årlig vistelse i närheten av behållaren (på 10 m avstånd i 13 h)	0,02	$< 2 \cdot 10^{-4}$	3	$< 0,02$
årlig totaldos (25 passeringar och vistelse på 10 m avstånd i 13 h)	0,02	$< 2 \cdot 10^{-4}$	3	$< 0,02$
totaldos (23 år)	0,5	$< 0,004$	70	$< 0,5$

Tabell 8-11. Stråldoser och motsvarande hälsorisker ($7,3 \cdot 10^{-3} \text{ \%}/\text{mSv}$), för en person som hör till den del av befolkningen som exponeras mest, årligen under 23 år i basfallet vid transporter av använt bränsle. Behållarens passeringshastighet antas vara 35 km/h och passeringsavstånd 10 m. För jämförelsens skull visas dessutom doserna av genomsnittlig naturlig strålning (3 mSv/år) och motsvarande hälsorisker.

Avstånd (m)	Dos (mSv)
2	$8 \cdot 10^{-6}$
5	$3 \cdot 10^{-6}$
10	$2 \cdot 10^{-6}$
20	$7 \cdot 10^{-7}$
40	$3 \cdot 10^{-7}$

Tabell 8-12. Den största dosen, orsakad av att en behållare passerar, som funktion av passeringsavståndet. Passeringshastigheten antas vara 35 km i timmen.

	stråldos (mSv)	stråldos (manSv)	hälsorisk, sannolikhet för allvarlig skada (%)
en person	0,02		$< 2 \cdot 10^{-4}$
befolkningen		0,0007	$< 5 \cdot 10^{-3}$

Tabell 8-13. Den maximimängd strålning som en person som tillhör den del av befolkningen som exponeras mest när transporten av behållaren stannar och den mängd som hela befolkningen utsätts för. 50 personer antas befinna sig 8 timmar på ett avstånd av 10 m från behållaren. Den årliga dosen av genomsnittlig naturlig strålning (3 mSv/år) är 200 gånger så stor.

Tabell 8-14. Förväntevärden eller variationsbredd för förväntevärden för den kollektivdos för hela befolkningen som orsakas av normala transporter av använt bränsle och störningar av dessa i basfallet under 23 år, enligt olika placeringsalternativ, transportalternativ och ruttalternativ (teknisk-ekonomisk rutt eller rutt som undviker befolkningen) samt motsvarande hälsorisker (7,3 %/manSv).

För jämförelsens skull presenteras dessutom de doser av den genomsnittliga naturliga strålningen (3 mSv/år) som befolkningen som bor på högst 0,5 km avstånd från ruten exponeras för under samma tid och motsvarande väntevärden av antal allvarliga skador.

Väntevärdet av antalet allvarliga skador som orsakas av strålning från behållaren är betydligt mindre än ett, varför sannolikheten för en skada anges i tabellen.

Slutförvaringsanläggning i Olkiluoto i Euraåminne

	stråldos från behållarens strålning, väntevärde (manSv)	hälsorisk från behållarens strålning, sannolikhet för allvarlig skada (%)	stråldos från naturlig strålning (manSv)	allvarliga hälsoolägenheter från naturlig strålning, förväntevärde (st)
<i>Via landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,025–0,046	< 0,4	< 1200	< 88
Rutter som undviker befolkning	samma rutter som ovan			
<i>Via landsväg–järnväg–landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,015	< 0,2	3300	< 240
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			
<i>Via landsväg–hav–landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0020	< 0,02	81	< 6
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			

De doser som orsakas av landsvägs-transporter av bränsle från kraftverket i Olkiluoto är i detta fall mycket små på grund av den korta transportsträckan och den ringa befolknings-

mängden jämfört med transporter från Lovisa, och därför har de inte beräknats. Andra transportformer är inte aktuella.

Slutförvaringsanläggning i Romuvaara i Kuhmo

	stråldos från behållarens strålning, förväntevärde (manSv)	hälsorisk från behållarens strålning, sannolikhet för allvarlig skada (%)	stråldos från naturlig strålning (manSv)	allvarliga hälsoolägenheter från naturlig strålning, förväntevärde (st)
<i>Via landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,15–0,20	< 2	< 2600	< 190
Rutter som undviker befolkning	0,16–0,17	< 2	< 2100	< 150
<i>Via landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,045–0,099	< 0,8	< 1800	< 130
Rutter som undviker befolkning	0,042–0,11	< 0,8	< 1300	< 95
<i>Via landsväg–järnväg–landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,022	< 0,2	4400	< 320
Rutter som undviker befolkning	0,028	< 0,2	3300	< 240
<i>Via landsväg–järnväg–landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0089	< 0,07	4000	< 290
Rutter som undviker befolkning	0,0064	< 0,05	3600	< 260
<i>Via landsväg–hav–landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,069–0,079	< 0,6	< 1200	< 88
Rutter som undviker befolkning	0,054–0,079	< 0,6	< 1200	< 88
<i>Via landsväg–hav–landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,039–0,053	< 0,4	< 1200	< 88
Rutter som undviker befolkning	0,037–0,053	< 0,4	< 1200	< 88
<i>Via landsväg–hav–landsväg–järnväg–landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0099	< 0,08	750	< 55
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			
<i>Via landsväg–hav–landsväg–järnväg–landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0071	< 0,06	830	< 61
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			

Slutförvaringsanläggning på Hästholmen i Lovisa

	stråldos från behållarens strålning, förväntevärde (manSv)	hälsorisk från behållarens strålning, sannolikhet för allvarlig skada (%)	stråldos från naturlig strålning (manSv)	allvarliga hälsoolägen- heter från naturlig strålning, förväntevärde (st)
Via landsväg från Euraåminne				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,070–0,071	< 0,6	< 900	< 66
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			
Via landsväg–järnväg–landsväg från Euraåminne				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,024	< 0,2	3300	< 240
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			
Via landsväg–hav–landsväg från Euraåminne				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0031	< 0,03	81	< 6
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			

De doser som orsakas av landsvägs-transporter av bränsle från kraftverket i Lovisa är i detta fall mycket små på grund av den korta transportsträckan och den ringa befolk-

ningsmängden jämfört med transporter från Euraåminne, och därför har de inte beräknats. Andra transportformer är inte aktuella.

Slutförvaringsanläggningen i Kivetty, Äänekoski

	stråldos från behållarens strålning, förväntevärde (manSv)	hälsorisk från behållarens strålning, sannolikhet för allvarlig skada (%)	stråldos från naturlig strålning (manSv)	allvarliga hälsoolägen- heter från naturlig strålning, förväntevärde (st)
<i>Via landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,087–0,18	< 2	< 4400	< 320
Rutter som undviker befolkning	0,087	< 0,7	1400	< 100
<i>Via landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,031–0,066	< 0,5	< 1600	< 120
Rutter som undviker befolkning	0,028–0,059	< 0,5	< 620	< 45
<i>Via landsväg-järnväg-landsväg från Euraåminne</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,014	< 0,1	2400	< 180
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			
<i>Via landsväg-järnväg-landsväg från Lovisa</i>				
Teknisk-ekonomiska rutter	0,0081	< 0,06	2800	< 200
Rutter som undviker befolkning	samma rutt som ovan			

Transporterna av bränsle som ansamlas under 60 år i de nuvarande kraftverken i Olkiluoto och Lovisa exponerar befolkningen för kollektivdosor som skulle vara ungefär 50 % större än i basfallet, i direkt proportion till ökningen av mängden bränsle, om transportarrangemangen och omgivningen förblir de samma. Om även bränsle från två eventuella nya enheter transporteras på samma sätt, skulle totaldosorna vara ungefär tre gånger större än i grundfallet. Den årliga dosen för en person som utsätts för den största exponeringen är inte väsentligt beroende av totalmängden slutförvarat bränsle.

Transporter av använt bränsle till något av de alternativa slutförvaringsplatserna skulle inte medföra några betydande hälsorisker normalt eller som en följd av störning vid någon av de undersökta transportformerna eller -rutterna, eftersom den högsta årliga stråldosen för en enskild person i befolkningen (0,02 mSv) är betydligt mindre än den dos den naturliga strålningen orsakar, 3 mSv, och mindre än den maximidos strålskyddsförordningen accepterar, 1 mSv. Även befolkningens kollektivdos av alla transporter är betydligt mindre än den dos den naturliga strålningen orsakar motsvarande befolkning och så liten att inte en enda hälsoolägenhet är att vänta. De maximala individ- och befolkningsdoserna är så små att andra faktorer än strålningsexponeringen under transporternas normala och störda funktion har större inverkan på valet av slutförvaringsort samt transportform och -rutt.

Olyckor

Vid transporter av använt bränsle ställer författningar och myndigheters föreskrifter stränga tekniska krav på de behållare av B-typ som används nu-förtiden. Avsikten är att hindra att det ens vid en olycka kommer betydande mängder radioaktiva ämnen ut i omgivningen ur behållaren.

Test av förpackningar av B-typ i förhållanden som motsvarar olycksituationer (IAEA 1990)

1. Fritt fall från 9 m höjd ner mot ett stumt underlag
2. Fritt fall från 1 m höjd på en ståltapp med diametern 15 cm
3. Fällning av en stålplatta, 1 m² och 500 kg, från 9 m höjd ner på behållaren
4. Upphettnings i eld av 800 °C under 30 minuter efter testerna med fritt fall
5. Nedsänkning på 15 m djup under 8 timmar, för behållaren för använt bränsle dessutom nedsänkning i vatten på 200 m djup under en timme

Belastningen skall riktas på den svagaste delen av behållaren.

Efter testen får radioaktiva ämnen bara långsamt läcka ur behållaren och doshastigheten på en meters avstånd från förpackningens yta får vara högst 10 mSv/h. Behållaren med innehåll måste förbli tillräckligt underkritisk, dvs. de klyvningsreaktioner som neutronerna upprätthåller måste hållas under kontroll.

De belastningar testerna ger upphov till är med största säkerhet hårdare än de belastningar behållaren i praktiken kan utsättas för under transporten. Till exempel i ett test orsakade ett lok som krockade i 150 km/h hastighet med en behållare av B-typ mindre skada än det fria fall från nio meter som ingår i testkraven.

Fastän avsikten med behållaren är att i alla situationer hindra att människor utsätts för strålning, granskar man vid planeringen av transporten möjligheten att en olycka sker. Till exempel med hjälp av transportfordon, -personal, -rutter och -tidsscheman kan man minska risken för olycksfall och följderna av dessa. Man planerar och övar i förväg de åtgärder som behövs vid en olycka samt införskaffar och upprätthåller nödvändiga utrustnings- och personresurser. Åtgärderna presenteras i instruktionerna för nödsituationer. En utredning om planeringen, genomförandet och upprätthållandet av denna beredskap presenteras i beredskapsplanen och dessutom, med avseende på avsiktlig skadegörelse, i skyddsplanen. Dessa skall bifogas till ansökan om transporttillstånd som tillställs Strålsäkerhetscentralen. Brand- och räddningsmyndigheterna, Strålsäkerhetscentralen, polisen och andra myndigheter upprätthåller på motsvarande sätt beredskap för olyckor. Den projektansvariges och myndigheternas planer anpassas till varandra och gemensamma övningar ordnas vid behov.

Myndigheternas nuvarande uppgifter och ansvar i räddningsverksamheten har stadgats i författningar, bl.a. i lagen och förordningen om brand- och räddningstjänsten och i föreskrifter, bl.a.

inrikesministeriets (1997) föreskrift om planering och information av skyddsåtgärder vid strålningsolyckor. Myndigheternas ansvar vid olyckor har utretts i inrikesministeriets (1988) anvisning "Planering av den allmänna räddningstjänsten". Inrikesministeriets (1998) anvisning "Verksamhet vid strålningsolyckor" ger grunderna för planeringen och igångsättandet av räddningsverksamheten vid strålnings-situationer i normalförhållanden.

Enligt inrikesministeriets (1997) föreskrift skall strålningsrisksituationerna inbegripas som en olyckstyp i alla planer för gemensam verksamhet i län och samarbetsområden samt i kommunernas räddningstjänstplaner. Riskerna och orsakerna till dessa är dock olika i landets olika delar. På beredskapsområdet kring kärnkraftverket i Lovisa (Lovisa, Pernå, Pyttis, Strömfors) och beredskapsområdet kring kärnkraftverket i Olkiluoto (Raumo, Eurajoki, Luvia) måste man hålla särskild beredskap för olyckor på kärnkraftverken. I inrikesministeriets (1998) anvisning "Verksamhet vid strålningsolyckor" har man som stöd för beredskapsplaneringen behandlat olika strålningsolyckor.

Internationella atomenergiorganet IAEA (1996) har framlagt bl.a. följande rekommenderade åtgärdsnivåer för att skydda befolkningen från strålningens verkningar:

- Att skydda sig inomhus, om den stråldos som undviks är minst 10 mSv under högst två dygn.
- Utrymning (tillfälligt avlägsnande från platsen för utsläpp), om den stråldos som undviks är minst 50 mSv under högst en vecka.
- Att flytta bort en längre tid, om den stråldos som undviks är minst 30 mSv under en månad.
- Begränsningar av konsumtionen av livsmedel om det innehåller radionuklidhalter på minst 1–1000 Bq/kg, beroende på radionukliden: till exempel för Cs-137 är åtgärdsnivån 1000 Bq/kg.

Med rekommenderad åtgärdsnivå avses den stråldos som undviks med hjälp av skyddsåtgärder (eller därav härledd radionuklidhalt) som kan anses vettig och berättigad jämfört med de eventuella olägenheter som åtgärderna medför.

I rapporten av Suolanen et al. (1999) granskas även den strålningsexponering som orsakas av olyckor vid transporterna. De granskade transportbehållarna av B-typ bedöms hålla för eventuella krockar med ett eller flera fordon, för eldsvådor och för nedsänkning i vatten utan att läcka. Trots detta granskades följderna av olika eventuella läckor.

I den första olyckstypen antog man att behållaren efter en kollision på markytan börjar läcka så att radioaktiva ämnen som frigjorts från bränslet inne i behållaren på kort tid kommer ut i omgivningen. I den andra olyckstypen antog man att det utom den förut-

nämnda läckan samtidigt förekommer en eldsvåda och den tredje typen som granskades gäller motsvarande olyckor på havet inklusive att behållaren sjunker och radioaktiva ämnen frigörs i havet. Den fjärde typen som granskades var vilka följder en avsiktlig skadegörelse på behållaren skulle medföra.

Stråldoser som orsakas av utsläppen vid olyckorna bedömdes med dataprogrammet ARANO. Modellen som programmet använder beaktar bl.a. hur radioaktiva ämnen som kommit i atmosfären rör sig vid olika väderlek, nedfallet på markytan och på växter vid torka eller vid regn samt ackumuleringen i lantbruksprodukter via olika rutter. Doserna kan beräknas från den yttre strålning som utsläppsmoln och radioaktiva ämnen som sjunkit till marken orsakar samt från den inre strålning som radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen genom inandning eller förtäring ger upphov till. Eftersom mycket konservativa värden valdes för modellens parametrar kom de beräknade doserna att representera övre gränser för eventuella stråldoser.

Som spridningssituationer för utsläppen vid olyckan användes valda väderförhållanden samt under ett år insamlat spridningsmaterial som viktats enligt sannolik förekomst. Väderförhållandena karakteriseras allmänt av stabilitetsklass, vindhastighet och förekomst eller avsaknad av regn. När man räknade ut väntevärdet för individens dos och sannolikhetsfördelningen av befolkningens kollektiva dos beaktade man väderleksförhållandenas årliga fördelning. Man antog att befolkningstätheten mellan avståndet 0–2 km är 1000 personer/km², mellan 2–5 km 400 personer/km² och mellan 5–100 km 10 personer/km². Man antog att befolkningen inte skyddar sig speciellt mot

strålningen. Man räknade ut doserna under en månad, ett år och 50 år för tre exponeringsrutter: direkt yttre strålning från utsläppsmoln och nedfall samt inre strålning av radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen via andningen. Med hjälp av dosen för en månad kan man bedöma förekomsten av tidiga effekter. Med hjälp av doserna som ackumuleras över en lång tid kan man uppskatta sena effekter, med antagandet att man inte skyddar sig mot strålningen.

För den första typen av olycka granskades två olika fall:

- 1) *endast en liten del av bränslestavarna skadas* (en ganska realistisk uppskattning) och
- 2) *alla stavar skadas* (en mycket konservativ uppskattning). Man antar att 100 % av de ämnen i gasfas som frigjorts i behållaren och 10 % av ämnena i partikelform kommer ut i omgivningen samt att utsläppet pågår i 30 minuter. I det senare fallet kommer 50 % av allt tritium i behållaren att komma ut i omgivningen, 11 % av krypton, 4,5 % av jod, 0,0014 % av cesium och 0,0003 % av de övriga ämnen som frigörs.

Man uppskattade att en person på 100 m avstånd får en månadsdos på 0,4 mSv när alla stavar skadas vid valda väderförhållanden (stabilitetsklass D, vindhastighet 5 m/s, inget regn). På 1 km avstånd är dosen under 0,04 mSv. Regn skulle öka doserna något i den närmaste omgivningen. Tidiga effekter av strålningen skulle inte förekomma i dessa förhållanden. Motsvarande doser för 50 år är under 30 mSv och 3 mSv. Den dos man får genom inandningen är betydligt större än den dos som orsakas av utsläppsmoln genom direkt strålning. På lång sikt är dosen som orsakas av nedfall via direkt strålning ungefär lika betydande. Det övre värdet för be-

folkningens kollektiva dos under 50 år (med 99,5 % sannolikhet) uppskattades vara 13 manSv, vilket som sen effekt skulle ge upphov till högst en allvarlig hälsoolägenhet (0,073 olägenheter/manSv). Doserna är små jämfört med de doser som orsakas av naturlig strålning (flera millisievert i året). Skyddsåtgärder skulle minska eventuella konsekvenser.

Om en eldsvåda förekommer samtidigt, antar man att 100 % av de gasformiga ämnena som frigörs i behållaren och 50 % av de partikelformade kommer ut i omgivningen inom 10 minuter, men att utsläppsmolnet stiger högre på grund av värmen. Den största dosen för en person skulle då ackumuleras på 1 km avstånd. Dosen skulle vara mindre än den i föregående situation på 100 m avstånd.

Olyckor på havet skulle för befolkningen i allmänhet vara lindrigare än de på land eftersom det finns mindre befolkning i havs- och skärgårdsområdet. Behållaren är planerad att hålla för nedsänkning i djupt vatten. Om radioaktiva ämnen trots allt skulle frigöras i havsvattnet, skulle doserna för befolkningen även via förtärd fisk vara små bl.a. emedan de radioaktiva ämnena skulle spädas ut i en stor vattenmängd.

I den fjärde olyckstypen antog man att behållaren går sönder på grund av en yttre faktor (till exempel avsiktlig skadegörelse) och ungefär 1 % av bränslet skadas svårt och utsläppet sker snabbt. Ca 2 % av de gasformiga ämnena i behållaren kommer ut i omgivningen i en form som man kan andas in, 0,09 % av cesium och 0,008 % av övriga ämnen. Å andra sidan granskade man den doshastighet som orsakas av direkt strålning i en situation, där bränsleelementen blir antingen delvis eller helt oskyddade.

Vid valda väderleksförhållanden (stabilitetsklass D, vindhastighet 5 m/s, inget regn) bedömde man att en person på 100 m avstånd får en månadsdos på under 14 mSv och på 1 km avstånd under 1,4 mSv. Regn skulle öka doserna något i närområdet. Tidiga effekter av strålningen skulle inte förekomma vid dessa förhållanden. Motsvarande doser för 50 år är under 1400 mSv och 140 mSv. Den dos som fås genom inandningen är betydligt större än den som orsakas av direkt strålning från utsläppsmolnet. På lång sikt är den dos som orsakas av nedfall via direkt strålning ungefär lika betydelsefull. Sannolikheten för allvarlig hälsolägenhet av den beräknade dosen på 1400 mSv är under 10 % ($7,3 \cdot 10^{-3}$ %/mSv).

För jämförelsens skull kan man nämna att den dos som ackumuleras under 50 år för en person från naturlig strålning är 150 mSv. Maximivärdet för befolkningens kollektiva dos under 50 år (med 99,5 % sannolikhet) uppskattades till under 500 manSv vilket skulle medföra som sen effekt högst 36 allvarliga hälsolägenheter (0,073 olägenheter/manSv). Skyddsåtgärder skulle minska de eventuella konsekvenserna eftersom de största doserna ackumuleras under en lång tid. Den kollektiva dos som finländare utsätts för under ett år på grund av naturlig bakgrundsstrålning är över 30 gånger högre, ca 15000 manSv.

Bränsleelement utan skydd skulle orsaka en hög doshastighet i närområdet. Till exempel skulle trettio bränsleelement från Lovisa kraftverk i ett knippe i luften orsaka en doshastighet som skulle dämpas till värdet 0,1 mSv/h på ungefär 200 m avstånd. I en behållare av typen CASTOR-VVER ryms 84 element. I en verklig situation skulle bränslet vara på markytan, varvid de omgivande ämnena, till exempel behållaren, terrängen, fordonet och själva bränslet skulle dämpa strålningen.

Man har även granskat sannolikheten för och allvarligheten hos trafikolyckor vid olika transportformer (Suolanen et al. 1999). Man uppskattade att sannolikheten för allvarliga olyckor och särskilt för strålningskonsekvenser var ytterst liten. Väntevärdena för strålningsdoser som orsakas av trafikolyckor (sannolikhet x dos) beräknades vara betydligt mindre än de ytterst små stråldoser som normalt orsakas av transporterna.

Utomlands har man flera decenniers erfarenhet av transport av använt bränsle per landsväg och järnväg samt sjöledes och i Finland har man över tio års erfarenhet. Inte en enda olycka med betydande strålningskonsekvenser har inträffat.

Radioaktiva ämnen i utsläpp vid olycksfall och den strålning dessa ämnen avger kan eventuellt observeras genom mätningar i omgivningen. Verkningsområdets utbredning och form skulle bero på utsläppets storlek och den rådande väderleken. Naturens radioaktiva ämnen och konstgjorda radioaktiva ämnen som inte härrör från olyckan skulle försvåra upptäckten. Av de ovan granskade olykssituationerna skulle verkningsområdet i det första fallet sträcka sig ca 5 km i utbredningsriktningen och i det andra fallet ca 30 km, om man som gräns sätter doshastigheten 0,1 mSv/år (den naturliga strålningen är ca 3 mSv/år).

Målet med åtgärderna vid en olycka är att hindra och begränsa spridningen av radioaktiva ämnen i omgivningen, att uppskatta och mäta utsläppen av radioaktiva ämnen och de halter och doshastigheter de ger upphov till i miljön samt att vid behov skydda befolkningen från strålningsexponering. Transportpersonalens ansvarar för ledningen av åtgärderna ända tills myndigheterna är redo att leda verksamheten. När en

olycka inträffat skall den som ansvarar för projektet utan dröjsmål anmäla detta till brand- och räddningsmyndigheterna, Strålsäkerhetscentralen och vid behov till andra instanser.

De doser som orsakas av olyckor är sannolikt så små att de inte förutsätter att man söker skydd i omgivningen i det initialskedet och sannolikt inte heller senare. I den närmaste omgivningen kan det dock bli fråga om att söka skydd inomhus tills faran är över. Doshastigheterna och halterna radioaktiva ämnen i omgivningen, exempelvis i marken och i jordbruksprodukter mäts omsorgsfullt. Med mätresultaten och andra faktorer som grund beslutar myndigheterna om man måste begränsa tillgängligheten till vissa områden och användandet av jordbruksprodukter, bär, svamp, fisk och vilt från området som föda.

Om behållaren har skadats allvarligt till exempel som en följd av avsiktlig skadegörelse, kan det hända att befolkningen i olycksplatsens närområde blir tvungen att söka sig bort från området för en tid. Man skulle eventuellt bli tvungen att täcka den skadade behållaren och bränslet med lämpliga skydd och lagra dem på olycksplatsen tills det blir möjligt att avlägsna dem och behandla dem vidare. Efter skyddandet skulle man vid behov kunna påbörja restaureringen av omgivningen.

Sammantaget blir hälsorisken vid transportolyckor av använt bränsle mycket liten med hjälp av transportbehållaren och transportarrangemangen samt beredskapen för olyckor.

Den årliga strålningsexponering som individer utsätts för beror normalt inte på totalmängden avfall som skall slutdeponeras eftersom slutförvaringsanläggningens kapacitet att ta hand om avfall ändå skulle bestämma maximi-

antalet transporter per år. Man kan dock grovt anta att hälsoriskerna som helhet växer i direkt proportion till den tid verksamheten pågår och därmed också till totalmängden bränsle. På grund av de små riskerna skulle en tredubbel bränslemängden inte ha någon betydande inverkan på befolkningens hälsa.

Driften vid slutförvaringsanläggningen

Säkerhetsbestämmelserna under slutförvaringsanläggningens drifttid

Slutförvaret planeras och byggs samt drivs så att anläggningen fyller de krav som ställs i författningar och myndigheternas föreskrifter. Detaljerade krav på driften av slutförvaret finns i Statsrådets beslut om säkerheten vid slutförvaring av använt kärnbränsle (Statsrådet 1999). Enligt dessa krav skall slutförvaringsanläggningen och driften av den planeras så att

- utsläppen av radioaktiva ämnen i miljön blir obetydliga när slutförvaret drivs utan störningar
- de som blir mest exponerade till följd av förväntade driftstörningar inte får en effektiv årsdos som överskrider värdet 0,1 mSv
- de som blir mest exponerade till följd av en antagen olycka inte får en effektiv årsdos som överskrider värdet 1 mSv.

Med förväntade driftstörningar avses en händelse under slutförvarets drifttid som påverkar säkerheten och som uppskattas inträffa i genomsnitt mera sällan än en gång per år, men som med betydande sannolikhet kommer att inträffa åtminstone en gång under drifttiden.

Med antagen olycka avses en händelse under slutförvarets drifttid som påver-

kar säkerheten och som endast med ringa sannolikhet kommer att inträffa under drifttiden.

Utom ovannämnda dosbegränsningar innehåller säkerhetsbestämmelserna en rad detaljerade anvisningar som rör både planeringen och byggandet av anläggningen och själva verksamheten.

Hälsokonsekvenser när anläggningen fungerar normalt

När slutförvaringsanläggningen fyller säkerhetskraven orsakar radioaktiva ämnen normalt, så länge inga störningar inträffar, inga betydande hälsorisker för befolkningen i omgivningen. Gränsen för den årsdos som gäller vid funktionsstörningar är en liten del, ungefär 3 %, av den genomsnittliga årsdos, ungefär 3 mSv, som finländare får av den naturliga strålningen, inklusive radon inomhus. Sannolikheten för att en stråldos av dosgränsens storlek orsakar en allvarlig hälsoolägenhet hos en individ är med ICRP:s nominalkoefficient (tabell 8-5) under 0,0007 %. Då driftskedet och stängningsskedet enligt basfallet pågår ungefär 25 år skulle totalsannolikheten vara under 0,02 %. Om skedena pågår en längre tid skulle totalsannolikheten på grund av människans begränsade livslängd bli under 0,1 %. Den på samma sätt beräknade risk som orsakas av naturlig strålning skulle vara 30 gånger större. I Finland är sannolikheten för en individ att insjukna i cancer som leder till döden statistiskt ungefär 20 % (Lautkaski et al. 1988). Den hälsorisk som orsakas av en funktionsstörning i anläggningen är således inte betydande. Hälsoriskerna för hela befolkningen skulle inte heller vara betydande, eftersom de maximala doserna för enskilda personer skulle vara ytterst små.

Slutförvaringsanläggningens konstruktion och drift beskrivs i kapitel 4. Mer

detaljerade beskrivningar av anläggningen finns i rapporter av Kukkola (1999b) och Riekkola (Riekkola et al. 1999). Slutförvaringsanläggningens strålsäkerhet i driftskedet studeras i arbetsrapporten (Rossi et al. 1999) för anläggningens planering och MKB-förfarande. Bedömningen grundar sig på av Kukkola (1999a) presenterade definitioner av anläggningens normaldrift, driftstörningar och olyckssituationer. Ökade utsläpp av radon och de strålningsdoser dessa ger upphov till i samband med utsprängningen av slutförvaringsutrymmena studeras i en rapport av Vesterbacka och Arvela (1998).

Den mest betydande delen av de radioaktiva ämnena i slutförvaringsanläggningen finns i det använda bränslet. I det använda bränslet är den största delen av de radioaktiva ämnena i bränslestavarnas fasta bränslekutsar som är inneslutna i gastäta rörformiga skyddsskal. En betydligt mindre del radioaktiva ämnen finns på bränslekutsarnas yta och på den inre ytan av skyddsskalet och i rummet mellan dem samt i själva skyddsskalet och i andra konstruktionsdelar i bränsleelementen. Endast en liten del av de radioaktiva ämnena är i gasform eller frigör sig på annat sätt lätt i luften vid de temperaturer det använda bränslet i slutförvaret förekommer i.

I tabell 8-15 finns maximihalter av de för miljökonsekvenserna viktigaste radionukliderna i separata bränsleelement och i slutförvaringskapseln. Motsvarande värden för enskilda transportbehållare finns i tabell 8-8.

Man bedömer att det maximala antalet transportbehållare med bränsle i inkapslingsanläggningen är åtta (t.ex. 4 st. CASTOR-TVO och 4 st. CASTOR-VVER behållare) och 12 fyllda slutförvaringskapslar (12 element/kapsel).

Radionuklid	Förkortning	Halveringstid (år)	Mängd (Bq) Element	Kapsel
Tritium (Väte-3)	H-3	12,3	$1,6 \cdot 10^{12}$	$1,7 \cdot 10^{12}$
Krypton-85	Kr-85	10,7	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,6 \cdot 10^{11}$
Strontium-90	Sr-90	28,6	$4,5 \cdot 10^{11}$	$4,6 \cdot 10^{11}$
Rutenium-106	Ru-106	1,01	$4,4 \cdot 10^{11}$	$5,0 \cdot 10^{11}$
Jod-129	I-129	$1,57 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^{11}$	$3,5 \cdot 10^{11}$
Cesium-134	Cs-134	2,06	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^{11}$
Cesium-137	Cs-137	30,2	$6,7 \cdot 10^{11}$	$7,0 \cdot 10^{11}$
Plutonium-238	Pu-238	87,8	$4,7 \cdot 10^{11}$	$3,8 \cdot 10^{11}$
Plutonium-239	Pu-239	$2,41 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^{11}$	$3,5 \cdot 10^{11}$
Plutonium-241	Pu-241	14,4	$5,0 \cdot 10^{11}$	$5,8 \cdot 10^{11}$
Americium-241	Am-241	$4,32 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,9 \cdot 10^{11}$
Curium-244	Cm-244	18,1	$3,3 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{11}$

Tabell 8-15. De i driftskedet ur säkerhetssynpunkt mest betydelsefulla radionuklidernas maximimängder i enskilda bränsleelement och i slutförvaringskapseln (Rossi et al. 1999). Elementen är från Olkiluoto kraftverk och de har lagrats i minst 20 år. Man antar att utbränningen hos ett element är 45 GWd/tU och hos elementen i kapseln i genomsnitt 40 GWd/tU.

I slutförvaringsanläggningens driftskede och stängningsskede under normala förhållanden och vid störningstillstånd bedömer man att radioaktiva ämnen kommer ut i omgivningen främst via luften och endast i ringa utsträckning med vattnet från anläggningen. Därför granskas i detta sammanhang endast utsläpp till atmosfären noggrannare.

Normala utsläpp och direkt strålning

Vid normal behandling kan radioaktiva ämnen som ansamlats under driften och lagringen lossna från bränsleelementens och strömningskanalernas ytor. En liten del av stavarna i elementen kan förlora sin täthet under normal transport och under behandlingen i inkapslingsanläggningen. Skadan kan även uppstå redan på kraftverket. Därför kan radioaktiva ämnen frigöras inifrån skyddsskalet även vid normal behandling. De radioaktiva ämnena frigörs först in i transportbehållarna, inkapslingsutrymmena eller kapseln.

Transportbehållarna med använt bränsle öppnas i hanteringscellen där bränslet överförs i kapslarna och de fyllda kapslarna försluts tätt. Det mesta av de radioaktiva ämnen som frigjorts i inkapslingsutrymmena tas omhand så att inga betydande mängder radioaktiva

ämnen kommer ut i omgivningen från inkapslingsutrymmena. Man sörjer för rengöringen av yttersidan av kapslarna med använt bränsle så att radioaktiva ämnen inte frigörs från kapselns yta i slutförvaret när kapseln slutdeponeras. I tabellen 8-16 presenteras de beräknade maximala mängderna utsläpp av radioaktiva ämnen årligen i atmosfären i driftskedet då man uppskattar att 100 % av de gasformiga ämnen (väte, krypton och jod) som frigjorts i slutförvaringsanläggningens utrymmen frigörs i omgivningen och 0,3 % av de andra ämnena.

Radionuklid	Utsläpp (% av transportbehållarens maximiinnehåll)		
	Normal verksamhet	Störning	Olycka
Tritium (Väte-3)	$2,3 \cdot 10^1$	$3,8 \cdot 10^1$	$4,4 \cdot 10^1$
Krypton-85	$5,2 \cdot 10^1$	$8,7 \cdot 10^1$	$8,7 \cdot 10^1$
Strontium-90	$4,0 \cdot 10^1$	$6,6 \cdot 10^1$	$7,8 \cdot 10^1$
Rutenium-106	$3,8 \cdot 10^1$	$6,4 \cdot 10^1$	$8,5 \cdot 10^1$
Jod-129	$2,2 \cdot 10^1$	$3,7 \cdot 10^1$	$3,5 \cdot 10^1$
Cesium-134	$2,2 \cdot 10^1$	$3,6 \cdot 10^1$	$2,9 \cdot 10^1$
Cesium-137	$2,1 \cdot 10^1$	$3,4 \cdot 10^1$	$3,1 \cdot 10^1$
Plutonium-238	$4,7 \cdot 10^1$	$7,8 \cdot 10^1$	$6,1 \cdot 10^1$
Plutonium-239	$3,8 \cdot 10^1$	$6,3 \cdot 10^1$	$8,6 \cdot 10^1$
Plutonium-241	$3,7 \cdot 10^1$	$6,1 \cdot 10^1$	$8,8 \cdot 10^1$
Americium-241	$3,6 \cdot 10^1$	$6,1 \cdot 10^1$	$8,7 \cdot 10^1$
Curium-244	$5,1 \cdot 10^1$	$8,6 \cdot 10^1$	$4,9 \cdot 10^1$

Tabell 8-16. Normala årliga maximiutsläpp av radioaktiva ämnen i atmosfären från slutförvaringsanläggningen i driftskedet och uppskattade maximiutsläpp av radioaktiva ämnen i atmosfären från slutförvaringsanläggningens förväntade och antagen störnings- och olycksituationer i driftskedet. Mängderna presenteras som delar av de maximimängder som transportbehållaren innehåller (tabell 8-8, CASTOR-TVO).

Små mängder radioaktiva ämnen från kärnkraftverket kan följa med till inkapslingsanläggningen även på transportbehållarens yta och inne i behållarens skyddshölje (väderskydd). Transportbehållarens utsida och väderskyddet rengörs vid behov i inkapslingsanläggningen och de radioaktiva ämnena tas till vara på samma sätt som andra radioaktiva ämnen.

I berggrunden och i grundvattnet som läcker in bergsrummen finns radioaktiva ämnen från naturen, av vilka främst radon frigörs i luften i slutförvaret. Radon och dess dotternuklider kommer med luftkonditioneringen ut i omgivningen. Radon frigörs i atmosfären även i någon mån via grundvatten som pumpas till ytan samt sprängstens- och krossstenshögar ovan jord. Den sannolika utsläppshastigheten av radon till atmosfären är högst $1 \cdot 10^{12}$ Bq/år (Vesterbacka & Arvela 1998).

För att samla in radioaktiva ämnen används till exempel ventilation med undertryck och filtrering av frånluften, dammsugning av ytor och filtrering av avloppsvatten. De insamlade radioaktiva ämnena behandlas och lagras i in-

kapslingsanläggningen med radioaktivt avfall som uppkommer i samband med annan aktivitet. Avfallet förpackas till exempel genom betonerings i tunnor som placeras i ett särskilt bergsrum som sprängts ut i anslutning till slutförvaret.

I samband med stängningen avlägsnar man de apparater och material som klassificeras som radioaktiva från inkapslingsanläggningen och slutdeponerar dem tillsammans med avfallet från driftskedet. I samband med avlägsnandet kan små mängder radioaktiva ämnen frigöras i inkapslingsenhetens utrymme vilka till största delen tillvaratas med samma metoder som i driftskedet.

Den joniserande strålning som kommer från det använda bränslet och andra, väsentligt mindre aktiva strålkällor i slutförvarsanläggningen, dämpas till tillräckligt låg nivå med hjälp av strålskydd. Dessa är bl.a. transportbehållare, slutförvaringskapsel och betongkonstruktioner. Doshastigheten bredvid slutförvarsanläggningens byggnader är i allmänhet av samma storleksklass som doshastigheten från naturlig bakgrundsstrålning, dvs. ca 0,1 $\mu\text{Sv/h}$, och högst 2,5 $\mu\text{Sv/h}$. Utanför anläggningsområdet har den direkta strålningen från slutförvaret ingen betydelse jämfört med till exempel den naturliga bakgrundsstrålningen.

Utsläpp under störningar

Man bedömde följande störningssituationer vara de mest betydelsefulla i slutförvarsanläggningen:

- en bränslestav har mist sin täthet under transporten och man lyckas inte på ett normalt sätt ta tillvara de radioaktiva ämnen ur transportbehållaren som frigjorts i behållaren

- till följd av ett funktionsfel eller ett instrumentfel utsätts bränsleelementen för stötar i inkapslingsenheten och bränslestavar skadas
- i samband med eventuell torkning av bränsleelementen stiger temperaturen ovanligt högt till följd av instrumentfel och då mister bränslestaven sin täthet eller har redan mist den.

Störningssituationerna skiljer sig med avseende på frigörandet av radioaktivt ämne från den normala situationen närmast så att flera bränslestavar mister sin täthet samtidigt eller att en högre temperatur ökar frigörandet från en enskild stav.

Radioaktiva ämnen frigörs även under störningssituationer i inkapslingsutrymmena eller i utrustning som finns där, från vilka filtreringen av frånluften antas fungera normalt. I tabell 8-16 presenteras de största beräknade utsläppen av radioaktiva ämnen i atmosfären vid en separat störningssituation, då man antar att 100 % av de i slutförvarsanläggningen frigjorda gasformiga ämnena kommer ut i omgivningen och 0,3 % av de övriga ämnena.

Stråldoser och verkningsområden i normala och störningssituationer

Radonet i naturen och dess sönderfallsprodukter ger upphov till stråldoser huvudsakligen när de kommer in i kroppen vid andningen. Vesterbacka och Arvela (1998) har skattat de stråldoser som härvid uppkommer. Övriga stråldoser på grund av utsläpp i normala och störningssituationer har beräknats med datorprogrammet ARANO (Rossi et al. 1999) enligt samma principer som ovan beskrevs när det gäller effekterna av transporter.

Störningssituationernas sannolikhet uppskattas i samband med detaljplaneringen. Funktionerna planeras så att sannolikheten för störningar är låg.

Den stråldos som en person i befolkningen utsätts för i anläggningsområdets omedelbara närhet till följd normala utsläpp under ett år är under en tid av 50 år mindre än 0,01 mSv (med över 99,5 % sannolikhet). Härvid antas att den fasta bebyggelsen gränsar direkt till slutförvarets tomt, att man där bedriver jordbruk och som föda huvudsakligen använder egna produkter. Den viktigaste radionukliden är cesium-137.

Huvuddelen av dosen kommer från nedfall av radionuklider på marken. Dessa radionuklider kontaminerar sedan jordbruksprodukter, exempelvis mjölk, och ger via födan upphov till inre strålning. Den direkta yttre strålningen från nedfallet och inandning av radioaktiva ämnen i luften ger den näst största dosen. Den direkta strålningen från det radioaktiva molnet ger en betydligt mindre stråldos. Dosen är åtminstone en storleksordning mindre på 5 km avstånd från anläggningen än alldeles invid den. På större avstånd är den ännu mindre. De doser man får på grund av normala utsläpp är därför försumbara jämfört med exempelvis den naturliga bakgrundsstrålningen (ca 3 mSv/år). De doser som orsakas av utsläpp av radon och dess sönderfallsprodukter i miljön är inte heller betydande.

Den stråldos som på grund av en enskild störningssituation uppstår under en tid av 50 år är under 0,001 mSv (med över 99,5 % sannolikhet). Stråldoserna på grund av störningssituationer ligger alltså klart under det föreskrivna gränsvärdet på 0,1 mSv/år. I grannländerna vore doserna flera storleksordningar mindre eftersom avståndet fågelvägen från Romuvaara i Kuhmo till Ryssland är ca 18 km, från Hästholmen i Lovisa till estniska fastlandet ca 80 km och från Olkiluoto i Eurajoki till svenska fastlandet över 200 km.

Doserna ackumuleras på likartat sätt som doserna från normala utsläpp.

Egenskaperna hos slutförvarets grannskap, till exempel befolkningens mängd och geografiska fördelning, dess struktur och levnadsvanor inverkar på stråldoserna och hälsoriskerna. På grund av de ringa hälsoriskerna är det dock i detta avseende ingen betydande skillnad mellan de alternativa slutförvaringsplatserna.

Radioaktiva ämnen från normala utsläpp kan eventuellt påvisas genom mätningar som ytterst låga halter nära slutförvaret, vid störningar kan dessa mätas även längre bort. Observationen av dessa halter försvåras av de radioaktiva ämnena i naturen och konstgjorda radioaktiva ämnen från andra källor. Genom att mäta den totala doshastigheten skulle man inte kunna påvisa någon förändring i strålningsnivån.

Om större mängd bränsle slutförvaras än i basfallet förlängs driftskedet och hälsoriskerna ökar därmed ungefär i direkt proportion till den ökade bränslemängden. På grund av de obetydliga riskerna har inte ens en ökning av bränslemängden till det trefaldiga någon väsentlig betydelse för befolkningens hälsa.

Olyckssituationer

Om slutförvaret uppfyller säkerhetskraven utsätts inte befolkningen i området för några betydande hälsorisker på grund av de radioaktiva ämnena ens vid antagna olyckor under driftskedet eller stängningsskedet. Årsdosgränsen vid en antagen olycka är en bråkdel av den genomsnittliga dos på ca 3 mSv som finländarna årligen får av den naturliga strålningen, radon i rumsluften inberäknat. Sannolikheten för att en stråldos av dosgränsens storlek skall medföra hälsoolägenhet för en individ är, om man använder ICRP:s nominella koefficient

(tabell 8-5), högst 0,007 % under det första året, och under därpåföljande år mindre. Med beaktande av den låga sannolikheten för dylika olyckor är den totala sannolikheten för hälsoolägenhet på grund av en olycka mindre än vid en driftstörning om man jämför med det gränsvärde som föreställts för driftstörningar. Hälsoriskerna för hela befolkningen blir inte heller betydande till exempel jämfört med den risk som den naturliga strålningen medför eftersom enskilda individers doser blir desto mindre ju längre från anläggningen de bor.

Med antagen olycka förstås när det gäller kärnkraftverk en situation som används som grund för dimensionering av säkerhetssystemen (Statsrådet 1991a). Det antas att samma definition även tillämpas på slutförvaret. Man kan också tänka sig allvarligare olyckor än dimensioneringsgrunderna men deras sannolikhet bedöms vara mindre än dimensioneringsgrundernas. Den totala sannolikheten för att en sådan allvarligare olycka leder till hälsoolägenhet för en individ bedöms därför vara försumbart liten, även om de mest exponerade individerna i befolkningen vid en sådan olycka kan få en stråldos som är större än 1 mSv/år.

Utsläpp i olyckssituationer

De allvarligaste antagna olyckorna har bedömts vara följande:

- en transportbehållare faller; alla bränslestavarna skadas och förlorar sin täthet; behållaren förblir tät; bränslet avlägsnas kontrollerat ur behållaren
- en kapsel faller; alla bränslestavarna skadas och förlorar sin täthet; kapseln förblir tät; bränslet avlägsnas kontrollerat ur kapseln
- transportbehållarens lock faller ned i den öppna behållaren; 1/10 av bränslestavarna skadas och förlorar sin täthet
- bränsleelementet faller ned på de andra elementen; alla stavarna i två ele-

ment skadas och förlorar sin täthet
- kapselhissen störtar ned i vattenbassängen, som fungerar som stötdämpare; kapseln och bränsleelementernas alla stavar skadas och förlorar sin täthet.

I dessa olyckssituationer kan gasformiga och andra flyktiga ämnen samt partiklar av olika storlek läcka ut i luften ur bränslestavarna. Partiklarna sjunker ned på rummets ytor med en hastighet som beror på deras storlek, de minsta svävar länge i luften. Om kapseln skadas i vattenbassängen frigörs huvudsakligen bara gasformiga ämnen i luften. Bränslet upphetas inte i någon betydande grad i dessa situationer. Vid en antagen olycka frigörs de radioaktiva ämnena först i kapslingsutrymmena eller i hisschaktet. Filtreningen av frånluften från utrymmena antas fungera normalt.

Tabell 8-16 visar de största skattade utsläppen av radioaktiva ämnen till atmosfären vid en antagen olycka, när man antar att 100 % av de gasformiga ämnena som frigörs i slutförvaringsanläggningens utrymmen och 0,3 % av de övriga ämnena sprids ut i omgivningen.

Vid olyckssituationer i slutförvaringens drift- och stängningsskeden antar man att radioaktiva ämnen sprids i omgivningen främst med luften och bara i ringa mån med det från slutförvaret avgående vattnet. Därför granskas här närmare endast utsläppen i atmosfären.

Stråldoser och verkningsområden i olyckssituationer

De stråldoser som olyckssituationer ger upphov till skattades på samma sätt som konsekvenserna av störningssituationer (Rossi et al. 1999). Olyckssituationernas sannolikhet bedöms i samband med detaljplaneringen. Funktionerna planeras så att sannolikheten för olyckor i drift- och stängningsskedena är mycket låg.

Vid en antagen olycka är den största stråldos som en person i befolkningen får under det första året under 0,5 mSv och under en tid av 50 år under 0,8 mSv (med över 99,5 % sannolikhet). Dosererna vid en antagen olyckssituation ligger alltså under det föreskrivna gränsvärdet (1 mSv/år). Den största dosen fås invid anläggningsområdet om det antas att man bor där stadigvarande, bedriver jordbruk och som föda huvudsakligen använder egna produkter. Största delen av dosen kommer på samma sätt som i störningssituationer via näringskedjorna från nedfall av radionuklider på marken.

Dosen är åtminstone en storleksordning mindre på 5 km avstånd från anläggningen och längre bort ännu mindre. I grannländerna blir doserna flera storleksordningar mindre eftersom avståndet fågelvägen från Romuvaara i Kuhmo till Ryssland är ca 18 km, från Hästholmen i Lovisa till estniska fastlandet ca 80 km och från Olkiluoto i Eurajoki till svenska fastlandet över 200 km.

Radioaktiva ämnen i utsläpp som härstammar från olyckssituationer och den strålning de alstrar kan eventuellt genom mätningar påvisas i omgivningen. Verkningsområdets storlek och form beror på utsläppens storlek och det rådande vädret.

Observationerna försvåras av de radioaktiva ämnena i naturen och konstgjorda radioaktiva ämnen från andra källor. Den antagna olyckans verkningsområde skulle i spridningsriktningen högst sträcka sig till ca 5 km avstånd om man som gräns sätter doshastigheten 0,1 mSv/år (naturens strålning ca 3 mSv/år).

Om större mängd bränsle skall slutförvaras än i basfallet förlängs driftskedet och hälsoriskerna ökar därmed ungefär i direkt proportion till den ökade

bränslemängden. På grund av de obetydliga riskerna har inte ens en ökning av bränslemängden till det trefaldiga någon väsentlig betydelse för befolkningens hälsa.

Utom nämnda antagna olyckor är andra i princip möjliga olyckor bl.a. jordskalv, att ett tungt föremål som exempelvis ett flygplan kolliderar med kapslingsanläggningen, att bränslet blir kritiskt samt uppsåtlig skadegörelse. Inkapslingsanläggningen konstrueras att tåla de vanligaste i Finland förekommande jordskalven och en kollision med ett lätt flygplan. Sannolikheten för nedslag av ett tungt flygplan eller exempelvis en stor meteorit är ytterst liten.

En kriticitetsolycka dvs. en okontrollerad kedjereaktion av klyvningar som orsakats av fria neutroner kan inträffa om bränsleelementen bildar en tillräckligt stor och tät bränslekoncentration. Olyckan förhindras genom att man planerar bränslets hanterings- och lagringsutrymmen samt lagringsutrustning så att en sådan situation i praktiken är omöjlig.

Uppsåtlig skadegörelse garderar man sig mot genom tillräckliga skyddsarrangemang. I inkapslingsanläggningen och i slutförvaret är bränslet väl skyddat mot skadegörelse.

Förebyggande och begränsning av skadliga konsekvenser

De radioaktiva ämnenas skadliga miljökonsekvenser i normala, störnings- och olyckssituationer i drift- och stängningsskedena förebyggs och begränsas genom följande allmänna planeringsprinciper:

- I slutförvaret hanteras använt kärnbränsle vars aktivitet minskats genom att det förvarats över 20 år i ett mellanlager .

- Det använda kärnbränslet hanteras i utrymmen vars konstruktioner och utrustning dels skyddar bränslet mot eventuell skadlig yttre inverkan och dels förebygger eller begränsar spridningen av radioaktiva ämnen i miljön.
- Den strålning som det använda bränslet avger dämpas till tillräckligt låg nivå med strålningskydd.
- Läckage av radioaktiva ämnen i anläggningen i samband med hanteringen av det använda kärnbränslet begränsas så att de är ringa. Fasta, flytande och i luften förekommande, partikelformiga radioaktiva ämnen som läckt ut samlas upp och behandlas som radioaktivt avfall.
- Det eftervärme som alstras av det använda bränslet avleds så att bränslet inte hettas upp för mycket.
- I slutförvaret hanteras transportbehållare, bränsle och kapslar i övervakningsområden där strålningsnivå samt mängden radioaktiva ämnen i luften, på ytor, i vattnet och i andra material övervakas. Inga okontrollerade utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön sker från dessa områden. Områdena har vid behov separata ventilations- och avfallshanterings system samt andra liknande system.
- Från säkerhetssynpunkt viktiga funktioner säkras (för att säkerheten skall äventyras måste flera fel eller brister uppstå samtidigt).
- Transportsystemen för transportbehållare, använt bränsle och kapslar planeras så att sannolikheten för att bränslet till exempel vid ett fall eller en kollision utsätts för skadligt hög acceleration är tillräckligt liten.
- En okontrollerad, av fria neutroner orsakad kedjereaktion av klyvningar i bränslet (kriticitetsolycka) förhindras med konstruktionsmässiga lösningar.
- Slutförvaret planeras så att sannolikheten för en brand är liten och följderna av en brand med tanke på säkerheten små.

- Slutförvaret planeras så att explosioner som kan skada bränslet, kapslarna eller anordningar och utrymmen som innehåller radioaktiva ämnen förhindras på ett betryggande sätt.
- För säkerheten viktiga konstruktioner, system och anordningar samt slutförvaringsplatserna för använt kärnbränsle planeras med iakttagande av vad kärn- och strålsäkerheten fordrar så att de åtgärder (skyddsarrangemangen) som krävs för att förhindra lagstridig verksamhet kan genomföras tillräckligt effektivt. Skyddsarrangemangen baserar sig på ett system med flera säkerhetszoner som omger varandra så, att zonernas gränser bildar tillräckligt effektiva strukturella hinder mot obehörigt intrång. Från kontrollcentralen finns en säkrad förbindelse till polisen och anläggningens kontrollrum.
- Beredskapen för åtgärder i en nödsituation innefattar ett system för strålningsmätning, ett meteorologiskt mätsystem för kartläggning av spridningen av radioaktiva ämnen, kommunikations- och larmsystem samt utrymmen och utrustning för begränsning av miljöskador (beredskapsarrangemang).

Den projektansvariga förbereder sig för olycksituationer genom att på förhand planera och träna behövliga åtgärder samt genom att skaffa och upprätthålla behövliga resurser. Åtgärderna redovisas i instruktionerna för nödsituationer. En utredning över planeringen, genomförandet och upprätthållandet av beredskapsarrangemangen framläggs i beredskapsplanen och i fråga om skyddsarrangemangen i skyddsplanen, vilka skall fogas till ansökan om drifttillstånd för slutförvaret. Beredskaps- och skyddsplanerna utvecklas vid behov under verksamhetens gång. Brand- och räddningsmyndigheterna, Strålsäkerhetscentralen, polisen och övriga

myndigheter förbereder sig på samma sätt för olycksituationer. Den projektansvarigas och myndigheternas planer samordnas och gemensamma övningar anordnas vid behov. Statsrådets beslut (1991b, 1991c) om beredskaps- och skyddsarrangemang vid kärnkraftverk tillämpas i den utsträckning som befinner sig nödvändig.

Verksamheten vid en anläggningsolycka regleras av samma principer och anvisningar som vid transportolyckor. Åtgärderna vid en olycksituation har till syfte att förhindra och begränsa spridningen av radioaktiva ämnen i miljön, skatta och mäta utsläppen av radioaktiva ämnen och därigenom uppkomna halter i miljön samt vid behov skydda befolkningen mot strålningsexponering. Slutförvarets personal ansvarar för ledningen av åtgärderna tills myndigheterna är klara att leda verksamheten. Vid en olycka skall den projektansvariga ofördröjligen underrätta brand- och räddningsmyndigheterna, Strålsäkerhetscentralen och vid behov andra parter.

De doser som uppkommer vid en antagen olycka är så små att de inte förutsätter omedelbara skyddsåtgärder i omgivningen och sannolikt inte heller senare. Halterna av radioaktiva ämnen i miljön, till exempel i mark och jordbruksprodukter, mäts omsorgsfullt. Med stöd av mätresultaten och andra omständigheter beslutar myndigheterna om man temporärt skall begränsa vistelse i ett visst område och användningen av omgivningens jordbruksprodukter, uppsamlingsprodukter, fisk och vilt som föda.

De doser som orsakas av en störnings-situation är så små att de inte förutsätter några som helst skyddsåtgärder i omgivningen.

Tiden efter stängningen av slutförvaringsanläggningen

Grunderna för långtidssäkerhet

I baslösningen för slutförvaringen

- packas det använda bränslet i vattentäta, hållfasta behållare och
- behållarna placeras djupt ner i berget, där de är isolerade från människor och där de utan tillsyn förblir täta så länge som innehållet i behållarna kan skada den levande naturen.

Behållarens väggar och ett par meter bergvägg räcker för att helt och hållet stoppa den strålning som utgår från använt bränsle. Syftet med den hållfasta och täta behållaren är att förhindra att radioaktiva ämnen kommer i kontakt med grundvattnet. Berggrundens huvuduppgift är att skydda behållaren. Om behållaren ändå av någon orsak inte skulle fungera som planerat, skulle berggrunden bromsa upp och späda ut läckaget av radioaktiva ämnen till den levande naturen.

Utgångspunkt är flerbarriärsprincipen som beskrivs i kapitel 3. De radioaktiva ämnena finns inom flera "skyddsmurar" som kompletterar varandra men som är så oberoende av varandra som möjligt. Om en barriär inte fungerar kommer detta inte att riskera funktionen i isoleringen. Utom behållaren och berggrunden finns ytterligare en viktig skyddsmur, bentonitlera, som minskar vattnets rörlighet på kapselns yta. Om ett läckage sker kommer bentoniten att hindra de radioaktiva ämnena från att komma ut i berggrunden.

Riskerna med använt kärnbränsle minskar snabbt under de första årtiondena efter att det avlägsnats ur reaktorn (bild 2-3). Under de första 40 åren kommer aktiviteten att minska till ca en tiondel av vad den var ett år efter att

bränslet avlägsnades ur reaktorn och minskningen fortsätter efter detta så att aktiviteten under tusen år sjunker till ca en tusendel av vad den var det första året. Allmänt taget sönderfaller de ämnen som har den starkaste strålningen snabbast. Efter några tusen år har gammastrålningen, som lätt genomtränger materia, minskat till en ofarlig nivå. Efter det utgör behållarens innehåll en risk för människans hälsa endast om ämnen i innehållet hamnar i människan med näringen eller med andningen.

En liten del av de radioaktiva ämnena i behållaren är dock mycket långlivade och kräver isolering från den levande naturen under en lång tid. Därför planeras slutförvaringsbehållarna så att de i sin slutgiltiga förvaringsplats hålls täta så länge som möjligt. En naturlig plats att placera behållarna i Finland är berggrunden eftersom de där sannolikt är minst utsatta för snabba förändringar i förhållandena. Den finländska berggrunden antog i stort sett sin nuvarande skepnad för över tusen miljoner år sedan och förändringarna i berggrunden har efter detta varit långsamma och mycket små i ett perspektiv på miljoner år.

Behållarna som placeras djupt i berggrunden skyddas mot förändringar ovan jord – bl.a. kommande istider – och samtidigt ligger de långt borta från människans normala omgivning. När man väljer att använda vanlig granitberggrund som slutförvaringsplats är det osannolikt att någon oavsiktligt skulle tränga in sig nära platsen för slutförvaring även i det fall att kunskapen om slutförvarets läge har fallit i glömska.

Utförda undersökningar

De förhållanden som råder djupt nere i berggrunden och å andra sidan värmeutvecklingen hos det använda bränslet bestämmer i stort sett detaljerna hos den tekniska lösningen. Behållaren skall hålla för de påfrestningar som den kan råka ut för djupt nere i berggrunden under lång tid. Den tekniska planeringen av slutförvaringslösningen grundar sig i avgörande grad på den kunskap som erhållits om förhållandena som råder djupt i berggrunden och förändringar i dem.

Man har undersökt egenskaperna hos den finländska berggrunden med tanke på slutförvaring sedan slutet av 1970-talet, först allmänt och för att utveckla forskningsmetoderna. Från och med 1987 har undersökningarna siktat på att direkt utreda egenskaperna hos berggrund som lämpar sig för slutförvaring av använt bränsle först på fem undersökningsplatser, numera på fyra alternativa slutförvaringsplatser.

Detaljerad kunskap om berggrunden har man erhållit genom djupborrningar som på alla undersökningsplatser sträckt sig ungefär en kilometer ner. Djupa, flera hundra meter djupa undersökningshål har borrats, 8–13 st på varje ort hittills.

I undersökningen av berggrunden och tolkningen av materialet har ett stort antal både finländska och utländska sakkunniga deltagit. Parallellt med den inhemska forskningen har man deltagit i utländska samarbetsprojekt. De viktigaste bland dessa är undersökningarna i Sverige: på 1980-talet i Stripa-gruvan och nu i berglaboratoriet på Äspö. Berggrunden i Sverige är i

huvudsak likadan som i Finland och Sveriges kärnbränslehanteringsorganisation SKB har en allmänkunskap som i många fall kan appliceras på förhållandena här. Även Ontario Hydro och AECL i Canada har undersökt berggrund som liknar den som finns i Finland. Information som erhållits där har man kunnat utnyttja i Posivas undersökningar. Omfattande samarbete har bedrivits även med organisationen Nagra som ansvarar för kärnavfallsforskningen i Schweiz.

Genom de hittills gjorda undersökningarna som pågått ett par decennier har man erhållit både en god uppfattning om den finländska berggrundens allmänna egenskaper och en detaljerad bild av berggrunden på de alternativa slutförvaringsplatserna. En förteckning över de viktigaste forskningsrapporterna finns som bilaga till denna konsekvensbeskrivning. Forskningsresultat har även publicerats i internationella tidskrifter och konferenspublikationer på området. Viktig information med tanke på den finländska berggrunden finns i riklig mängd även i förut nämnda SKB:s, Nagras och AECL:s många publikationer.

Med jämna mellanrum har man enligt myndigheternas anvisningar sammanfattat de berggrundsundersökningar som syftar till slutförvaring av använt bränsle. Sådana sammanfattningar är bl.a. YJT:s 1992 publicerade sammanfattningsrapporter (TVO 1992a, 1992b) samt Posivas 1996 publicerade mellanrapport av deponeringsplatsundersökningarna (Posiva 1996c). De nyaste sammanfattningarna om förhållandena i berggrunden på de olika alternativa placeringsplatserna är publicerade som separata platsspecifika rapporter (Anttila et al. 1999a–d).

Crawford och Wilmot (1998) har dessutom gjort en sammanfattning om den förväntade framtida utvecklingen av förhållandena i berggrunden på de olika undersökta platserna.

På den tekniska planeringen av slutförvaringslösningar inverkar särskilt grundvattnet som finns överallt i berggrunden och dess kemiska egenskaper och tryck. Inte ens berggrundens normala rörelser får bryta behållarens täthet. Behållarens struktur och material har valts så att den håller både för det höga tryck den utsätts för och för korrosionen som ämnen i grundvattnet åstadkommer. Normalt motsvarar trycket hos grundvattnet på 500 meters djup ett tryck på 50 atmosfärer. I istida förhållanden kan isens tyngd ytterligare öka trycket.

En massiv inre behållare av järn ger tillräcklig mekanisk hållbarhet och man har valt koppar som material för den yttre behållaren på grund av dess kemiska hållbarhet. Korrosion av kopparbehållare djupt i berggrunden kan orsakas främst av syre eller sulfider lösta i grundvattnet. Djupt nere i berggrunden är grundvattnet dock normalt syrefritt och sulfidkoncentrationen liten.

Den pressade bentonit som placeras mellan behållarna och berggrunden dämpar inverkan av berggrundens normala rörelser och minskar också eventuell kontakt med frätande ämnen. För att sörja för god isoleringsverkan hos bentoniten bör man bygga slutförvaret så att bentoniten inte utsätts för alltför höga saltkoncentrationer.

De tekniska egenskaperna hos slutförvaringslösningen samt berggrundens inverkan på använda material och konstruktioner har undersökts parallellt med studier av berggrunden från början

av 1980-talet. Även dessa studier publicerades först i YJT:s rapportserie, senare som Posivas rapporter. Sammandrag av undersökningarna publicerades 1992 (TVO 1992a) och 1996 (Posiva 1996a). Om slutförvaringskapseln och den omgivande bentonitens egenskaper finns även rikligt med forskningsmaterial som publicerats av SKB. Så som det nu ser ut har SKB som avsikt att använda samma typ av slutförvaringsbehållare som Posiva.

Ett gemensamt mål för forskningen, utvecklingen och den tekniska planeringen av slutförvaringen har varit en lösning som isolerar avfallet så att inga som helst negativa verkningar på hälsan är att vänta, varken under de närmaste årtiondena eller långt i framtiden. En märkbar del av forskningen har dock koncentrerats på att utreda orsaker och verkningar när isoleringen inte fungerar enligt förväntningarna. I dessa undersökningar har avsikten varit att särskilt studera de radioaktiva ämnens löslighets- och rörlighets-egenskaper i bentonit och berggrund samt den strålningsexponering de orsakar. Betydelsen av olika utsläpp har utvärderats med s.k. säkerhetsanalyser som man gjort åtskilliga från och med 1982. Själva säkerhetsanalyserna har rapporterats i YJT:s och Posivas publikationsserier 1982, 1985, 1992, 1996 samt senast 1999 (Anttila et al. 1982, Peltonen et al. 1985, Vieno et al. 1992, Vieno & Nordman 1996, 1999). Utom dessa rapporter har sammandrag av den utförda säkerhetsforskningen publicerats bl.a. 1992 och 1996 (TVO 1992a, Posiva 1996b). I den 1999 publicerade säkerhetsanalysen är jämförelseobjektet Strålsäkerhetscentralens allmänna säkerhetsföreskrifter som statsrådet fastställde i mars 1999, huvudsakligen enligt förslaget (Statsrådet 1999).

Säkerhetskrav

Enligt de allmänna säkerhetsbestämmelserna för slutförvaring (Statsrådet 1999):

”får slutförvaringen inte under någon granskningsperiod medföra sådana effekter på hälsan eller miljön som överskrider den maximinivå som skall anses godtagbar vid den tidpunkt då slutförvaringen genomförs.”

Även om man först och främst strävar efter att skydda den levande naturen och människan, kräver Strålsäkerhetscentralen att slutförvaringslösningen under minst flera tusen år effektivt skall hindra radioaktiva ämnen från att frigöras i berggrunden. I alla tider skall man mångfaldigt försäkra sig om säkerheten så att slutförvaringslösningens isoleringsförmåga aldrig är beroende av endast en barriär.

Den godtagbara maximinivån för konsekvenserna är definierad med hjälp av gränsvärdet för den högsta godkända stråldosen för en individ per år och de genomsnittliga aktivitetsutsläppen. Utgångspunkt är det maximivärde, 1 mSv, för befolkningens årliga stråldos som anges i strålningsförordningen. Eftersom detta maximivärde skall innehålla all annan strålning än den naturliga och den medicinska, får en separat strålkälla, t.ex. slutförvarat kärnavfall, bara orsaka en bråkdel av maximidosen. Med detta som grund har man satt den övre gränsen för stråldosen som orsakas människan på grund av slutförvaring till 0,1 mSv per år.

Ju mer avlägsen framtid det gäller desto svårare blir det att beräkna den stråldos individer utsätts för. Därför använder man vid ett långt tidsperspektiv i stället för stråldoser aktiviteten (i Bq-enheter) hos den mängd radio-

aktivt material som ur slutförvaret frigjorts i den levande naturen, när man utvärderar strålningskonsekvenserna för människor och miljön. För de frigjorda ämnena sätter Strålsäkerhetscentralen nuklidspecifika begränsningar. Målet är att den stråldos som individen i framtiden eventuellt utsätts för är högst på samma nivå som den som godkänns i dag (STUK 1999).

De begränsningar som satts av Strålsäkerhetscentralen motsvarar enligt den av Internationella strålskyddskommissionen rekommenderade motsvarighetskoefficienter en årlig sannolikhet på $5 \cdot 10^{-6}$ att den utsatta individen skall orsakas en allvarlig hälsoolägenhet. STUK konstaterar att de risker samhället utsätter individen för typiskt är av storleken $10^{-5} - 10^{-4}$ uttryckt som individens genomsnittliga årliga sannolikhet att dö. De stråldoser som härrör från naturliga strålkällor i vårt land är i genomsnitt 30 gånger högre än maximigränsen.

Säkerhetskraven förutsätter också att man beaktar oväntade händelser vid planeringen av slutförvaringen. När man utvärderar dylika händelsers betydelse beaktar man sannolikheten för att de inträffar.

Utarbetande av säkerhetsbedömning

Med hjälp av en säkerhetsanalys bedöms om slutförvaringens planeringsmål och säkerhetsbestämmelserna uppfylls. I säkerhetsanalysen kombineras den tillgängliga kunskapen om

- egenskaperna hos det avfall som skall slutförvaras, och hur dessa förändras
- de material och konstruktioner som skall användas i slutförvaringslösningen
- egenskaperna hos berggrunden som omger slutförvaringsplatsen samt information om fenomen och föränd-

ringar som sker i berggrunden

- hur radioaktiva ämnen beter sig i den levande naturen och vilka stråldoser de orsakar människan
- växelverkan mellan olika ämnen och fenomen.

I säkerhetsanalysen bedömer man om slutförvaringslösningen fyller de krav som ställs och reder ut vilka följderna skulle bli för människor eller den övriga naturen om en eller flera av de skyddsbarriärer som är ämnade att isolera kärnavfallet skulle haverera och radioaktiva ämnen frigöras från slutförvaringsutrymmen, först in i den omgivande berggrunden och senare eventuellt i den levande naturen.

Centrala frågor vid utförandet av säkerhetsanalysen är

- hur man skall bedöma de förändringar som sker i framtiden i omgivningen kring slutförvaringsutrymmen
- hur man kan försäkra sig om att alla faktorer som inverkar på slutförvaringslösningens verksamhet har beaktats
- hur man kan försäkra sig om tillförlitligheten hos den information som beskriver beteendet hos omgivningen kring slutförvaringsutrymmen och den tekniska slutförvaringslösningen.

I säkerhetsanalysen strävar man inte efter att gissa hur världen kommer att ändras under kommande årtusenden eller hur landskapet exakt kommer att se ut ovanför slutförvaret i framtiden. För att känna till hur slutförvaringslösningen kommer att fungera är det väsentligt att man bedömer hur förhållandena kan utvecklas i själva slutförvaret och dess närmaste omgivning. Basen för en sådan bedömning finner man i allmän geologisk kunskap samt särskilt i geokemiska och mineralogiska

specialundersökningar. Ett bakgrundsantagande är att oberoende av de förändringar som människan orsakar – t.ex. en klimatförändring på grund av växthuseffekten – kan man använda kunskap om det förflutna till att förutspå framtiden. Med andra ord är de förändringar människan eventuellt åstadkommer av övergående betydelse i ett geologiskt tidsperspektiv.

Man finner det sannolikt att förhållandena djupt nere i berggrunden under de följande tio- och hundratusentals åren förblir så gott som oförändrade oavsett eventuella klimatförändringar och kommande istider. Eventuella förändringar i berggrunden undersöks dock med hjälp av olika framtidsbilder, scenarier, som man anser vara möjliga. Med hjälp av känslighetsanalyser och "vad händer om" studier undersöker man dessutom hur separata fenomen som avviker från den normala utvecklingen kunde påverka funktionen hos slutförvaringslösningen.

Man har gjort omfattande utredningar för att kartlägga olika fenomen och händelseförlöpp som i framtiden inverkar på slutförvaringslösningen. OECD:s kärnenergiorgan (NEA) har samlat utredningar gjorda i olika länder till en enhetlig databas där man beskriver de faktorer som enligt dagens kunskap kan ha inverkan på den geologiska slutförvaringens förmåga att isolera avfallet från den levande naturen. Denna databas har utnyttjats även i de säkerhetsanalyser som utförts i Finland.

I säkerhetsanalyserna utgår man inte från att vår kunskap om naturen och funktionen hos tekniska system skulle vara fullständig. Man uppväger osäkerheten och bristerna hos informationen genom att göra pessimistiska förenklningar där man antingen antar att utvecklingen är ogynnsam för slutför-

varingslösningen eller åtminstone låter bli att beakta sådana för slutförvaringslösningen gynnsamma faktorer som är behäftade med stor osäkerhet. Osäkerheternas betydelse kan dessutom utvärderas med hjälp av känslighetsanalyser. Sammantaget har slutförvaringslösningen planerats så att dess förmåga att isolera avfallet inte beror på sådana tekniska faktorer eller egenskaper hos berggrunden som man hittills inte har så mycket kunskap om.

Frågan om säkerhetsanalysernas tillförlitlighet och omfattning kan i sista hand besvaras endast med hjälp av vedertagna kriterier för bedömning av vetenskaplig information. Den källkunskap, de antaganden och de modeller som beskriver fenomen och växelverkningar vilka används i säkerhetsanalyser grundar sig på ett omfattande teoretiskt, experimentellt och uppmätt material som insamlats både i Finland och utomlands. Hur slutförvaringslösningen kommer att fungera under ett långt tidsspänn kan man inte testa i sin helhet i de tidsperspektiv under vilka specialkraven måste fyllas men man kan bilda sig en helhetsuppfattning med hjälp av den kunskap man får om hur olika ämnen uppför sig och om växelverkningarna mellan olika ämnen.

Man kan dessutom använda kunskap om s.k. naturanalogier. Naturanalogierna är platser där situationen i naturen sedan länge varit den samma som i den planerade slutförvaringslösningen. Exempel på sådana naturanalogier är bl.a. rika uranfyndigheter där man har kunnat studera hur radioaktiva ämnen beter sig i berggrunden samt fyndigheter där ämnen man använder i slutförvaringen, t.ex. koppar, återfinns i naturen. I Finland har man använt dylik analogikunskap bl.a. från uranfyndigheten i Palmartu (Paananen et al. 1998) och naturkopparfyndigheten i Hyrkkölä (Marcos 1996).

Andra intressanta analogistudieobjekt i världen är bl.a. den rika uranfyndigheten vid Cigar Lake (Cramer & Smellie 1994) där förhållandena i många avseenden liknar dem i den planerade slutförvaringslösningen. Modellprognoser från säkerhetsanalysen har jämförts med kunskap från dylika naturanalogier.

En förteckning över de viktigaste av YJT och Posiva publicerade rapporterna om säkerhetsanalys finns som bilaga till denna beskrivning. För att möjliggöra en bred internationell sakkunnigbedömning har undersökningarna till största delen publicerats på engelska.

HIM och STUK har årligen utvärderat undersökningarnas framsteg i sina utlåtanden och beslut angående forskningsprogrammen. Av sammanfattningsrapporterna från 1992 och 1996 har STUK sammanställt en separat sakkunnigbedömning (Ruokola 1994, STUK 1997; för bedömningen av sammanfattningsrapporterna 1992 använde STUK även utländska sakkunniga).

Posiva har under undersökningarnas gång även själv låtit utvärdera sitt arbete hos utländska experter. Forskningen har dessutom bedömts på många internationella forum, bl.a. hos NEAs sakkunniggrupper. Enligt bedömningarna motsvarar forskningen i Finland den främsta internationella kunskapen på området för närvarande.

Det är även att märka att STUK och HIM på eget initiativ har låtit utföra undersökningar av slutförvaring (s.k. offentligt finansierad kärnavfallsforskning, JYT). Ett sammandrag av dessa undersökningar publicerades senast 1997 (HIM 1997).

Bedömda konsekvenser

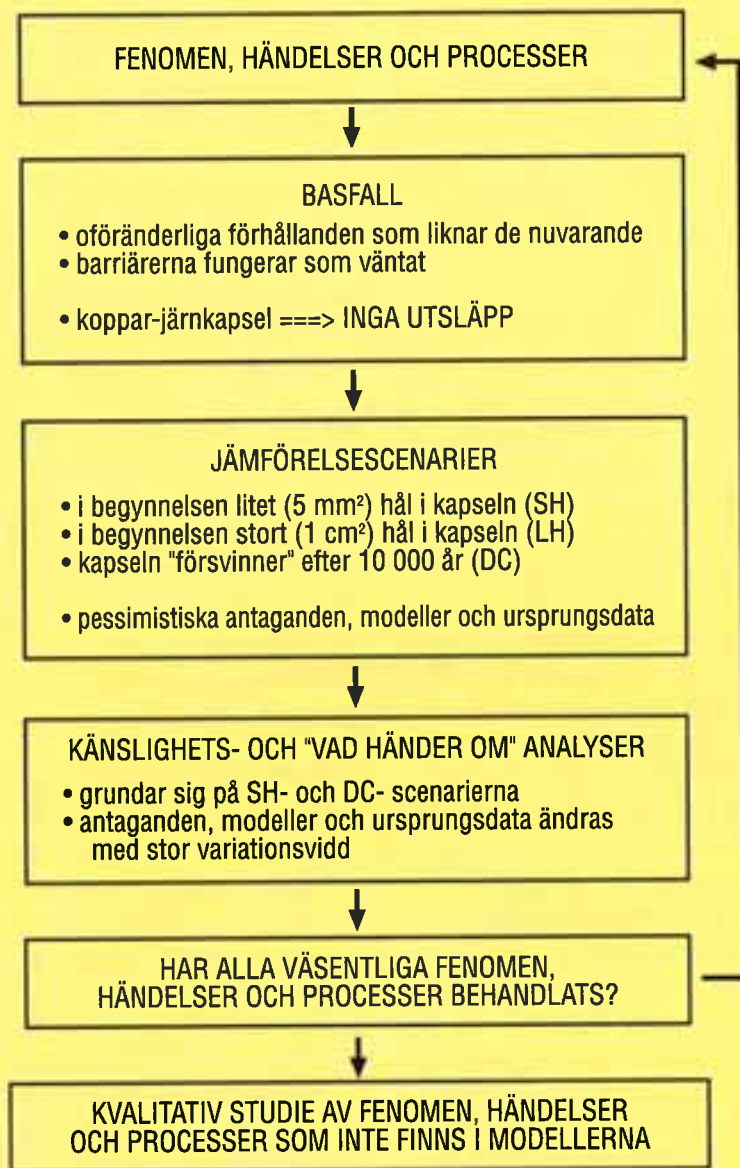
Funktionsförmågan hos Posivas baslösning har senast bedömts i säkerhetsanalysrapporten TILA-99 av VTT Energi (Vieno & Norman 1999). Säkerhetsanalysen grundar sig på samma principer som den 1992 publicerade säkerhetsanalysen TVO-92 (Vieno et al. 1992) och 1996 publicerade TILA-96 (Vieno & Nordman 1996).

TILA-99 studerar förmågan hos den planerade baslösningen att isolera det använda bränslet enligt de säkerhetskrav STUK uppställt. I analysen beaktar man den information som slutförvaringsforskningen hittills har tagit fram. Ursprungsdata och antaganden om berggrunden har valts att motsvara egenskaperna hos de alternativa deponeringsplatser som undersöks.

Vid bedömningen av eventuella hälso-konsekvenser av slutförvaringen på lång sikt har man främst beaktat radioaktiva ämnen och de strålningseffekter dessa ger upphov till. Man har dock separat studerat vilken effekt de slutförvarade ämnenas kemiska giftighet kan ha på människans och omgivningens hälsa. Studien har publicerats som en separat Posivas rapport (Raiko & Nordman 1999).

TILA-99 grundar sig på scenarier som presenteras i diagrammet intill. Det centrala målet är att utreda hur förhållandena i slutförvaringsutrymmena och i berggrunden omkring sannolikt kommer att ändras sedan slutförvaret slutgiltigt förslutits och vad detta skulle innebära för slutförvaringslösningens isoleringsförmåga och därmed för kommande generationers hälsa och skyddet av miljön (säkerhetsanalysens basfall). Dessutom undersöker man separat vad som skulle hända om behållarens isoleringsförmåga skulle haverera (s.k. jämförelsescenarier).

SCENARIO ENLIGT TILA-99



I detta sammanhang utreder man som en möjlighet bl.a. vad som skulle hända om det i slutförvaringens tekniska genomförande skulle ha inträffat ett tekniskt fel eller ett mänskligt misstag och en behållare till följd av detta skulle läcka redan från början. Dessutom utreds vad som skulle hända om koppar-kapseln efter en viss tid av någon anledning helt skulle förlora sin isoleringsförmåga.

Avsikten med jämförelsescenarierna är att bedöma konsekvenserna av olika osannolika men möjliga händelseförlopp. Analysen bedömer dock inte detaljerat alla möjliga förlopp som kunde leda till att en behållare läcker utan man antar helt enkelt i jämförelsescenariet att behållaren vid en viss tidpunkt förlorar sin täthet, antingen delvis eller helt. Sedan har man med hjälp av åtskilliga känslighetsanalyser

utrett hur olika antaganden om det använda bränslet, slutförvarslösningens teknik och den omgivande berggrunden påverkar följderna.

Säkerhetsanalysen har beskrivits i detalj i den av Posiva separat publicerade engelskspråkiga rapporten (Vieno & Nordman 1999). Bakgrundsinformation om analysen har dessutom publicerats i många andra rapporter från Posiva som framgår av förteckningen som fogats till denna beskrivning. Nedan är ett sammandrag av innehållet i säkerhetsanalysen och resultaten av analysen för olika scenarier.

Basfall

Utgångsläget för basfallet är en uppfattning, som bygger på allmän geologisk kunskap och undersökningar av berggrunden, att förhållandena i slutförvaringsutrymmena efter slutförvaringen återgår småningom till det tillstånd som föregår slutförvaringen och förändringarna djupt nere i berget här efter är ringa åtminstone under de första tusen och hundratusen åren, då kärnavfall som slutdeponerats kan vara till förfång för den levande naturen. Antagandena kring basfallet och den kunskap som bygger på forskning på platserna och allmän geologisk kunskap har detaljerat granskats i en separat publicerad rapport av Crawfords & Wilmots (1998).

Det syre som i slutdeponeringsskedet kommer in i berget förbrukas på några hundra år och därefter kan behållaren i betydande grad frätas bara av sulfid löst i grundvattnet. Grundvattnets omsättning på behållarens yta är långsam och grundvattnets sulfidhalter är på alla undersökta platser så små att det skulle gå miljoner år innan behållaren fräts sönder – även om man beaktar den möjligheten att korrosionen ställvis kan vara snabbare än genomsnittet.

Under förloppet av en lång tid kan tätningsförmågan hos den skyddande bentoniten kring behållaren något försvagas. I normala förhållanden har detta inte någon betydelse för behållarnas livslängd. Mycket salt grundvatten kan eventuellt försvaga tätningsförmågan. Salthalterna på de undersökta platserna kan dock inte på det planerade slutförvaringsdjupet medföra risk för hållbarheten av tätningen mellan behållarna och berget. På grund av de beaktansvärda salthalter som observerats i Olkiluoto och Hästholmen planeras för dessa platser högre bentonithalter än för platserna inne i landet (för återfyllnad planeras en blandning av bergkross och bentonit).

Inne i behållaren orsakar det helium som bildas när radioaktiva ämnen sönderfaller en ökning av trycket under förloppet av en lång tid, men detta kan tidigast om tiotals miljoner år leda till att behållaren går sönder.

Slutsatsen av analysen av basfallet är att av det deponerade använda bränslet inte väntas orsaka några som helst hälso- eller miljöolägenheter under en tidsperiod på en miljon år. Senare i framtiden efter miljoner år motsvarar behållarnas innehåll en rik uranfyndighet. Även om behållarna då inte mera är hela är de årliga aktivitetsmängder som frigörs från slutförvaringsutrymmet mycket små jämfört med den naturliga radioaktiviteten (Vieno et al. 1992).

Jämförelsescenario: (1) läckande behållare

I jämförelsescenariot granskas vilka följderna är om allt inte förlöper enligt antagandena i basfallet. Bedömningen gäller främst vad som händer om någon av behållarna läcker från första början. I analysen antas att hålet är antingen ett litet "nålsöga" (tvärsnitt ca 5 mm²) eller ett litet större hål (tvärsnitt ca 1 cm²).

Kvalitetsövervakningens kontroller och kvalitetssäkringen syftar naturligtvis till att förhindra att felaktiga behållare placeras i slutförvaringsutrymmena. Eftersom det i praktiken är omöjligt att försäkra sig om fullständig felfrihet har man satt som mål att kvalitetsmålen uppnås för minst 99,9 % av behållarna. Då kan det från början finnas endast några få felaktiga behållare i slutförvaret.

Även med hänsyn till den mänskliga faktorn är det närapå omöjligt att ett fingertoppsstort hål skulle undgå kontrollerna. Ett så stort hål kan kanske motsvara en situation där ett från början litet hål eller felaktigt ställe på behållaren så småningom öppnar sig exempelvis på grund av lokal korrosion.

Genom hål kan vatten i berget och bentoniten komma i kontakt med det använda bränslet. Även om en stor del av det använda bränslet är fast och ytterst svårslösligt i syrefritt vatten kan en liten del av de radioaktiva ämnena i bränslestavarna frigöras relativt snabbt om vatten kommer åt att tränga in i stavarna. Den största delen av de radioaktiva ämnena kan lösas i vatten först när uranet, som utgör huvuddelen av bränslet, har lösts eller åtminstone oxiderats. I syrefritt grundvatten sker detta mycket långsamt, även med beaktande av oxiderande ämnen som eventuellt bildas på grund av strålningen (s.k. radiolys).

När vatten tränger in i behållaren leder det emellertid till att även järnbehållaren korroderar. Enligt undersökningar som SKB i Sverige låtit utföra skulle korrosionen med största sannolikhet konsumera det inträngande vattnet och rosten fylla behållaren så att vatten inte kan rinna ut.

I säkerhetsanalysen har man dock pessimistiskt granskat den möjlighet att

radioaktiva ämnen tränger ut ur behållaren. De radioaktiva ämnen som lösts upp i vattnet skulle då tränga in i bentonitleran som omger behållaren och därifrån möjligen vidare antingen in i en spricka i berget eller mot tunnarna.

Något egentlig vattenflöde sker inte genom pressad bentonit. Transporten kan endast bygga på långsam diffusion i bentonitens porvatten. Transporten skulle fördröjas av att radioaktiva ämnen häftar vid porernas yta (s.k. sorption).

De radioaktiva ämnen som slutligen tränger igenom bentonitskiktet kan strömma ned i det långsamt flödande vattnet i bergssprickorna. Ämnena kan först hamna i fyllnadsmaterialet i slutförvaringstunnarna, men slutligen kan en del av de ämnen som trängt in i fyllnadsmaterialet komma ut i spricknätet i berget.

Utredningen av sprickbildning i berget och det långsamma flödet där har vid sidan av grundvattenkemiska egenskaper varit en central uppgift vid undersökningarna av bergsgrunden. De radioaktiva ämnena kan i avsevärd grad komma in i den levande naturen endast med grundvattnet. Grundvattnets kemiska egenskaper inverkar på ämnens löslighet och hur dessa fastnar i bergssprickor och på ytan av porerna. Grundvattnets flöde och hur vattnet är fördelat i berget avgör i hög grad hur mycket lösliga radioaktiva ämnen som kan komma ut i den levande naturen.

På alla alternativa platser är grundvattnet djupt inne i berget reducerande och svagt basiskt, vilket i praktiken betyder att de flesta radioaktiva ämnens löslighet i vattnet är svag. Den viktigaste skillnaden mellan platserna gäller salthalten, som mätt i klorid är högst drygt 100 mg/liter på de undersökta platserna inne i landet, medan den på de under-

sökta platserna vid kusten kan vara tiotals gram per liter. Grundvattnets höga salthalt minskar vissa ämnens bindning till berget. Grundvattnets egenskaper på de undersökta platserna och förändringar i egenskaperna har granskats bl.a. i rapporter (Pitkänen et al. 1998a–b, 1996, Snellman et al. 1998). De radioaktiva ämnenas löslighet i grundvatten har behandlats bl.a. i rapporter av Ollila & Ahonen (1998) och Vuorinen et al. (1998).

Under undersökningens gång har bedömningar som bygger på ett flertal mätningar och modeller gjorts av grundvattenflödena på de undersökta platserna. Som utgångsfakta har man i regel använt uppgifter om grundvattnets ythöjd från kontrollhål i olika håll av de undersökta områdena, nederbördsinformation samt mätningar av vattenflöde och vattenledningsförmåga från djupa borrhål (8–13 hål per undersökt plats). Ett sammandrag av de undersökningar som utförts fram till 1992 ingår i en rapport över de preliminära platsundersökningarna (TVO 1992b). Det mätningmaterial som har insamlats under tio år har legat till grund för de nya sammanställda rapporterna som utgavs 1999 (Löfman 1999a–b, Kattilakoski & Koskinen 1999, Kattilakoski & Mészáros 1999, Poteri & Laitinen 1999).

För hela undersökningsplatsens vidkommande har flödena granskats utgående från s.k. antagande om porösa ämnen, som ger en bild av bergets genomsnittliga flödesegenskaper. Mera detaljerat har flödena granskats i deponeringshållens skala. Då har utgångsläget för modelleringen varit de fakta om sprickbildning i berget och variationer i densamma som insamlats direkt från borrhål och berghällar. Vid generaliseringen av sprickbildningsinformationen har man använt stokastisk modellering som bygger på sannolikheter. Metoder-

na har granskats närmare bl.a. i rapporter av Taivassalo et al. (1994) samt Poteri & Laitinen (1996). Andersson et al. (1998) har nyligen framlagt en utvärdering av det arbete som utförts hittills och av eventuella utvecklingsbehov.

Utgående från mätningar och datorsimuleringar bedöms grundvattnets flödesförhållanden på slutförvaringsdjupet vara i genomsnitt synnerligen likartade på de olika platserna. I huvudsak beror flödena på bergets vattenledningsförmåga och på markytans höjdskillnader på de undersökta platserna, men utöver detta inverkar vattnets salthaltsfördelning på flödena. Salthalterna, som är större på Olkiluoto och Hästholmen än på de undersökta platserna inne i landet, tyder på att grundvattnets omsättning har varit ringa djupt nere i berget. På detta inverkar sannolikt även höjdskillnaderna som är mindre vid kusten, särskilt ön Olkiluoto, än inne i landet. Men eftersom kustplatserna i framtiden, på grund av landhöjningen, allt mer påminner om platserna inne i landet kommer skillnaderna i salthalt och de skillnader i flödesförhållanden som beror på höjdskillnader sannolikt att minska. Den uppvärmning av berget som orsakas av det slutdeponerade bränslet bedöms ha endast en liten inverkan på flödena. Slutförvaringsbehållarna kommer att deponeras på sådana ställen där sprickbildningen i berget är ringa och de förväntade flödena små. I sådant berg beräknas vattenledningsförmågan vara mindre än 10^{-7} m/s. I tabell 8–17 ses beräkningar av den maximala mängd vatten som i ett dylikt berg flödar i ett deponeringshåll för bränslebehållare i Olkiluoto. Beräkningarna bygger på mätningar och modellräkning. Siffrorna presenteras i olika procentpunkter: till exempel den 50:e procentpunkten betyder att åtminstone i 50 % av de upp-

mätta punkterna ligger flödet under det framförda värdet. För de mindre deponeringshålen för behållarna i Lovisa skulle volymerna strömmande vatten vara något mindre än de som presenteras i tabellen.

På basis av platsvis flödesanalyser har värden valts ut för de flödesantaganden som använts i säkerhetsanalysen. I tabell 8-18 framläggs ett sammandrag av dessa antaganden. Även om det finns skillnader mellan de tryckgradienter som orsakar flöde och ytterpunkterna för vattenströmningsfördelningarna på de olika platserna är situationen i genomsnitt mycket lika. Flödet av grundvatten som ”sköljer” ett deponeringshåll i slutförvaret beräknas uppgå till i genomsnitt 0,5 liter/år (medianvärde) på alla platser. På samtliga platser och i alla deponeringshåll är flödet högst sannolikt (95 % av alla mätpunkter) under 50 liter/år. I Olkiluoto skulle flödet i dagens läge sannolikt vara endast en tiondel av detta. Även där kan flödet i en del hål stiga till 10 liter per år och hål.

Grundvattnets flöde och kemiska kvalitet avgör inte hur ämnena transporteras. Viktigt är också hur flödena fördelas, dvs. hurdan bergets sprickbildning är till sin natur. I princip kan ett lika stort flöde koncentrera sig på några få mycket väl ledande ”kanaler” eller talrika dåligt ledande sprickor. Det beror på flödets fördelning hur mycket berget med hjälp av sitt por nät och sorption kan bromsa de radioaktiva ämnenas rörelse. I ovannämnda rapport av Andersson et al. (1998) granskas de faktorer som inverkar på transporten och hur dessa faktorer beaktas i säkerhetsanalysen.

	Gradient (%)	Flöde i olika procentpunkter* (liter/år)		
		50.	75.	95.
Hästholmen nuläge (salt gv)	0,01–0,1	0,003–0,04	0,05–0,7	0,7–9
Hästholmen blivande (sött gv)	0,1–0,8	0,03–0,3	0,4–4,1	6,1–55
Kivetty	0,7–4,0	0,07–0,4	0,3–1,8	1,8–10
Olkiluoto	0,5–2,0	0,02–0,1	0,1–0,3	0,4–1,4
Romuvaara	1,2–4,2	0,03–0,1	0,1–0,5	0,7–2,5

* Exempelvis procentpunkt 50 med 0,04 l/år innebär att av flödesvärdena är 50 % mindre än 0,04 l per år.

Tabell 8-17. Grundvattenflöden genom 1x5 m² tväryta i berggrund utanför sprickzonerna uträknade genom spricknätssimulering. Flödenas variationsbredder i olika procentpunkter har uträknats med hjälp av minimi- och maximivärden för grundvattnets hydrauliska höjdgradient i den berggrund som omger slutförvaringsutrymmet.

Fall	Flöde (liter/år)
Sött grundvatten	
Alla platser: "median"	0,5
Romuvaara och blivande Olkiluoto: procentpunkt 95	10
Kivetty och blivande Hästholmen: procentpunkt 95	50
"Mycket vått" deponeringshål	200
Salt grundvatten	
Nuvarande Hästholmen och Olkiluoto: "median"	0,5
Nuvarande Olkiluoto: procentpunkt 95	5
Nuvarande Hästholmen: procentpunkt 95	25
"Mycket vått" deponeringshål	100

Tabell 8-18. Grundvattnets totala flödesvolym i deponeringshålet: värden valda för TILA-99.

Bergets förmåga att bromsa upp transporten kan granskas med hjälp av s.k. transportmotstånd som beskriver flödets fördelning i bergets spricknät. Denna storhet kan emellertid inte noggrant mätas i berget utan det kan bara grovt uppskattas utgående från strömningsmätningar och sprickobservationer som gjorts i djupa borrhål. Eftersom inte ens ett stort antal borrhål kan ge en uppfattning om transportmotståndets fördelning på den undersökta platsen – och eftersom transportmotståndets variationsområde som helhet, på basis av nuvarande kunskap, förefaller mycket lika på alla undersökta platser – har man för alla platser i säkerhetsanalysen först använt samma värden som man senare omvandlat för att reda ut betydelsen av skillnaderna mellan respek-

tive deponeringsplatser och deponeringshål. Hur de radioaktiva ämnen som trängt ned i grundvattnet i berggrunden inverkar på hälsan beror slutligen på var grundvattnet djupt från berggrunden tränger fram och hur de ämnen som löst sig i grundvattnet beter sig i den levande naturen. Man har utrett utströmningsområden med hjälp av strömningsmodeller utgående från de platser där de planerade slutförvaringstunnlarna är belägna. Vid kusten har man beaktat hur de förändringar som beror på den fortlöpande landhöjningen inverkar på de sannolika utströmningsområdenas läge.

De på basis av modelleringen beräknade utströmningsområdena presenteras på bilderna 8-10, 8-11, 8-12 och

8-13. Områdena är sannolikt de samma som i huvudsak skulle utsättas för strålningsexponering från eventuella utsläpp. En del av utsläppen skulle slutligen genom vattendragen rinna ut i havet. När de radioaktiva ämnena tränger ned i jordens ytskikt späds halterna sannolikt ut. Å andra sidan kan en del radioaktiva ämnen anrikas i växter eller djur. I de flesta fall skulle de största strålningsdoserna åsamkas av att radioaktiva ämnen kommer ned i brunnar och från brunnarna i dricksvattnet och vidare till människans organism. Stråldosapproximationerna i TILA-99 har i regel byggts på detta antagande. Stråldoser som kommer på andra vägar har granskats med hjälp av känslighetsanalyser. Vid sidan av de maximidoser som åsamkas individer har man i analyserna enligt säkerhetsföreskrifterna för slutförvaring granskat den mängd radioaktiva ämnen (i Bq-enheter) som överförs till den levande naturen.

I figur 8-14 framställs en uppskattning av den årliga maximala stråldosen i sievert (kurva-SH) som åsamkas individen från ett litet hål i en behållare. Uppskattningen bygger på de genomsnittliga flödesförhållandena på de alternativa slutförvaringsplatserna. Den gäller oavsett vilken ort som väljs för slutförvaret. Om de felaktiga behållarna är flera kan maximidosen uppskattas genom att man multiplicerar kurvans dos med de felaktiga behållarnas antal. Dosgränsen per individ är satt till 0,1 mSv/år i säkerhetsföreskrifterna för slutförvaring.

Kurva LH motsvarar doserna i det fall att hålet från början är 1 cm². Som vi ser påverka inte hålets storlek maximidosens mängd, men de största doserna kan inträffa tidigare än i fallet med ett litet hål.

Av figuren kan man dra den slutsatsen att även om de felaktiga behållarna är flera skulle de inträffade maximidoserna förbli små i jämförelse med den dosgräns som är satt.

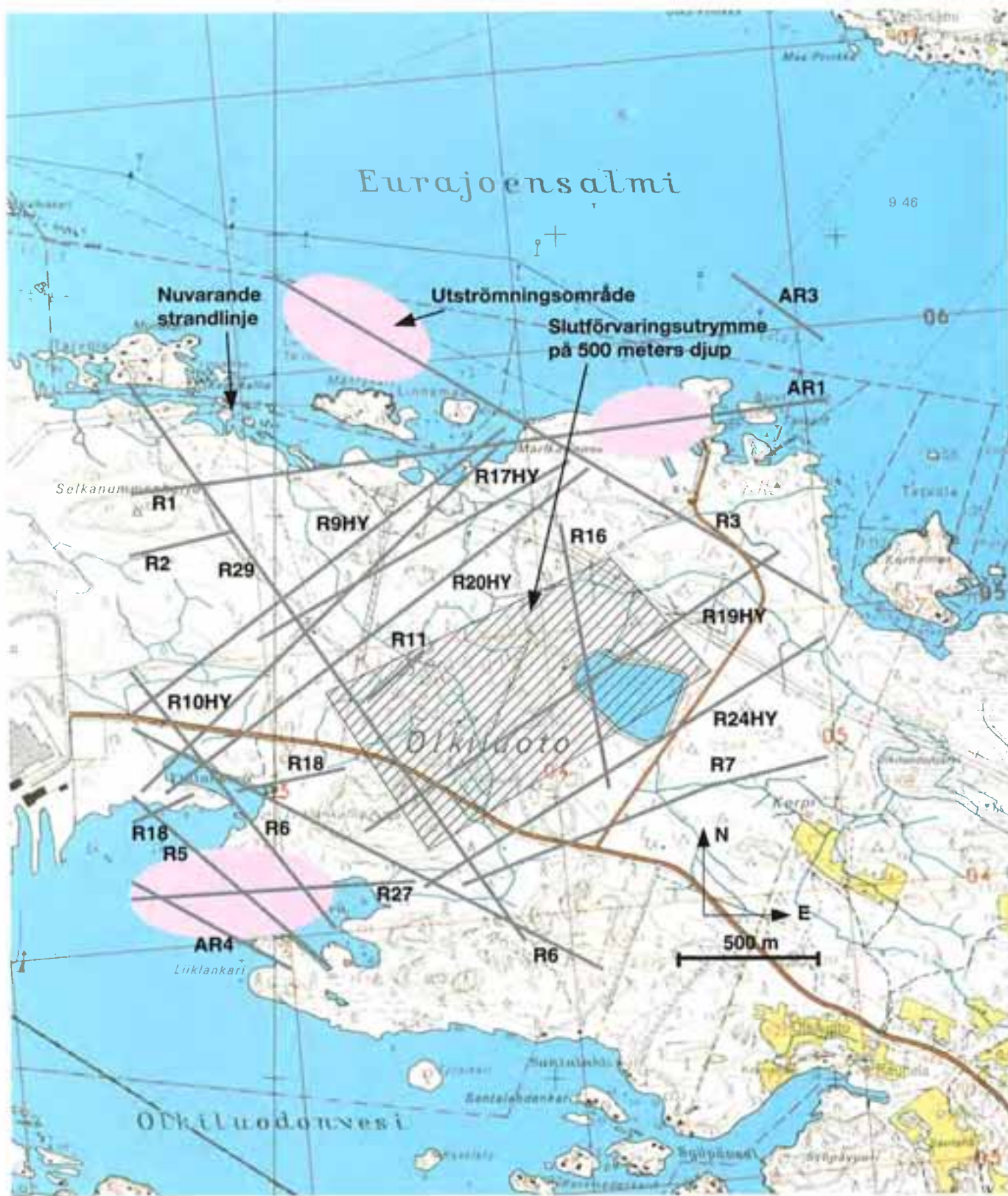


Fig. 8-12. Grundvattensflödenas uppskattade utströmningsområden på Hästholmen. De streckade sektorerna visar de områden som planerats för slutförvaringsutrymmen. Med färger anges de sannolika utströmningsområdena på markytan. I figuren syns också de för flödena viktigaste sprickzonerna.

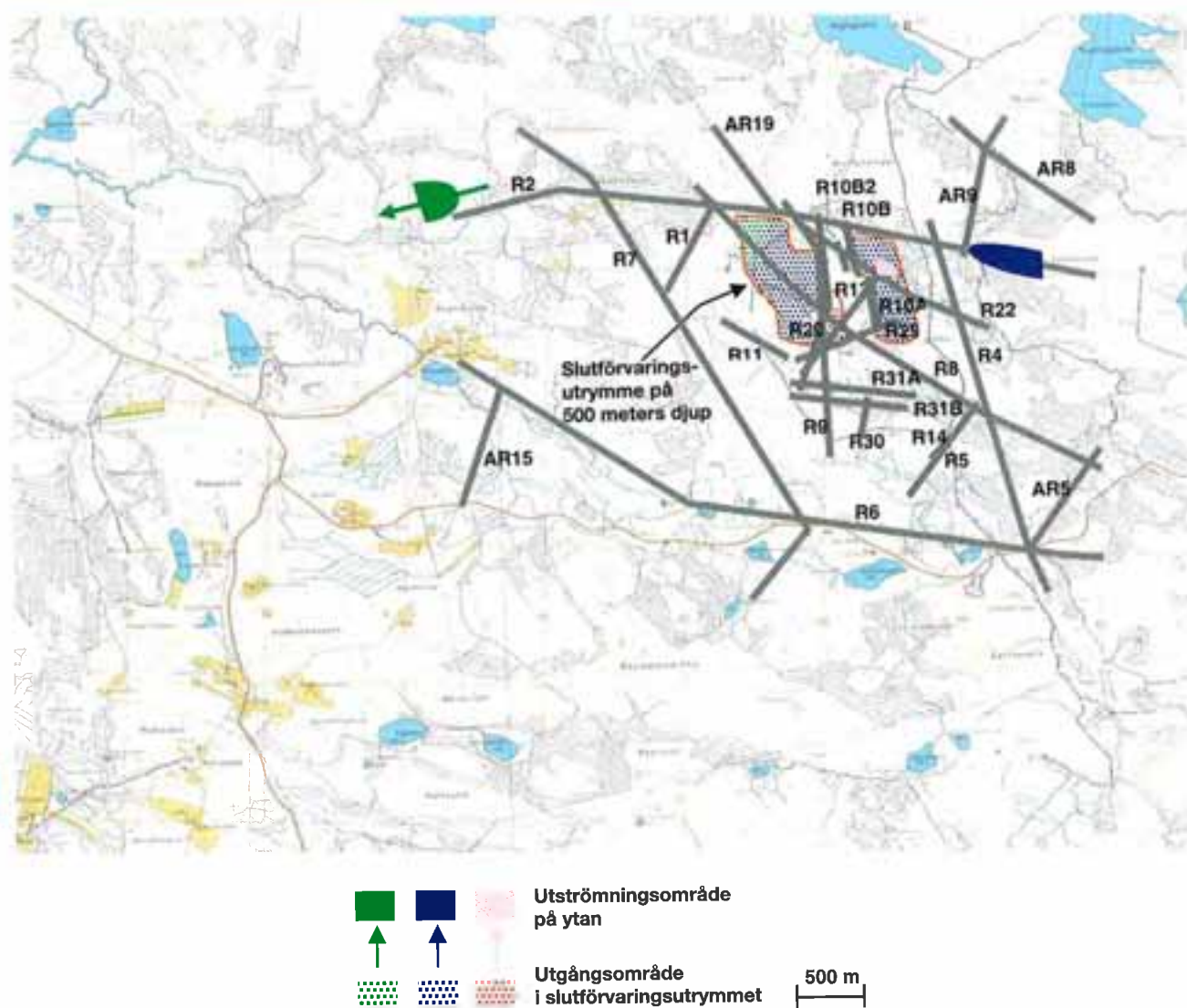


Fig. 8-11. Grundvattensflödenas uppskattade utströmningsområden i Romuvaara. De streckade sektorerna visar de områden som planerats för slutförvaringsutrymmen. Med färger anges de sannolika utströmningsområdena på markytan. I figuren syns också de för flödena viktigaste sprickzonerna.

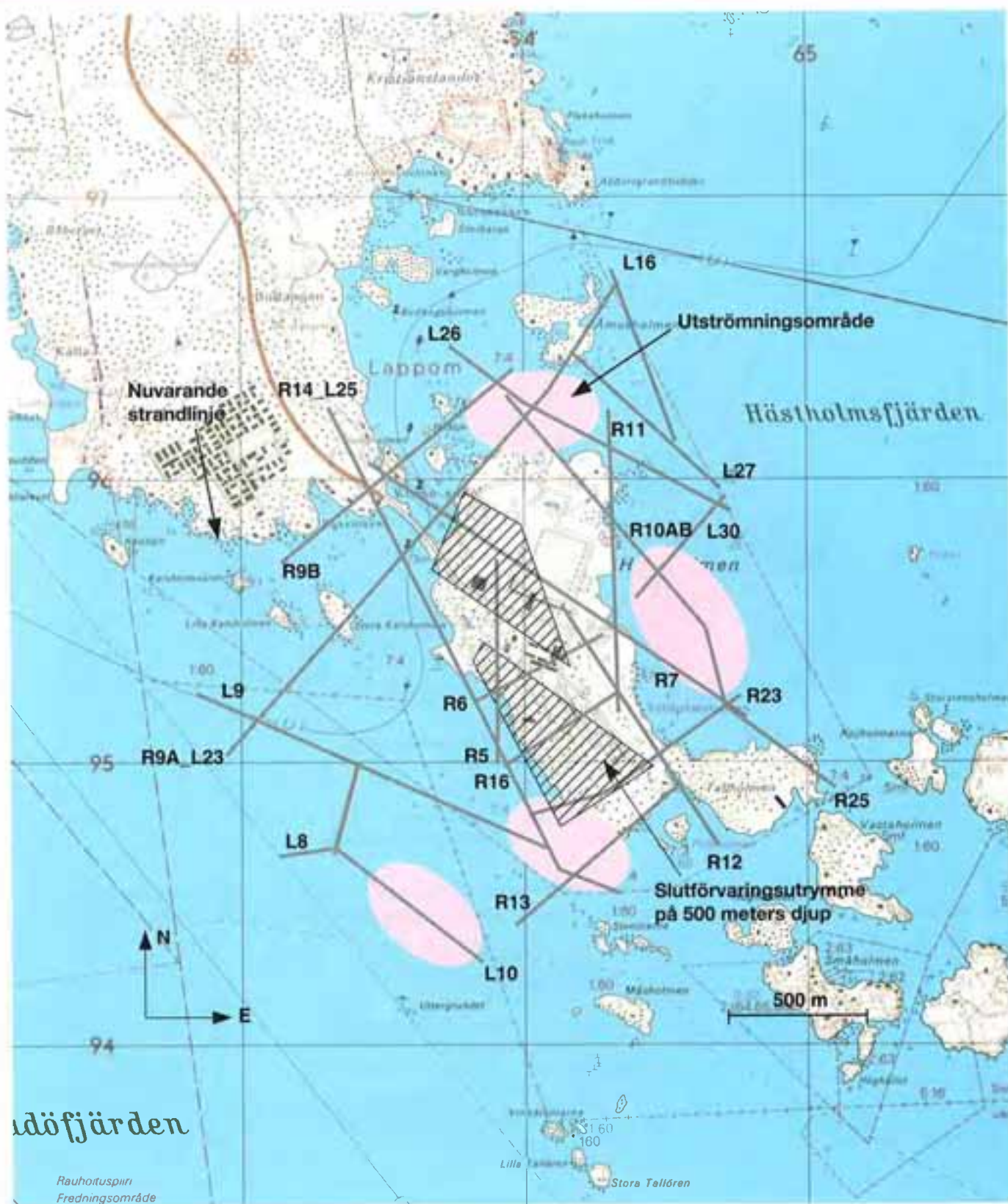


Fig. 8-12. Grundvattensflödenas uppskattade utströmningsområden på Hästholmen. De streckade sektorerna visar de områden som planerats för slutförvaringsutrymmen. Med färger anges de sannolika utströmningsområdena på markytan. I figuren syns också de för flödena viktigaste sprickzonerna.

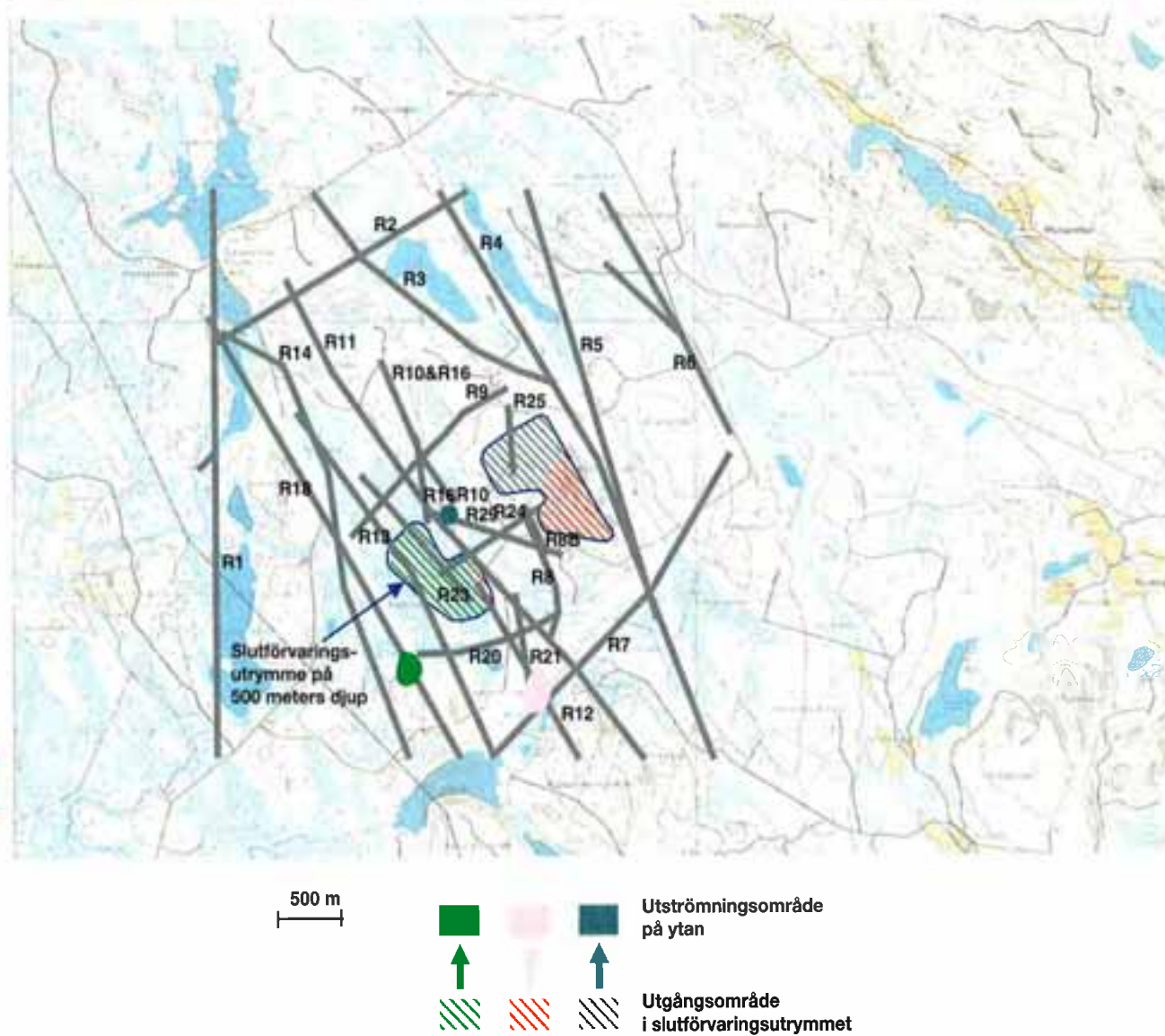


Fig. 8-13. Grundvattensflödenas uppskattade utströmningsområden i Kivetty. De streckade sektorerna visar de områden som planerats för slutförvaringsutrymmen. Med färger anges de sannolika utströmningsområdena på markytan. I figuren syns även de för flödena viktigaste sprickzonerna.

I figur 8-15 har man granskat de aktivitetismängder som läcker ut i den levande naturen i fallet med det lilla hålet. Mängderna i figuren står i direkt proportion till de maximigränser för respektive nuklid som STUK har föreslagit. De mängder som frigörs under de första tusen åren skulle vara under en tiotusendel av de tillåtna utsläppsgränserna.

I figur 8-16 åskådliggörs de nuklidmängder som frigörs från en behållare. Mängderna är även i detta fall under en hundradel av de gränser STUK uppställt. Slutförvaringslösningens isoleringsförmåga är enligt detta effektiv även utan den utspädande verkan och den förmåga att hålla kvar utsläpp som berggrunden och den levande naturen har.

Av figurerna 8-14 och 8-15 framgår de maximimängder som gäller för vilket som helst av de fyra alternativa områdena. Såsom ovan konstateras är flödesförhållandena enligt mätningarna och tolkningarna på alla platser mycket lika och det flöde som genomströmmar deponeringshålen i genomsnitt (medianvärde) skulle sannolikt vara av samma storleksordning för alla. Flödets sannolika variationsområde kan dock vara något olika på de olika platserna. Vattnets salthalt inverkar dessutom på den mängd radioaktiva ämnen som kommer ut i den levande naturen. Betydelsen av dessa skillnader framgår av figurerna 8-17a och 8-17b som visar strålningsdoserna från en från början felaktig behållare (litet hål) vid olika flödesantaganden. Kurvorna märkta med K95, R95 osv. motsvarar flödesmängder, under vilka flödet är i 95 % av de approximerade fallen, ns100 motsvarar ett "mycket vått" deponeringshål i sött grundvatten i tabell 8-18, sal100 är läget i ett salt grundvatten. För jämförelsens skull har man även tagit med de fall under vilka minst 50 % av de iakttagna fallen blir på platserna

Fig. 8-14. Årliga maximidoser per individ från en läckande kapsel under olika tider. Kurva SH motsvarar ett presumtivt litet hål och kurva LH ett "stort" hål.

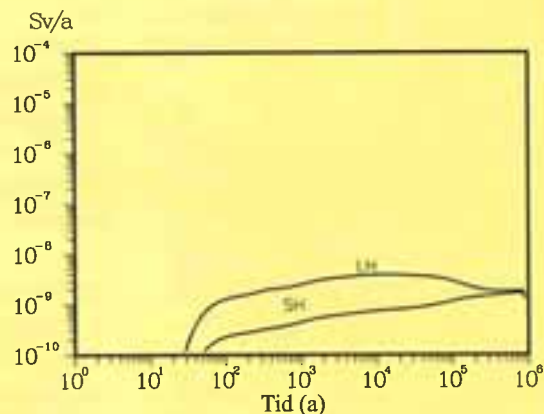


Fig. 8-15. De mängder radionuklider som trängt ut i den levande naturen genom ett litet hål i en kapsel framställda i relation till STUK:s utsläppsgränser.

Utsläppsgränserna är 1 GBq/år för nukliderna på den heldragna linjen och 10 GBq/år för C-14 på den streckade linjen. Relationerna för övriga nuklider ligger under en miljontedel.

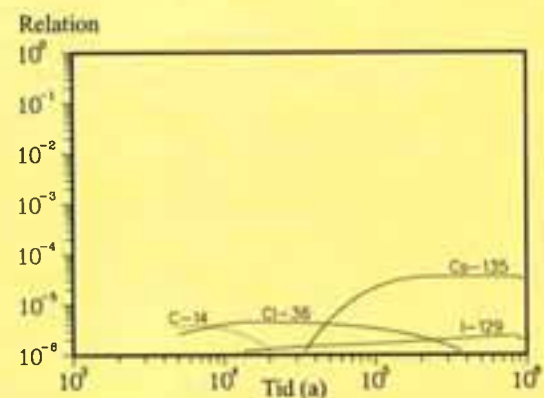
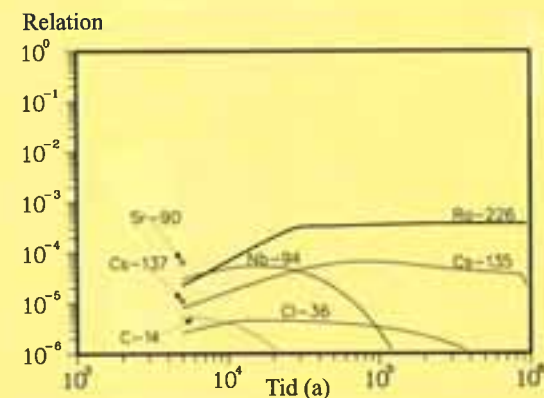


Fig. 8-16. De mängder radionuklider som trängt ut i berggrunden ur ett litet hål i en kapsel framställda i relation till STUK:s utsläppsgränser.

Utsläppsgränserna är 0,1 GBq/år för radium (tjockt streck), 1 GBq/år för nuklider angivna med ett heldraget tunt streck (även för Sr-90 och Cs-137 angivna med enskilda punkter) och 10 GBq/år för C-14 som anges med streckad linje. För de övriga nukliderna är relationen under en miljontedel.



inne i landet (ns50) och på kustplatserna (sal50). Man antar att det vatten som strömmar på kustplatserna är salt enligt nuläget.

I bedömningen av kustplatserna finns en topp efter ca hundra år som beror på att strontium är löst bundet till sprickorna och porerna i berggrunden i salt grundvatten. Dostoppen är främst teoretisk eftersom salt vatten sannolikt inte används som hushållsvatten. Observera även att maximidoserna från en behållare enligt kurvorna H95 och O95 är fortfarande under en tusendel av dosgränserna.

Betydelsen av flödesvariationerna är i sig relativt liten. Flödet kan i sött vatten vara hundratal liter per hål utan att maximidoserna ökar i betydande grad. Om flödet ökar till hundra liter per hål i salt vatten stiger maximidosen tiofalt från läget vid procentpunkt 95 – om antagandet är att salt vatten ändå duger som hushållsvatten. Trots det blir doserna av utsläppet från en behållare under en hundradel av dosgränserna. I praktiken godkänns inte sådana ställen i berggrunden som deponeringsplats för behållare.

I säkerhetsanalysen har man även granskat den situation att det inte bara finns ett hål i behållaren utan att även bentonitens isoleringsförmåga är sämre än planerat. Detta har emellertid inte stor inverkan på maximidoserna eftersom de radioaktiva ämnena i varje fall transporteras långsamt genom hålet.

Jämförelsescenario (2): behållaren förlorar helt sin isoleringsförmåga

Som ett jämförelsescenario har man även behandlat ett fall där man antar att behållaren vid en viss tidpunkt förlorar sin isoleringsförmåga helt och grundvattnet kommer fritt i kontakt med bränslestavarna. Orsakerna till detta är svåra att föreställa sig, men avsikten

har varit att reda ut hur kravet på flerbarrärprincipen realiserar sig dvs. vilken betydelse behållaren överhuvudtaget har för slutförvaringslösningens isoleringsförmåga och hur väl bentoniten runt behållaren och berget i sig kan förhindra olägenheter för den levande naturen.

I figur 8-18 har man antagit att behållaren försvinner om 10 000 år efter deponeringen. Av figuren framgår skillnaden i relation till fallet med det lilla hålet: några år efter det behållaren försvunnit kan stråldoserna stiga till ungefär samma nivå som maximivärdena i figur 8-17a–b, men därefter sjunker maximidoserna långsamt ned mot samma värden som i fallet med det lilla hålet.

Dostoppen beror främst på jod (I-129) som snabbt frigörs när behållaren försvinner. Den bromsande effekten av bränslets skyddshöljen har inte tagits i betraktande.

Om även bentonitens isoleringsförmåga är betydligt svagare än planerat kan maximidoserna öka ungefär tiofalt från fallet i figur 8-18. Om ett mycket stort flöde salt vatten samtidigt skulle inträffa – vilket i sig är mycket osannolikt – kan maximidosen stiga till en tiondel av dosgränserna i de allmänna säkerhetsföreskrifterna för slutförvaringen.

Strålningsdoserna i figurerna 8-17 och 8-18 har räknats för alla tider på samma grunder. Som det hävdas i säkerhetsfö-

Fig. 8-17a. Årliga maximidoser från ett litet hål i en kapsel med olika flödesantaganden i Kivetty (K) och Romuvaara (R). Kurvorna K95 och R95 motsvarar flödesvolymen under vilka flödet är i 95 % av de beräknade fallen, ns100 motsvarar "mycket vått" deponeringshål i tabell 8-18 i sött grundvatten. Kurva ns50 motsvarar ett hål, under vars kurva minst 50 % av de granskade fallen är på båda platserna.

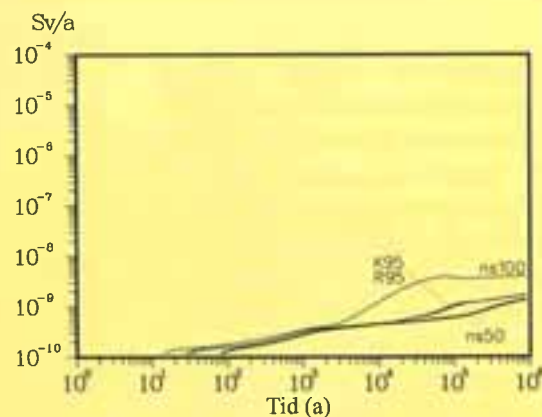


Fig. 8-17b. Årliga maximidoser från ett litet hål i en kapsel med olika flödesantaganden på Hästholmen (H) och i Olkiluoto (O). Kurvorna H95 och O95 motsvarar flödesvolymen under vilka flödet blir i 95 % av de uppskattade fallen, sal100 motsvarar "mycket vått" deponeringshål i tabell 8-18 i salt grundvatten. Kurva sal50 motsvarar ett hål, under vars kurva minst 50 % av de granskade fallen är på båda platserna.

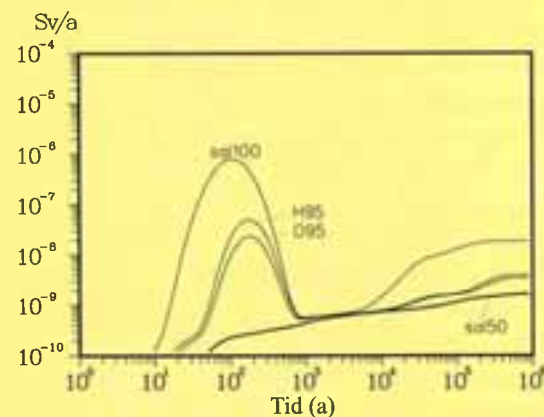


Fig. 8-18. Årliga maximidoser i ett fall där en kapsel antas "försvinna" helt. Doserna är räknade för dels salt grundvatten (DC-sal50) och dels sött grundvatten (DC-ns50). Kurvorna SH-sal50 och SH-ns50 motsvarar läckage från ett litet hål.

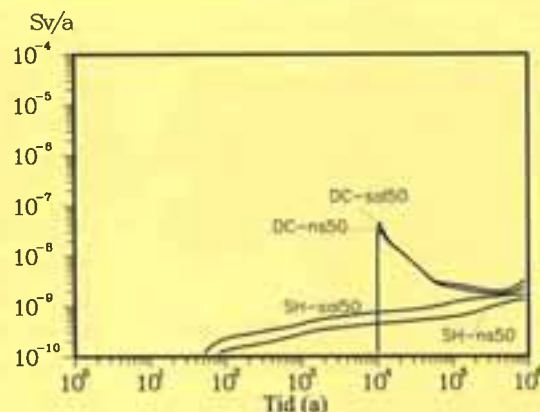


Fig. 8-19. De mängder radionuklider som frigjorts i den levande naturen i fallet med en försvunnen kapsel i relation till STUK:s utsläppsgränser. Utsläppsgränserna är 1 GBq/år för nuklider angivna med heldragen linje och 10 GBq/år för C-14 angiven med streckad linje. För övriga nuklider är relationen under en miljontedel.

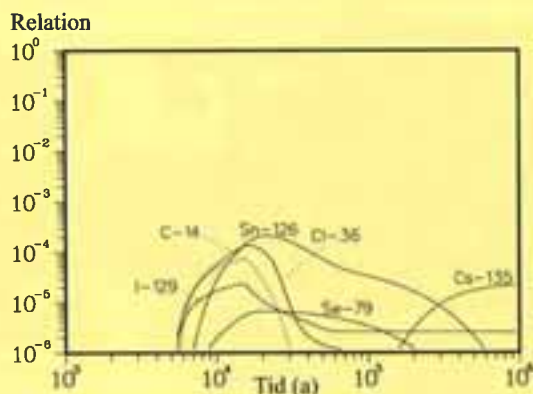
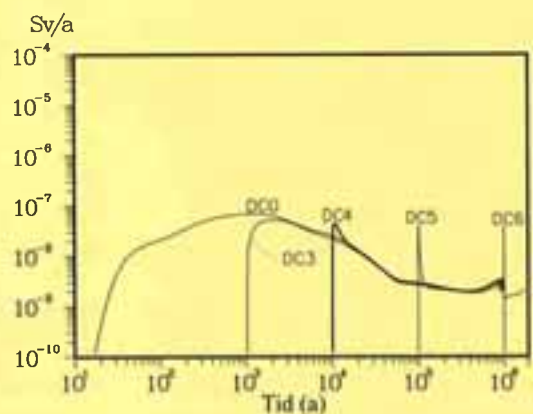


Fig. 8-20. Hur tidpunkten för kapselns "försvinnande" påverkar de årliga maximidoserna. Vid DC0 försvinner kapseln genast när slutförvaringsutrymmet har stängts, vid DC3 efter tusen år, vid DC4 efter tiotusen år, vid DC5 efter hundratusen år och vid DC6 efter en miljon år.



reskrifterna för slutförvaring kan de verkliga strålningsdoserna för människor som lever långt fram i tiden inte tillförlitligt bedömas på grund av att levnads- och näringssätten förändras. Kurvorna i figuren ger i varje fall en uppfattning om hur slutförvaringslösningen fungerar även på lång sikt.

Enligt säkerhetsföreskrifterna för slutförvaringen är granskningsstorheten på lång sikt själva aktivitetsutsläppen i berggrunden. I figur 8-19 visas aktivitetsutsläppen i fallet DC-ns50 i relation till STUK:s gränser. Man kan se att utsläppen är under en tusendel av gränserna också i maximifallet.

Maximidoserna påverkas inte i nämnvärd grad av när behållaren försvinner. Figur 8-20 visar en jämförelse mellan olika tidpunkter när behållaren försvinner helt.

Riskerna för olyckor

Den planerade slutförvaringslösningen bygger på "passiv säkerhet". Avsikten är att skydda den levande naturen och människan i alla förhållanden oberoende av människans lust och förmåga att ta hand om kärnavfallet. Deponeringen av avfallet djupt i berggrunden gör lösningen oberoende av de naturkatastrofer och eventuella av människan förorsakade olyckor som sker på markytan. Lösningen som siktar på mångfaldig isolering av de radioaktiva ämnena skyddar också mot oväntade förändringar i berggrunden.

TILA-99-säkerhetsanalysen och undersökningar som stöder den har behandlat de grunder som slutförvaringslösningens isoleringsförmåga bygger på. I säkerhetsanalysen behandlas ingående även de situationer där isoleringen, trots kvalitetssäkring och mångfaldiga säkringar, inte fungerar som planerat. Dessa granskningar utgår

direkt från att en eller flera behållare antingen läcker eller förlorar helt sin isoleringsförmåga och att även bentonitens isoleringsförmåga kan vara sämre än planerat. Enligt analysresultaten överskrids inte säkerhetsföreskrifternas gränser ens om några behållare försvinner fullständigt.

I säkerhetsanalysen behandlades också den möjligheten att det finns flera söndriga behållare. Med nuvarande kunskap kan man som orsak till en sådan olycka endast föreställa sig en förskjutning i berget i anslutning till jordbävning. Den tänkta situationen inträffar när en avsevärd, minst tio centimeter stor, förskjutning i berget sker i framtiden precis vid en deponeeringstunnel och söndrar de behållare som är deponerade där.

En sådan förskjutning är möjlig vid en stor jordbävning. I gällande förhållanden har de jordbävningar som inträffat på finskt område eller i närheten därav varit i storleksordningen under fem och det finns inga uppgifter om väsentliga förskjutningar under nuvarande förhållanden (Saari 1996, 1997, 1998, 1999, Kuivamäki et al. 1998). I samband med framtida istider är det i varje fall möjligt att större jordbävningar än de nuvarande inträffar. Orsaken till de stora förkastningar som Geologiska forskningscentralen undersökt i Finland och Karelen förefaller ha varit jordbävningar av storleksordningen 5,3–7,5 (Kuivamäki et al. 1998).

Vid framtagningen av undersökningsområden för slutförvaringen har man så långt som möjligt eftersträvat att eliminera möjligheten av en förskjutning som korsar slutförvaringsutrymmena. På basis av både observationer om berggrunden och teoretiska granskningar koncentreras rörelser i berget på befintliga sprickor och sprickzoner. Rörelsernas storlek förefaller stå i samband med sprickbildningens dimensio-

ner så att betydelsefulla förskjutningar bara sker längs stora svaghetszoner. Alla undersökta platser har valts så att de planerade tunnarnas avstånd till stora svaghetszoner som avtecknar sig på en sträcka av drygt hundra kilometer är tiotals kilometer. Även till mindre, regionala svaghetszoner räknas avståndet i kilometer.

Sannolikast är därför att även de rörelser som stora jordbävningar i anslutning till istider förorsakar avspeglar sig enbart som små utslag i enskilda sprickor som möjligtvis korsar deponeeringshållet, och att de inte utgör någon fara för behållarnas hållfasthet. Enligt de granskningar som La Pointe och Cladouhos (1999) preliminärt gjort för Posiva är sannolikheten ringa för rörelser som är farliga för behållarna.

Enligt nuvarande kunskap kan möjligheten att en förskjutning korsar deponeeringshållet långt fram i tiden inte helt uteslutas. I säkerhetsanalysen har man utvärderat hurdana verkningar en sådan händelse kan ha. I analysen har man antagit att händelsen skulle inträffa i samband med nästa istid och skulle då ske tidigast om 10 000 år efter slutdeponeringen. Utgående från granskningarna kan ett samtidigt sönderfall av 60 behållare som placerats under en slutförvaringstunnel i ogynnsamma förhållande åsamka – förutsatt att det finns permanent bosättning – de mest exponerade en extra årlig strålningsdos på några millisievert. I denna granskning beaktas däremot inte att en stor del av jorden är under vatten i efteristida förhållanden och även på annat håll är de vattenvolymer som späder ut utsläppen sannolikt betydligt större än i antagandet. I själva verket är strålningsdoserna små jämfört med befolkningens normala strålningsexponering, och vid sidan av de i naturen redan befintliga radionukliderna har utsläppen inte någon betydande inverkan på den övriga naturen.

En annan typ av olycka är att människor gör intrång i slutförvaringsutrymmet. Eftersom avsikten är att bevara informationen om slutförvaringsplatsen och det deponerade avfallet och överlämna denna information även till kommande generationer är det inte sannolikt att en oavsiktlig eller oförsiktig inträngning i slutförvaringsutrymmet sker så länge som kulturen i nuvarande form bevaras och är kontinuerlig. Man kan tänka sig att risk för olycka föreligger endast om informationen om slutförvaringen har förkommit. Å andra sidan har den strålningsfara avfallet utgör redan sannolikt minskat i avsevärd grad.

Om en oförsiktig inträngning i slutförvaringsutrymmena sker redan under något av de första hundra åren efter stängningen av slutförvaringsutrymmena finns det risk för allvarliga hälso-olägenheter. En direkt skada är också möjlig om de inträngande vistas timalt i den omedelbara närheten av oövertäckta behållare. Händelsen har större betydelse för miljön och större grupper av människor endast om behållarna öppnas och det använda bränslet överges eller sprids ut i miljön. Grävande av en förbindelse till slutförvaringsutrymmet och öppnande av enskilda behållare under marken leder knappast till en betydande stegring i strålningsnivån för den levande naturen. Det är nästan omöjligt att förutspå konsekvenserna av att innehållet sprids ut och används eftersom följderna i så hög grad beror på både tidpunkten för händelsen och det sätt som avfallet sprids på.

Målet är att förhindra dylika oavsiktliga olyckor som beror på okunnighet genom att man anlägger slutförvaringsutrymmena tillräckligt djupt nere utom räckhåll för människans normala liv. Det är då sannolikt att om kommande generationer har en förmåga att tränga

sig in i utrymmena har de också kunskap och färdigheter att akta sig för strålningen från avfallet.

Bedömning av osäkerheterna i säkerhetsanalysen

I säkerhetsanalysen beaktar man den osäkerhet som gäller vår allmänna kunskap och framtid

- genom val av scenarier
- genom att använda konservativt valda antaganden (som överdriver konsekvenserna)
- genom att med känslighetsanalyser och "vad händer om"-studier utreda hur verkningarna av de i analysen använda antagandena inverkar på resultaten
- genom att under arbetets gång låta utomstående sakkunniga bedöma sättet att genomföra analysen och resultaten.

Man har försökt välja TILA-99-scenarierna och fallen i känslighetsanalyserna så att de tillsammans täcker de sannolika och logiskt tänkbara utvecklingsgångarna och även möjligheten att tekniken eller materialen inte fungerar enligt förväntningarna. I detta sammanhang har man fäst speciell uppmärksamhet bl.a. vid eventuella verkningar av kommande istider. Den osäkerhet som gäller kunskapen om nuvarande berggrundsförhållanden har man kompensert genom att använda pessimistiska antaganden. Med tankeexperiment har man undersökt olika hypotetiska situationer som antas inverka på slutförvaringslösningens funktion.

Säkerhetsanalysarbetet och forskningen i bakgrunden har hela tiden funnits tillgänglig för finländska och utländska experter bedömning. Analysmetoderna och antagandena i analyserna har granskats i flera internationella jämförelser (Neall et al. 1994, Russell et al. 1997, SAM 1996, NEA 1997).

Med dessa metoder har man sett till att säkerhetsanalysen svarar mot den bästa nuvarande sakkunskapen och att osäkerhetsfaktorerna och deras betydelse för resultaten och slutsatserna är rätt bedömda. Innan man bygger slutförvaringsutrymmena och tar dem i drift utförs ytterligare detaljerade berggrundsundersökningar på den valda platsen. Genomförbarheten och kvaliteten hos de tekniska lösningarna påvisas med praktiska experiment. Säkerhetsbedömningarna kommer därmed ytterligare att justeras och göras mer detaljerade innan den egentliga slutförvaringen inleds.

Den deponerade bränslemängdens inverkan på säkerheten

Med tanke på individens eller ett litet självförsörjande samhälles säkerhet och hälsoverkningar har det deponerade kärnbränslets mängd inte någon väsentlig betydelse. Enligt säkerhetsanalysen är det sannolikt att det inte frigörs radioaktiva ämnen ur kapslarna på miljoner år. Därefter kommer radioaktiviteten hos de ämnen som deponerats i slutförvaringsutrymmena i varje fall att vara mycket liten.

I säkerhetsanalysen har man granskat även en sådan möjlighet att några av kapslarna från första början är felaktiga eller skadas i förtid. Sannolikheten för ett sådant fall kan grovt uppskattas öka i direkt proportion till mängden deponerat bränsle. När kapselmängden ökar växer också slutförvaringstunnlarnas totallängd någorlunda direkt proportionellt. Utsläpp av radioaktiva ämnen från eventuella felaktiga eller skadade kapslar sprids förmodligen i olika riktningar och sannolikheten att de rinner ned i samma brunn är mycket liten. Det är sannolikt att ökningen av mängden deponerat bränsle inte påverkar maximimängden individuella doser.

Slutsatser

Den utförda säkerhetsanalysen visar att slutförvaringen av använt kärnbränsle kan genomföras i enlighet med strålsäkerhetskraven på vilken som helst av de alternativa deponeringsplatserna. Det är högst sannolikt att de underjordiska slutförvaringsutrymmena aldrig leder till utsläpp som kan ha betydelse för miljöns strålsäkerhet. Även i värsta fall kan de största stråldoserna som människor utsätts för högst nå den nuvarande bakgrundsstrålningsnivån och också då skulle antalet exponerade individer vara litet och begränsas till närheten av slutförvaringsutrymmena. I analysen har enligt försiktighetsprincipen använts pessimistiska antaganden om kommande naturförhållanden och funktionen hos tekniska system. Slutsatserna av analysen beror därför inte väsentligt på vad som exakt kommer att ske i framtiden.

Utgående från analysen kan ingen av de alternativa deponeringsplatserna anses vara entydigt bättre eller sämre än de andra och säkerhetsanalysen ger inte heller anledning till att förkasta något alternativ.

Den tydligaste skillnaden mellan platserna gäller grundvattnets kemiska kvalitet: på kustplatserna är grundvattnet djupt i berget betydligt saltare än på platserna inne i landet. Salthalten begränsar den bergsvolym som finns tillgänglig för slutförvaringsutrymmen i djupled och påverkar också de i grundvattnet eventuellt lösta ämnenas transporthastighet. Däremot minskar saltkoncentrationen och havets närhet på kustplatserna ytterligare sannolikheten för att de i grundvattnet lösta radioaktiva ämnena i betydande koncentrationer hamnar i människornas kost eller dricksvatten och därmed verkligen medför hälsoolägenheter.

I sprickbildningen och flödesförhållandena kan man också observera en del skillnader mellan de olika platserna, men skillnaderna har ingen väsentlig betydelse för säkerheten på lång sikt.

8.4.4 Psykosociala konsekvenser

Intervjuerna och enkäterna i samband med utvärderingen av de sociala konsekvenserna av slutförvaringsprojektet visar att alla berörda orter har en kluven inställning till projektet på ett eller annat sätt. Intervjuerna visar vidare att slutförvaringen väcker egentlig rädsla hos en del människor (kap. 8.5.5). Därför ställer vi oss frågan om rädsla, oro och konflikter regelrätt kan leda till att människor blir sjuka.

Det är som regel svårt att tillförlitligt påvisa ett samband mellan sjukdomar och rädsla eller oro. Och det är extra svårt i detta fall, eftersom det här handlar om konsekvenser som kan uppträda först om flera decennier. I detta sammanhang görs inga ingående prognoser om den kommande utvecklingen, utan endast en bedömning av bidragande mekanismer och samverkande faktorer.

Bedömningen bygger på en undersökning av socialpsykologiska institutionen vid Helsingfors universitet. Institutionen har gått igenom finländska och utländska studier på området och utifrån dessa gjort en bedömning av de potentiella psykosociala konsekvenserna av slutförvaringsprojektet (Paavola & Eränen 1999). Samma tema återkommer delvis i en färsk doktorsavhandling om föreningarna i grundvattnet i Oitti (Lahti 1998).

Generellt definieras stress som reaktioner hos individen på olika impulser som påverkar beteendet, känslorna och fysiologin, det vill säga reaktioner på stressorer som kan utgöra en risk för

människans välbefinnande. Förändringar som påverkar beteendet och känslolivet kallas *psykologisk stress* och förändringar som påverkar fysiologiska och biokemiska processer *systemisk stress*. I grund och botten handlar det om en obalans mellan de krav som ställs på människan och hennes förmåga att möta dem. Stressorer kan bero på yttre händelser men de har också i hög grad sitt ursprung i människans egna moraliska normer och beteendekrav.

Individens stresshantering kan vara av intrapsykisk eller kognitiv art. Det betyder att individen försöker omdefiniera situationen på det kognitiva eller emotionella planet för att undanröja obalansen. Individen kan också försöka påverka de yttre faktorerna för att undanröja eller dämpa stressorn (instrumentell stresshantering). Oavsett metoden för stresshantering leder ett misslyckande till likartade reaktioner hos individen. Bland reaktionerna märks kronisk depression till följd av osäkerhet, ångest, konstant känsla av att förlora kontrollen över sitt liv och somatiska symptom som sömnlöshet, huvudvärk eller ständiga magbesvär.

Hur individen lyckas bemästra stress-situationer beror också på om han eller hon får hjälp och stöd från omgivningen eller om stödet uteblir. I en social gemenskap kan man hantera stressen på ett sätt som inte är möjlig på det individuella planet. Med social gemenskap avses här till exempel bostadskommunen likaväl som samhälleliga rörelser av olika slag.

Olyckor och katastrofer är typiska faktorer som ger upphov till stress. Undersökningar tyder på att människor reagerar olika dels på naturkatastrofer, dels på katastrofer som människor orsakar. Tekniska katastrofer förefaller att vara starkare stressorer och ge psykosociala effekter i ett längre perspektiv

än naturkatastrofer. Orsaken till skillnaderna kan sökas i att tekniska katastrofer är ett bevis på att någon har förlorat kontrollen över en situation och att det vanligen finns "skyldiga" bakom händelserna. Däremot förväntas inte naturkatastrofer gå att kontrollera helt och hållet på mänsklig väg, och de är därför lättare att acceptera. En orsak till att tekniska katastrofer medför så stor stress kan också vara att det inte finns någon exakt information om konsekvenserna och att till och med experterna är oeniga om själva saken.

Det finns exempel på att naturkatastrofer stärker sammanhållningen inom samhällen och förenar människor. Samma tendenser har inte kunnat iakttas vid tekniska katastrofer. Detta kan ha ett samband med att orsakerna till naturkatastrofer tolkas mer eller mindre på samma sätt medan meningarna går isär när det gäller orsakerna till tekniska katastrofer.

Men tekniska olyckor behöver inte alltid splittra samhällen. Lahti (1998) upptäckte i sin undersökning att invånarna i Oitti trots grundvattenolyckans tekniska karaktär hade samma inställning till katastrofen som till en naturkatastrof. Lahti menar att attityderna återspeglar Oittibornas tilltro till kommunens verksamhet. De trodde att tjänstemännen gjorde sitt bästa och kritiserade inte informationsgången.

En bedömning av stress i samband med kärnavfall måste ses ur perspektivet att den stora allmänheten ofta kopplar ihop kärnavfall och kärnkraft. Även om det inte existerar någon risk för en allvarlig kärnolycka i en slutförvaringsanläggning räcker medborgarnas kunskaper och erfarenheter inte till för att göra skillnad mellan dem. Därför kan eventuell rädsla och oro inför slutförvaring mer eller mindre bero på inställningen till kärnkraft överlag.

I sådana fall är erfarenheterna och informationen om till exempel olyckorna på Three Mile Island och i Tjernobyl av betydelse. På ett allmänt plan uppfattar den stora allmänheten att experterna är mycket oeniga om hur sannolikheten för och följderna, bland andra hälsoeffekter, av kärnenergi-olyckor skall bedömas.

Problemen med expertinformation behandlas närmare i samband med de sociala konsekvenserna (kapitel 8.5). Experter på kärnteknik och myndigheter med ansvar för kontrollen av kärnanläggningar är ett exempel på så kallade yttre grupper vid en eventuell kärnolycka. En viktig fråga vid bedömningen av stressfaktorerna är hur mycket "den inre gruppen" (individer eller samhällen som upplever stress) litar på den yttre gruppen. De kan ha liten tillit om resurserna är mycket ojämnt fördelade mellan grupperna och exempelvis informationen om den fråga som är orsaken till stressen huvudsakligen handhas av den yttre gruppen. Därför har alla informationsförbättrande insatser, enhetlig information och instruktioner från experternas sida men överlag också inlevelseförståelse och förståelse av den inre gruppens situation en lindrande effekt på stressen.

Den stress som slutförvaringsprojektet eventuellt ger upphov till har olika manifestationer under olika faser av projektet. Innan beslutet om slutförvaring fattas och efter beslutet innan det omsätts i praktiken handlar stressen mycket om konflikter mellan uppfattningar och åsikter och inställningen till beslutsprocessen (se också Viinikainen 1998). När verksamheten väl kommit i gång är det av avgörande betydelse hur friktionsfritt anläggningen fungerar.

Närvaron av stressfaktorer kan undersökas utifrån en s.k. *väntevärdemodell*. Modellen utgår från individens värde-

ringar eftersom attityderna i sista hand bottnar i värderingar. Men beteendet påverkas många gånger mer direkt av attityder än av värderingar och attityderna behöver inte ha något direkt samband med enskilda värderingar. I modellen ses realiseringen av värderingar i form av attityder och prioriteringen av attityder som en funktion av en kognitiv, en emotionell och en funktions- och motivationsinriktad faktor.

Den kognitiva faktorn syftar på den kunskap individen får om objektet och dess omgivning genom inläring och erfarenhet. De emotionella faktorerna bygger på olika positiva och negativa känslor gentemot objektet. De funktions- och motivationsinriktade faktorerna har att göra med individens beredskap att ändra sina beteendemönster.

Väntevärdemodellen förklarar individernas divergerande reaktioner och åsikter visavi slutförvaringsprojektet. Modellen ger också en förklaring till varför man endast i begränsad omfattning kan påverka människors attityder genom information i stor skala å ena sidan och rationell argumentation å andra sidan. En av de stora omtvistade frågorna gäller riskerna vid slutförvaring: tvisten gäller dels en definition på begreppet, dels dess innehåll i specifika situationer. Medborgarnas uppfattning om risken begränsar sig sällan enbart till konsekvenser och sannolikheter utan risken bedöms också med utgångspunkt i om de frivilligt utsätter sig för en risk eller om hotet kommer utifrån.

När besluten skall fattas kan stressfaktorernas roll med avseende på slutförvaringen i hög grad bero på hur stor tillit individerna har till den sociala gemenskapen (bostadskommunen) och beslutsmekanismerna. Frågan har två sidor: upplever medlemmarna i en

social gemenskap att de har faktiska möjligheter att påverka beslutet om lokaliseringen av ett slutförvar och upplever de att den sociala gemenskapen kan kontrollera utvecklingen också efter beslutet, om anläggningen placeras i deras kommun.

På samtliga alternativa slutförvaringsplatser kan tankarna på att verksamheten är slutgiltig, oåterkallelig och oövervakad ge upphov till stress hos en del orsbor. Därtill oroar de sig för exceptionella situationer och avfall från utlandet. Oron har sannolikt att göra dels med att vetenskaplig kunskap uppfattas som osäker, dels med att denna kunskap är svårbegriplig och mångfaldig.

Möjligheterna till stresshantering förefaller att vara lika i samtliga kommuner. Allra minst ifrågasätter invånarna i Euraåminne planerings- och beslutsprocessen. På de andra orterna ställer sig kommuninvånarna mer tvivlande till sitt inflytande i dessa frågor. En del hävdar att de inte fått komma fram med sina åsikter i tillräckligt hög grad och inte blivit hörda på ett tillräckligt tidigt stadium. Att det blivit så tillskrivs atomenergilagerna å ena sidan och ledningen i kommunen å andra sidan. Meningarna går i sär när det gäller hur stor betydelse en folkomröstning har för invånarinflytandet. Men möjligheten att utnyttja sitt inflytande genom MKB-förfarandet engagerade inte många orsbor. I Euraåminne lockade tillställningarna mest folk.

På samtliga orter uppgav opinionsbildare och beslutsfattare (Ponnikas 1999) att öppen information är en förutsättning för en öppen och demokratisk slutförvaringsprocess. På kraftverksorterna litar invånarna på den representativa demokratins funktion och centralförvaltningens altruism när det gäller slutförvaringen av kärnbränsle

I Euraåminne anser 79 % och i Lovisa 60 % av opinionsbildarna att det är kommunfullmäktige som skall fatta beslutet om slutförvaring. På orter utan kraftverk litar invånarna däremot på direkta beslut. I Kuhmo uppger nämligen 66 % och i Äänekoski 51 % av opinionsbildarna att det behövs en folkomröstning om slutförvaringen.

Situationen påverkas självfallet även av experternas bedömningar. I sådana fall spelar inte bara experternas bedömningar av hur stor risken är en roll utan det är till exempel också viktigt i hur stor utsträckning expertinformationen motsvarar medborgarnas egna uppfattningar om riskernas art och betydelse. Debatten tillförs därigenom en etisk aspekt.

I vilken utsträckning anläggningen är en potentiell stressfaktor efter beslutet är i hög grad beroende av vilken roll kommunen intar. Förblir den passiv och anpassar sig till situationen eller väljer den att vara aktiv samtidigt som den anpassar sig? Med anpassning avses här att kommunen exempelvis integrerar anläggningen i sin kommunplan och initierar en dialog med olika berörda parter.

När anläggningen har etablerat sig på lokaliseringssorten blir den sannolikt en mindre stressfaktor. Om anläggningen inte besvärar av driftstörningar kommer den så småningom att accepteras som ett normalt inslag i omvärlden. Men det kan alltså finnas skillnader i människors inställning till anläggningen. Skillnaderna kan ha att göra med den omedelbara relationen till anläggningen. De som arbetar där brukar vanligen lita på anläggningens verksamhet (Kivimäki & Kalimo 1993, Kivimäki et al. 1995). För en del individer kan anläggningen emellertid vara en ständig stressfaktor.

Om driftstörningar uppstår kan de gamla konflikterna och osäkerheten inför projektet väckas till liv igen, även om händelsen i själva verket inte behöver ha några som helst fysikaliska effekter utanför anläggningen. I detta läge är osäkerheten i sig en betydande källa till stress. Det är möjligt att kommuninvånarna delas upp i olika läger i sin inställning till incidenten. En del litar på att händelsen inte har några faktiska effekter på till exempel hälsan, medan andra kan tycka att deras hälsa var i riskzonen oavsett hur experter och myndigheter uttalar sig om saken. Till saken kan höra att man pekar ut syndabockar antingen inom eller utanför den sociala gemenskapen. Liksom vid händelserna i Oitti (Lahti 1998) påverkas situationen av den sociala gemenskapens (kommunens) handlingsmönster och invånarnas tilltro till dem.

Vid en faktisk olycka är det sannolikt att människor i vissa avseenden beter sig annorlunda än vid driftstörningar. Folk har antagligen mer likartade uppfattningar om substansen i och betydelsen av händelserna än vid en driftstörning. Individerna kan dock ha olika mönster för att hantera sin stress. En del människor reagerar med att dra sig undan. Då kan stressen lämpligast lindras genom att människor tillsammans får bearbeta och omvärdera sina känslor inför den nya situationen. Det bör dock noteras att allvarliga olyckor av den typ som kan ske i reaktorerna på kärnkraftverk inte kan hända i ett slutförvar. Därmed hotas inte invånarna heller av evakuering, en åtgärd som slår sönder människors sociala samhörighet.

De sociala konsekvenserna av en slutförvaringsanläggning behandlas mer ingående i kapitel 8.5. Där går vi närmare in på riskbedömning och riskbeskrivning och lyfter fram expertisens betydelse när medborgarna bildar sig en uppfattning om frågorna.

8.4.5 Sammanfattning av hälsokonsekvenserna

Säkerhetsanalyserna och andra undersökningar ger vid handen att projektet har obetydande små konsekvenser för människors hälsa både på det lokala planet och i ett vidare perspektiv. Det är högst sannolikt att inga förändringar någonsin kommer att kunna iakttas. Risken för hälsoeffekter på grund av olyckor liksom risken på grund av osäkerheter i anknytning till projektet och oförutsägbara händelser i framtiden bedöms som mycket små. Effekterna på de hälsoförhållandena i omgivningen kommer att vara obetydliga och inskränker sig till eventuella psykosociala konsekvenser.

Mest oroad är den stora allmänheten i regel för att den radioaktiva strålningen från använt kärnbränsle skall påverka deras hälsa. Under normala förhållanden är de radioaktiva ämnena dock hermetiskt isolerade från natur och människor. Konsekvenserna av driftstörningar och olyckor i större och mindre skala har därför kommit i förgrunden, likaså har säkerheten på längre lyfts fram särskilt.

Många människor är rädda och oroar sig för transporter av utbränt kärnbränsle. Men erfarenheterna och analyserna av olyckor visar att risken för hälsoskador är liten. Allra minst är risken när antalet transporter minimeras och transporterarna går sjövägen. Om inget annat bränsle än bränslet från de befintliga anläggningarna skall slutdeponeras minimeras risken, om slutförvaret placeras i Olkiluoto och transporterarna från Lovisa går sjövägen. Den samlade risken är i grund och botten så liten att slutförvaringsorten och transportsättet har en försvinnande liten betydelse för de hälsoförhållandena och hälsoriskerna.

Sett i ett internationellt perspektiv är säkerhetsbestämmelserna för slutförvarsanläggningens drift mycket stränga i Finland. Under alla omständigheter kommer strålningsexpositionen att vara obetydande liten – och detta trots att det inte finns några planer på att begränsa bosättningen i närheten av anläggningen. Utifrån detta kan man utgå från att förläggningssorten inte spelar någon roll för hälsorisen.

Långtidssäkerheten har varit den viktigaste utgångspunkten när slutförvaringen har planerats. Ett av huvudsyftena med utredningarna, som redan pågått i ett par decennier, har varit att få fram adekvata kriterier för en bedömning av säkerheten på sikt. Säkerhetsanalyserna ger vid handen att lösningen på alla orter visat sig ge fullgoda garantier för att miljön och människans hälsa skyddas så långt in i framtiden som avfallet över huvud taget kan vara till väsentlig skada.

Eventuella skillnader mellan orterna i säkerheten på sikt kan strängt taget indelas i skillnader mellan kust- och inlandsorterna. Å andra sidan har både kust- och inlandsorterna både gynnsamma och ogynnsamma drag när det gäller säkerheten på sikt, och med utgångspunkt i säkerhetsanalysen kan man inte entydigt säga vilken ort som är bäst. På samtliga orter kan slutförvaret anläggas så att det aldrig kommer ut några betydande mängder skadliga ämnen i den levande naturen. Oavsett av resultaten av riskbedömningarna i säkerhetsanalysen, kommer projektet att ge upphov till oro och rädsla hos en del personer, och detta kan betraktas som en effekt på de hälsoförhållandena. Däremot är det svårt att bedöma konsekvensens omfattning eller svårighetsgrad. I vilket fall som helst förefaller det utifrån intervjuerna och enkäterna uppenbart att dessa aspekter sannolikt har mindre betydelse på de nuvarande kraftverksorterna än i Kuhmo och Äänekoski.

8.5 Sociala konsekvenser

8.5.1 Utgångspunkter för bedömningen

Bedömningen av sociala konsekvenser baserar sig på MKB-lagen, enligt vilken projektets verkningar för bl.a. människornas levnadsförhållanden och trivsel skall bedömas vid MKB-förfarande. Även om människornas levnadsförhållanden och trivsel kan mätas med olika jämförelsevis objektiva mätare och nyckeltal, är det vid bedömningen av sociala konsekvenser sist och slutligen fråga om subjektiva uppfattningar om konsekvenserna, och om synvinklar som naturligtvis varierar från en individ till en annan och från en grupp människor till en annan. När man dessutom skall granska ett projekt som omspänner flera årtionden är bedömningen förknippad med avsevärda osäkerhetsfaktorer. Även om de medborgare som befinner sig inom projektets inflytelsesfär är experter på att bedöma de sociala konsekvenser som berör dem själva, kan de ändå inte tala för de generationer som i framtiden kommer att leva inom projektets inflytelsesfär. Av denna anledning har man i denna bedömning försökt ta fram så många olika perspektiv som möjligt utan att försöka gå in på förhållandena mellan olika synvinklar eller deras betydelse.

Enligt MKB-lagen skall vid bedömningen "höras alla de vilkas förhållanden eller intressen kan påverkas av projektet." När bedömningsprogrammet utarbetades betonades alla de omständigheter som invånarna i de föreslagna kandidatkommunerna ansåg det vara viktigt att utreda. Vid bedömningen har dessutom beaktats den debatt som experterna fört under senaste tid samt bl.a. de anvisningar om bedömningen av sociala konsekvenser som social- och hälsovårdsministeriet håller på att utarbeta (STM 1998).

Posiva - och tidigare TVO - har under den tid som undersökningarna av förläggningssorter pågått och även tidigare stått i fortlöpande kontakt med beslutsfattarna, tjänstemännen och invånarna på kandidatorterna. I de flesta undersökta kommuner har det under hela undersökningstiden funnits en samarbets- eller uppföljningsgrupp med företrädare för både Posiva och kommunen. I dessa grupper har man behandlat hur undersökningarna framskridit och andra omständigheter i anslutning till projektet. Det har ordnats informations- och diskussionsmöten i kommunerna, där man har behandlat slutförvaringen. Kommuninvånarna och Posiva har också fört en livlig debatt i lokal-tidningarnas insändarspalter.

Bedömningen av slutförvaringsprojektets sociala konsekvenser omfattar socioekonomiska, -kulturella och -psykologiska faktorer samt direkta åtgärder riktade mot livsmiljön, vilka kan förorsaka ändringar i och ha konsekvenser för livskvaliteten, levnadssättet, livsmiljön och hur man upplever den samt för välfärden.

Följande bedömning av de sociala konsekvenserna utgår från objektivt iakttagbara förändringar och fortsätter med konsekvenser vilkas betydelse i avgörande grad är beroende av bedömarens själv.

8.5.2. Allmänt betraktelsesätt och använt material

När programmet utarbetades användes allmänna metoder för bedömning av sociala konsekvenserna (Sairinen 1998). Exempel på sådana är temaintervjuer, medianalys, olika arrangemang som möjliggör deltagande samt tidigare utredningar om bedömningen av slutförvarsanläggningens sociala konsekvenser.

Innehållet i bedömningen har setts över under bedömningstiden. Man beaktade kommuninvånarnas åsikter samt tidigare utlåtanden, enkäter, intervjuer m.fl. utredningar där slutförvaringsprojektets konsekvenser för levnadsförhållandena har undersökts.

I utlåtandena om MKB-programmet konstaterades att det skulle ha varit bra att presentera de metoder som används vid bedömningen av de sociala konsekvenserna redan i programmet. I sin bedömning har Posiva emellertid eftersträvat en problemorienterad granskning framom metodkoncentration. Detta betyder att man försöker utreda vilka omständigheter medborgarna och remissinstanserna anser att är viktiga, och att lämpliga metoder väljs i enlighet med de frågor som skall utredas.

Vid valet av metoder har man dock beaktat de synpunkter som framförts i utkastet till social- och hälsovårdsministeriets anvisningar (STM 1998). Man har också försökt utveckla och strukturera bedömningsmetoderna genom att delta i forskningsprojekt där bedömningen av de sociala konsekvenserna av projekt inom energibranschen har utretts (Koivujärvi et al. 1998).

Insamlingen av uppgifter om orternas socioekonomiska struktur, dess utveckling och utvecklingsperspektiv samt om projektets ekonomiska konsekvenser inleddes på 1980-talet (Aronen 1985, Suunnittelukeskus 1987a, 1987b, 1987c) och fortsatte på 1990-talet (Nummenpää & Ollikainen 1996). Kommuninvånarnas inställning till slutförvaringen har utretts på 1990-talet (Kurki 1995, Pirttikoski 1996). Utöver TVO:s och Posivas egna utredningar har invånarnas uppfattningar om slutförvaringen på de undersökta orterna också utretts genom det offentligt finansierade programmet för forskning om kärnavfall (JYT).

Sedan början av 1980-talet har man dessutom följt medborgarnas åsikter om slutförvaringen, tidigare vid Tammerfors universitet och numera vid Yhdyskuntatutkimus Oy (t.ex. Kiljunen 1998). Utöver de tidigare gallupundersökningarna har information om invånarnas uppfattningar, åsikter, förhoppningar och bekymmer inhämtats på flera olika sätt medan programmet utarbetats och under själva MKB-förfarandet. Den aktiva insamlingen av information startade med ett MKB-meddelande och en bifogad responsblankett, där mottagaren hade möjlighet att inte bara ge respons utan också att diskutera projektet (Pasanen 1998). Därefter inleddes temaintervjuer riktade till olika intressegrupper på alla kandidatorter (Viinikainen 1998).

Senare ordnades öppna möten för allmänheten och diskussionsgrupper för föreningsrepresentanter (Leskinen et al. 1997). Medborgarna deltog emellertid inte särskilt livligt i bedömningen (Hokkanen & Kojo 1998). Medborgarrespons insamlades också i samband med MKB-utställningarna. Även tidningsartiklar om slutförvaringsprojektet och om bedömningen av dess miljökonsekvenser tolkades som respons (Pasanen 1998).

Identifiering och gränsdragning i anslutning till bedömningen av konsekvenser har dessutom gjorts i kommunernas och Posivas gemensamma samarbets- och uppföljningsgrupper, där kommunernas företrädare har utsetts av antingen kommunfullmäktige eller kommunstyrelsen. Under bedömningen har grupperna behandlat hur undersökningarna framskridit och deras inriktning. I slutskedet av bedömningen genomfördes ytterligare en separat omfattande gallup om slutförvarsanläggningens acceptabilitet på olika orter.

Valet av invånarperspektivet som utgångspunkt för bedömningsprogrammet gav som första resultat en mängd frågor eller omständigheter som borde beaktas vid bedömningen. För det andra gav intervjuerna och enkäterna

uppskattningar om konsekvenserna och orsakerna till dem eller om verkningssområdet, nuläget på orten och framtidsutsikterna. Materialet lyfte fram de motstridiga synpunkterna på projektet. I synnerhet de socioekonomiska faktorerna och föreställningarna i anslutning till projektet kom fram. Invånarna tog också upp behovet av att bedöma den ekonomiska och övriga nyttan av projektet.

Mindre uppmärksamhet riktas mot de sedvanliga konsekvenserna för livsmiljön, vilket är naturligt, eftersom en grund för valet av förlägningsortskandidater har varit att undersökningen och ett eventuellt byggande skall åsamka de nuvarande funktionerna så liten olägenhet som möjligt. Vid valet av platser fästes uppmärksamhet vid bl.a. bosättnings- och odlingarnas m.m. läge. Vid valet förutsattes att undersökningsområdet inte får omfatta bosättning eller åkermark, så att de lokala levnadsförhållandena inte försämrades. Urvalskriterierna har behandlats i punkt 1.3.

Såväl kvantitativa som kvalitativa metoder har använts vid bedömningarna. Det ordnades två seminarier om de använda metoderna och betraktelsesätten, först för forskarsamfundet och senare för remissinstanserna (Kivinen & Turunen 1999). I synnerhet på forskarseminariet betonades nödvändigheten av flera olika perspektiv.

Man har utgått ifrån materialet från intervjuer och enkäter samt olika slags statistik, expertbedömningar och erfarenheter av andra inhemska och utländska projekt. Vikten av att utreda jämförbara projekt har också påtalats både i utlåtandena om bedömningsprogrammet och på de seminarier som hållits under bedömningstiden (Kivinen & Turunen 1999).

Både i Finland och på andra ställen har man redan byggt flera slutförvar för kärnavfall, och erfarenheterna av dem kan utnyttjas vid bedömningen av sociala konsekvenser. De existerande

slutförvararna är emellertid avsedda för slutförvaring av låg- eller medelaktivt kärnavfall och åtminstone i Finland fästs klart större uppmärksamhet vid slutförvaringen av använt bränsle än vid annat kärnavfall. Orsaken torde vara den att de slutförvar som redan byggts finns i omedelbar närhet av kraftverken. Denna omständighet kan också vara av betydelse för förlägningsorten för slutförvarsanläggningen för använt bränsle. Tills vidare finns det emellertid inga anläggningar som skulle ge erfarenheter som direkt kunde användas vid bedömningen av sociala konsekvenser. Man har alltså varit tvungen att nöja sig med sådana fall som har endast vissa beröringspunkter med slutförvaringsprojektet. Strävan har varit att sorgfälligt utnyttja den forskning i anslutning till sociala synpunkter på kärnkraft och kärnavfall som bedrivits i Finland och utomlands.

Den information som insamlats för bedömningen genom enkäter har publicerats i olika rapporter (Ala-Lipasti et al. 1999, Lehto 1998, Nystedt & Gango 1999, Pääkkönen 1998, Åberg & Viinikainen 1998, Varis 1999), likaså intervjuerna (Kantola 1999, Koskinen et al. 1998, Viinikainen 1997, 1998). Andra finländska forskningsresultat av betydelse för projektet finns i publikationer utgivna av bl.a. Harmaajärvi et al. (1998), Kiljunen (1998), Koskinen et al. (1998), Laakso (1999), Litmanen (1994, 1996a, 1996b), Paavola & Eränen (1999) samt Ronkainens & Ukkonen (1999).

Osäkerhetsfaktorer i anslutning till metoderna och materialet är bl.a.:

- *tillgången till prognoser om kommunernas utveckling och prognosernas begränsade utsträckning i tiden i förhållande till slutförvaringens livscykel*
- *problem med att hitta projekt och information som skulle kunna användas för jämförelser: brist på liknande jämförelseprojekt och systematiska forskningsresultat; det tillgängliga materialet visar inte att människorna skulle uppträda i enlighet med sina attityder*

- *enkäter*: svaren har sitt ursprung i den allmänna inställningen till kärnkraft och berättar inget om eventuella konsekvenser; svaren är lösryckta från de situationer där människorna faktiska hamnar att ta beslut
- *intervjuer*: grupperna nås inte fullständigt
- *diskussioner*: tyngdpunkten på de mest aktiva människornas synpunkter
- *svårt att nå ungdomar*
- *svagt deltagande från sommargästernas sida*
- *bedömningen av den utveckling som inte är beroende av projektet*: t.ex. imagen avspeglar en kontinuerligt föränderlig verklighet och är inte ett permanent tillstånd
- *bedömningen av andra samhällsaktörers handlande*.

8.5.3. De sociala konsekvensernas uppkomst

Projektets sociala konsekvenser kommer delvis av de fysiska och ekonomiska förändringar som verksamheten åsamkar inom projektets inflytelsesfär. Ofta kan dessa beskrivas eller mätas med kvantitativa storheter. Delvis är det fråga om (konstruerade) uppfattningar och erfarenheter som människornas förknippningar med projektet och verksamheten. Det är sällan möjligt att mäta och tolka dem på ett entydigt och objektivt sätt.

Projektets verkningar för människornas fysiska livsmiljö är begränsade till anläggningens närmaste omgivning. Anläggningar förorsakar endast små förändringar i landskapet och den begränsar inte användningen av markområdena i någon betydande mån. Verksamheten förorsakar inga olägenheter i form av lukt och med undantag för en liten trafikökning begränsar sig även buller- och dammkonsekvenserna till anläggningens närmaste omgivning. Inte ens vid störningar eller olyckor föranleder verksamheten några betydande utsläpp av radioaktiva ämnen i omgivningen. Allt som allt förorsakar byggandet av slutförvarsanläggningen

och dess verksamhet små förändringar i den fysiska miljön (kapitlen 8.2. och 8.3.).

Den totala mängden bränsle som skall slutförvaras inverkar inte nämnvärt på anläggningens årliga verksamhet; men om mängden ökar förlängs drifttiden. Detta är dock av endast liten betydelse för de fysiska förändringar som verksamheten åstadkommer i miljön. Mängden tycks inte heller vara någon väsentlig omständighet för människornas uppfattningar om slutförvaringsprojektet (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998). Ett bekymmer har i första hand varit frågan om projektet kan leda till att kärnavfall även från andra länder inom Europeiska gemenskapen placeras på orten. Enligt en expertutredning har Finland emellertid ingen som helst skyldighet att ta emot kärnavfall från andra länder (Hermunen 1998). Positiva projekt är begränsat enbart till slutförvaring av använt bränsle som producerats i Finland.

En viktig omständighet vid utredningen av de socioekonomiska konsekvenserna är de förändringar som projektet medför i form av arbetsplatser och investeringar för samhälls- och befolkningsstrukturen, sysselsättningen, tillgångarna samt utbudet på tjänster och deras fördelning. Å andra sidan tror man emellertid att föreställningarna om projektet kan inverka på ortens image och således indirekt även på ovan nämnda socioekonomiska omständigheter.

Utgångspunkt för de samhällsstrukturella konsekvenserna är uppskattningen av hur byggandet av slutförvarsanläggningen och den egentliga verksamheten påverkar företagsverksamheten och sysselsättningen i kandidatkommunen och -området. Dessa omständigheter avspeglas i flyttningsrörelsen och vidare i befolkningsutvecklingen i området. Befolkningsförändringar påverkar den lokala bostadsmarknaden, samhällsstrukturen och fastigheternas värde. Förändringar i sysselsättningen

och befolkningen inverkar vidare på den kommunala ekonomin i form av skatteinkomster, statsandelar och efterfrågan på tjänster.

Av intervjuerna och enkäterna framgår mångfalden av ortsbornas uppfattningar och åsikter om slutförvaringsprojektet. Ett problem med bedömningen av sociala konsekvenser är att det är fråga om kommunens nuvarande invånares åsikter om projektet. Det är emellertid tjugo år tills verksamheten inleds och mer än tio år tills man börjar bygga anläggningen. Enligt amerikanska undersökningar finns det en klar skillnad mellan de konsekvenser som uppskattats på förhand och de konsekvenser som iakttagits i efterhand (Koskinen et al. 1998). I verkligheten tycks människorna inte agera på det sätt som enkäterna ger vid handen. Tills vidare har det emellertid inte byggts en enda slutförvarsanläggning för använt bränsle i världen, så det finns ingen empirisk kunskap om människornas uppträdande just i en sådan situation.

Image har blivit ett centralt begrepp i bedömningen. Man talar om såväl slutförvarsanläggningens image och ortens image som växelverkan mellan dem. Enligt vissa åsikter skulle föreställningarna om slutförvaringsprojektet direkt åstadkomma förändringar i trivseln och levnadsförhållandena för dem som är bosatta på orten. Å andra sidan skulle föreställningarna om projektet inverka på den bild av kommunen (kommunens image) som skapas av intressegrupper som är viktiga för kommunen, vilket åter skulle påverka deras uppträdande. Man tror att de förändringar som föreställningarna åstadkommer kommer att synas bl.a. i samhälls- och befolkningsstrukturen, sysselsättningen, tillgångarna samt i utbudet av tjänster och deras fördelning, i efterfrågan på de produkter som produceras på orten, flyttningsrörelsen och vidare i befolkningsstrukturen samt bostadsproduktionen.

I responsen och utlåtandena i anslutning till MKB-programmet betonades vikten av att utreda projektets konsekvenser för image. Som begrepp är image emellertid besvärligt, eftersom varken slutförvaringsprojektet eller kommunerna har någon färdigt utkristalliserad image, utan det är fråga om människornas föreställningar. När man talar om ett objekts image är det fråga om gemensamma drag hos enskilda människors föreställningar om objektet. Image - oberoende om det är fråga om en persons, ett företags eller en kommuns image - byggs upp i offentligheten och den kan förändras av många olika orsaker. Man kan också aktivt påverka image (Karvonen 1997, Äikäs 1997).

Det finns också en mängd olika föreställningar som förknippas med kommunen beroende på bedömarens och föremålet för bedömningen. Med kommunens image avses i allmänhet en föreställning som skapats av kommunmedlemmarna och andra för kommunen viktiga intressegrupper och som består av deras erfarenheter, kunskaper, slutsatser, attityder, trosföreställningar, känslor och förväntningar (Yli-Kokko 1991). En och samma kommun har således olika image beroende på t.ex. vilka gruppers föreställningar man är intresserad av (invånare, turister, företagare, finländare i allmänhet osv.).

I samband med bedömningen av sociala konsekvenser har image utretts för det första genom att man bedömt hur välkända orterna är för närvarande, hur projektet enligt olika bedömare skulle påverka kommunens image (Ala-Lipasti et al. 1999, Kankaanpää et al. 1999). För det andra har man även utrett huruvida projektet kan medverka till att orten blir stämplad och vidare påverka de ekonomiska betingelserna, t.ex. efterfrågan på jordbruksprodukter och turisttjänster (Koskinen et al. 1998, Laakso 1999).

Slutförvaringsprojektets image för olika medborgare avspeglar dessa personers uppfattningar om slutförvaringen och förklaras sannolikt med personens erfarenheter, värderingar och attityder. Ofta kan det emellertid vara svårt att skilja uppfattningarna om slutförvaringen från de mera allmänna uppfattningarna om kärnkraft och de kan också avspegla mera omfattande samhälls- eller livsåskådningsattityder. Detta är desto oftare fallet ju längre ifrån de alternativa kandidatkommunerna medborgaren i fråga befinner sig (Koskinen et al. 1998, Paavola & Eränen 1999, Sjöberg 1998).

Slutförvaringsprojektet är förknippat med såväl positiva som negativa föreställningar (Ala-Lipasti et al. 1999, Kankaanpää et al. 1999, Koskinen et al. 1998, Viinikainen 1998). De positiva uppfattningarna hänför sig oftast till den lokala ekonomiska nyttan av projektet. Man har oftast försökt förklara de negativa föreställningarna om projektet med riskerna med slutförvaringen (Viinikainen 1998). De negativa föreställningarna kan enligt detta förändras, om man kan bevisa att risken är tillräckligt liten. Det är emellertid uppenbart att de negativa föreställningarna inte står i direkt förbindelse med åtminstone det riskbegrepp som används inom tekniken, utan företräder en mera allmän och obestämd erfarenhet av kärnavfall eller kärnkraft (Sjöberg 1998). Å andra sidan är det också uppenbart att föreställningarna om slutförvaringsanläggningen i framtiden kan vara annorlunda än vad som kommit fram i de enkäter som gjorts nu. Framtiden är också i väsentlig mån beroende av de olika parternas sätt att agera, något som konkretiseras först när projektet framskrider.

Nu förhåller man sig motstridigt till slutförvaringsprojektet och på grundval av intervjuerna är det uppenbart att projektet väcker oro och rädsla hos vissa människor. Motstridigheterna, bekymren och rädslan kan minska trivselen och

i vissa fall kan de återspeglas i relationerna människorna emellan. Situationen tycks emellertid variera på de olika orterna (Ala-Lipasti et al. 1999, Viinikainen 1998).

Man har försökt tolka motstridigheternas ursprung och karaktär utgående från den samhällsvetenskapliga debatten (Kantola 1999). Denna debatt kan också ligga till grund när man vill bedöma hur situationen kan utvecklas i framtiden. Det är uppenbart att när frågan om slutförvaringsort är avgjord – och senast när slutförvaringsanläggningen är i funktion – kommer förtroendet för anläggningarnas verksamhet att öka, och motstridigheterna och rädslan att minska (Paavola & Eränen 1999, Ponnikas 1999).

Motstridigheter och rädsla kan i princip leda till stressituationer och därigenom direkta hälsoeffekter. Projektets eventuella psykosociala konsekvenser har bedömts på grundval av de undersökningar som den senaste tiden har utförts i Finland och på andra ställen (Paavola & Eränen 1999). Ett sammandrag av bedömningen presenteras i samband med hälsoeffekterna i kapitel 8.4.4.

8.5.4 Konsekvenser för samhällsstrukturen

Företagsverksamhet

Konsekvenserna för företagsverksamheten har bedömts med hjälp av sysselsättningen (Laakso 1999). Man har utgått från Posivas uppskattningar om behovet av arbetskraft i anslutning till byggandet och verksamheten och på grundval av dem har man beräknat konsekvenserna för industrin och servicenäringarna (fig. 8-24 a-d, 8-25 a-d). Beträffande den totala sysselsättningens fördelning på orten, verkningsområdet och landskapet har man beaktat arbetskraftens omfattning och antalet företag på orten samt inom vilka branscher

företagen och arbetskraften finns. De uppgifter som bedömningarna baserar sig på presenteras i figurerna 8-21 och 8-22.

Företagens konkurrenskraft och vilja samt beredskap att erbjuda produkter har utretts av företagarna i Euraåminne, Kuhmo och Äänekoski (Lehto 1998, Pääkkönen 1998, Varis 1999) och i Lovisatrakten (Nystedt & Gango 1999). Även de separata utredningar som Posiva lät göra 1997–1998 har använts som material.

De sysselsättande effekterna inom olika branscher i byggnads- och driftskedet har bedömts med hjälp av input-output-modeller. Med hjälp av dessa modeller har man kunnat undersöka växelverkan och inbördes beroendeförhållanden mellan branscherna. Branscherna är sådana som tillhandahåller produkter eller tjänster för byggnadsprojektet eller den redan verksamma anläggningen. Branscherna beskrivs närmare i rapporten Laakso 1999. Problemet med metoden är den regionala generaliseringen av riksomfattande uppgifter.

Förändringen har uppskattats genom att de sysselsättande effekterna har satts i relation till 1995 års uppgifter om arbetskraften. Enligt dem är antalet sysselsatta i Euraåminne 2300 och inom verkningsområdet 19600, i Kuhmo 3500, i Lovisa 2900 och inom verkningsområdet 7100, i Äänekoski 5000 och inom verkningsområdet 13600 personer.

Verkningsområdena har definierats så att de företräder anläggningens faktiska uppskattade ekonomiska verkningsområde och motsvarar slutförvarsanläggningens uppskattade pendlingsområde (Laakso 1999).

För Euraåminnes del har Kiukais, Kodisjoki, Lappnäs och Raumo tagits med i verkningsområdet. På landskapsnivå är verkningsområdet Satakunda.

Kuhmo har studerats som en egen helhet, eftersom inpendlingen till Kuhmo från andra kommuner är liten. På landskapsnivå är verkningsområdet Kajanaland.

För Lovisas del omfattar verkningsområdet även Lappträsk, Liljendal, Pernå

och Strömfors. På landskapsnivå är verkningsområdet Östra Nyland och Kotka-Fredrikshamns ekonomiska region.

För Äänekoskis del har även Kannonkoski, Saarijärvi, Suolahti och Viitasaari tagits med i verkningsområdet. På landskapsnivå är verkningsområdet Mellersta Finland.

Sysselsättningseffekterna har även uppskattats med hjälp av fakta från jämförelseprojekt, beträffande vilka det finns faktisk och åskådlig information. Som exempel har använts uppgifter om byggandet av och verksamheten vid kärnkraftverken i Olkiluoto och Lovisa. Som jämförelsematerial har man dessutom använt gruvan i Enonkoski för att beskriva konsekvenserna för en liten kommun när verksamhet inleds och upphör samt en undersökning om de regionala verkningarna av byggandet av cellulosafabriken i Raumo. Problemet är att urskilja de indirekta konsekvenserna (Laakso 1999).

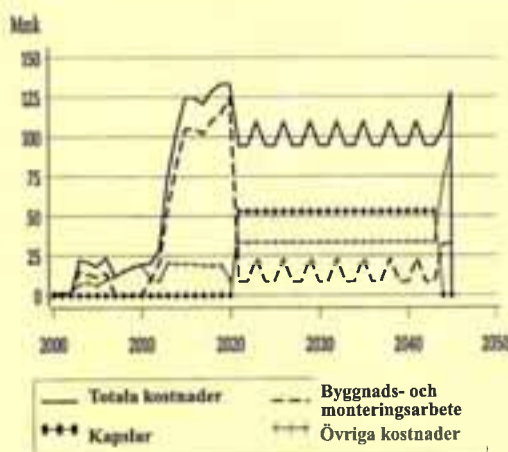


Fig. 8-21. Kostnaderna för slutförvarsanläggningen (kassaflöde utan Posivas personalkostnader) enligt 1997 års priser åren 2000–2046

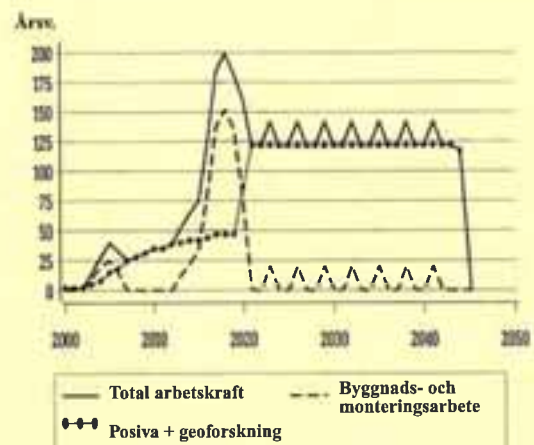


Fig. 8-22. Uppskattning av slutförvarsanläggningens arbetskraft i årsverken åren 2000–2046.

Konsekvenserna av de viktigaste delfaktorerna kan bedömas eftersom planerna för slutförvarsanläggningen är detaljerade i fråga om såväl byggandet som verksamheten. De erhållna kalkylerna är riktgivande och beskriver storleksklasserna (Laakso 1999).

Den osäkerhet som ansluter sig till kalkylerna har minimerats vid samarbetsmöten för Posivas och kommunernas gemensamma samarbets- eller uppföljningsgrupp, där man har presenterat resultaten av kalkylerna och utvärderat de uppgifter som använts som utgångspunkt samt verkningssområdenas gränser.

På kraftverksorterna och i Äänekoski anser invånarna att de direkta och indirekta arbetsplatser som följer med slutförvarsanläggningen eventuellt i någon mån kommer att förändra de ekonomiska förhållandena och påverka näringslivet. I Kuhmo ansåg invånarna att konsekvenserna kommer att vara betydande och att förändringen kommer att synas i stadens socioekonomiska struktur samt i arbetslöshets- och befolkningsutvecklingen. På kraftverksorterna tror man inte att förändringarna kommer att vara stora eller avgörande för den kärnkraftsdominerade helheten och i Äänekoski tror man inte att de kommer att vara stora eller avgörande i förhållande till stadens övriga utveckling (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Inte på någon ort trodde invånarna att projektet ensamt kommer att avhjälpa arbetslösheten i kommunen. Å andra sidan tros projektet förorsaka arbetslöshet, om inflyttarnas familjemedlemmar inte hittar stadigvarande arbete i området (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Invånarna anser att arbetsplatserna under byggnadsskedet är viktiga, även om de har endast tillfälliga sysselsättande effekter. För arbetsplatserna i driftskedet tror man inte att det finns arbetstagare med lämplig utbildning på förläggningssorten. Arbetsplatserna i anslutning till slutförvarsanläggningen sysselsätter byggnadsarbetare både di-

rekt och indirekt till följd av byggandet av bostäder. Å andra sidan bedömer man åtminstone i Kuhmo att lika många arbetsplatser inom jordbruket och turismen kan försvinna som projektet väntas föra med sig. På alla orter bedömer invånarna att de sysselsättande effekterna delvis gäller människor som flyttar in från andra orter och på kraftverksorterna dessutom de anställda vid de nuvarande anläggningarna. Motiveringar är tidigare erfarenheter på kraftverksorterna och den otillräckliga utbildningen på orterna (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

På alla orter bedömde invånarna att även de andra kommunerna inom hela den ekonomiska regionen och landskapet kommer att beröras av de sysselsättande effekterna och de tjänster och anskaffningar som anläggningen behöver. På den ort där anläggningen är belägen förväntas konsekvenserna kanaliseras i synnerhet till näringslivet och företagsverksamheten, t.ex. transporter, schaktningsarbeten, service och affärstjänster. Nyttan skulle alltså tillfalla företagen på orterna, för vilka projektet skulle vara "en vitamininjektion och positiv signal" (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Invånarna ansåg inte att konsekvenserna automatiskt kommer att hänföra sig till den ort där anläggningen är placerad, utan en förändring i sysselsättningsläget skulle förutsätta åtgärder i fråga om bl.a. utbildningsarrangemang- en på placeringssorten och främjandet av näringsverksamhetens betingelser samt sökandet efter olika sätt att sysselsätta orsborna (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

De arbetsplatser som finns medan slutförvaret byggs och är verksamt påverkar enligt utredningar (Laakso 1999) både direkt och indirekt byggnads- och monteringsverksamheten samt servicebranschen i kandidatkommunen och grannkommunerna. I Kajanalund skulle verkningarna emellertid till största delen stanna i Kuhmo. Konsekvenserna för byggnads- och monteringsbranschen skulle fort-

fara medan anläggningen byggs, men för servicebranschen skulle verkningarna fortsätta även i deponeringsskedet. Inom industrin riktar sig konsekvenserna i synnerhet på landskapet. Konsekvenserna för kandidatkommunen är små. I figurerna 8-24a-d presenteras de sysselsättande effekternas fördelning på olika branscher.

Huruvida kandidatkommunen berörs av de sysselsättande effekterna i byggnadsskedet beror på företagets konkurrenskraft och förmåga att utnyttja de lokala fördelarna. I figur 8-23 uppskattas storleken på slutförvarsanläggningens personal.

Euraåminne är en liten kommun med avseende på både arbetskraften och företagsbeståndet. Projektets sysselsättande effekter under byggnadstiden gäller som mest 30–70 personer. De sysselsättande effekterna kanaliseras i första hand till verkningssområdets övriga kommuner, vilket skulle innebära ungefär 80 personer. Inom hela verkningssområdet skulle effekten vara sammanlagt 110–150 personer och i hela Satakunda sammanlagt 170–230 personer.

Uppgifter:	antal personer (ca):
Förvaltning	30
– kontor och ekonomi	
– kommunikation	
– matservice	
Inkapsling	10
– mottagning	
– inkapsling	
– övervakning	
Slutförvaring	30
– konstruktion	
– utförande	
– återfyllnad	
– övervakning	
Tekniskt stöd	40
– kvalitetssäkring	
– geoforskning	
– strålningskydd	
– bevakning, städning	
– lager	
Underhåll	10
– maskiner	
– system	
– byggnader	

Fig. 8-23. Slutförvarsanläggningens personal.

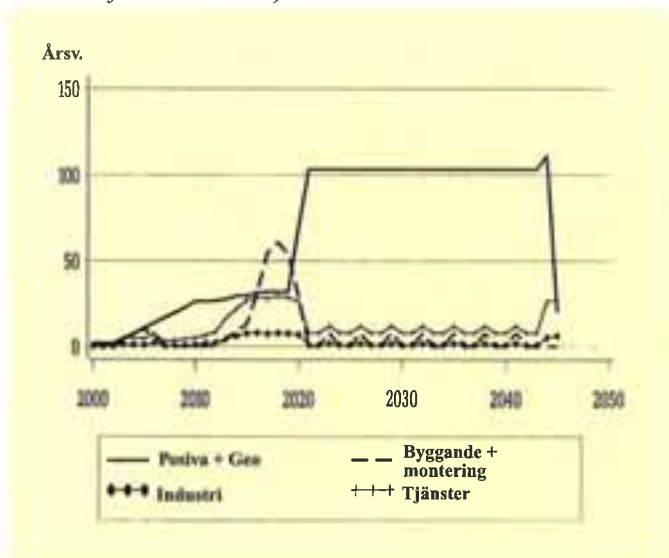
Slutförvarsanläggningens verkningar antas vara ungefär likadana som när kraftverken i Olkiluoto byggdes.

Kuhmo har stor areal och inpendlingen från andra kommuner är liten. De sysselsättande effekterna under byggnadstiden skulle som mest gälla 90–125 personer. I hela Kajanaland skulle de sysselsättande effekterna beröra sammanlagt 150–215 personer.

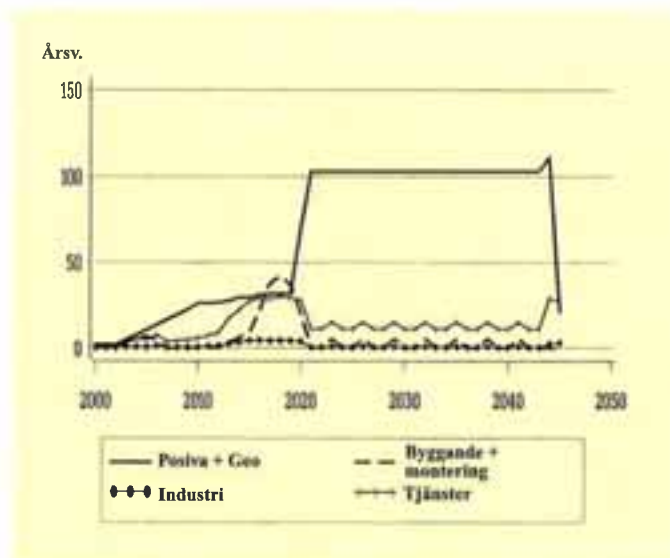
I *Lovisa* beräknas de sysselsättande effekterna vara av samma typ som när kraftverken byggdes. I *Lovisa* skulle de sysselsättande effekterna under byggnadstiden gälla som mest 55–75 personer. Effekterna för verkningsområdet skulle beröra sammanlagt 100–130 personer, varav de andra kommunernas andel uppgår till 45–55. På landskapsnivå skulle de sysselsättande effekterna gälla sammanlagt 155–220 personer.

Äänekoski är med avseende på arbetskraften och företagsbeståndet en rätt stor kommun jämfört med grannkommunerna. De sysselsättande effekterna skulle i första hand beröra Äänekoski och skulle som mest gälla 60–80 personer. För hela verkningsområdet skulle de sysselsättande effekterna beröra sammanlagt 100–140 personer, av vilka de andra kommunernas andel uppgår till 40–60 personer. I hela landskapet skulle de sysselsättande effekterna beröra sammanlagt 170–225 personer (Laakso 1999).

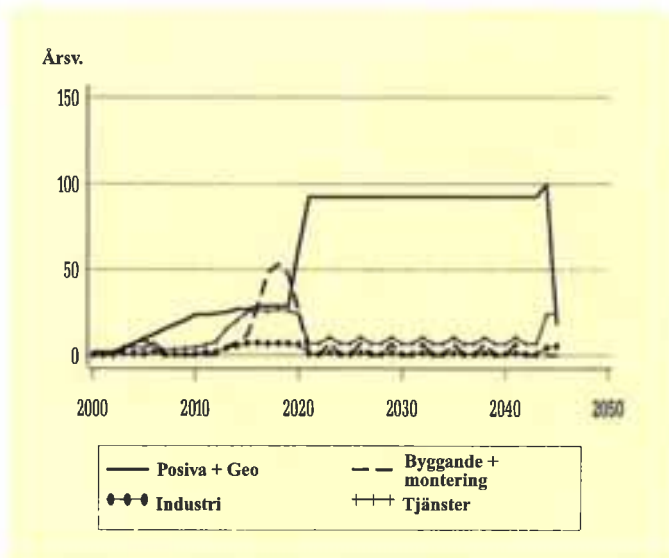
Fig. 8-24 a–d. Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i olika branscher inom verkningsområdet (den sysselsatta arbetskraften i årsverken).



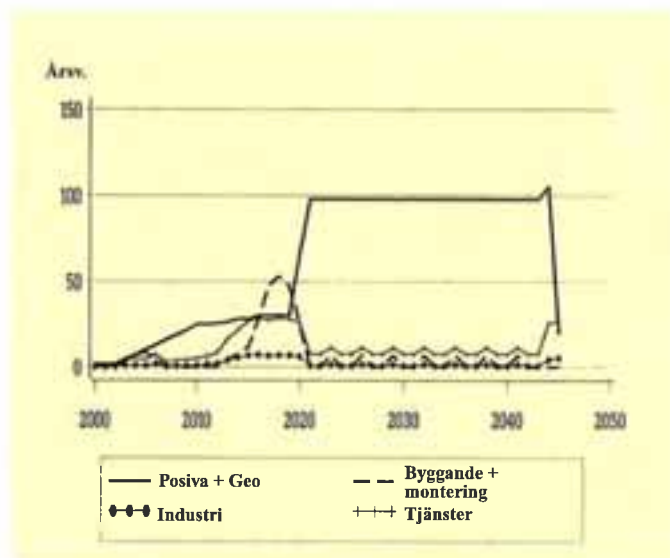
Den sysselsättande effekten enligt bransch inom Olkiluotos verkningsområde.



Den sysselsättande effekten enligt bransch i Kuhmo



Den sysselsättande effekten enligt bransch inom Hästholmens verkningsområde



Den sysselsättande effekten enligt bransch inom Äänekoskis verkningsområde.

I driftskedet är de sysselsättande effekterna i kandidatkommunen beroende av var Posivas anställda väljer att bo. Effekterna beräknas stanna inom landskapet (Laakso 1999).

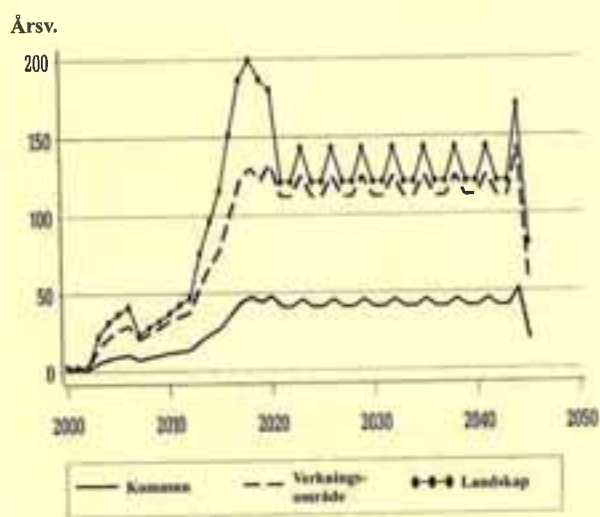
I Euraåminne gäller de sysselsättande effekterna som mest 30–60 personer, och verkningsområdets övriga kommuner medräknade 110–120 personer och i hela Satakunda sammanlagt 120–135 personer.

I Kuhmo skulle de sysselsättande effekterna beröra som mest 110–125 personer och i hela Kajanaland 125–135 personer.

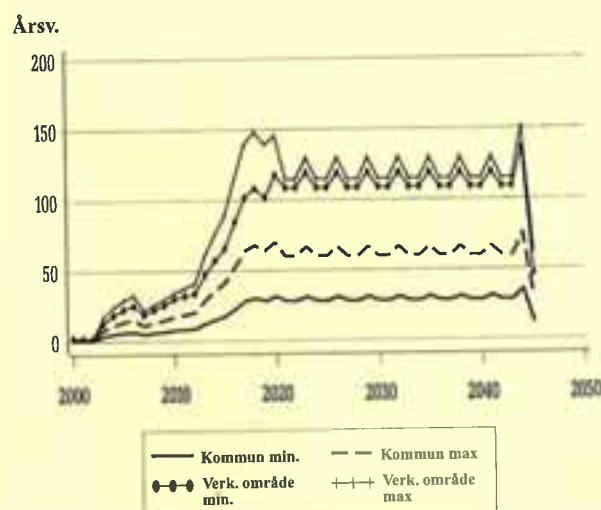
I Lovisa skulle de sysselsättande effekterna gälla som mest 70–85 personer, verkningsområdets övriga kommuner medräknade 100–110 och på landskapsnivå 120–130 personer.

I Äänekoski skulle de sysselsättande effekterna gälla som mest 80–95 personer och verkningsområdets övriga kommuner medräknade sammanlagt 105–115 personer och på landskapsnivå sammanlagt 125–135 personer. I figurerna 8-25 a–d presenteras de sysselsättande effekternas tidsmässiga och regionala fördelning samt variationsbredd.

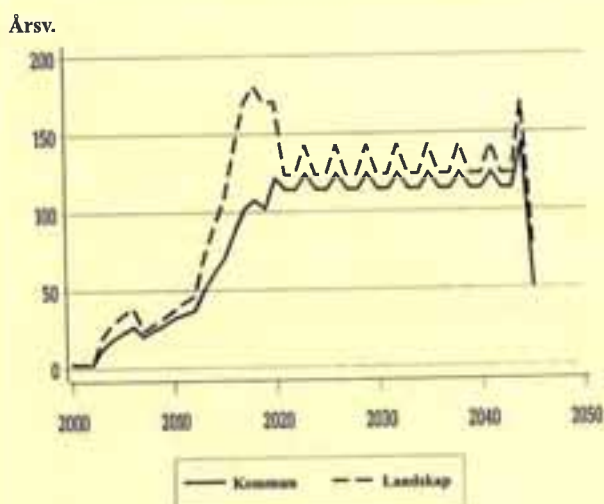
Fig. 8-25 a-b. Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt på de olika orterna, inom verkningsområdet samt i landskapet (till vänster den i kommunen/området bosatta sysselsatta arbetskraften i årsverken och till höger minimum och maximum av den i kommunen/området bosatta sysselsatta arbetskraften)



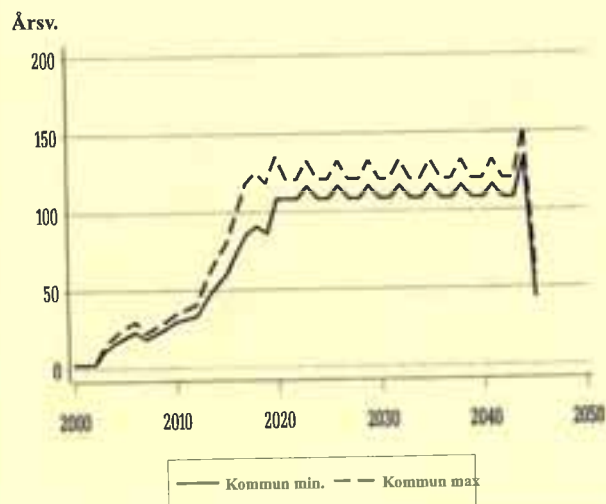
Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Euraåminne, inom Olkiluotos verkningsområde och i landskapet Satakunda.



Variationsbredden för slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Euraåminne och inom Olkiluotos verkningsområde



Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Kuhmo och i landskapet Kajanaland



Variationsbredden för slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Kuhmo.

Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekter fördelar sig jämt mellan byggnads- och driftskedet. Byggandet av slutförvaringsutrymmena är ett långtidsprojekt.

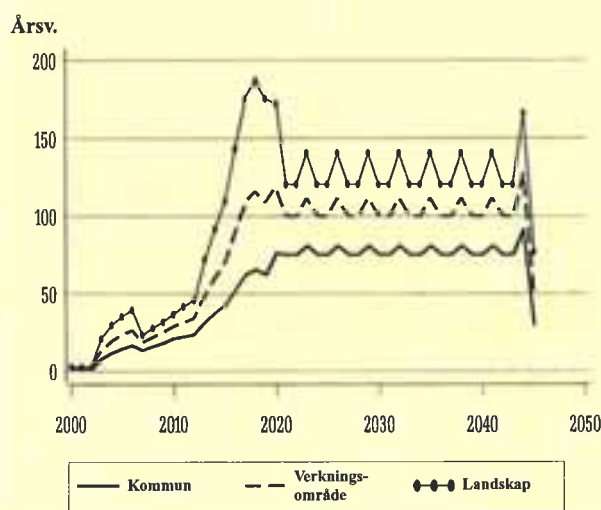
De kapslar som behövs i driftskedet kommer troligen att tillverkas utanför slutförvaringsorten, eftersom det kunande och den apparatur som behövs

finns endast i begränsad omfattning i Finland. Även om man ännu inte valt tillverkningsmetod för kapslarna beräknas de sysselsättande effekterna kanaliseras till orter utanför kandidatkommunen (Laakso 1999).

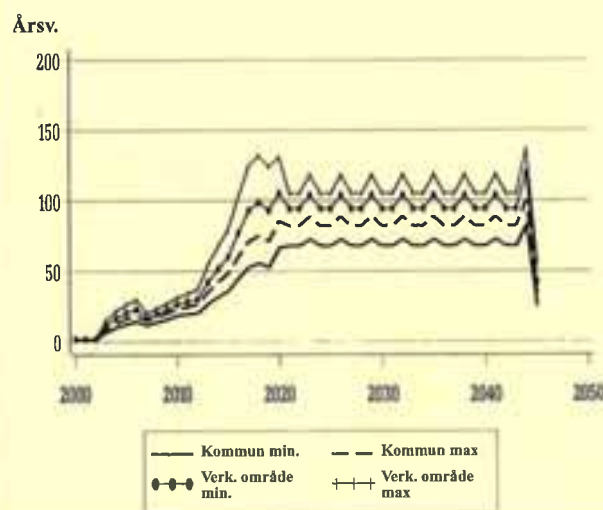
Det sätt som Posiva kan använda för att styra in sysselsättningseffekterna på förlägningsorten är att använda ar-

betskraft och företag som finns i kommunen. Som privat företag berörs Posiva inte av EU:s konkurrensutsättningsprinciper, som gäller offentlig upphandling, och konkurrensutsättningsprinciperna påverkar således inte kanaliseringen av de sysselsättande effekterna till orten.

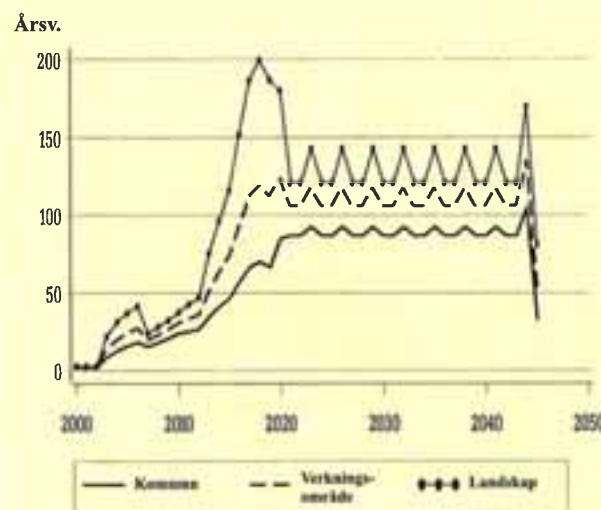
Fig. 8-25c-d. Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt på de olika orterna, inom verkningsområdet samt i landskapet (till vänster den i kommunen/området bosatta sysselsatta arbetskraften i årsverken och till höger minimum och maximum av den i kommunen/området bosatta sysselsatta arbetskraften)



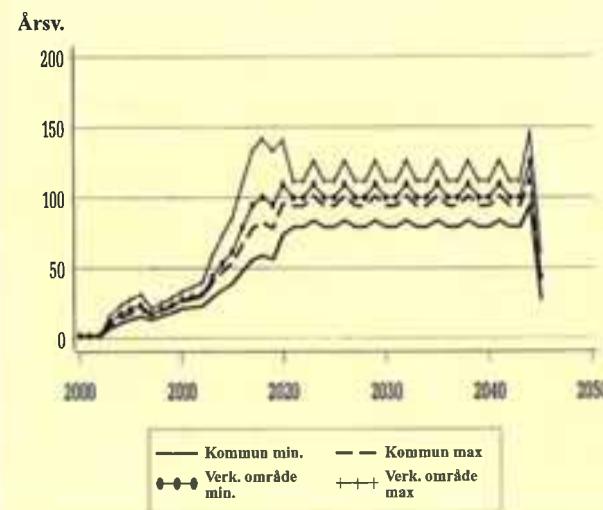
Den sysselsättande effekten i Lovisa, inom Håstholmens verkningsområde samt i Östra Nyland och Kotka-Fredrikshamns ekonomiska region.



Variationsbredden för slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Lovisa och inom Håstholmens verkningsområde.



Slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Äänekoski, inom Kivettys verkningsområde och i Mellersta Finland.



Variationsbredden för slutförvarsanläggningens sysselsättande effekt i Äänekoski och inom Kivettys verkningsområde.

Jordbruk

I samband med bedömningen (Koskinen et al. 1998) har man utrett produktkedjans roll för konsumtionsbeteendet och besluts- och urvalsgrunderna i produktkedjan. Målet var att utreda om slutförvaret kan påverka föreställningarna om kandidatkommunen och om dessa föreställningar kan inverka på kommunens övriga aktörer. Jordbruket och livsmedelsproduktionen har stor betydelse (på grundval av arbetsplatserna och gårdarnas huvudsakliga produktionsinriktning) för ekonomin på de alternativa orterna eller i deras närområden, eftersom den kan reagera på konsumenternas riskobservationer. Livsmedelsproduktionens struktur utgör också gränser för konsumenternas möjligheter att reagera på de produkter som producerats på slutförvaringsorten.

Föremål för undersökningen är de alternativa förläggningssorternas industriella och icke industriella livsmedelsproduktion och de viktigaste avnämrföretagen för produktionen. Produktionen har kartlagts tillsammans med kommunerna, forskningsinstitutioner och rådgivningsorganisationer samt genom att man använt tillgänglig statistik. Undersökningsmaterialet har insamlats på senvåren och försommaren 1998 genom intervjuer där man kunde fördjupa de existerande kunskaperna.

Vid bedömningen har man utnyttjat utländska och inhemska undersökningar om bl.a. konsumenternas reaktioner på föroreningar i födan. Jämförelseobjekt är industrianläggningar som man har vetat eller antagit att har effekter på det omgivande samhället. Dylika är kärnkraftstekniska anläggningar, problemavfallsanläggningar, avstjälningsplatser där det finns kemiskt avfall. En förteckning över utnyttjade undersökningar ingår i en separat rapport (Koskinen et al. 1998). Osäkerheten i bedömningen har att göra med förändringar i marknadens sätt att fungera,

som inte går att förutsäga. Man har minimerat osäkerheten genom att utreda lagstiftningen och pågående författningsprojekt för att få fram företagens möjligheter att låta bli att köpa produkter från någon ort. Dessutom är det svårt att undersöka olika slags undantagssituationer (offentliggjorda olyckor, utsläpp, missbruk el. dyl.), eftersom det inte har inträffat några industriolyckor som förorenat stora områden i Finland (Koskinen et al. 1998). På kraftverksorterna ansåg invånarna (Pasanen 1998, Viinikainen 1998) att slutförvarsanläggningen inte har någon inverkan på framgången för ortens eller närområdets jordbruksproduktion, eftersom de nuvarande anläggningarna inte har haft någon effekt. Produkterna marknadsförs inte heller med naturvärden eller miljövänlighet. Enligt vissa Euraåminnebor kan slutförvaringen påverka odlingen av specialväxter.

I Kuhmo varierar invånarnas uppskattningar av slutförvaringens konsekvenser för jordbruket (Pasanen 1998, Viinikainen 1998). Jordbruksprodukterna, t.ex. Kainuun mejeris produkter samt förädlade bär- och svampprodukter, marknadsförs med hjälp av renhet och miljövärden, och på grundval av namnet skulle de kunna lokaliseras till ett eventuellt "kärnavfallslandskap". Å andra sidan minskar primärproduktionens betydelse i framtiden i och med den naturliga utvecklingen och slutförvaringen av kärnavfall kommer sannolikt inte att vara av avgörande betydelse.

I Äänekoski anser invånarna att slutförvaringen kommer att inverka på jordbruket, eftersom slutförvaringen och ett rent jordbruk skulle stå i strid med varandra (Pasanen 1998, Viinikainen 1998). Verkningarna tros emellertid inte vara avgörande, eftersom förädlings- och försäljningskedjorna för produkterna från Äänekoskitrakten är långa och produkterna betraktas inte som speciellt typiska för trakten.

Som fysisk byggnad skulle slutförvarsanläggningen inte påverka idkandet av jordbruk, eftersom byggandet inte på någon ort skulle ske på åkermark. Denna omständighet har beaktats redan vid platsvalprocessen, eftersom man har velat försäkra sig om att byggandet av anläggningen och dess verksamhet inte försämrar levnadsförhållandena för invånarna i förläggningsskommunen.

Enligt utredningar (Koskinen et al. 1998) skulle slutförvaringen jämte de negativa associationer och föreställningar som ansluter sig till den kunde påverka förläggningssorternas ekologiska producenter samt sådana jordbruksproducenter vilkas produkter säljs direkt på torget (icke förädlade bär, svampar) eller på gårdarna. Det finns inga uppgifter om torghandeln på orterna. I Euraåminne och Lovisa finns några gårdar som specialiserat sig på ekologisk produktion, i Kuhmo 5 (den odlade arealen är sammanlagt ca 19 ha) och i Äänekoskitrakten 7 (den odlade arealen sammanlagt ca 4 ha) (Ollikainen & Rimpiläinen 1997a, 1997b, 1997c, 1997d).

Merparten av jordbruksproducenterna på de alternativa förläggningssorterna och i landskapen säljer sina produkter (spannmål, mjölk, grönsaker) direkt till den inhemska livsmedelsindustrin, vars köpbeslut inte påverkas av uppfattningar om slutförvaringen. Eftersom de lokalt särpräglade bagerierna i Kuhmo köper sina råvaror från industrin och partihandeln, påverkar slutförvaringen inte deras verksamhetsbetingelser. Ett undantag utgör en olycka eller störning vid slutförvarsanläggningen som leder till att myndigheterna belägger ortens produkter med säljförbud. Då drabbar verkningarna även andra livsmedelsproducenter och -företagare. Sannolikheten att en sådan situation inträffar i Finland är inte stor.

Turism

I samband med bedömningen (Koskinen et al. 1998) har man utrett produktkedjans roll för konsumtionsbeteendet och besluts- och urvalsgrunderna i produktkedjan. Målet har varit att utreda om slutförvaret påverkar föreställningarna om kandidatkommunen och huruvida detta inverkar på kommunens turistnäringar. Efterfrågan på reseprodukter reagerar snabbt på konsumenternas riskobservationer. Å andra sidan utgör strukturen hos produktionen av reseprodukter gränser för konsumenternas möjligheter att reagera på slutförvaret.

Föremål för undersökningen var de alternativa förläggningssorternas reseprodukter, och material om dem insamlades genom intervjuer på senvåren och försommaren 1998. Vid intervjuerna försökte man fördjupa de existerande kunskaperna. Intervjuobjekt var en del av turistföretagarna inom de alternativa förläggningsområdena samt regionala och riksomfattande företrädare för branschen.

För bedömningen och jämförelsen av konsekvenserna för turismen finns inte något systematiskt publicerat undersökningsmaterial att tillgå varken i Finland eller utomlands. Som exempel har använts besöksuppgifter från anläggningarna i Olkiluoto och Lovisa samt som utländskt exempel Sellafeld i England. De enstaka undersökningar som publicerats gäller olyckor som inträffat utomlands, och en jämförelse mellan dem och finländska förhållanden och slutförvaret här kan ifrågasättas.

Som fysisk byggnad skulle slutförvarsanläggningen, som vilken industriellanläggning som helst, inverka på landskapet och på vissa förutsättningar för turism. Verkningarna skulle beröra anläggningens omedelbara grannskap och de personer som hyr ut fritidshus, säljer tomter för fritidshus och tillhandahåller programtjänster.

Endast i närheten av det planerade anläggningsområdet i Romuvaara i Kuhmo finns några vildmarks- och vandringsleder, som anläggningen eventuellt kan påverka. På ingen av orterna finns det någon som hyr ut fritidshus eller säljer tomter för fritidshus i omedelbar närhet av det planerade anläggningsområdet (Koskinen et al. 1998).

Slutförvarsanläggningen skulle föra med sig arbetsresor och resor som företas av sakkunniga, vilket de som producerar hotell- och restaurangtjänster samt de som tillhandahåller programtjänster och arrangerar olika evenemang på alla orter skulle dra nytta av.

På alla orter varierar invånarnas bedömningar av slutförvaringens konsekvenser för turismen. Enligt vissa uppskattningar förändras ortens dragningskraft som resmål inte nämnvärt eller så kan den öka, eftersom anläggningen skulle vara en sevärdhet och åtminstone skulle arbetsresorna öka. På alla orter anser man att de som producerar hotell- och restaurangtjänster drar nytta av anläggningen, utom i Euraåminne där utbudet av turisttjänster är litet (Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Enligt vissa andra uppskattningar skulle intresset för orten minska, eftersom anläggningen skulle stå i konflikt med naturvärdena eller ortens nuvarande turistmarknadsföring. Olägenheterna uppskattas drabba naturturism- och programtjänstföretagarna (Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Slutförvarsanläggningen kan inverka på turismen via föreställningarna. Den kan öka möjligheterna att bedriva verksamhet eller riskerna för vissa företagare. De negativa associationerna skulle kunna påverka verksamhetsbetingelserna för vildmarks- och gårdsturismföretagarna samt för dem som hyr ut fritidshus. Det är osäkert om effekterna förverkligas, eftersom det skulle förutsätta att gårdarna, vildmarkslederna och fritidshusen finns i omedelbar när-

het av anläggningsområdet och att turisterna tror att naturen och naturenligheten förändras till följd av byggandet. Om olägenheterna förverkligas drabbar de vildmarks-, natur- och gårdsturismföretagarna, som det finns några av i Kuhmo och Äänekoski. I Euraåminne och Lovisa finns det inte företagare i denna bransch och på ingen av orterna hyrs det ut fritidshus i närheten av det planerade anläggningsområdet.

Det är svårt att bedöma vilken betydelse de associationer som slutförvaret väcker har för turisternas handlingsätt, eftersom undersökningar som gjorts i Finland och utomlands inte stöder uppfattningen att turismen skulle minska under normala förhållanden (Koskinen et al. 1998). T.ex. kärnkraftverken och slutförvaren för driftavfall i Euraåminne och Lovisa är viktiga besöksmål på orterna och således kan anläggningen bli en sevärdhet på förläggningssorten, eftersom det inte finns några konkurrenter i samma bransch. Det är svårt att bedöma betydelsen av åsikterna om slutförvaringen för turismen i förläggningskommunen även av följande orsaker:

- Lockelsen hos evenemangen skulle vara starkare än den risk som anläggningen medför och lockelsen baserar sig inte enbart på naturen, lugnet eller renheten (t.ex. kammarmusikfestspelen i Kuhmo).
- God servicenivå (i Kuhmo och Lovisa) skulle utgöra en motvikt till de risker som förknippas med anläggningen.
- På orterna finns sådana oersättliga resmål som inte finns någon annan stans, t.ex. kärnkraftverken i Euraåminne, Kalevala-byn i Kuhmo samt kärnkraftverken och fästningsverken i Lovisa. Äänekoski saknar sådana resmål. Bedömningen är förknippad med samma osäkerhetsfaktorer som i fråga om jordbruket, där de beskrivs närmare. Hur välkänd kommunen är behandlas i punkt 8.5.5. Konsekvenser för levnadsförhållandena och trivseln.

Folkmängd och befolkningsstruktur

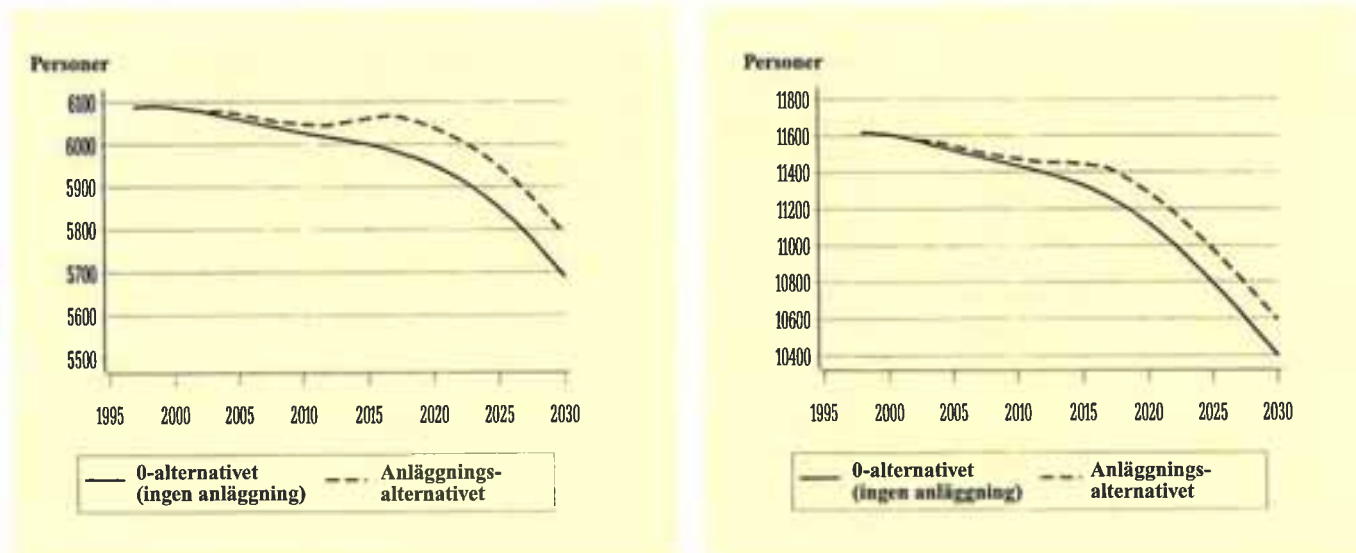
Konsekvenserna för folkmängden och befolkningsstrukturen har bedömts med hjälp av flyttningsrörelsen. Arbetsplatserna inom slutförvaringen skulle påverka flyttningsrörelsen i synnerhet under det intensiva byggnadsskedet och när verksamheten inleds. Flyttningsrörelsen åter skulle påverka folkmängden och befolkningsstrukturen. Vid bedömningen har man utgått ifrån att 70 % av den arbetskraft som anläggningen

behöver flyttar till kandidatkommunen och att med tio inflyttade flyttar sju andra människor (makar och barn). Inverkan av flyttningsrörelsen i samband med slutförvaringen på kandidatkommunens folkmängd och åldersstruktur åren 2000–2030 har bedömts med hjälp av en demografisk projektionsmetod (figurerna 8-26a–d). Materialet utgörs av kommunvisa uppgifter om befolkningens flyttningsrörelse, vilka har fått ur statistik som upprätthålls av Statistikcentralen. Invånarantalet i början av 1998 var: i Euraåminne 6086, i Kuhmo

11913, i Lovisa 7679 och i Äänekoski 13770 invånare.

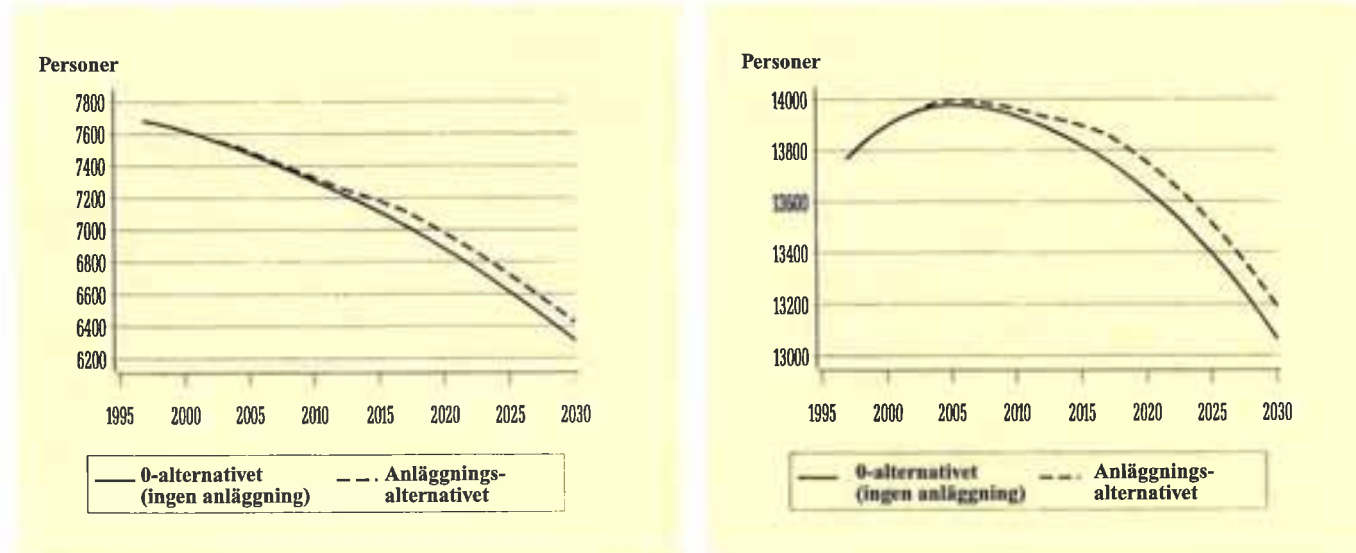
Antagandena baserar sig på finländsk forskning kring flyttningsrörelsen samt på uppgifter om inverkningarna på flyttningsrörelsen när kraftverken i Olkiluoto och Lovisa byggdes och under deras drifttid. Förändringen i invånarantal har jämförts med den situation att anläggningen inte kommer till kommunen i fråga. Åldersstrukturen (fig. 8-27a–d) har antagits vara likadan som den var i början av 1990-talet i mindre stads-

Fig. 8-26a–d. Kandidatkommunernas befolkning vid nollalternativet och anläggningsalternativet (maximal sysselsättande effekt).



Befolkningen i Euraåminne vid 0-alternativet och anläggningsalternativet.

Befolkningen i Kuhmo vid 0-alternativet och anläggningsalternativet.



Befolkningen i Lovisa vid 0-alternativet och anläggningsalternativet.

Befolkningen i Äänekoski vid 0-alternativet och anläggningsalternativet.

områden och förändringarna har uppskattats med hjälp av de genomsnittliga fruktsamhets- och dödlighetskoefficienterna för hela landet 1995-1997 (Laakso 1999).

Bedömningen ger en bild av den storleksklass i vilken slutförvarsanläggningen kan påverka befolkningsutvecklingen i kommunen. Vid bedömningen av befolkningseffekterna har man inte beaktat den befolkningsutveckling som av andra orsaker äger rum i kommunerna eller områdena, eftersom den påver-

kas av ett otal andra faktorer (bl.a. livsmiljön i kommunen eller området, servicenivån, tillgången på bostäder och kommunalbeskattningen). Antagandena har gjorts på grundval av dagens information och utgående från att förhållandena inte förändras. Osäkerheten i slutdeponeringsskedet är förknippad med hur stor del av Posivas anställda som bor på orten (Laakso 1999).

Bedömningsgrunderna har behandlats hösten 1998 vid möten för Posivas och kommunernas gemensamma samarbets-

eller uppföljningsgrupp, där man har presenterat de preliminära resultaten av kalkylerna och utvärderat den information som använts som utgångspunkt samt verkningsområdenas gränser. Befolkningseffekterna har granskats endast i kommunen i fråga. Konsekvenserna för folkmängden eller befolkningsstrukturen har inte beräknats för något större område, eftersom anläggningens inverkan kan betraktas som liten när den sätts i relation till folkmängden inom större områden (Laakso 1999).

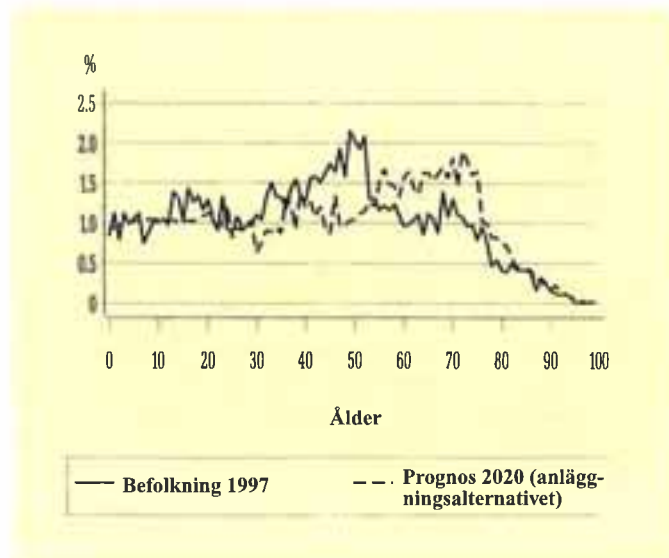
Fig. 8-27a-d. Kandidatorternas befolkning enligt ålder 1997 och 2020 om anläggningsalternativet förverkligas.



Befolkningen i **Euraåminne** enligt ålder 1997 och 2020



Befolkningen i **Kuhmo** enligt ålder 1997 och 2020



Befolkningen i **Lovisa** enligt ålder 1997 och 2020



Befolkningen i **Äänekoski** enligt ålder 1997 och 2020

Med undantag för Kuhmo anser kandidatkommunernas invånare att arbetsplatserna inom slutförvaringen påverkar folkmängden endast litet, eftersom man antar att arbetstagarna vid anläggningen väljer något annat ställe än förläggningssorten som sin fasta boplat. I Kuhmo bedömer man att utflyttningsöverskottet skulle minska tack vare flyttningsrörelsen. I Lovisa bedömer man att de nya utbildade invånarna skulle påverka åldersstrukturen (Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Invånarnas syn på hur slutförvaret påverkar den övriga flyttningsrörelsen är delad på alla orter med undantag av Kuhmo (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

I Euraåminne tror man att anläggningen inte skulle ha någon inverkan på valet av boningsort, eftersom bl.a. kommunens servicenivå har större inverkan på valet av boningsort än anläggningen. Under de nuvarande kraftverkens tid har Euraåminne uppvisat ett inflyttningsöverskott. Å andra sidan, om slutförvarsanläggningen skulle ha betydelse, så kan konsekvensen vara den att man väljer någon av Euraåminnes grannkommuner till boningsort.

I Kuhmo skulle slutförvaringens inverkan på utflyttningen vara ringa, eftersom utflyttningen även annars är kraftig. De infödda Kuhmoborna skulle sannolikt inte flytta bort, utan beslut om att flytta skulle fattas av den lilla grupp som kommit från andra orter.

I Lovisa tror man på samma sätt som i Euraåminne att anläggningen inte skulle ha någon inverkan på valet av boningsort, eftersom människorna flyttar på grundval av arbetsplatsernas läge och inte på grundval av föreställningar. Om det uppstår verkningar, så är det de högtutbildade som mest funderar på valet av boningsort.

I Äänekoski bedömer man på samma sätt som på kraftverksorterna att anläggningen inte skulle ha någon inverkan på valet av boningsort. Om den skulle inverka så är det de högt utbildade som funderar på valet av boningsort, på samma sätt som i Lovisabornas uppskattningar.

Som fysisk byggnad påverkar slutförvarsanläggningen inte bosättningen eller därigenom folkmängden, eftersom byggandet inte lägger under sig bosättning på någon av orterna. En orsak till detta har varit platsvalprocessen, där en urvals- och utgallringsgrund var att det inte får finnas bosättning på det område som väljs. På detta sätt ville man säkerställa att ett eventuellt byggande av anläggningen och dess verksamhet inte försämrar levnadsförhållandena för invånarna i kommunen.

Byggnads- och driftspersonalen vid slutförvarsanläggningen påverkar förläggningssortens invånarantal om de väljer den till sin bosättningskommun. Den med hjälp av de sysselsättande effekterna beräknade nettoflyttningen (fig. 28a–d) i början av slutförvaringsskedet skulle vara 35–75 personer i Euraåminne, 130–150 personer i Kuhmo, 80–100 personer i Lovisa och 95–115 personer i Äänekoski. År 2030 förutspås antalet invånare i Euraåminne vara 5700, i Kuhmo 10700, i Lovisa 6300 och i Äänekoski 13100.

På ingen av orterna skulle de prognosbaserade utvecklingsutsikterna för åldersstrukturen ändras. Enligt dem skulle barnens och ungdomarnas andelar minska och pensionärernas andel öka. Sålunda skulle slutförvarsanläggningen inte påverka det nuvarande behovet av att bygga daghem eller skolor och inte på tjänsterna för äldre, äldreboendet eller annan utveckling eller utbyggnad av tjänster i anslutning till social- och hälsovården. I Lovisa kan de finskspråkigas andel av invånarna

eventuellt öka till följd av både flyttningsrörelsen och den naturliga befolkningsutvecklingen (Laakso 1999). I figurerna 8-26, 8-27, 8-28 presenteras prognoserna om folkmängden, åldersstrukturen och flyttningsrörelsen på de olika orterna.

Folkökningen kan i Euraåminne och Kuhmo återpegas i nyproduktion av bostäder, eftersom det finns få tomma bostäder. Å andra sidan kan bristen på bostäder begränsa inflyttningen. Inflyttningen skulle sannolikt varken i Lovisa eller Äänekoski leda till nyproduktion av bostäder, eftersom 10 % av bostäderna står tomma. Efterfrågan kunde eventuellt riktas mot småhus, eftersom inflyttarna antagligen är unga, välutbildade och höginkomsttagare jämfört med kommuninvånarnas nuvarande genomsnittliga inkomstnivå (Laakso 1999).

Negativa associationer som eventuellt kopplas ihop med slutförvaringen kan medverka till att utflyttningen inte ersätts med inflyttning. En sådan utveckling är osannolik bl.a. på grundval av befolkningsutvecklingen i Euraåminne och Lovisa på 1970- och 1980-talen (Koskinen et al. 1998, Laakso 1999). Föreställningarna påverkar inte ensamma valet av boningsort och inte största delen av inflyttarna, eftersom valet påverkas av ett otal andra faktorer i anslutning till det aktuella skedet i livet, arbets- och bostadsmarknaden samt livsmiljön (Laakso 1999).

Enligt enkäter (Kiljunen 1998) skulle slutförvaringen inte medverka till utflyttning från de nuvarande kraftverksorterna, eftersom man inte på någondera orten är särskilt orolig för riskerna och mycket få invånare funderar på att flytta bort (1995 i Euraåminne 14 % och i Lovisa 18 %). Orsaken torde vara att Euraåminneborna och Lovisaborna har vant sig vid de nuvarande kraftverkens existens och kraftverkens stora

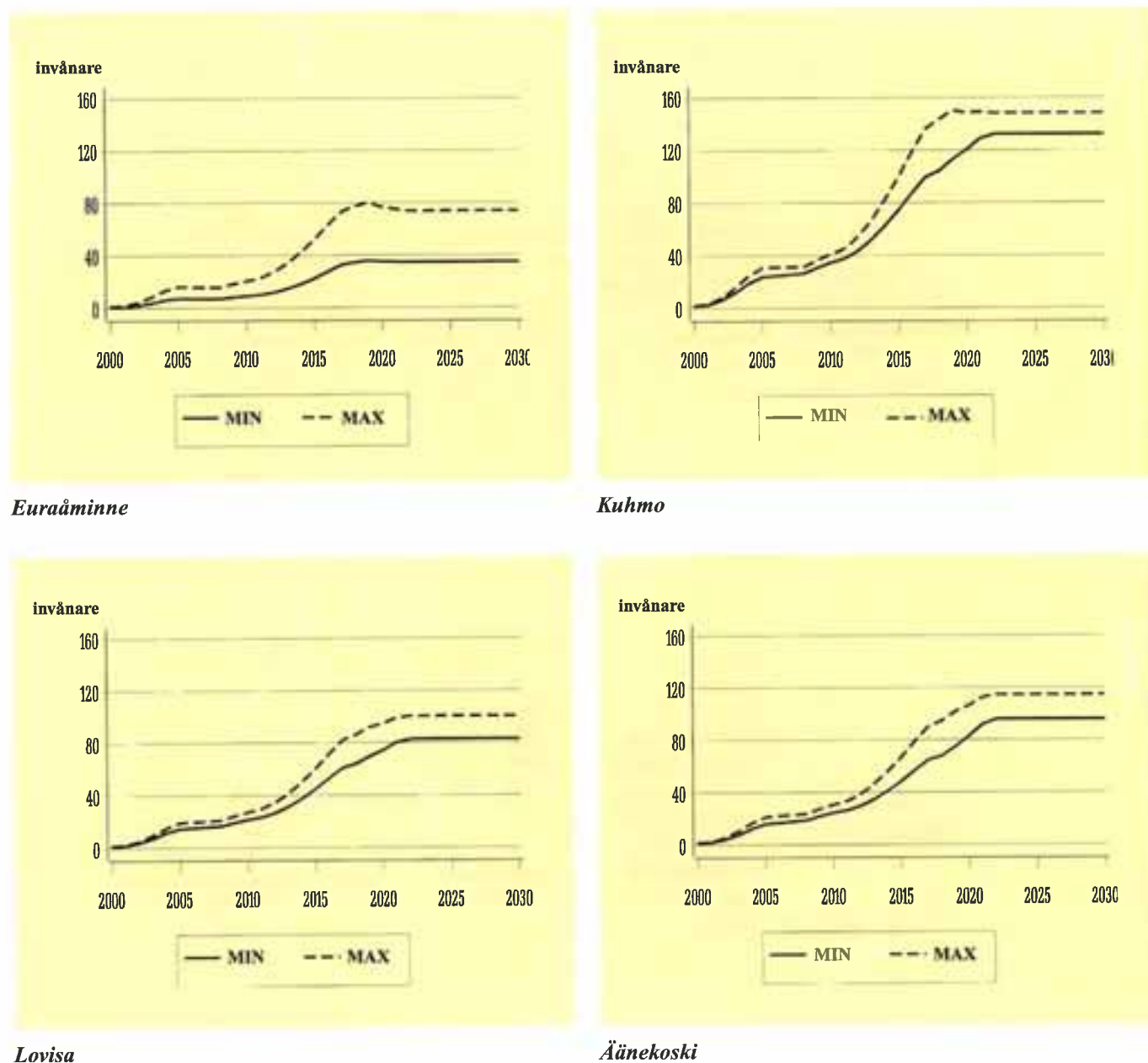
ekonomiska betydelse för orten. En annan orsak kan också vara att byggandet av kraftverken i tiden har ökat omsättningen på invånare och att en del av de invånare som upplevde risken som allvarlig har flyttat till andra orter och i stället har det flyttat in invånare som inte anser att risken är betydande.

Slutförvaringen kan enligt enkäterna (Kiljunen 1998) i någon mån påverka

omsättningen på Kuhmobor och Äänekoskibor, eftersom det i dessa kommuner finns fler invånare som är oroliga för riskerna och som allvarligt funderar på att flytta bort än på kraftverksorterna (1995 i Kuhmo 25 % och i Äänekoski 29 %). Å andra sidan väger en enskilda miljöriskfaktor inte nödvändigtvis särskilt tungt i praktiken vid valet av bostadsort, även om den får stor betydelse som en enskild fråga (Koskinen et al.

1998, Laakso 1999). Effekten skulle gå i en annan riktning, om kandidatkommunen kan utnyttja sin av anläggningen stärkta ekonomiska ställning till att öka kommunens dragningskraft t.ex. genom att förbättra servicen eller sänka skatterna. Detta skulle kunna öka inflyttningsöverskottet eller minska utflyttningsöverskottet. Verkningarna för den kommunala ekonomin har behandlats särskilt i punkten i fråga.

Fig. 8-28a-d. Slutförvarsanläggningens inverkan på flyttningsrörelsen i kandidatkommunerna (kumulativ nettoflyttning).



Den övriga samhällsstrukturen och infrastrukturen

Konsekvenserna för den övriga samhällsstrukturen har bedömts via det direkta och indirekta byggandet i anslutning till slutförvarsanläggningen (Laakso 1999). Bedömningen har baserats på Statistikcentralens statistik över bostadsbestånd och bostadsproduktion, Posivas planer angående byggandet av en slutförvarsanläggning och resultaten av sysselsättningskalkyler.

Kommunaltekniken i anslutning till slutförvarsanläggningen har betraktats som direkta konsekvenser. Byggandet av lokaliteter i anslutning till förändringar inom företagsverksamheten och servicebyggandet och bostadsproduktionen i anslutning till befolkningsförändringarna har betraktats som indirekta konsekvenser.

Den utveckling i fråga om sysselsättningen eller befolkningen som av andra orsaker sker i kommunerna och regionerna har inte beaktats vid bedömningarna (Laakso 1999). En osäkerhetsfaktor som gäller det indirekta byggandet är frågan om hur Posivas personal väljer boningsort. Konsekvenserna har granskats endast för respektive kommun, eftersom inverkan är liten på ett mera vidsträckt område.

Som fysisk byggnad påverkar slutförvarsanläggningen trafikförbindelserna och kommunaltekniken i den närmaste omgivningen. I Euraåminne och Lovisa blir konsekvenserna små för den övriga infrastrukturen, eftersom anläggningen kan byggas i närheten av de nuvarande kraftverken och eftersom den inte förändrar de nuvarande trafikförbindelserna. I Kuhmo och Äänekoski hänför sig konsekvenserna till förbindelsevägen, eftersom anläggningen enligt förslaget skall byggas på ett ekonomiskogsområde. En ny väg behövs på områdena i Romuvaara och Kivetty, men de nuvarande järnvägsförbindelserna är tillräckliga. På alla platser måste vatten- och avloppsnät byggas i anslutning till anläggningen. Trafik-

mängder och buller har behandlats under 8.2.

Genom sina arbetsplatser och flyttningsrörelsen i samband därmed kan slutförvarsanläggningen komma att påverka den övriga infrastrukturen i kandidatkommunen. Befolkningstillväxten ökar efterfrågan på bostäder, och strukturomvandlingen inverkar på hurdana bostäder som efterfrågas. Byggandet av slutförvaringsanläggningen och själva slutförvaringen påverkar indirekt bygg-, industri- och serviceföretagen i förläggingskommunen och i grannkommunerna, vilket kan komma att återspeglas i efterfrågan på lokaliteter och byggandet av lokaliteter.

Fram till 2020 skulle flyttningsrörelsen i anslutning till slutförvarsanläggningen innebära en nettoökning av antalet hushåll med 20–45 i Euraåminne, 75–90 i Kuhmo, 50–60 i Lovisa och 60–70 i Äänekoski.

Eftersom det bara finns ett fåtal tomma bostäder i Euraåminne och Kuhmo, kan den ökade inflyttningen omedelbart påverka nybyggandet, som ökar lika mycket som nettoökningen av hushållen. Efterfrågan kommer att gälla småhusboende, eftersom de som flyttar är unga, välutbildade och välavlönade, jämfört med kommuninvånarnas nuvarande inkomstnivå. Eftersom 10 % av bostäderna i Lovisa och Äänekoski står tomma, skulle inflyttningen antagligen inte helt och hållet slå igenom på nybyggandet, men den ökar nybyggandet i någon mån. På längre sikt kan den ökade efterfrågan på bostäder inriktas på högklassigt småhusboende. Den indirekta inverkan på ökningen av efterfrågan på lokaliteter som konsekvenserna för företagsverksamheten medför förblir liten och sker huvudsakligen inom ramen för det gamla lokalitetsbeståndet. Inte i en enda av kandidatkommunerna leder den till byggande av lokaliteter (Laakso 1999).

Slutförvaringsanläggningen kan leda till att folkmängden och befolknings-

strukturen ändras, vilket i sin tur påverkar behovet av och efterfrågan på kommunala tjänster. Eftersom verkningarna av anläggningen avser personer i arbetsför ålder och barn, påverkar slutförvarsanläggningen dock inte orternas nuvarande befolkningsprognoser (antalet barn minskar eller bibehålls vid det tidigare, antalet pensionärer ökar). I de alternativa kommunerna skulle anläggningen således inte påverka behovet av att bygga daghem och skolor och inte heller på servicen för äldre, äldreboende eller på den övriga utvecklingen och uppbyggandet av social- och hälsovårdstjänsterna (Laakso 1999).

I Euraåminne bedömer invånarna att slutförvarsanläggningen ökar trafikmängderna så, att det blir farligare att röra sig i trafiken, i synnerhet för skoleleverna. Tryggheten att röra sig kan dock förbättras genom bredare vägar och korsningar samt ökad belysning. På de andra orterna bedömer invånarna att konsekvenserna för livsmiljön blir ringa. Invånarna i Lovisa bedömer att sprängningarna under byggtiden medför bullerstörningar. Invånarna i Kuhmo och Äänekoski bedömer att vägnätet förbättras tack vare de ökade trafikmängderna. I Äänekoski utgör ökningen bara ett litet inslag i trafiken som också annars är livlig (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Fastigheternas värde

Bedömningen av hur byggandet av och slutdeponeringen vid slutförvarsanläggningen påverkar fastigheternas värde på orterna baserar sig på tidigare undersökningsresultat och på material som gäller de alternativa kommunernas fastighetsbestånd och prisuppgifter (Laakso 1999). Särskilda utredningar om utvecklingen och nuläget på fastighetsmarknaden (Ridell & Raak 1997, 1998a, 1998b) samt Statistikcentralens statistik över bostadsbestånd och bostadsproduktion har använts som material. Vid bedömningarna har man beaktat

tat konsekvenserna för olika typer av fastigheter, dvs. bostäder och bostadsfastigheter, lokaliteter, affärs- och industrifastigheter, fritidsfastigheter (fig. 8-29, 8-30, 8-31, 8-32) samt jord- och skogsbruksfastigheter.

I Euraåminne och Kuhmo görs de flesta fastighetsaffärer på områden med gles bebyggelse. I Euraåminne gäller fastighetsaffärerna egna hemshus, egna hemshustomter samt åker- och skogsmark. I Kuhmo gäller köpsläendet tomt för fritidshus samt åker- och skogsmark. Varierande priser är kännetecknande för objekt som säljs av privatpersoner, vilket huvudsakligen beror på tomtspecifika skillnader. I Euraåminne är priserna jämförbara med priserna i likartade kommuner. I Kuhmo karaktäriseras fastighetshandeln av att utbudet är stort medan efterfrågan är liten. Dessutom är priserna oförändrade. I Lovisa ingås de flesta av fastighetsaffärerna på planlagda områden. Egna hemshus och egna hemshustomter är de vanligaste objekten. Priserna motsvarar den allmänna kostnadsutvecklingen. I Äänekoski ingås fastighetsaffärer både på planlagda områden och på områden med glesbebyggelse. Objekten utgörs av egna hemshustomter, vars priser är på samma nivå som på likartade orter på annat håll. På områden med glesbebyggelse är säljarna privatpersoner, priserna varierar och de tomtspecifika skillnaderna framhävs (Ridell & Raak 1998a).

Uppgifterna om fastighetsmarknaden i Euraåminne och Lovisa har sammanställts utgående från fullmäktigebeslut, lagfarter samt köpeskillingsstatistik och köpeskillingsregistret. Statistiska nyckeltal (median, medeltal) har räknats ut för avslutade köp. För Euraåminne och Lovisa har man utrett de årliga prisfluktuationerna från tiden för byggbeslutet och valet av platsen för de nuvarande kraftverken fram till mitten av 1990-talet. Uppgifterna om fastighetsmarknaden i Kuhmo och Äänekoski har sedan 1980-talet samlats ur köpeskillingsregistret. Statistiska nyckeltal har räknats ut för avslutade

Fig. 8-29. Olkiluoto's läge angivet med ett streck.

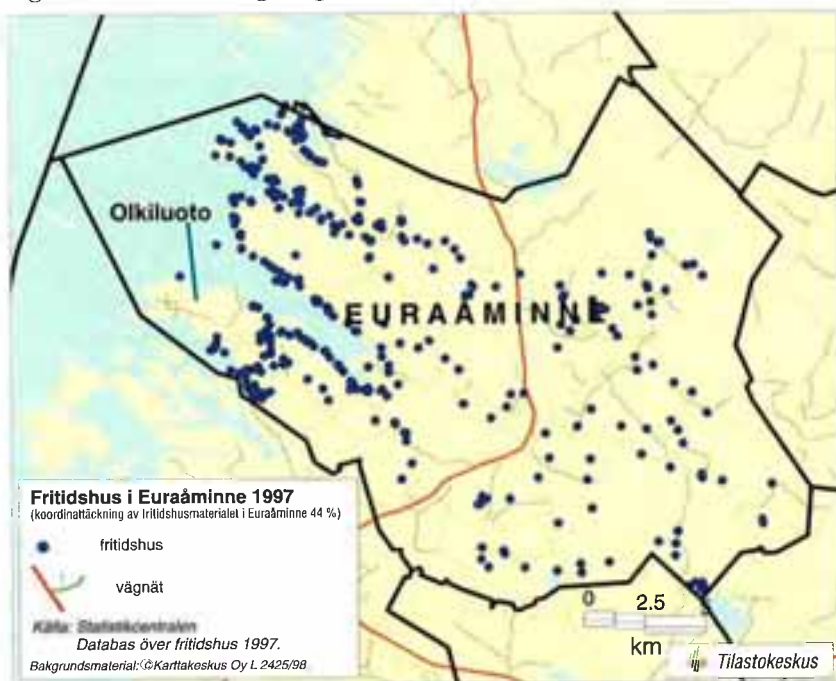
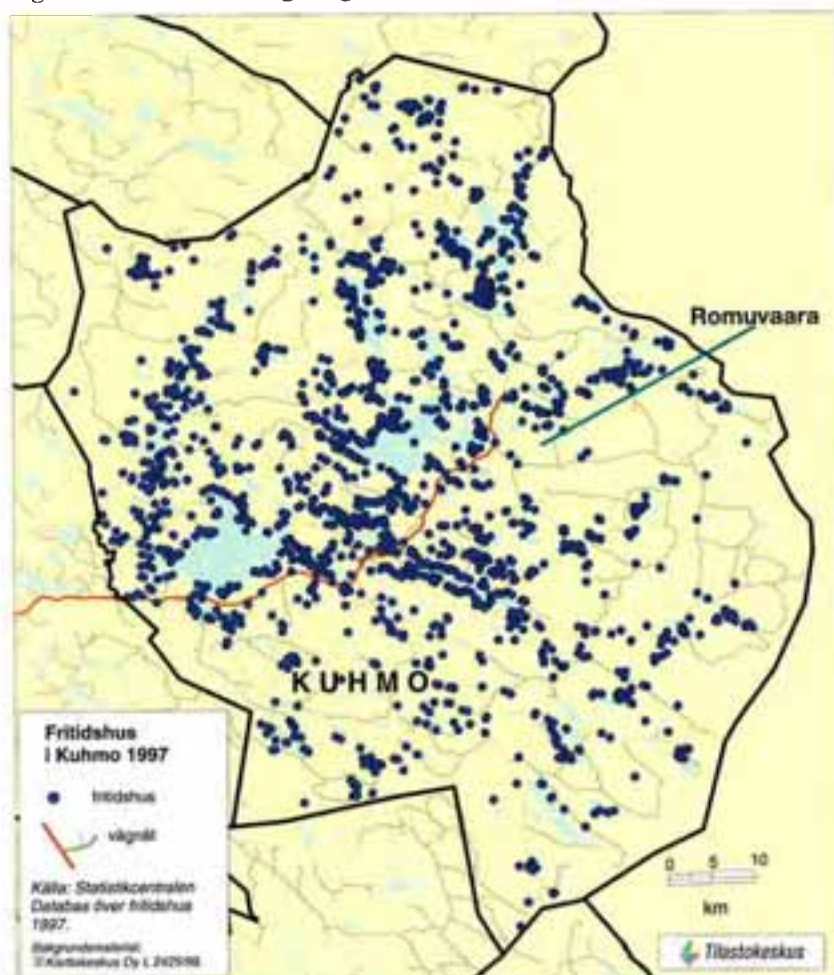


Fig. 8-30. Romuvaara's läge angivet med ett streck.



köp, och orternas prisnivå och prisutvecklingen har utretts. På alla orter har uppgifter dessutom samlats in genom terrängbesök och intervjuer med fastighetsexperterna i kommunerna. Fastighetsexperterna har också deltagit i granskningen av materialet. I analyserna har också använts uppgifter om befolknings- och näringsstrukturen, arbetslösheten och byggandet. Resultaten är vägledande, eftersom materialet är för knapphändig för att en tydlig prisnivå skall kunna anges. Grannkommunernas prisuppgifter har också studerats i tillämpliga delar.

Som referensmaterial har använts en utredning gjord i Sverige om hur ett närbeläget kraftverk påverkar fritidsfastigheternas värde, en utredning om hur anläggningarna i Olkiluoto och Lovisa

påverkar fastigheternas värde samt uppgifter om hur Ekokem påverkar fastigheternas värde i Riihimäki (Koskinen et al. 1998, Ridell & Raak 1997, 1998b).

På kraftverksorterna bedömer invånarna att slutförvarsanläggningen kommer att påverka fastigheternas värde på samma sätt som vilken annan industri-anläggning som helst. Den viktigaste faktorn för inverkan på priset är då att anläggningen syns (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

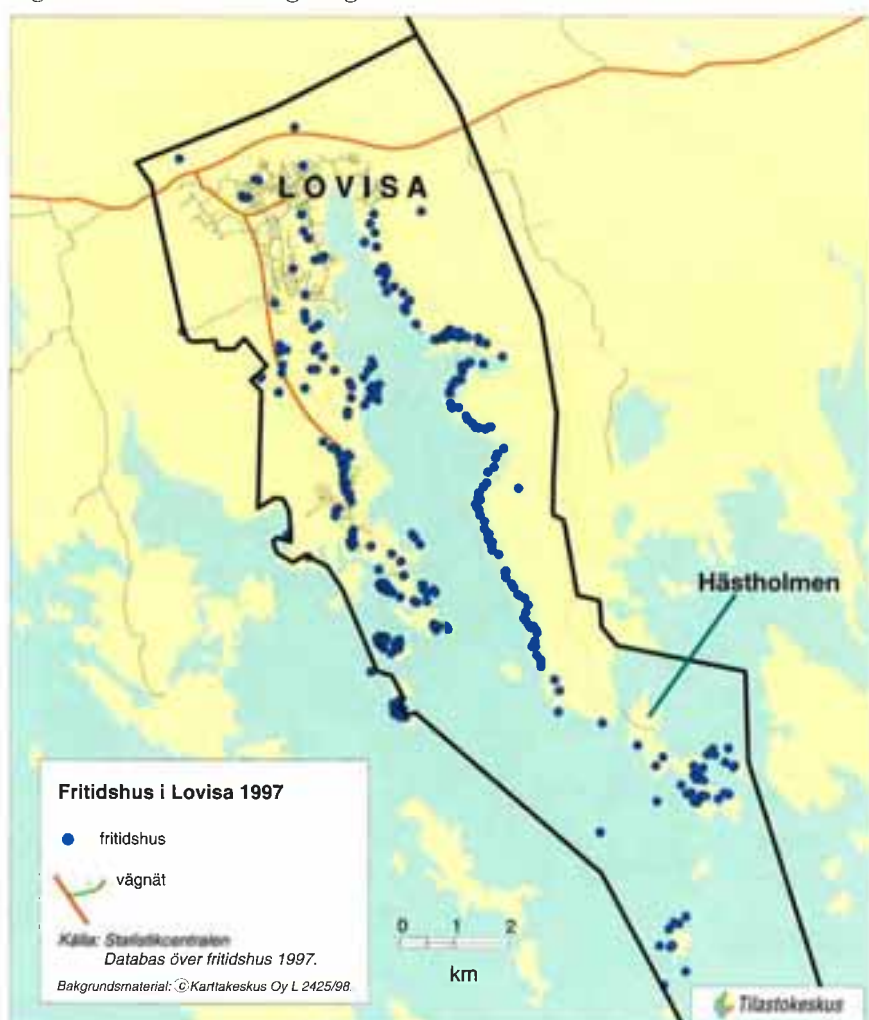
Erfarenheterna av de nuvarande kraftverken ger inte någon anledning att anta att slutförvarsanläggningens inverkan avviker från andra industrianläggningar.

Med undantag av Kuhmo bedömer invånarna att konsekvenserna kan hänföra sig till fritidsbostäderna på så sätt att efterfrågan försämras och värdet sjunker. Konsekvenserna bedöms beröra anläggningens närområde. I kuhmobornas bedömningar har inga frågor gällande fastigheternas värde kommit fram. (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Som fysisk byggnad sänker slutförvarsanläggningen – liksom vilken annan industrianläggning som helst – priset på (fritids)bostäderna i den omedelbara närheten, om den medför buller eller förfular landskapet. I Olkiluoto och på Hästholmen befinner sig de närmaste byggnaderna i omedelbar närhet av det planerade anläggningsområdet. I Romuvaara finns de närmaste bostäderna på ungefär en kilometers avstånd. I Kivetty är det nästan två kilometer till de närmaste bostäderna. På alla platser har anläggningen planerats så att ingen bebyggelse skall komma att befinna sig inom bullerzonen och så att de färdiga byggnaderna inte skall synas bakom träd av full längd (fig. 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6, 8-7). Enligt utredningarna kan slutförvarsanläggningen inverka på fastighetspriserna, om byggnaderna i Olkiluoto och på Hästholmen placeras vid stranden utan skyddande trädbestånd, därför att de då kan ses från havet. Till följd av jordbesittningsförhållanden och bosättnings placering kommer slutförvarsanläggningen inte på någon av orterna att medföra en marknadsbaserad sänkning av värdet på fastigheterna i närområdena eller av markens värde (Koskinen et al. 1998).

På alla orter skulle slutförvaret ha en relativt lindrig effekt på efterfrågan och priserna på bostäder och bostadsfastigheter. Effekten fördelar sig också över en längre tid. Detta beror på att den ökade inflyttning som anläggningen medför infaller åren 2010–2020 och den föranleder inte någon påtaglig befolkningsökning. I stället bromsar den upp den minskning som sker av andra orsaker eller eventuellt får den minskningen att avstanna helt för ungefär tio år.

Fig. 8-31. Hästholmens läge angivet med ett streck.



Dessutom har Lovisa och Äänekoski en ganska stor reservering i fråga om aravabostäder, vilken dämpar den ökade efterfrågans konsekvenser för det gamla bostadsbeståndet (Laakso 1999).

Vid bedömningen av konsekvenserna av de nuvarande kraftverken, Olkiluoto i Euraåminne och Hästholmen i Lovisa, för värdet på de lokala fastigheterna – bostadsfastigheterna, åkrarna, skogarna, bostäderna –, konstaterades att på båda orterna har priserna ända sedan 1960-

talet motsvarat den allmänna prisutvecklingen. Avvikelser har inte förekommit vare sig uppåt eller nedåt, med undantag av egnahemshustomter. Flyttningsrörelsen på 1970-talet vid tiden för byggandet av kraftverken ökade efterfrågan på egnahemshustomter och höjde priserna på i synnerhet privata tomter (Ridell & Raak 1997, 1998b).

I alla kommuner har slutförvarsanläggningen en ringa inverkan på efter-

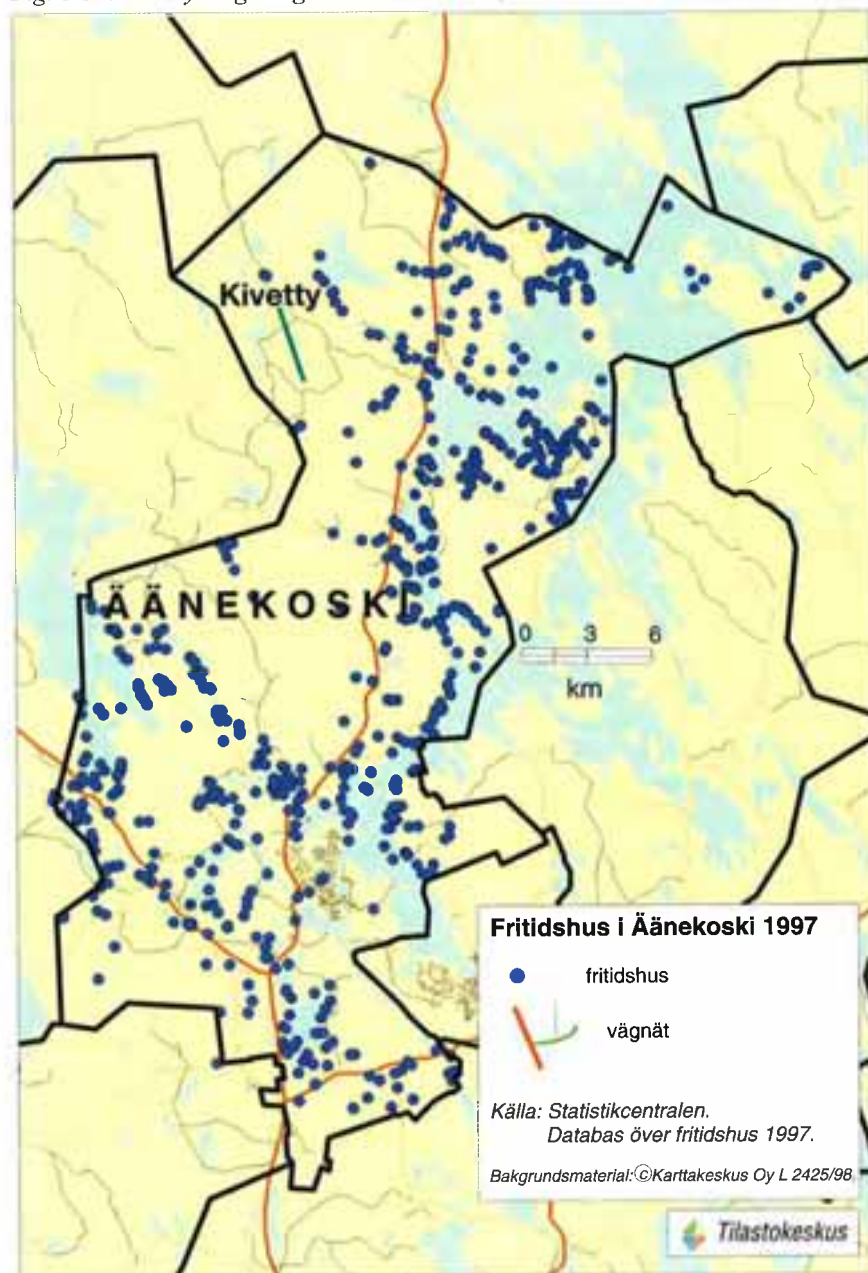
frågan på lokaliteter eller obebyggda fastigheter, eftersom anläggningen åstadkommer en ringa ökning av sysselsättningen inom de branscher som omedelbart ansluter sig till projektet. På så sätt inverkar anläggningen inte på hyresnivån eller priserna (Laakso 1999).

Det är osannolikt att slutförvarsanläggningen skulle påverka alla fritidsfastighetspriser på orterna, eftersom t.ex. byggandet av och driften vid kraftverken inte i någon betydande grad har påverkat priserna på fritidsfastigheterna i Euraåminne eller Lovisa (Ridell & Raak 1997, 1998b). Liknande resultat har erhållits i Sverige (Laakso 1999). I och med de nya invånarna kan anläggningen komma att öka efterfrågan på semesterstugor i kandidatkommunen. Olkiluoto och Hästholmens läge i närheten av viktiga stadsområden (Raumo, Björneborg och huvustadsregionen) inverkar på så sätt att efterfrågan på semesterstugor inte reagerar på slutförvarsanläggningen (Koskinen et al. 1998).

För att de föreställningar som förknippas med slutförvarsanläggningen skall påverka bostädernas och bostadsfastigheternas värde i Euraåminne, Kuhmo, Lovisa och Äänekoski behövs en betydande bortflyttning, som enligt utredningar (Laakso 1999) kan betraktas som osannolik. För att de föreställningar som förknippas med anläggningen skall påverka fritidsfastigheternas värde i förläggningsskommunen förutsätts att en betydande del av de eventuella köparna eller hyrestagarna ser fastighetens läge i en slutförvarskommun som en riskfaktor.

Enligt utredningarna kan slutförvarsanläggningen påverka värdet av ekologisk jordbruksmark, om åtgången av produktionen i fråga minskar till följd av anläggningen (Laakso 1999). De olika orternas odlingsarealer för ekoproduktion har presenterats under rubriken Jordbruket. Enligt erfarenheterna vid t.ex. Ekokem i Riihimäki inverkar inte de föreställningar som förknippas med anläggningen på försälj-

Fig. 8-32. Kivettys läge angivet med ett streck.



ningen av virke eller normal jordbruksproduktion eller på åkrarnas eller skogens värde (Koskinen et al. 1998).

Kommunal ekonomi

Slutförvarsanläggningens inverkan på kommunens ekonomi påverkas av såväl själva anläggningen som av de sysselsättnings- och befolkningsförändringar som den åstadkommer. Anläggningen betalar fastighetsskatt. Anläggningens sysselsättningseffekter och de befolkningsförändringar som den medför inverkar på den kommunalskatt som skall betalas på förvärvsinkomsterna. Ändrade skatteintäkter påverkar statens skatteinkomstutjämnings, som kringsskär en del av de ökade skatteinkomsterna. De förändringar i befolkningsantalet och åldersstrukturen som flyttningsrörelsen åstadkommer påverkar statsandelarna samt kommunens serviceproduktion och övriga kostnader.

I bedömningarna har utretts hur kommunalekonomin påverkas av den kommunalskatt som arbetstagarna vid anläggningen betalar och av den fastighetsskatt som anläggningen betalar. Inverkan av den flyttningsrörelse som slutförvarsanläggningen åstadkommer har också beaktats i granskningarna. Dessutom har slutförvarsanläggningens nettoinverkan på kommunalekonomin utretts med beaktande av både inkomst- och utgiftseffekterna. Kommunalskatten, samfundsskatten, fastighetsskatten, skatteinkomstutjämnings, den allmänna statsandelen och medvärdeskatteandelen har beaktats i kommunens inkomster (Laakso 1999, Ronkainen & Ukkonen 1999).

Åldersrelaterade och icke-åldersrelaterade tjänster samt projektets verkningar på deras antal och pris har beaktats vid bedömningen av utgiftseffekterna. Avsikten har varit att presentera resultatet i åskådlig form som en förändring i kommunens årliga täckning (Laakso 1999, Ronkainen & Ukkonen 1999).

Vid bedömningarna har planeringsuppgifterna för baslösningen använts, dvs. uppskattningar om bl.a. antalet arbetstagare och årliga investeringar (fig. 8-21, 8-22).

De kommunspecifika uppgifterna har bestått av kommunernas bokslutsuppgifter för 1997 och budgetar för 1998. Som skatteprocenter har använts kommunalskatteprocenten 1999 (Euraåminne 16, Kuhmo och Lovisa 18,5 samt Äänekoski 18,0). Kommunernas budgetar för 1999–2001 har använts för att beskriva kommunernas egna bedömningar om den framtida utvecklingen. De uppskattade konsekvenserna för årsbidraget baserar sig på bokslutsuppgifterna för 1997 (Ronkainen & Ukkonen 1999).

Bedömningarna baserar sig på sysselsättnings- och befolkningskalkyler. Vid bedömningarna av sysselsättningseffekterna har det på basis av resultaten från andra undersökningar på området antagits att 70 % av slutförvarsarbetsplatserna besätts av personer som flyttar till orten och 30 % av ortsbor. Med tio inflyttande flyttar dessutom sju andra personer till orten, av vilka en tredjedel får arbete i andra företag på orten (Laakso 1999).

Som grund för uppskattningarna om skatteinflödet har antagits att medelinkomsten för personer sysselsatta vid slutförvarsanläggningen är 156000 mk/år. Det har antagits att medelinkomstnivån för de medflyttande som får arbete motsvarar hela landets medelnivå, 127000 mk/år, och genom dem som sysselsätts på orten ökar skatteinflödet med differensen mellan medelinkomstnivån på slutförvarsanläggningen och den tidigare inkomstnivån. Den tidigare inkomstnivån har antagits vara 76000 mk, som motsvarar medelinkomsten för arbetslösa i hela landet (Laakso 1999).

Bedömningarna för 2003–2030 (Ronkainen & Ukkonen 1999) baserar sig på inrikesministeriets trendkalkyl fram till 2002. I bedömningarna antas de

skatteinkomster och servicepriser i kommunerna som är oberoende av slutförvarsanläggningen förbli de samma som 2002. Till följd av slutförvarsanläggningen ändras totalkostnaderna för servicen enligt antalet invånare och åldersfördelningen. Bedömningarna om flyttningsrörelsens inverkan på utgiftsutvecklingen och sysselsättningen i kommunen baserar sig på andra erfarenheter som erhållits inom kommunalekonomisektorn och av kraftverksbyggandet. Åren 2003–2030 kommer beloppet av skatteintäkterna per invånare att vara det samma som i inrikesministeriets prognos för 2002.

Vid bedömningarna har man använt de nuvarande uppgifterna om bestämningsgrunderna för fastighetsskatten och om reformen av samfundsbeskattningen samt beaktat den uppgiftsspecifika delen inom systemet med statsandelar, återindrivningen av mervärdesskatten och kommunernas övriga resultaträkningsposter inklusive avskrivningarna. Avskrivningar som gäller projektet börjar när anläggningen står klar år 2020. Som minst kommer anläggningens beskattningsvärde att vara 40 % av totalkostnaderna. Uppgifterna för 1998 har använts som grund för kalkylerna, och uppgifterna har justerats uppåt i proportion till den allmänna höjningen av kostnadsnivån fram till 2002. I bedömningarna för 2003–2030 antas kommunernas självfinansieringsandel bibehållas oförändrad, men en höjning av kostnadsnivån har inte beaktats (Ronkainen & Ukkonen 1999).

Bedömningsmetoden och dess tillförlitlighet har utvecklats i växelverkan med kommunalekonomi- och skatteförvaltningsexperten. De som ansvarar för ekonomin och planeringen i de alternativa kommunerna har bedömt kalkyleringsprincipernas användbarhet och gjort det möjligt att beakta kommunernas särdrag vid bedömningarna. Genom detta har man försökt gestalta den osäkerhet som hänför sig till bedömningarna. På så sätt har också de senaste uppgifterna om eventuella kommande ändringar i systemet kunnat beaktas.

Osäkerhetsfaktorer vid bedömningarna är bl.a. statens åtgärder och de beslut av riksdagen och regeringen som styr kommunernas ekonomi samt tolkningarna i anslutning till fastställandet av fastighetsskatten. Av tolkningarna har man dock fått erfarenheter i samband med fastställandet av fastighetsskatten för VLJ-slutförvaren i Euraåminne och Lovisa. Vid bedömningarna har inte gjorts några antaganden om den allmänna utvecklingen av kostnadsnivån, dels på grund av att det är omöjligt att bedöma utvecklingen av kostnadsnivån fram till 2030, dels på grund av att den nuvarande förändringen i kostnadsnivån är tämligen låg (Laakso 1999, Ronkainen & Ukkonen 1999).

På alla orter bedömer invånarna att projektet medför ökade skatteintäkter för orten. På kraftverksorterna betraktas dessa som ett bra tillägg vid sidan av de minskande skatteintäktseffekterna av de nuvarande kraftverken. I Kuhmo behövs skatteinkomsterna för att sköta stadens skulder. I Äänekoski ses skatteinkomsterna som ett bra tillägg genom vilket stadens nuvarande servicenivå och regionala utveckling kan säkerställas. På samtliga orter bedömer invånarna att skatteintäkts-effekterna också kommer att kanaliseras till grannkommunerna tack vare anskaffningarna vid anläggningen och arbetstagarnas val av boningsort. Å andra sidan bedöms nyttan bli liten på grund av systemet med utjämning av statsbidragen eller i händelse av att beskattningsgrunderna ändras så att fastighetsskattens nuvarande form inte används i framtiden (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Fastighetsskatt börjar inflyta i och med att de underjordiska forskningsutrymmena byggs. Skatten kommer att vara 2,2 % av fastighetens beskattningsvärde. Fastighetsskatten beräknas uppgå till 1,3 milj. mk år 2010, ca 10,7 milj. mk år 2021 och ca 8,7 milj. mk år 2030.

Fastighetsskatternas och kommunalskatternas inverkan på skatteinflödet i de alternativa kandidatkommunerna (Laakso 1999, Ronkainen & Ukkonen 1999):

I **Euraåminne** kommun förändras inflödet av fastighetsskatt totalt från 22 milj. mk till högst ca 33 milj. mk. År 2030 inflyter 32 milj. mk till kommunen i form av fastighetsskatt. Om projektet inte genomförs, bibehålls det årliga inflödet av fastighetsskatt vid 22 milj. mk.

I **Kuhmo** stad förändras det totala inflödet av fastighetsskatt från 3 milj. mk till högst ca 14 milj. mk. År 2030 inflyter ca 13 milj. mk till staden i form av fastighetsskatt. Om projektet inte genomförs, bibehålls det årliga inflödet av fastighetsskatt vid 3 milj. mk.

I **Lovisa** stad förändras inflödet av fastighetsskatt totalt från 16 milj. mk till högst ca 27 milj. mk. År 2030 inflyter 26 milj. mk till staden i form av fastighetsskatt. Om projektet inte genomförs, bibehålls det årliga inflödet av fastighetsskatt vid 16 milj. mk.

I **Äänekoski** stad förändras det totala inflödet av fastighetsskatt från ca 7 milj. mk till högst 17 milj. mk. År 2030 inflyter 16 milj. mk till staden i form av fastighetsskatt. Om projektet inte genomförs, bibehålls det årliga inflödet av fastighetsskatt vid ca 7 milj. mk.

Den sysselsättnings- och befolkningsförändring som slutförvaringsanläggningen åstadkommer varierar i de alternativa förläggningsskommunerna. Därmed är också inflödet av kommunalskatt och de utgifter som befolkningsförändringarna medför olika.

I **Euraåminne** ökar inflödet av kommunalskatt med 0,1 milj. mk år 2003 och med ca 1,0 mk år 2018. När slutdeponeringen inleds på 2020-talet, blir ökningen 1,0 milj. mk per år.

I **Kuhmo** ökar inflödet av kommunalskatt med ca 0,3 milj. mk år 2003 och med ca 2,0 milj. mk år 2018. När slutdeponeringen inleds på 2020-talet, blir ökningen ca 2,5 milj. mk per år.

I **Lovisa** ökar inflödet av kommunalskatt med 0,2 milj. mk år 2003 och med ca 1,3 milj. mk år 2018. När slutdeponeringen inleds på 2020-talet, blir ökningen ca 1,7 milj. mk per år.

I **Äänekoski** ökar inflödet av kommunalskatt med 0,2 milj. mk år 2003 och med ca 1,4 milj. mk år 2018. När slutdeponeringen inleds på 2020-talet, blir ökningen 1,8 milj. mk per år.

I samtliga alternativa kandidatkommuner kommer befolkningsförändringarna att innebära att de övriga statsandelarna ökar och mervärdesskatterna minskar årligen, vare sig slutförvarsanläggningen byggs eller ej. Fram till 2030 är statsandelsökningen närmare 10 milj. mk i Euraåminne, mer än 20 milj. mk i Kuhmo, mer än 13 milj. mk i Lovisa och mer än 20 milj. mk i Äänekoski. Orsaken är att antalet åldringar ökar oberoende av anläggningen. Å andra sidan för anläggningen med sig unga flyttare i arbetsför ålder. I Euraåminne minskar mervärdesskatterna med ca 0,3 milj. mk, i Kuhmo med ca 1,0 milj. mk, i Lovisa med ca 1,0 milj. mk och i Äänekoski med ca 0,7 milj. mk (Ronkainen & Ukkonen 1999).

Via befolkningsförändringarna kommer slutförvarsanläggningen att påverka inflödet av samfundsskatt i den

kommun där den är belägen. Inverkan är indirekt, eftersom Posiva inte bringar vinst genom sin verksamhet, utan inflödet uppstår av att det lokala näringslivet blir livligare, av de indirekta sysselsättningseffekterna och av att de lokala företagens beskattningsbara inkomst ökar. Eftersom inflyttningseffekterna varierar i de olika kommunerna, varierar också den indirekta inverkan på inflödet av samfundsskatt. I samtliga fall kommer samfundsskatteeffekten att vara liten (Laakso 1999, Ronkainen & Ukkonen 1999).

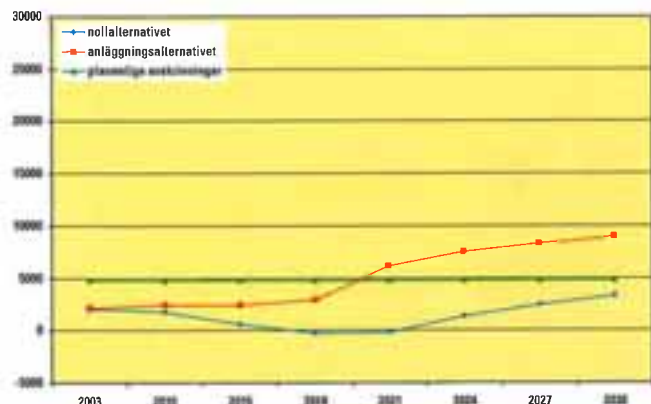
Det inflöde av fastighets- och kommunalskatt som slutanläggningen åstadkommer, påverkar kommunalekonomin på olika sätt i de olika kommunerna. I Euraåminne, Lovisa och Äänekoski går knappt hälften av ökningen åt till att utjämna skatteinkomsterna. I Kuhmo går nästan hela ökningen åt till utjämning-

en. Under byggnadsskedet ökar således skatteinkomsterna med 0,1–4,2 milj. mk i Euraåminne, 0,1–2,0 milj. mk i Kuhmo samt 0,1–4,5 milj. mk i Lovisa och i Äänekoski. Under slutdeponeeringsskedet ökar skatteinkomsterna med 7 milj. mk i Euraåminne, 2 milj. mk i Kuhmo samt 8 milj. mk i Lovisa och i Äänekoski (Ronkainen & Ukkonen 1999).

Den inverkan som de inkomster och utgifter som genereras av slutförvarsanläggningen har på kommunalekonomin fram till 2030 har uppskattats i form av en approximativ förändring i årsbidraget, vilken presenteras i figurerna 8-33 a-d. I figurerna presenteras också alternativet att slutförvarsanläggningen inte byggs. Kommunalekonomin anses vara god, om den årliga täckningen täcker de planerliga avskrivningarna.

Fig. 8-33 a-d. Årlig täckning för nollalternativet och anläggningsalternativet samt planerliga avskrivningar (1 000 mk) i kandidatkommunerna åren 2003-2030.

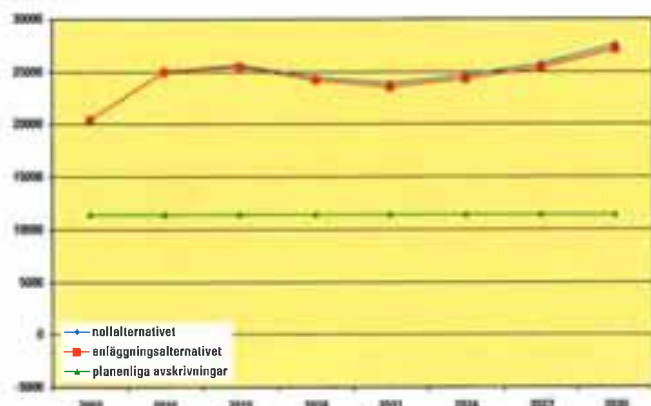
Euraåminne



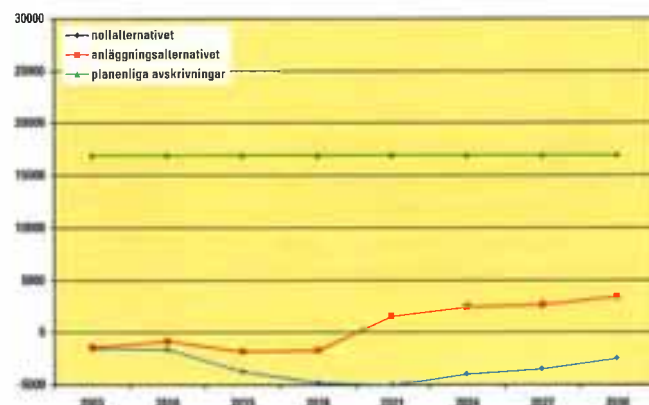
Lovisa



Kuhmo



Äänekoski



8.5.5 Konsekvenser för levnadsförhållandena och trivselen

Invånarnas uppfattningar om slutdeponeringen

Projektets konsekvenser för den fysiska miljön inskränker sig huvudsakligen till anläggningens närmaste omgivning, och enligt bedömningarna blir konsekvenserna ringa (kapitlen 8.2 och 8.3). Den oro och rädsla samt de negativa föreställningar och motstridiga uppfattningar som hänför sig till projektet kan dock påverka invånarnas trivsel, relationerna människorna emellan och t.o.m. människornas hälsa. När bedömningsprogrammet gjordes upp betonades speciellt vikten av att utreda projektets imagekonsekvenser.

Undersökningsmaterialet består av kommuninvånarnas åsikter och riskuppfattningar, vilka samlats in genom intervjuer (Viinikainen 1998). Materialet består också av de uppgifter om kommunernas nuvarande inre och yttre image som samlats in genom telefonintervjuer med ettusen finska konsumenter och företagare (Ala-Lipasti et al. 1999) samt av uppgifter som samlats in genom frågeformulär bland knappt tusen turister (Åberg & Viinikainen 1998). I Kuhmo och Lovisa har man dessutom genom gruppdiskussioner utrett kommuninvånarnas och företagarnas syn på slutförvarsanläggningens inverkan på imagen (Ala-Lipasti et al. 1999). Vid bedömningarna har också det material som insamlats inom den offentligt finansierade kärnavfallsforskningen stått till förfogande (Harmaajärvi et al. 1998, Kankaanpää et al. 1999). Konsumenternas syn på och bedömningar av sitt beteende har också samlats in genom en gruppintervju (Koskinen et al. 1998). Genom intervjuerna har de tidigare enkätundersökningarna kompletterats (se 8.5.2). I enkätundersökningarna saknades olika situationsbundna faktorer i anslutning till vardagslivet, vilka

har en central inverkan på konsumenternas sätt att uppmärksamma risker.

Utöver det färskaste materialet har de alternativa orternas invånares uppfattningar om slutdeponeringen redan tidigare utretts genom Kurkis (1995) opinionsförfrågan. Litmanen (1996a, 1996b) har använt enkätmaterialet i sina tolkningar. Tammerfors universitet och Yhdyskuntatutkimus Oy har följt åsikterna utveckling under en lång tid (Kiljunen 1998). Osäkerhetsfaktorerna i anslutning till de olika formerna av material har behandlats under 8.5.2.

De motstridiga uppfattningar, rädslor och den oro som gäller slutdeponeringens säkerhet och säkerheten vid transport av använt kärnbränsle liksom de positiva förväntningar som hänför sig till projektet kommer i och för sig till uttryck redan i tidningarnas insändarspalter (se t.ex. Pirttikoski 1996, Pasanen 1998). Utgående från de intervju- och enkätundersökningar som stått till

förfogande har man försökt analysera bakgrunden till dessa uppfattningar.

I de alternativa kandidatkommunerna bedömer några invånare att slutdeponeringen medför risker med avseende på bl.a. sabotage, förändringar i förhållandena i berggrunden, otillräcklig forskning kring slutförvaringen och dess säkerhet. Dessutom befarar invånarna att beslutet om slutdeponeringen leder till att också utländskt kärnavfall transporteras till orten. Enligt andra bedömningar är säkerheten inte något problem. På kraftverksorterna betraktas slutförvaringen som ett led i kärnkraftsindustrin som helhet, och man har vant sig vid att verksamheten vid kraftverket är säker. Slutförvarsanläggningen är inte utsatt för likadana risker som mellanlagringen, och därför skulle den öka den allmänna säkerheten (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

Fig. 8-34. Slutförvaringens acceptans i kandidatkommunerna. Frågan löd: "Om undersökningar och myndigheternas säkerhetsbedömning påvisar att Er boningsort är en säker plats för slutförvaring av kärnavfall, godkänner Ni då att kärnavfall som uppstått i Finland placeras inom Er kommuns område?"

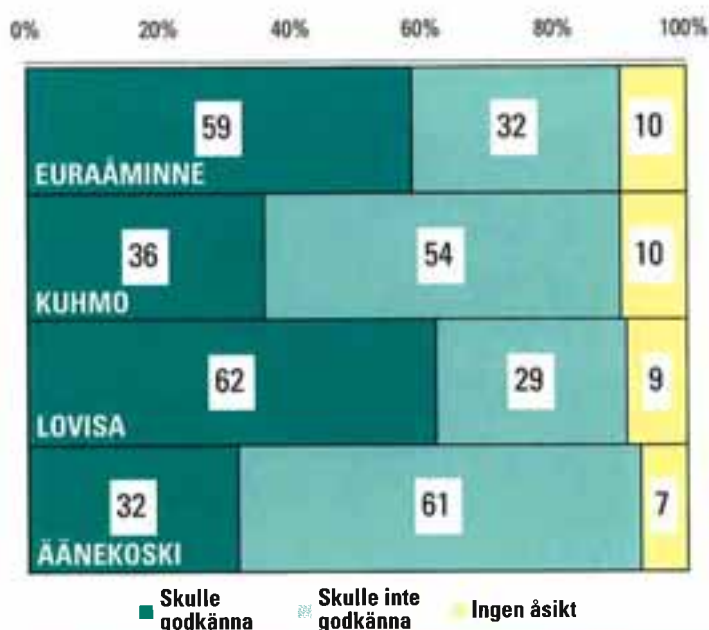
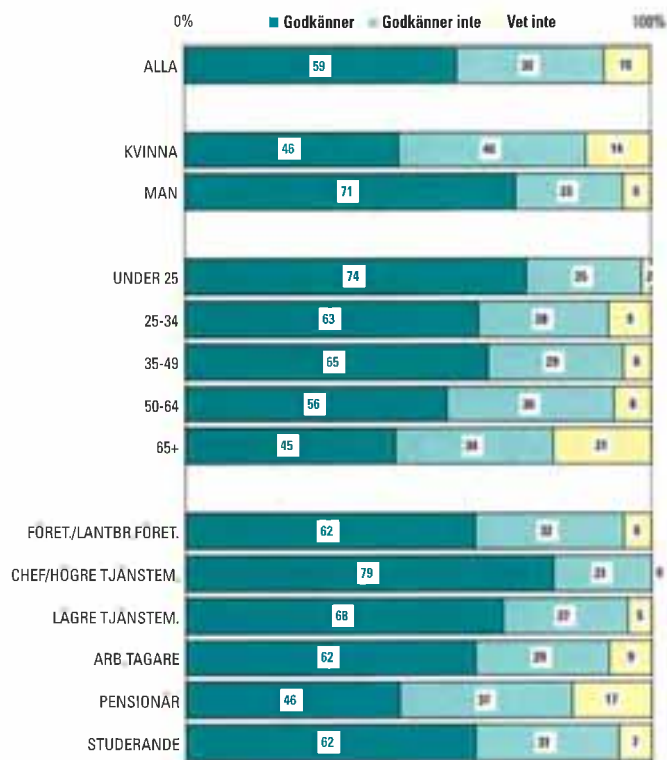
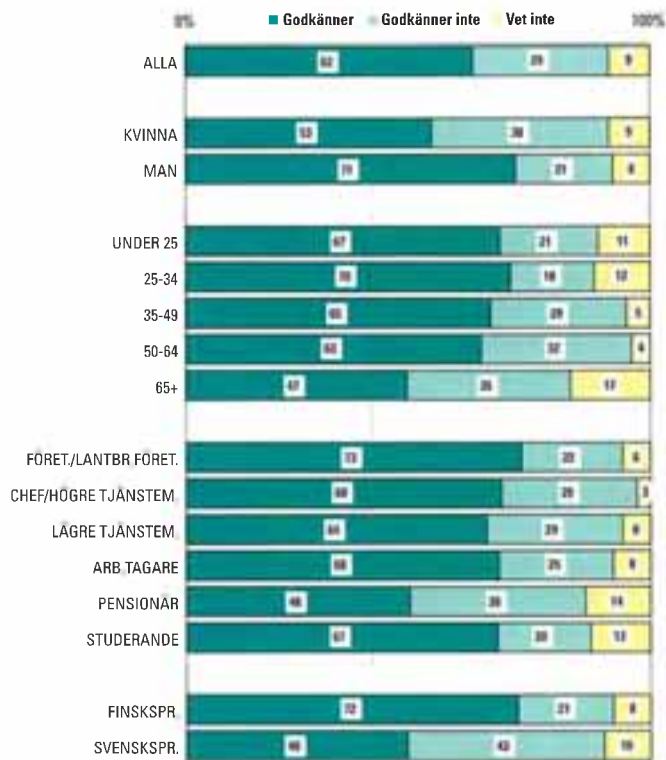


Fig. 8-35 a-d. Slutförvaringens acceptans i kommunerna grupperad enligt svararnas kön, ålder och yrke. Frågan löd: "Om undersökningar och myndigheternas säkerhetsbedömning påvisar att Er boningsort är en säker plats för slutförvaring av kärnavfall, godkänner Ni då att kärnavfall som uppstått i Finland placeras inom Er kommuns område?"

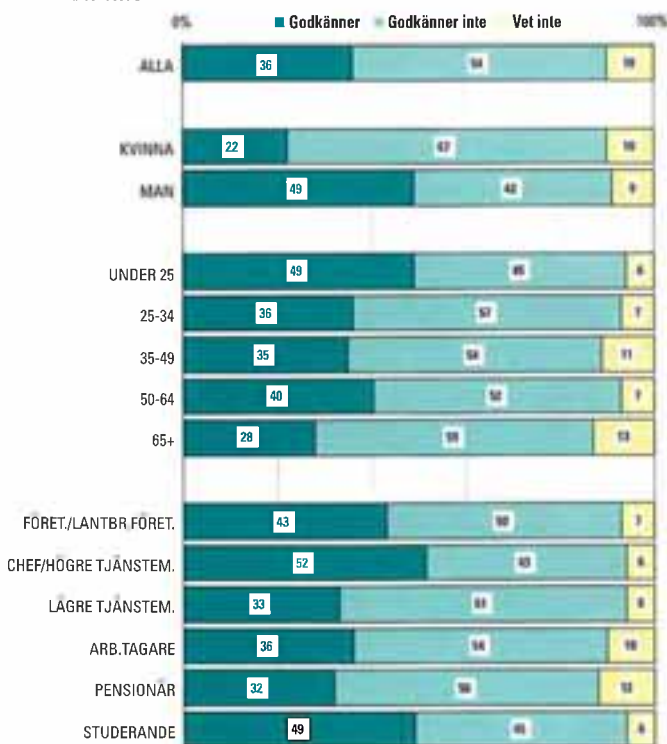
Euraåminne



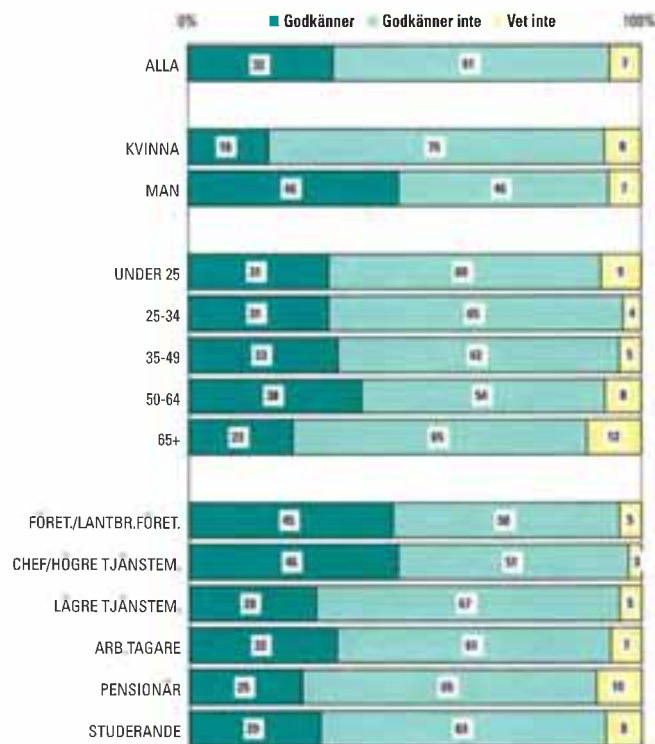
Lovisa



Kuhmo



Äänekoski



På riksplånet förknippas en del av medborgarna slutdeponeringen med hälsorisker, vars eventuella konsekvenser uppenbarar sig efter en lång tid. Å andra sidan litar medborgarna på kärntekniken, eftersom de anser att branschen är välkött och noga övervakad i Finland. Slutförvaringen betraktas också allmänt taget som säkert under normala förhållanden, men exceptionella händelser och riskerna med eventuella framtida förändringar väcker rädsla. Som sådana ses t.ex. sällsynta situationer som jordbävningar, atomkrig, istid liksom situationer där olika grupper av människor terroriserar sina medmänniskor. Dylika speciella situationer betraktas dock som osannolika i Finland. Risker vållas dock även av mänskliga misstag (Koskinen et al. 1998).

Ett orosmoment har också varit att slutdeponeringen bedömts som oåterkalllig. Många medborgare anser att slutförvaringen bör skötas så att utrymmena vid behov eller om så önskas kan öppnas och att bränslet kan återfås till markytan. Även om Posiva anser att detta är möjligt under alla skeden (Saario & Raiko 1999), har möjligheten att återkalla projektet knappast alls behandlats i Posivas tidigare rapporter.

De motstridiga uppfattningarna om transporter är likartade oberoende av bedömarens förhållande till slutförvaringskommunen. Några tror att transporter kommer att öka säkerhetsriskerna, eftersom transporter anses löpa risk för att utsättas för sabotage, mänskliga misstag och landsvägsolyckor, trots att själva tekniken är säker.

Några anser dock att det finns rikligt med erfarenheter av transport av kärnavfall och av smidiga transporter. Andra farliga ämnen transporteras också ständigt på järnvägar genom de stora städerna och på landsvägarna. Man litar på att transporter är säkra, i syn-

nerhet när man vet att offentlighetstrycket medför ett tvång att sköta transporter synnerligen omsorgsfullt.

Vissa medborgare anser att kärntekniken (behandlingen och slutdeponeringen av kärnavfall inbegripet) till sin karaktär helt avviker från den övriga industrin. Kärntekniken uppfattas som en okänd, okontrollerbar bransch, där verksamheten eventuellt kan ha sådana följder som en medborgare inte kan påverka genom sitt agerande och där inte ens experterna kan förutse alla risker eller där riskerna är sådana att de inte kan jämföras med kända risker. Kärntekniken är då också ofta förknippad med risken för en katastrof (Koskinen et al. 1998).

Några medborgare anser att kärntekniken är en teknik bland andra tekniker. Enligt dem är kärntekniken relativt ren och erbjuder många fördelar, om den sköts väl. Riskerna med kärntekniken bedöms då också som en liten ökning bland de andra riskerna. Den nuvarande tekniken betraktas som säker i utvecklade samhällen och i synnerhet i Finland (Koskinen et al. 1998).

Lokalt är slutförvaringen förknippad med oro beträffande boningsorten. Enligt vissa uppfattningar kommer den att göra orten mera känd, andra åter tar fasta på den negativa stämpel som slutdeponeringen för med sig (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998, Viinikainen 1998).

På kraftverksorterna bedömer man att orten inte nödvändigtvis blir mera känd, eftersom slutförvarsanläggningen är ett led i den kärntekniska verksamhet som redan pågår. Å andra sidan kan orten bli mera känd därför att projektet är unikt och hanteringen av avfallet är en beaktansvärd angelägenhet vad gäller ansvarstagande och miljövard.

Utanför kraftverksorterna bedöms kommunen löpa risk för att stämplas på grund av de negativa föreställningar som förknippas med slutförvaringen. Projektet skulle göra orten en "avfallscentral". Föreställningen står i konflikt med de nuvarande funktionerna: I Kuhmo gäller konflikten kommunens ödemarksimage. I Äänekoski bedöms projektet bromsa upp kommunens strävan att frigöra sig från de tidigare belastande föreställningarna om industriutsläpp.

Det bedöms att imageeffekterna i första hand hänförs sig till jordbruksproduktionen, turismen och den övriga företagsverksamheten samt befolkningens val av boningsplats och fastigheternas värde. Konsekvenserna ses alltså både som positiva och som negativa.

Slutförvaringsprojektets allmänna acceptans bland invånarna i de undersökta kommunerna utreddes i början av 1999 genom en opinionsförfrågan, där urvalet utgjorde mer än tio procent av invånarantalet i varje kommun. Förfrågan utfördes av Suomen Gallup – Finska Gallup Oy. Urvalet kan anses representera den nuvarande opinionsfördelningen bland invånarna. Förfrågan gjordes per telefon. Svararna uppmanades ta ställning till följande fråga: "Om undersökningar och myndigheternas säkerhetsbedömning påvisar att Er boningsort är en säker plats för slutförvaring av kärnavfall, godkänner Ni då att kärnavfall som uppstått i Finland placeras inom Er kommuns område?" Svarsalternativen var "ja" eller "nej", övriga svar antecknades i klassen "vet inte". Ett sammandrag av resultaten presenteras i figurerna 8-34 och 8-35 a-d.

Enligt förfrågan är majoriteten av invånarna i Euraåminne och Lovisa beredda att godkänna anläggningen. I Kuhmo och Äänekoski motsätter sig majoriteten att anläggningen byggs inom kommunens område. Andelen personer som inte intog någon ståndpunkt var rätt så liten i samtliga kommuner. Liknande resultat har också erhållits i en undersökning om finländarnas attityder (Kiljunen 1998) och i en förfrågan om kommunernas nuvarande image (Ala-Lipasti et al. 1999).

I samtliga kommuner förhåller sig kvinnorna mera negativa till projektet än männen. Skillnaden mellan könen var minst i Lovisa. En liknande könsrelaterad opinionsfördelning uppenbarar sig också i inställningen till kärnkraften (Kiljunen 1998). En förklaring kan i enlighet med Paavolas & Eränens (1999) modell vara att de kognitiva, emotionella och funktionella delfaktorer som attityderna bygger på accentueras olika hos olika människor och grupper. I bakgrunden finns eventuellt männens större tillit till tekniska system.

I Kuhmo korrelerar de negativa åsikterna också med svararens ålder: av dem som är under 25 år är närmare hälften beredda att godkänna anläggningen, även om majoriteten av alla invånare som grupp motsätter sig den. En förklaring kan ligga i de ungas oro för bevarandet av kommunens livskraft och stävan efter att betona projektets positiva nytt.

Samhällsvetenskapliga perspektiv

Inom kärnkraftsindustrin har kärnavfallshantering i första hand betraktats som ett tekniskt-ekonomiskt problem, som bör lösas med expertkunskap. Många medborgare är dock misstänksamma eller negativa till lösningarna på kärnavfallshantering och åberopar

bl.a. att avfallet är farligt. Samtidigt ifrågasätter de ofta sakkunskapen inom kärnkraftsindustrin. Opinionsskillnaderna kan förklaras med olika uppfattningar om kunskap och vetenskap. Litmanen (1994, 1996a, 1996b, Lidskog & Litmanen 1997) har visat att konflikten uppenbarar sig redan vid definieringen av problemet. Kärnkraftsindustrin försökte hålla diskussionen inom ramarna för den tekniska sakkunskapen. Enligt lokalbefolkningen var en sådan definition alltför snäv. De tolkningar som presenteras nedan baserar sig i hög grad på Kantolas (1999) rapport, som innehåller samhällsvetenskapliga synpunkter på kärnavfallsdebatten.

Experternas bedömning och medborgarnas observation är två olika sätt att betona saker och ting, definiera situationer och strukturera helheter. Slutförvarsexperterna grundar sin syn på tekniska kunskaper samt på uppfattningen att riskerna med och följderna av slutdeponeringen kan bedömas objektivt med vetenskapliga metoder. Ur medborgarnas perspektiv förhåller det sig så att kunskapen bildas och får betydelse först genom begreppsliggörandet i en offentlig debatt. Begreppsbildningen påverkas å ena sidan av medborgarnas egna värderingar, föreställningar och attityder, å andra sidan av parterna i och diskussionskanalerna för den offentliga debatten.

För de tekniska experterna är risken en noggrant definierad matematisk storhet, som beskriver följden och dess sannolikhet. Definitionen gör det möjligt att jämföra rentav mycket olika tekniska alternativ. Medborgarna gestaltar risken på ett annat sätt. I dagligt tal betyder ordet risk ungefär detsamma som "fara" eller "hot". Den förknippas visserligen i allmänhet med situationer där det är fråga om beslut eller val. Medborgarnas riskuppfattningar beskrivs t.ex. av uttrycken i MKB-responsen: "svårt att utreda och förstå riskerna på

lång sikt", "slutförvaringen baserar sig på antaganden som är förenade med osäkerhet", "erfarenhet av slutförvaring saknas", "man känner inte med säkerhet till konsekvenserna" (Leskinen et al. 1997, Pasanen 1998).

Teknikens expertisbegrepp baserar sig på kunskapsuppfattningen att det finns objektiva fakta som bara återstår att finna. Medborgarna har åter betonat sin rätt till egna uppfattningar oberoende av "fakta": "den som är rädd är rädd och den upplevda rädslan är verklig" (Kivinen & Turunen 1999). I frågor som gäller kärnavfall godtar man ganska allmänt att människornas uppfattningar är viktiga, oavsett om de är motiverade i objektiv bemärkelse eller inte. Politiskt valda organ (kommunfullmäktige, riksdagen) har fått en stor beslutanderätt i frågan. Därför framhävs medborgarnas åsikter också den vägen. Det är då fråga om godkännande av ett s.k. konstruktionistiskt perspektiv.

Ur sociologiskt perspektiv är det i diskussionen också fråga om skillnaden mellan ett modernt och ett postmodernt synsätt: den moderna uppfattningen i upplysningens anda förespråkar sakkunskap, medan den postmoderna uppfattningen betonar vetenskaplig relativism och olika uppfattningars lika värde.

Diskussionen om expertmaktens förhållande till medborgarsamhället kolli-derar med att riskbegreppet är problematiskt. Niklas Luhmann anser att det riskbegrepp som de tekniska experterna använder är en konstruktion i vilken de teknisk-ekonomiska experterna försöker komprimera de hot som föranleds av osäkerheten och ovissheten om framtiden. De övriga "subsystemen" i samhället är dock inte beredda att godta totaliteten i det teknisk-ekonomiska subsystemets riskbegrepp, vilket i praktiken har medfört avbrott i kommunikationen mellan olika subsystem

och därmed framkallat samhälleliga konfliktsituationer.

Ulrich Beck anser att dagens samhälle skiljer sig radikalt från tidigare samhällen just därför att samhällena blir allt mera beroende av riskfyllda system, där bara ett fåtal experter innehar kunskap om hur de skall hanteras. Enligt Beck kulminerar ett sådant risksamhälle i kärnkraften. Som motargument kan å andra sidan framföras att farorna inte har ökat. Däremot har kännedomen om farorna och möjligheterna att undvika dem ökat (Kantola 1999, Sjöberg 1998). Enligt Zygmunt Bauman kan man inte längre undfly de tekniska valen: om man låter bli att använda någon av de möjligheter som den nuvarande tekniken tillåter, bör man bedöma vad detta "nollalternativ" leder till (se t.ex. Lahti 1998).

Motstridiga uppfattningar uppkommer alltså i synnerhet genom det förtroende eller den misstro som upplevs gentemot informationen och kunskapen samt dess producenter. I risksamhället har kunskapen om kärnteknik – i synnerhet gällande säkerheten – koncentrerats till ett fåtal sakkunniga. Medborgarna konstaterar ofta att kunskap och information tillhandahålls endast av kraftverksbolagen och av dem som aktivt motsätter sig projektet. Den information som dessa intressegrupper producerar är oundvikligen ensidig och tendentiös. Informationen om kärntekniken betraktas dessutom som svårbegriplig. Brisande intresse har också stått i vägen för informationsspridningen.

Medborgarnas opinionsskillnader förklaras också av förhållandena mellan den tillgängliga informationen, känslorna, motivationen och handlingarna (Paavola & Eränen 1999). Positiva eller negativa känslor gentemot slutdeponeringen inverkar på hur den information som erbjuds används och hur pass motiverade människorna är att agera för eller emot projektet. Kommun-

invånarnas olika attityder till slutförvaringsanläggningen kan förklaras på samma sätt. Trots att man kan motivera riskernas acceptabilitet på kognitiv nivå, kan man komma i konflikt med den emotionella nivån. Tanken på slutförvaring är motbjudande trots en gedigen sakkunskap. Å andra sidan kan också det motsatta ske: slutdeponeringen accepteras trots att de egna kunskaperna inte är tillräckliga för att bedöma acceptabiliteten.

Observationer och undersökningsresultat

Det finns inte några systematiska finska eller utländska undersökningar om slutförvaringens inverkan på en kommuns goda eller dåliga anseende (Koskinen et al. 1998). När man utredde hur väl man känner till de alternativa orterna för anläggningen, noterades att kommunerna i fråga inte är välkända (Ala-Lipasti et al. 1999, Kankaanpää et al. 1999). Den allmänna kännedomen om Euraåminne och kännedomen om den som kraftverksort är svag. Lovisa är mera allmänt känt än Euraåminne, och Lovisa är känt uttryckligen för sina kraftverk. Utredningarna visar att såväl ett gott och ett dåligt anseende förutsätter flera olika parter och åtgärder. Kommunen själv är en av de avgörande aktörerna. Av betydelse för projektets inverkan är också offentliga diskussioner samt evenemang som äger rum på annat håll och som hänför sig till branschen (t.ex. funktionsstörningar vid kraftverken). När konsekvenserna bedöms är det i praktiken omöjligt att beakta alla dessa faktorer.

Undersökningsresultaten och de empiriska iakttagelserna är delvis motstridiga. På basis av enkätundersökningarna kan man bedöma att slutförvaringsanläggningen inverkar i synnerhet på konsumenterna och på vissa av konsumenternas val, t.ex. på valet av resmål och boningsort samt livsmedelsinköpen

(Ala-Lipasti et al. 1999, Åberg & Viinikainen 1998). Slutförvaringsanläggningen ger förläggningssorten en negativ stämpel och föreställningarna kommer till synes i konsumenternas val. I svaren i enkätundersökningarna återspeglas också svararens inställning till kärnkraften (Ala-Lipasti et al. 1999).

Enligt Konsumentforskningscentralens (Koskinen et al. 1998) bedömning agerar konsumenterna och företagen i faktiska val- och beslutssituationer inte i enlighet med den ståndpunkt de uppgett. Det finns inga bevis på att åtgången av livsmedel eller turistservicen har minskat på industriorterna.

I Euraåminne och Lovisa har prisutvecklingen för fastigheter följt den allmänna prisutvecklingen (Ridell & Raak 1997, 1998b). Vilken som helst industrianläggning i omedelbar närhet av bostäder och semesterbostäder sänker priset på bostaden. På andra håll sjunker inte priserna av denna orsak, utan de kan rentav stiga. Konsumenternas åsikter påverkar inte övriga produkter eller de allmänna betingelserna för företagsverksamhet.

Intervjuerna visar att konsumenterna litar på kvalitetssäkringen och myndighetstillsynen inom den finska livsmedelsbranschen (Koskinen et al. 1998). Konsumenterna anser att valet av resmål i sig är en så pass komplicerad process att de inte är villiga att belasta beslutsfattandet ytterligare genom en kartläggning av riskerna. En högre risknivå än i det normala vardagslivet anses också rent allmänt vara ett accepterat element i samband med resandet. Resmål med brottslighet, kravaller och naturkatastrofer undviks dock helst av konsumenterna. Utgående från detta kan man anta att turisterna besöker orten trots slutförvaringsanläggningen.

Det är i princip möjligt att de som överväger att skaffa sig en fritidsbostad på slutförvaringsorten kan komma att reagera på att slutförvarsanläggningen byggs. Om de antar att bostadens värde förändras i negativ riktning, kan de avstå från affären. Vildmarksresenärer och bondgårdsseminesträndare kan låta bli att resa till slutförvaringsorten, om de antar att renheten och naturförhållandena på orten har förändrats. För att turister skall börja undvika slutförvaringsorten, förutsätts dock att resmålen (t.ex. stugorna, gårdarna) är belägna i omedelbar närhet av slutdeponeringsområdet. Det är tänkbart att omkring var tionde konsument (Koskinen et al. 1998) låter bli att besöka slutförvaringsorten, eftersom personens inställning till kärnkraften och slutförvaringen präglar allt beteende. Detta sker, om den negativa inställningen når längre än till attitydnivå.

Eftersom möjligheten att kommunen stämplas ur företagarperspektiv enbart på vissa villkor kan hänföras till livsmedelsproduktionen, turistservicen eller uthyrningen av semesterbostäder, fortsätter majoriteten av företagen sin verksamhet i oförändrad form trots slutförvarsanläggningen. Beslutsfattandet och de faktorer som påverkar det varierar enligt bransch så att turistbranschen baserar sina bedömningar på konsumenternas eventuella reaktioner. Livsmedelsbranschen litar i sin tur på kvalitetssäkring och tester (Koskinen et al. 1998).

De motstridiga uppfattningarna kan förklaras med attitydskillnader. Andra än ortsbor utvärderar slutförvaringslösningen utgående från allmänna miljöattityder, och då förknippas ingen kunskap eller information om orten med lösningen. Ortsborna granskar slutförvaringen utgående från de mångdimensionella lösningen lokala attityderna och fogar platsvis kunskap och information till sina bedömningar. Åsikterna bygger inte på allmänna attityder, utan på grunder som specifik

gäller bl.a. naturen, ortens ekonomi och välfärd. Åsikterna påverkas också av ortens industriella bas, den existerande kärntekniken, samhällets storlek, förmögenhet och homogenitet (Koskinen et al. 1998, Viinikainen 1998).

Av de alternativa kandidatorterna ger Euraåminne en någorlunda positiv beskrivning av inställningen till projektet. Bakom attityderna finns antagligen det befintliga kraftverket och erfarenheterna av det. I Euraåminne finns inte någon organiserad motståndsrörelse, trots att det finns motståndare bland kommuninvånarna. Karaktäristiskt för de andra orterna är en mångfald av olika åsikter. I Kuhmo påverkas debatten av att den industriella basen är obetydlig och att orten relativt länge har haft en hög arbetslöshet. Motståndarna till slutförvaringen har organiserat sig i rörelsen Romuvaara-liike och anhängarna har bildat föreningen Mahdollisuksien Kuhmo. I Lovisa har åsiktsutbytet för och emot anläggningen vunnit gehör i tvåspråkigheten. Motståndarna har organiserat sig i Lovisarörelsen och anhängarna i föreningen Pro Lovisa. Bakom debatten inverkar kraftverken och erfarenheterna av dem samt stadens långsamma återhämtning efter depressionen. I Äänekoski påverkas debatten av stadens storlek och välstånd samt dess förmåga att återhämta sig från depressionen på 1990-talet och en gedigen industriell bas. Motståndarna har organiserat sig i rörelsen Kivetty-liike. Anhängarna har inte bildat någon grupp. (Koskinen et al. 1998, Viinikainen 1998.)

Trots att motsättningarna kring kärnavfallet delvis hänför sig till de allmänna tvistefrågorna i samhället och i vissa fall rentav symboliserar dem, kan konflikterna med tiden försvinna eller bli lindrigare. Enligt Ponnikas (1999) enkätundersökning bland kommunala beslutsfattare kommer konflikterna att ha en mindre verkan i Euraåminne och Äänekoski än i Lovisa och Kuhmo. Paavola & Eränen (1999) och Lahti

(1998) anser att medborgarnas syn på samhällets – i detta fall kommunens – förmåga att ombesörja invånarnas välfärd och en allmän tillit till denna förmåga är det väsentliga.

Ett erkännande av att det finns olika perspektiv och en fortsatt växelverkan mellan olika parter utgående från detta utgör en allmän utgångspunkt för att minska de negativa konsekvenser som rädslorna, oron och konflikterna för med sig. De tekniska experterna har försökt ställa sin expertis till medborgarnas förfogande. För ett mångsidigt och högklassigt slutresultat är det viktigt att det förs en öppen dialog mellan motståndarna och anhängarna till projektet.

Enligt vissa åsikter bör den som utövar verksamheten eller staten i någon form ersätta de sociala olägenheter som projektet eventuellt för med sig. Här har man åberopat de kompensationsförfaranden som planerats i vissa länder.

8.5.6 Sammanfattning och slutsatser

Bedömningen av anläggningens sociala konsekvenser innehåller ett stort mått av osäkerhet såväl med det gäller metoder samt information. Medborgarna har mycket olika och delvis motstridiga uppfattningar om och erfarenheter av slutdeponeringen. Många slags åsikter hänför sig bl.a. till projektets miljökonsekvenser och till de alternativa platserna för slutdeponeringen som står till buds. Åsikterna representerar dock de nuvarande kommuninvånarnas uppfattningar, och förtäljer i och för sig inget om hur de upplevda konsekvenserna kommer att utformas under decenniernas lopp. Några av projektets konsekvenser är direkta, dvs. uppstår genom arbetsplatserna och investeringarna eller via det fysiska byggandet. Dessa förändringar kan också innefatta indirekta konsekvenser, som är förknäade med de föreställningar som hän-

för sig till projektet. Analogierna är bristfälliga, eftersom man inte än så länge vare sig i Finland eller på annat håll har några erfarenheter av projekt för slutdeponering av använt bränsle. Det gäller därför att acceptera att bedömningarna innehåller en mångfald av perspektiv, åsikter och osäkerhetsmoment.

Lokalt har å ena sidan projektets positiva konsekvenser (bl.a. konsekvenserna för sysselsättningen och företagsverksamheten, befolkningsutvecklingen, kommunalekonomin och de allmänna betingelserna för ekonomisk verksamhet) och andra sidan de negativa föreställningarna i anslutning till projektet väckt mest diskussion och intresse. Allmänt reser sig en oro för projektets säkerhet och dess konsekvenser för hälsan. I Lovisa accentueras åsikterna för och emot projektet också i någon mån enligt språket: motstånd mot projektet förekommer mera allmänt bland svenskspråkiga än bland finskspråkiga. Den förväntade omfattningen av konsekvenserna och deras betydelse ur invånarperspektiv har granskats i tabell 8-19.

Både på de ifrågavarande orterna och i den allmänna debatten bedöms alternativen utgående från säkerheten och slutgiltigheten i anslutning till slutförvaringslösningen. Planeringen av anläggningen och tillsynen över planeringen samt en fullständig befrielse från tillsynen efter stängningen av slutförvaret garanterar säkerheten under både normala och exceptionella förhållanden. Undantagstillstånd i samhället innebär en risk, om Finland går in för fortsatt mellanlagring. Det bedöms att tillsynen och offentligheten i anslutning till transporterna av använt bränsle garanterar att transporterna är säkra. Å andra sidan anses transporterna dock vara förenade med en risk för mänskliga misstag. Det bedöms att osäkerhet hänför sig till lösningens påstådda slutgiltighet och det att den inte övervakas. Bristande erfarenhet bedöms också minska lösningens säkerhet.

I Euraåminne och Lovisa jämförs konsekvenserna med de nuvarande kraftverkens konsekvenser. I invånarnas bedömningar avviker inte slutförvaringens konsekvenser från kraftverkens konsekvenser. En del av invånarna bedömer dock att anläggningarna har olika karaktär: slutförvaringen är slutgiltig och bestående medan verksamheten vid kraftverken ses som tillfällig. I Kuhmo finns ingen referenspunkt för projektets konsekvenser, eftersom kommunen inte har någon storindustri från förut. I Äänekoski ställs konsekvenserna av projektet i proportion till skogs- och träförädlingsindustrin.

Kommuninvånarnas åsikter påverkas av hur pass känd eller främmande kärnkraftstekniken är, sysselsättningsläget i kommunen, den allmänna utvecklingen (kommunalekonomin, befolkningen), regionalpolitiska aspekter, kärnavfallens förenlighet med ortens kultur, karaktär och produktionsmässiga bas. De konsekvenser för sysselsättningen, befolkningen och kommunalekonomin som uppstår via projektets arbetsplatser och inköp relateras till orternas nuläge, historia och utvecklingsprognoser.

På samtliga orter betraktar invånarna skatteinkomsterna av projektet som viktiga. I Euraåminne, Kuhmo och Lovisa ses de nya arbetsplatserna som viktiga, men det bedöms att de styrs till ett mera vidsträckt område än förläggningsskommunen.

Under byggnadsskedet bedöms sysselsättningseffekterna bli minst i Euraåminne och störst i Kuhmo. I Lovisa och Äänekoski är konsekvenserna av samma storleksordning. I proportion till arbetskraftens volym är konsekvenserna under byggandet och själva slutförvaringen störst i Kuhmo och minst i Äänekoski. De största sysselsättningseffekterna styrs till verkningsområdet för Lovisa. Inom verkningsområdena för Euraåminne och Äänekoski är

sysselsättningseffekten lika stor i proportion till arbetskraftens volym. På landskapsnivå är sysselsättningseffekterna under tiden för byggandet och slutförvaringen störst i Kuhmo.

För samtliga alternativa förläggningssorter gäller att befolkningseffekterna inte är stora i proportion till den nuvarande folkmängden, vilket innebär att den befolkningsminskning som sker av andra orsaker avtar eller avstannar för några år. De största kvantitativa konsekvenserna gäller Kuhmo och de minsta Euraåminne. I Lovisa och Äänekoski är konsekvenserna av samma storleksordning.

Befolkningstillväxten ökar i någon mån efterfrågan på bostäder på orterna, vilket i sin tur eventuellt kan ses i en temporär prisstegring för gamla bostäder och privatägda bostadstomter samt i en livligare bostadsproduktion. För samtliga orter gäller att byggandet av anläggningen inte påverkar den övriga fastighetsmarknaden.

Till följd av skillnaderna i sysselsättnings- och befolkningseffekterna varierar nettokonsekvenserna för kommunalekonomin i de olika förläggningssalternativen. Inflödet av kommunalskatt är minst i Euraåminne, störst i Kuhmo samt lika stort i Lovisa och Äänekoski. Samtidigt är de utgifter som föranleds av de flyttande minst i Euraåminne och störst i Kuhmo. Fastighets- och samfundsskatterna kommer att vara lika stora på samtliga orter. På grund av prognoserna för befolkningsutvecklingen ökar statsbidragen på samtliga orter oavsett slutförvaret. Systemet för skatteinkomstutjämningen skär ned skatteinflödet på samtliga orter. Skatteinkomsterna ökar mest i Lovisa, Äänekoski och Euraåminne, minst i Kuhmo.

Konsekvenserna av de föreställningar som förknippas med projektet bedöms på samtliga orter i förhållande till den nuvarande situationen och livsmiljön. I Euraåminne framkommer imageproblemen knappast alls i invånarnas bedömningar, eftersom det bedöms att nuläget inte väsentligt förändras på grund av slutförvarsanläggningen. I Lovisa bedöms betydelsen av föreställningarna på samma grunder som i Euraåminne, men å andra sidan antas slutförvaringen stärka kärnkraftens andel i kommunbildens, medan föreställningarna för närvarande också anses omfatta mycket annat. Undersökningar visar dock att Lovisa är känt just för sin kärnkraft.

I Kuhmo bedöms associationerna beträffande projektet påverka framför allt de naturbaserade näringarna. I Äänekoski bedöms föreställningarna inverka på hur pass känd staden är. Enligt utredningarna är Kuhmo den mest allmänt kända av de alternativa kommunerna. Euraåminne är den minst kända. Kännedomen om kärnkraftsorterna är dålig, och om de överhuvudtaget är kända så är det uttryckligen för kärnkraftens skull.

Slutförvarsanläggningen kan komma att påverka natur- och vildmarksföretagarverksamheten samt företagsverksamheten inom bondgårdsturismen, eftersom de föreställningar som förknippas med slutförvaringen – ofta som en del av kärnkraften – kan påverka vissa turisters och resenärers attityder och även deras agerande. I de alternativa förläggningssamkommunerna är antalet företag jämte arbetskraft som specialiserat sig på dylik turism litet, och därför är betydelsen ringa för sysselsättningsutvecklingen i kommunen, även om betydelsen kan bli stor för enskilda företag. Dylik företagsverksamhet finns i synnerhet i Kuhmo och Äänekoski.

Enligt utredningarna kan slutförvarsanläggningen via föreställningarna på-

Konsekvensens väntade omfattning och betydelse	Oro för säkerheten och följderna av oron: konsekvenser för imagen, platsens karaktär och trivseln där	Direkta och indirekta ekonomiska konsekvenser samt projektets betydelse för kommunens utveckling	Frågor och konflikter gällande planerings- och beslutsprocessen
Euraåminne	liten	liten	liten
Kuhmo	stor	stor	stor
Lovisa	stor/liten	stor/liten	stor/liten
Äänekoski	stor	liten	stor

Tabell 8-19. Betydelsen av projektets konsekvenser i de olika kommunerna ur invånarperspektiv (Viinikainen 1998).

verka ekoproduktionen samt gårds- och torgförsäljningen på samtliga orter eller i grannkommunerna. På de alternativa förläggningssorterna är dessa dock av liten betydelse jämfört med den huvudsakliga jordbruksproduktionen.

För närvarande uppvisar invånarnas uppfattningar om slutdeponeringen tydliga variationer i de olika kommunerna. Opinionsmätningarna visar att en klar majoritet av invånarna i Lovisa och Euraåminne är beredda att godkänna slutförvarsanläggningen i sin kommun. I Kuhmo och Äänekoski motsätter sig åter en klar majoritet projektet. I samtliga kommuner uppvisar männens och kvinnornas åsikter en tydlig statistisk differens på så sätt att män i genomsnitt är mera beredda att godkänna slutförvaring i den egna kommunen.

De sociala konsekvenserna är beroende såväl av det sätt på vilket anläggningen genomförs som av förändringarna i kommunen och hela samhället. Både medborgarna och experterna anser att olika parter kan påverka konsekvenserna genom sina åtgärder. Om man så önskar kan man minska de negativa konsekvenser för medborgarnas lev-

nadsförhållanden som följer av den rädsla, bekymmer och oro och de konflikter som eventuellt hänför sig till projektet. I nyckelställning står å ena sidan växelverkan mellan olika parter, å andra sidan tilliten till de olika parternas strävan att finna positiva lösningar. Växelverkan mellan de olika parterna bör ske i bägge riktningarna.

Experternas information om säkerheten förväntas vara tydlig och lättbegriplig, och dessutom önskas information om eventuella riskfaktorer samt olyckor och störningssituationer. Informationen bör vara opartisk. Den kan produceras av t.ex. forskarsamhällena, forskningsanstalterna och massmedierna. Informationen bör riktas också till andra än de kommuner som föreslagits som plats för slutdeponeringen.

Anläggningens ägare kan också påverka dess socioekonomiska konsekvenser. Vid anskaffning av behövlig arbetskraft, material och tjänster kan lokala alternativ gynnas. Vissa förväntar sig också att staten vidtar åtgärder för att kompensera eventuella sociala konsekvenser av anläggningen.

9. MILJÖKONSEKVENSERNA AV ATT AVSTÅ FRÅN PROJEKTET

Alternativet att avstå från projektet, dvs. det s.k. nollalternativet, innebär att lagringen av använt kärnbränsle i vattenbassänger fortsätter i mellanlagren i anslutning till kärnkraftverken i Eura-åminne och Lovisa. I detta fall skjuts beslutet om hanteringen av använt kärnbränsle på en obestämd framtid.

Nedan granskas miljökonsekvenser av att man avstår från att bygga en slutförvarsanläggning.

9.1 Utsläpp av radioaktiva ämnen och konsekvenser av dessa

Noggrannare beskrivningar av mellanlagren för använt kärnbränsle, planeringsgrunderna för lagren, de mängder och halter radioaktiva ämnen som använts vid beräkningen och hur dessa rör sig i olika delar och system av lagret samt fel- och olycksfallsanalyser som gjorts för lagren framläggs i säkerhetsanalyserna för Olkiluotos och Lovisas KPA-lager (mellanlager för använt kärnbränsle). Miljökonsekvenser av att fortsätta mellanlagringen av använt kärnbränsle och av eventuella utvidgningar behandlas i de MKB-beskrivningar som uppgjorts för effektökningen av kärnkraftverken (TVO 1996 och IVO 1996).

Utsläppen av radioaktiva ämnen från de nuvarande mellanlagren för använt kärnbränsle i Olkiluoto och Lovisa är betydelselösa i jämförelse med de redan i och för sig små utsläppen från kärnkraftverken. Således ökar fortsatt mellanlagring eller en utvidgning av bränslelagren i Olkiluoto och Lovisa inte märkbart de radioaktiva utsläppen från kraftverken. Eventuella utsläpp i gasform leds vid behov via filtrering till kraftverkets skorsten. Radioaktivt vatten leds till kraftverkets behandlings-system för aktivt vatten.

Under normal lagring beräknas den kollektiva stråldos som använt kärnbränsle åsamkar befolkningen vara högst 10^{-2} manSv och det är främst de som arbetar i lagret som utsätts för dosen. Uppskattningen gäller mellanlagren i både Lovisa och Olkiluoto.

I säkerhetsanalysen för lagret i Lovisa har man som allvarligaste tänkbara olycka vid bränslehanteringen utrett en situation där en transportkorg som är fylld med bränsle faller och alla 30 bränsleelement skadas. För de radioaktiva utsläpp som orsakas vid en hanteringsolycka med transportkorgen har man utrett de stråldoser som en person vid kraftverksområdets gräns utsätts för. Helkroppsdosen beräknas bli under $1 \cdot 10^{-3}$ Sv och den sköldkörteldos som fås via andningen $1 \cdot 10^{-4}$ Sv.

I KPA-lagret i Olkiluoto uppstår den värsta situationen enligt säkerhetsanalysen om en transportbehållare för använt kärnbränsle faller när den sänks ned i urlastningsbassängen med lockfästena öppnade. I detta fall har man antagit att transportbehållarens alla 41 bränsleelement går sönder varvid de maximala doserna per person på 300 meters avstånd är $4,4 \cdot 10^{-3}$ Sv för hela kroppen och sköldkörteldosen är $1,7 \cdot 10^{-4}$ Sv.

9.2 Den fortsatta mellanlagringens konsekvenser för säkerheten

Om mellanlagringen av använt kärnbränsle i Olkiluoto och Lovisa fortsätter och om lagren eventuellt byggs ut leder det till att man vid anläggningarna lagrar en större mängd radioaktiva ämnen än nuförtiden. Största delen av det använda bränsle som lagras är gammalt bränsle som nedkylts i över fem år. Med tanke på säkerheten är det desto lättare att hantera använt bränsle

ju äldre bränslet är eftersom bränslets värmeavgivning och aktivitet minskar med tiden. Förlängd lagring av över fem år gammalt bränsle vid anläggningarna inverkar inte märkbart på säkerhetsfaktorerna eller olycksfallsriskerna.

Den mest väsentliga mekanism som försvagar bränsleelementens skick vid vattenbassänglagring är korrosion av bränslekutsarnas kapslingsrör. Enligt teoretiska prognoser och bl.a. drift-erfarenheter från mer än 30 år korroderar kapslingsrör av zirkoniumlegering mycket litet. Korrosionen av bränsleelementens konstruktionsdelar som tillverkats av inconel och rostfritt stål har heller ingen betydelse. I slutrapporten för ett forskningsprogram (IAEA 1997a) som koordinerats av internationella atomenergiorganisationen konstateras att den tid som bränsle med kapslingsrör av zircaloy kan lagras i vattenbassänger verkar vara tekniskt sett i det närmaste obegränsad vad beträffar själva bränslet, förutsatt att vattnet till sina kemiska och andra egenskaper är av tillräckligt god kvalitet och att bränslet inte kommer i kontakt med olämpliga material. Mycket långvarig lagring i vattenbassänger förutsätter dock eventuellt ytterligare utredningar exempelvis med avseende på bränsle med hög utbränningsgrad. Vattenbassängslagrens tekniska och ekonomiska livslängd är sannolikt en mer begränsande faktor än de problem som beror på bränslet.

Mellanlagringens säkerhet förutsätter att man aktivt tar hand om lagren och bränslet. Om tillsynen av någon anledning upphör är lagren ett stort hot för omgivningen. Möjligheten för en sådan situation kan utgående från historien inte uteslutas och man kan inte heller bedöma dess sannolikhet. Avgörande för mellanlagringens säkerhet på lång sikt är människans verksamhet och därför skulle denna lagring binda

kommande generationer att kontinuerligt använda resurser för att ta hand om avfallslagren.

När man jämför mellanlagringens och slutförvaringens säkerhet kan man konstatera att likartade säkerhets- och utsläppsnormer tillämpas på mellanlager och slutförvaringsanläggningar. De normer som Strålsäkerhetscentralen föreslagit för slutförvaringsanläggningen är visserligen strängare än de normer som gäller för mellanlagren. Båda alternativen erbjuder människor och miljö ett bra skydd mot radioaktiva ämnen.

9.3 Sociala konsekvenser av fortsatt mellanlagring

Nollalternativets sociala konsekvenser har delvis bedömts i anslutning till utvärderingen av konsekvenserna av baslösningen. Arbetet beskrivs i punkt 8.5.2 "Allmänt tillvägagångssätt och använt material". Utredningar som hänför sig till detta är arbeten i anslutning till regional och kommunal ekonomi. I dessa utredningar har man jämfört en situation där en slutförvaringsanläggning byggs i kommunen och en situation där anläggningen inte byggs.

Så länge kärnkraftverken är i drift är det svårt att skilja mellan sociala konsekvenser av mellanlagringen och sociala konsekvenser av kärnkraftverken. Visserligen förändras de sociala konsekvenserna knappast omedelbart sedan driften vid kraftverken upphört. De kan även senare komma fram exempelvis när vattenbassänglagren förbättras eller konstruktioner moderniseras.

De sociala konsekvenserna av mellanlagring uppstår på annat sätt än konsekvenserna av en slutförvaringsanläggning emedan det är frågan om att fortsätta existerande verksamhet på nuvarande kraftverksorter. Eftersom mellanlagren redan är i drift på kraftverksort-

erna är förändringarna i människornas nuvarande fysiska levnadsmiljö små. Om ingen slutförvaringsanläggning uppförs innebär det att mellanlagren byggs ut och lagringstiden förlängs. Mellanlagret medför inga ändringar i den nuvarande företagsverksamheten på orterna eller i utvecklingsprognoserna för befolkningsutvecklingen eller den kommunala ekonomin. Mellanlagret och dess utvidgning skulle inte heller inverka på annan infrastruktur eller på fastigheternas värde. De åsikter och föreställningar som förknippas med mellanlager avviker från dem som associeras med en slutförvaringsanläggning. För levnadsförhållandena och näringsverksamheten anses mellanlager i allmänhet inte utgöra något hot. Enligt invånarnas bedömning inverkar mellanlagren inte på jordbrukets framgång eller på turismen på kraftverksorterna.

Om mellanlagringen fortsätter undviker man eventuella negativa konsekvenser för imagen. Å andra sidan har man t.ex. i Kuhmo framfört att företagarnas position försvåras, jordbrukets ställning försvagas och inkomstöverföringarnas relativa andel ökar om man avstår från att bygga en slutförvaringsanläggning. Nollalternativet lämnar även frågan om slutförvarets lokaliseringsort obesvarad vilket eventuellt leder till kontroverser och oro.

Åsikterna om konsekvenserna av mellanlager för miljön och människorna samt om konsekvensernas varaktighet växlar. Enligt några bedömningar utgör mellanlager inte något hot för miljön eller människorna eftersom man med tanke på eventuella utsläpp kan övervaka lagret. Enligt andra bedömningar utgör mellanlager hot för omgivningen och människorna eftersom det inte finns några garantier för att samhället fungerar utan störningar. På längre sikt är det även möjligt att den sociala oron över lagringens säkerhet och den rädsla man känner för den ökar när lagren blir äldre.

9.4 Övriga konsekvenser av fortsatt mellanlagring

Övriga miljökonsekvenser av mellanlagring av använt kärnbränsle och fortsättning av denna är i praktiken nästan betydelselösa. Den värmemängd som leds från mellanlagret i havet växer något när mängden använt kärnbränsle ökar, men är ändå mycket liten jämfört med värmemängden i kraftverkets kylvatten. Mellanlagren är små i jämförelse med kraftverksbyggnaderna och därför är konsekvenserna för det nuvarande landskapet inte stora även om lagren byggs ut.

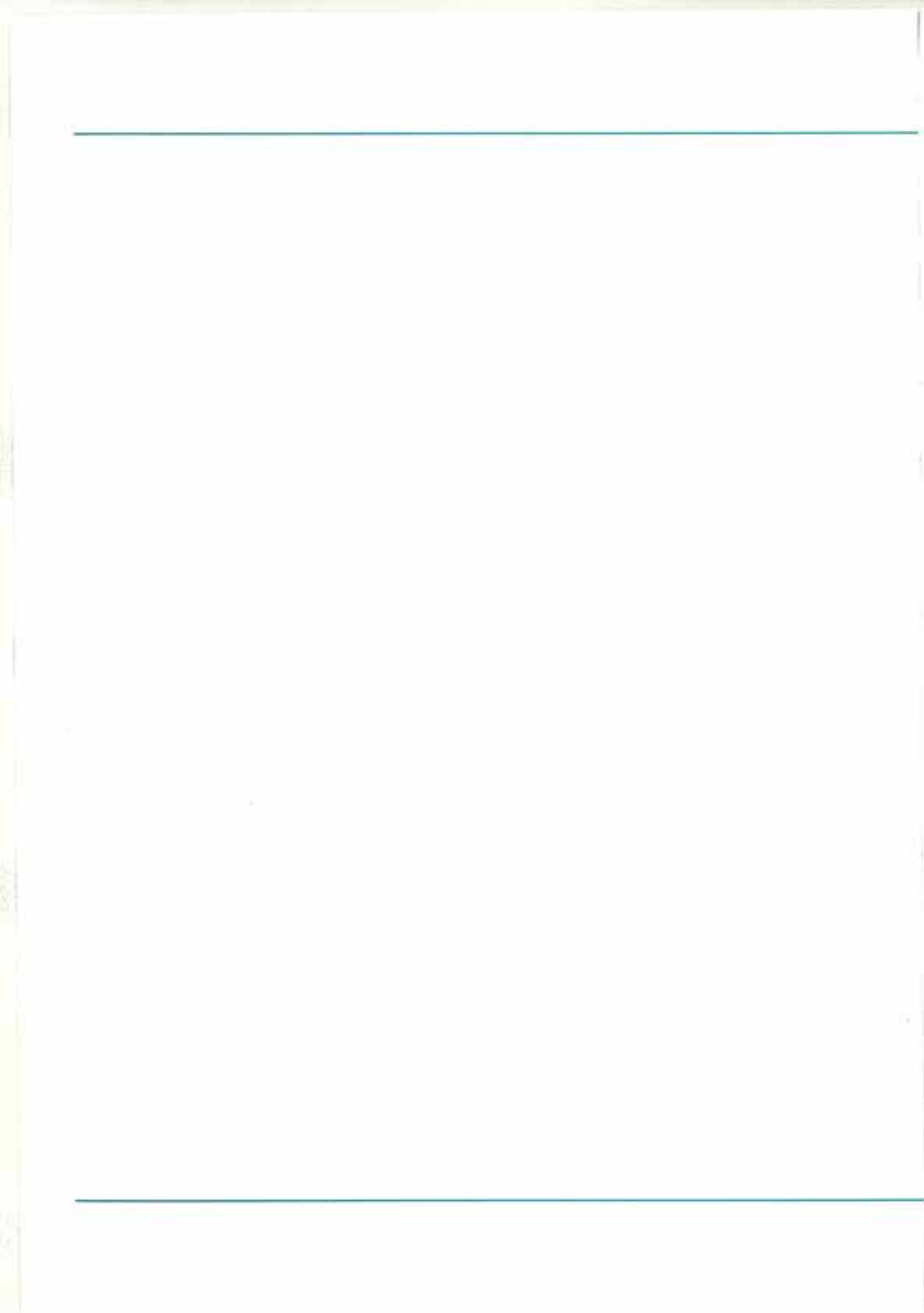
I fråga om jordschaktningsarbete avviker inte en utvidgning av mellanlagren från andra byggprojekt av motsvarande storlek. Endast små mängder jord och berg bryts, exempelvis vid den pågående utvidgningen av mellanlagret i Lovisa uppgår dessa till ca 1800 m³.

Målet är att använda jord- och bergmassorna för nyttiga ändamål. Mellanlagrens utvidgningsdelar uppförs på berggrund precis som tidigare. För byggnadernas grunder och som fyllnadsmaterial utanför dessa används huvudsakligen krossat stenmaterial. De delar av byggnaderna som ligger under grundvattenytan isoleras med täckdiken som ansluts till kraftverkens avloppssystem för regnvatten. Utvidgningen och driften av mellanlagren medför på basis av vad som ovan anförts inga skadliga konsekvenser för mark- eller berggrunden i den närmaste omgivningen eller för grundvattnet.

Miljökonsekvenserna av att utvidga mellanlagren är typiska konsekvenser av mark- och bergbyggande. Dessa framträder i form av tryck-, vibrations- och dammeffekter. Dammbildningen beräknas bli endast lokal. Bullret under byggtiden motsvarar normalt buller som uppstår vid byggande. Spräng-

ningar, hantering av sprängsten och användning av arbetsmaskiner förorsakar temporärt betydande bullerstörningar. Sprängningen beräknas ta några veckor i början av byggandet. Bullerstörningen under byggtiden är liten jämfört med det bakgrundsbuller som huvudsakligen beror på trafiken och som är starkast på dagen. I byggnadsskedet växer trafiken något och den orsakar temporära buller- och dammstörningar vid de vägar som leder till områdena. I byggnadsskedet uppstår inget avfall som avviker från vanligt byggavfall. Det normala avfall som inte kan utnyttjas förs till en avstjälningsplats.

En eventuell utvidgning av mellanlagren i framtiden kräver dock ett separat MKB-förfarande inom vilket miljökonsekvenserna av att utvidga mellanlagren behandlas mer detaljerat.



10. BEDÖMNING AV ALTERNATIVEN

10.1 Bedömningens disposition

När man fattar beslut om fortsatta åtgärder för hanteringen av använt kärnbränsle görs det första valet mellan att fortsätta slutförvaringsförberedelserna och nollalternativet (att skjuta upp beslutet). Om man beslutar att genomföra projektet måste man även välja slutförvaringsplats.

I följande kapitel har dessa alternativ granskats med avseende på beslutssituationen. Vid bedömningen av miljökonsekvenserna av alternativen utgör projektets långa livscykel ett problem. Därför är utvärderingen av påverkningar långt in i framtiden osäker. Detta gäller framför allt sociala konsekvenser som i mycket beror på kommande generationer, deras beslut och praktiska åtgärder. Å andra sidan kan eventuella attitydändringar i samhället, speciellt inställningen till kärnkraft i allmänhet, inverka på socialt grundade konsekvenser och framför allt på accepterandet av en slutförvaringsanläggning.

10.2 Att genomföra slutförvaringsprojektet eller avstå från det

Alternativet att genomföra det slutförvaringsprojekt som Posiva framlagt eller alternativet att avstå från det kan till stor del bedömas enligt samma kriterier som användes i kapitel 3 för utvärdering av olika tekniska alternativ av geologisk slutförvaring.

Dessa aspekter är

- att skydda människornas hälsa och miljö
- att skydda kommande generationer
- att undvika att kommande generationer vållas belastningar
- kärnavfallsanläggningarnas säkerhet.

På basis av bedömningen kan man jämföra miljökonsekvenserna av de olika alternativen. Likaså kan man jämföra alternativens tekniska genomförbarhet och kostnader.

Vidstående tabell visar ett sammandrag av de jämförelser som gjorts enligt ovan nämnda kriterier. Kravet på att skydda människorna och miljön kan uppfyllas såväl i nollalternativet som i det fall att projektet genomförs. Nollalternativets säkerhet förutsätter dock att vattenbassänglagren övervakas och man ständigt tillser att de är i skick. Säkerheten under drift är inget problem i något av alternativen.

För slutförvaringsprojektet talar speciellt det faktum att man genom detta undviker kravet på ständig tillsyn. Om man deponerar det använda bränslet enligt baslösningen (eller någon av dess varianter) behöver framtida generationer inte göra något för att skydda sin hälsa eller miljö. Trots detta har kommande generationer en valmöjlighet: om så önskas kan det använda bränslet återtas till markytan.

Bortsett från sociala eller eventuella psykosociala effekter har ingetdera av alternativen några betydande miljökonsekvenser. De sociala och psykosociala konsekvenserna är svåra att bedöma. Så länge man tar hand om mellanlagren kan man knappast skilja dessa konsekvenser från konsekvenserna av kraftverken. I slutförvaringsalternativet har man framför allt beaktat projektets strålsäkerhet. Enligt bedömningarna väntas slutdeponeringen inte i något skede medföra några effekter på strålningsförhållandena i omgivningen eller på människornas hälsa.

De väsentligaste miljökonsekvenserna av en slutförvaringsanläggning ser ut att gälla den sociala miljön. Eftersom det i projektet är fråga om en anläggning vars verksamhet skulle inledas först om cirka tjugo år och sedan fortsätta tiotals

år framåt är det inte möjligt att tillförlitligt förutsäga projektets sociala konsekvenser. Oavsett lokaliseringsort kommer slutförvaringsanläggningen att ha positiva socioekonomiska effekter. Enligt nuvarande invånarsikter och expertbedömningar är inställningen till projektet kontroversiell och man känner även direkt rädsla och oro inför det. Speciellt har projektets eventuella negativa image debatterats mycket. Enligt bedömningarna är dock de eventuella sociala problemen mindre på de nuvarande kraftverksorterna än på andra orter. Å andra sidan kan en fortsatt mellanlagring med tiden ge upphov till kontroverser och rädslor framför allt bland personer som bor nära mellanlagren.

Slutförvaring kan genomföras med den teknik som i dag är tillgänglig även om ytterligare utvecklingsarbete behövs exempelvis beträffande tekniken för tillverkning av kapslar. Tekniken bör utvecklas så att den lämpar sig för industriell skala. Likaså bör man för att optimera hela lösningen fortsätta att undersöka bl.a. de deponeringsalternativ som kallas varianter av baslösningen. Nollalternativet förutsätter ingen utveckling av nya lagringslösningar.

Beträffande kostnaderna skulle nollalternativet under de närmaste åren bli billigare. Med tiden överstiger dock kostnaderna för fortlöpande lagring de kostnader som baslösningen ger upphov till.

När principbeslut om en slutförvaringsanläggning fattas är det i grund och botten frågan om en beslutssituation i detta nu. Om beslut om att genomföra projektet fattas betyder det inte att slutdeponeringen börjar omedelbart eller ens under de närmaste åren. Enligt planerna föregås byggnadsskedet av ett rätt långt forskningsskede och den egentliga verksamheten börjar först om cirka tjugo år. För både byggandet och driften behövs dessutom separata

säkerhetstillstånd. Huvudfrågan är hur förberedelserna för slutförvaringen skall fortsätta: vad betyder det för säker hantering av använt kärnbränsle om man beslutar sig för att fortsätta forskningen och planeringsarbetet eller å andra sidan om man skjuter upp besluten?

I dagens läge finns inga metoder med vilka man kan bli helt kvitt kärnavfallet, och sådana är inte heller i sikte i framtiden. Enligt nuvarande synsätt blir kärnavfall över även i det fall att några av de undersökta nuklidseparations- och transmutationsmetoderna visar sig vara genomförbara. Kärnkraftslagstiftningens krav på bestående deponering av kärnavfall i den finländska mark- eller berggrunden måste därför lösas i någon form, antingen nu eller senare. Nollalternativet ställer denna lösning på framtiden.

Ett beslut för en slutförvarsanläggning innebär att man målmedvetet fortsätter forsknings- och utvecklingsarbetet på den linje som enligt dagens kunskap erbjuder den bästa metoden för bestående lösning av kärnavfallsproblemet. Metoden kan ytterligare utvecklas och förbättras och det är sannolikt att de tekniska planerna finslipas under pågående och kommande prototyp- och demonstrationsprojekt. Beslutet innebär att berggrundsundersökningarna kan effektivt fortsätta från underjordiska forskningsutrymmen och att de kan exakt fokuseras på den tilltänkta slutförvaringsplatsens berggrund. Planerna kan då anpassas till lokala förhållanden och för säkerheten viktiga frågor kan beaktas vid den detaljerade placeringen av utrymmena.

Nollalternativet innebär inte bara att besluten skjuts upp utan även ett allvarligt problem med tanke på de fortsatta undersökningarna. Enbart med hjälp av borrhål kan inga betydande nya kuns-

kaper väntas med tanke på utvecklingen av slutförvaringslösningarna. Det är inte förnuftigt att bygga ett forsknings-schakt utanför slutförvaringsplatsen eftersom man framför allt behöver information från slutförvaringsplatsens omedelbara omgivning. Det finns rikligt med allmän information som man fått från underjordiska tunnlar i existerande bergslaboratorier, t.ex. Äspölaboratoriet i Sverige.

Vid en jämförelse mellan nollalternativet och slutförvaringsalternativet kan man sammanfattningsvis konstatera att

- *lagring i vattenbassänger överför den kontinuerliga tillsynsplikten på kommande generationer*
- *lagring i vattenbassänger inte erbjuder något skydd mot de risker som kan orsakas av samhällsförhållanden på lång sikt*
- *uppskov med besluten inte förhindrar kontroverserna i anslutning till kärnavfallshanteringen utan eventuellt fördjupar dessa med tiden.*

och å andra sidan att

- *ett beslut för slutförvaringen i varje fall medför att man under flera årtionden kan fortsätta att utveckla slutförvaringsmetoden och överväga ändringar av planerna*
- *fortsatt beredning av slutförvaringen ger kommande generationer mer valfrihet än om förberedelserna avbryts.*

Vid bedömningen av miljökonsekvenserna av slutförvaringsalternativet har inga väsentliga konsekvenser kommit fram som gör det motiverat att avstå från projektet. Därför bör man vid beredandet av slutförvaringen avancera till val av slutförvaringsplats och till grundliga undersökningar av berggrunden från underjordiska forskningsutrymmen på den tilltänkta lokaliseringsplatsen.

10.3 Bedömning av platsalternativen

10.3.1 Önskvärda egenskaper hos slutförvaringsplatsen

Platsvalprocessen

Det tidsschema som satts som mål vid valet av slutförvaringsplats, inklusive etappmål, baserar sig på statsrådets principbeslut om kärnavfallshantering (Statsrådet 1983) och på senare beslut av HIM. Avsikten är att förvaringsplatsen skall väljas på basis av långsiktiga undersökningar. Med det långsiktiga arbetet vill man försäkra sig om att beslutsfattarna, när de fattar beslut om slutförvaringsplatsen, har till sitt förfogande ett heltäckande forskningsmaterial som gör det möjligt att utvärdera slutförvaringens säkerhet och genomförbarhet.

I början av 1980-talet var kunskaperna om berggrundens egenskaper djupt nere ännu bristfälliga. Det ansågs viktigt att utföra undersökningar i flera områden i olika delar av landet för att man skulle kunna vara förvissad om att den plats som väljs med stor säkerhet representerar de typiska förhållandena i berggrunden.

Det ansågs även viktigt att man med undersökningar från underjordiska utrymmen på den valda platsen fastställer den slutliga uppfattningen om platsens lämplighet som rättfärdigar byggandet av anläggningen. Med hjälp av dessa undersökningar bekräftar man uppgifterna om förhållandenas lämplighet samt utarbetar en detaljerad plan för slutförvaringslösningen.

I kapitel 1 beskrivs processen för platsvalet i Finland. I processen har man framskridit stegvis från omfattande utredningar av allmän karaktär till under-

Sammandrag av konsekvenserna av att genomföra slutförvaringen och av att avstå från slutförvaringsprojektet.

	Baslösningen och dess variationer	Fortsatt lagring i vattenbassänger (nollalternativet)
A. Allmänna etiska och ekologiska principer		
1. Att skydda människan och miljön	Farliga ämnen isoleras från naturen och människorna så att ingen aktiv tillsyn behövs.	De farliga ämnena isoleras från naturen och människorna genom aktiva åtgärder.
2. Att skydda kommande generationer	Säkerhetsanalyserna visar att tillräcklig isolering fungerar under hela den tid då avfallet kan utgöra en fara för människor eller naturen.	Människorna eller naturen utsätts inte för någon fara så länge lagren övervakas och hålls i skick. Om övervakningen försummas kan det leda till att miljön förorenas.
3. Att undvika att kommande generationer vållas belastningar	Kräver inga åtgärder av kommande generationer, men hindrar dem inte heller.	Ansvar för att underhålla, övervaka och vid behov förnya lagren överförs på kommande generationer.
4. Anläggningarnas säkerhet under drift	Säkerheten kan ombesörjas i enlighet med stränga utsläppsnormer. Ingen risk för allvarliga olyckor föreligger.	Säkerheten kan ombesörjas enligt nuvarande verksamhetsprinciper.
B. Utvärderade miljökonsekvenser		
1. Konsekvenser för naturen och för utnyttjandet av naturresurser	Oavsett lokaliseringsplats är konsekvenserna små och begränsar sig till anläggningens närmaste omgivning.	Skiljer sig inte i nuvarande form från konsekvenserna av ett kärnkraftverk.
2. Konsekvenser för markanvändning, landskap och byggnader	Kräver en industritomt på några tiotal hektar. Konsekvenserna på markytan är endast lokala och kan till stor del undvikas med noggrann planering.	Skiljer sig inte i nuvarande form från konsekvenserna av ett kärnkraftverk.
3. Konsekvenser för människors hälsa	Bortsett från eventuella psykosociala konsekvenser har projektet inga konsekvenser för människornas hälsa. Stresseffekten är troligtvis minst på kraftverksorterna.	Påverkar inte människornas hälsa om lagren hålls i gott skick och om de övervakas. Om tillsynen försummas kan det med tiden leda till hälsorisker.
4. Sociala konsekvenser	Projektet har på alla platser positiva socioekonomiska konsekvenser. Oro, rädsla, kontroverser och olika imageproblem som projektet förorsakar är som minst på kraftverksorterna.	Inga betydande positiva konsekvenser. Bekymmer över lagrens skick och ansvaret för att uppehålla den kan med tiden leda till sociala motstridigheter.
C. Teknisk genomförbarhet		
1. Teknisk utvecklingsgrad	Förutsätter inte utveckling av nya tekniska metoder men utvecklingen av metoderna och optimeringen av helhetslösningen fortsätter.	Erforderlig teknik utnyttjas både i Lovisa och i Olkiluoto.
2. Beredskap för val av deponeringsplats	De undersökningar som behövs som grund för valet har huvudsakligen utförts och de utvärderas som bäst.	Nuvarande lagringsplatser lämpar sig för ändamålet.
3. Kostnader	Kostnaderna är måttliga och man har förberett sig på dem i elpriset.	På kort sikt billigare än baslösningen, men kostnaderna stiger när lagringstiden förlängs. Det kan vara svårt att bereda sig på kostnaderna.

sökningar på detaljnivå. Den allmänna principen har varit att metoderna blivit mer detaljerade allt efter som antalet forskningsplatser sjunkit och det undersökta områdets areal minskat.

Bedömningen av kandidaterna till slutförvaringsplats och valet till följande steg har baserat sig på information som anskaffats i olika forskningsskeden samt på säkerhetsanalyser och tekniska planer som utarbetats utgående från dessa.

Utgångspunkten vid valprocessen var en utgallringsstudie av möjliga undersökningsområden 1983-85 som gällde hela landet. Vid bedömningen av geologisk lämplighet användes bl.a. följande faktorer där internationella rekommendationer beaktades (Salmi et al. 1985):

- Topografi som uttrycker berggrundens sprickbildning och påverkar storleken hos den hydrauliska gradient som förorsakar grundvattenflöde. I Finland är flack topografi dominerande.

- Berggrundens stabilitet som inverkar på hur slutdeponerade avfallsbehållare hålls på plats i berggrunden. Det fenoskandiska sköldområdet är lugnt med avseende på jordbävningsaktivitet och inga väsentliga förändringar i rådande förhållanden är att vänta. Betydande rörelser i berggrunden fokuseras i huvudsak på existerande krosszoner.

- Slutförvaringsformationens storlek, homogenitet och slutdeponeringsdjup, som är av betydelse med tanke på placeringen av bergsutrymmena. I den finländska berggrunden finns tillräckligt stora homogena formationer. De flesta dylika formationerna finns i områden med granitiska stenarter.

- Sprickbildning som påverkar berggrundens förmåga att föra vatten och således även grundvattenflödets om-

fattning och flödesvägar. Sprickbildningen inverkar även på möjligheten att bygga ett slutförvar i områdets berggrund. Undersökningarna har som mål att lokalisera sprickzonerna så att man vid behov kan undvika dem när platsen för slutförvaret väljs.

- Mängden av grundvatten är liten och vattnets rörlighet svag i hel berggrund. Grundvatten rör sig mest i berggrundens sprickzoner. Vid platsvalet försöker man undvika dessa.

- Naturresurser som kan vara av betydelse för framtida användning av området. Vissa finländska stenarter innehåller mer malmmineral än andra och är därför intressanta med avseende på kommande malmletning och gruvdrift. Även betydande grundvattentillgångar som kan användas till att trygga samhällets vattenförsörjning räknas som naturresurser.

I början fästes stor vikt vid berggrundens struktur och framför allt vid att undvika betydande krosszoner eller annan riklig sprickbildning när undersökningsområden väljs. I detta skede granskades även de miljöfaktorer som ansågs viktiga med tanke på deponeringsplatsens lämplighet (Äikäs 1985). I de områden som utsållats på geologiska grunder kartlade man markanvändningen och de planer som gällde denna för att allmänt utvärdera miljökonsekvenserna. Likaså granskade man ur transportteknisk synvinkel möjligheterna att transportera använt kärnbränsle. På basis av dessa utredningar gallrade man bort eller avgränsade på nytt bl.a. bosättnings- och jordbruksområden samt skyddsområden.

Vid de preliminära platsundersökningarna anskaffades information om stenarter, sprickbildning och grundvatten med hjälp av djupborrningar, olika mätningar och provtagningar. Utgående

från resultaten kunde man konstatera att undersökningsområdena till sina egenskaper inte väsentligt avviker från varandra. Man kunde även konstatera att berggrunden i dessa områden inte har t.ex. omfattande krosszoner som är ofördelaktiga för slutdeponeringen eller förvarets långtidssäkerhet (TVO 1992b). Med detaljerade platsundersökningar har man fördjupat kunskaperna och minskat osäkerheter (Posiva 1996a, Anttila et al. 1999 a-d).

Genom att undersöka flera områden har man fått ett omfattande underlag för baslösningens säkerhetsanalys och för de tekniska planerna. På basis av undersökningarna representerar berggrunden på alla alternativa platser med god säkerhet den typiska finländska berggrunden. Variationerna i de flesta egenskaperna är små mellan undersökningsområdena, och i några fall är egenskapsvariationerna inom ett område lika stora som mellan områdena.

Till följd av undersökningar av berggrunden och säkerhetsanalyser i olika länder har uppfattningarna om vilka egenskaper berggrunden bör ha förändrats under åren. Processen för platsval kan ses som en inlärningsprocess i vilken kunskapen om berggrundens egenskaper och deras betydelse för slutförvaringssystemet kontinuerligt utvecklats tack vare forskningsdata och säkerhetsanalyser. Processen har lett till att man ständigt kunnat utveckla baslösningen och samtidigt utvärdera betydelsen av kvarstående osäkerheter.

Allmänna krav och rekommendationer för platsvalet

Berggrundens egenskaper

Målet för en slutförvaringsanläggning enligt baslösningen är att isolera det använda bränslet på ett bestående sätt från livsmiljön i en geologisk miljö där

förändringarna är små och sker mycket långsamt och förutsägbart jämfört med förhållandena ovan jord. Förutom att ett tjockt skikt hård kristallin berggrund isolerar det slutdeponerade kärnavfallet från livsmiljön skyddar berget även slutförvaringssystemet från yttre påverkan och bidrar till att kopparkapslarna förblir hela långt in i framtiden. Det tjocka berglagret hindrar även all direkt strålning till markytan. I sista hand är bergets uppgift att hindra radioaktiva ämnen från att komma ut från slutförvaringsdjupet även om kapslar av oväntade orsaker går sönder och det använda kärnbränslet kommer i kontakt med grundvattnet i berggrunden.

Ett slutförvaringssystem enligt grundlösningen som bygger på flerbarriärprincipen kan anpassas till att genomföras i många slags geologiska formationer. Därför är det inte nödvändigt att på förhand ställa detaljerade krav på bergkvaliteten på deponeringsplatsen. Allmänna krav på berggrundens egenskaper för platsval utvecklades i slutet av 1970-talet och på 1980-talet (NEA 1977, DOE 1982, IAEA 1989 a–b). Dessa har utnyttjats när man utrett den finländska berggrundens lämplighet för slutförvaring och när man planerat undersökningar med avseende på val av deponeringsplats. Internationella rekommendationer såsom IAEA:s ”Siting of Geological Disposal Facilities” (IAEA 1994) ger allmänna instruktioner om nödvändig kunskapsnivå och -kvalitet i varje forskningskede samt om vilka faktorer man bör beakta vid platsvalprocessen. Anvisningens geologiska kriterier är i stort sett likadana som tidigare kriterier. Anttila (1995) har granskat grunderna för val av slutförvaringsplats. De väsentligaste ändringarna gäller framför allt miljökonsekvenserna och att faktorer som berör sociala konsekvenser beaktas. Även SKB i Sverige har utvecklat kriterier som styr platsval (SKB 1998).

I Finland har kraven på slutförvaringsplatsens egenskaper skrivits in i statsrådets beslut om säkerheten vid slutförvaring av använt kärnbränsle (Statsrådet 1999).

Utgångspunkten för säkerhetsbestämelse är att ”egenskaperna hos berggrunden på slutförvaringsplatsen skall som helhet vara gynnsamma för isolering av radioaktiva ämnen från biosfären. En plats som har något särdrag som är uppenbart ogynnsamt med tanke på långtidssäkerheten skall inte väljas som slutförvaringsplats”. Med gynnsamma förhållanden avses stabila mekaniska och kemiska förhållanden där de tekniska barriärerna fungerar effektivt och bibehåller sin funktionsförmåga under så lång tid som möjligt. Även berggrunden fungerar som barriär genom att den förhindrar och fördröjer att radioaktiva ämnen som eventuellt läckt ut ur slutförvaringsutrymmet kommer ut i livsmiljön.

Faktorer som innebär att slutförvaringsplatsen är olämplig kan vara (STUK 1999) bl.a. närliggande utnyttjbara naturresurser, ovanligt stora spänningar i berget, seismiska eller tektoniska avvikelser och exceptionella värden för viktiga grundvattenegenskaper.

Andra faktorer i säkerhetsföreskrifterna som hänför sig till slutförvaringsplatsens egenskaper är förutsättningen att slutförvaringsutrymmena kan placeras så djupt att händelser, verksamhet och förändringar i förhållandena ovan jord endast i ringa utsträckning inverkar på långtidssäkerheten och att det är mycket svårt för en människa att tränga in i dessa utrymmen.

Säkerhetsföreskrifterna förutsätter att långtidssäkerheten vid slutförvaringen skall grunda sig på barriärer som ömsesidigt säkrar varandra. Då äventyras långtidssäkerheten inte på grund av brister i en barriärs funktionsförmåga

eller en geologisk förändring som kan förutses. Detta innebär att slutförvarets egenskaper inte skall granskas endast ur dagens synvinkel. Under en period på tiotusentals år kan bl.a. klimatförändringar orsaka förändringar även djupt nere i berggrunden. Dessa kan gälla grundvattnets strömningsförhållanden, grundvattenkemin eller bergets rörelser.

Andra egenskaper

Andra egenskaper som är önskvärda för slutförvaringsplatsen gäller främst projektets genomförbarhet. Rekommendationer som berör dessa kan tillämpas under förutsättning att platsalternativen i övrigt uppfyller ovan beskrivna säkerhetskrav.

Med tanke på genomförbarheten är det bra om slutförvaringsanläggningen kan utnyttja slutförvaringsplatsens och ortens existerande infrastruktur och andra tjänster. I den allmänna diskussion som gällt platsvalet har kärnkraftverksamrådena ansetts lämpa sig bäst även för byggande av en slutförvaringsanläggning.

I Finland krävs enligt kärnenergilagen statsrådets principbeslut för en slutförvaringsanläggning. En förutsättning för beslutet är att förläggningskommunen godkänner att anläggningen byggs på dess område. Vid beslutsfattandet betonas framför allt att projektet passar in i ifrågavarande samhälle och att kommunen accepterar de sociala konsekvenser slutförvaringsanläggningen medför. Detta har tolkats så att projektet till övervägande del skall gagna orten och att de negativa sociala konsekvenserna skall minimeras (IAEA 1994).

10.3.2 Grunder för bedömning av lämpligheten hos slutförvaringsplatserna

Att välja slutförvaringsplats är en forsknings- och kartläggningsprocess vars mål är att finna en plats som uppfyller säkerhets- och miljöskyddskraven samt att bedöma platsens lämplighet. Vid valet och bedömningen av platsen skall man vid sidan av de geologiska förhållanden som hänför sig till långtidssäkerheten även beakta frågor som gäller slutförvarsanläggningens genomförbarhet. En väsentlig faktor med tanke på projektets genomförande är även att det godkänns lokalt.

Nedan presenteras de viktigaste bedömningsgrunder som hänför sig till valet av slutförvaringsplats. De framförs inte i prioriteringsordning. Det är dock uppenbart att omständigheter som avser långtidssäkerhet och lokalt godkännande av slutförvaret har stor betydelse.

Långtidssäkerhet

- En stabil geologisk miljö gör det möjligt att genomföra baslösningen på planerat sätt. Stora sprickzoner eller utnyttjbara malm- eller mineralfyndigheter bör inte förekomma på förläggningsplatsen. I en stabil miljö sker geologiska och geokemiska processer långsamt och på så sätt att man tillräckligt väl förstår de ändringsfaktorer som påverkar dem.

- En lämplig geokemisk miljö där de tekniska barriärerna bibehåller sina goda isoleringsegenskaper så länge som möjligt. En sådan miljö karakteriseras av syrefria förhållanden, ett lågt Eh-värde som betecknar reducerande förhållanden, ett pH-värde som ligger nära neutralt, och en låg sulfidhalt. Grundvattnets salthalt får inte vara för hög (TDS-värde som beskriver mängden upplösta salter är under 100 g/l).

- En lämplig hydrogeologisk miljö där grundvattnets omsättning i närheten av slutförvaringskapslarna är tillräckligt låg. En dylik omgivning kännetecknas av liten hydraulisk gradient och lågt hydrauliskt konduktivitetsvärde.

- En lämplig bergmekanisk miljö där slutförvarsutrymmena kan placeras tillräckligt djupt. En dylik miljö kännetecknas av ett tillräckligt lågt spänningstillstånd och tillräckligt liten proportion mellan spänningstillståndet och bergartens hållfasthet.

Byggbarhet

- En lämplig bergmekanisk miljö där slutförvarsutrymmena kan byggas med normala bergtekniska metoder och där utrymmenas beständighet är bra utan specialåtgärder. Kännetecknande för en dylik miljö är att det finns tillräckligt med bergart med lämplig bergklassificering inom tilltänkt djupintervall för byggandet av deponeringstunnlar.

I en bergart med sämre klassificering förutsätter byggandet av slutförvarsutrymmen specialåtgärder såsom förstärkningar och tätningar, t.ex. med hjälp av injicering. Detta kan leda till osäkerhet vid bedömning av långtidssäkerheten. I värsta fall kan stabilitetsproblem i berggrunden hindra slutdeponeringen om man på grund av att t.ex. tunnlar eller deponeringshål lätt rasar inte kan genomföra baslösningen om den modifieras.

- Flexibilitet vid placeringen av bergsutrymmen. Detta innebär att man med hjälp av fortsatta undersökningar i slutförvaringsplatsens berggrund kan finna bergkvalitet som lämpar sig för byggandet och slutförvaring på så sätt att deponeringstunnlarna alltid kan byggas i en bergkvalitet som passar bra för ändamålet.

Möjlighet att utvidga slutförvarsutrymmena

- Möjligheten att utvidga bergsutrymmena är viktig när man bereder sig på att i slutförvaringsanläggningen behandla och slutförvara en större mängd bränsle än vad som uppstår i nuvarande kärnkraftverksenheter.

Förutsättningar för att undersöka större bergvolym och att finna den bergkvalitet som behövs för utvidgningen bör föreligga redan utgående från dagens kunskap som erhållits med hjälp av undersökningar ovan jord.

Drift av slutförvarsanläggningen

Säkerheten under drift beror för inkapslingsanläggningens del på planeringen och konstruktionerna men knappast alls på slutförvaringsplatsens egenskaper. Man bör kunna planera, bygga och använda anläggningen så att den uppfyller de säkerhetskrav som fastställts i författningar och bestämmelser. I bergsutrymmen hänför sig säkerhetsriskerna under drifttid till ovan beskrivna byggbarhetsaspekter.

Transporterna av använt kärnbränsle utgör en väsentlig del av slutförvaringens driftskede. Transporternas säkerhet beror främst på transportbehållarna. De alternativa slutförvaringsplatserna inverkar på transportbehov och -former.

Social acceptans

Målet är att minimera kontroverser eller konfliktsituationer som projektet eventuellt förorsakar och mildra dem så att de kan accepteras. Detta uppnås bäst om undersökningarna i anslutning till slutförvaringsanläggningen, byggandet, driften och stängningen kan utföras i samråd med förläggningssamhället och kommuninvånarna.

Markanvändning och miljöbelastning

För anläggningen behövs ett markområde med en plan som möjliggör verksamheten. Markområdet kan inte användas till något annat. Trafiken och transporterna till anläggningen ökar den nuvarande miljöbelastningen.

Infrastruktur

Slutförvaringsanläggningen behöver fungerande trafikförbindelser, kommunalteknik och industriella tjänster.

Kostnader

Anläggningens byggnads- och driftkostnader (inkl. transporter) är olika stora för de olika platsalternativen. En väsentlig faktor vid bedömningen av kostnaderna är de osäkerheter som hänförs till de underjordiska slutförvaringsutrymmena.

10.3.3 Bedömning av alternativen

Nedan granskas platsalternativens lämplighet som slutförvaringsplats enligt ovannämnda bedömningsgrunder.

Långtidssäkerhet

Hittills utförda undersökningar från markytan och säkerhetsanalysen utvisar att slutförvaringen kan ske i berggrunden i alla fyra undersökningsområden (Vieno & Nordman 1999, Anttila 1999a–d). Berggrunden i alla områden består av bergblock vilkas egenskaper lämpar sig för slutförvaring.

Undersökningarna av grundvattenkemin visar att geokemiskt tillräckligt stabila förhållanden råder på slutförvaringsdjupet i berggrunden i alla områden. I dessa förhållanden finns förutsättningar för att de tekniska barriärerna bibehålls

och att de fungerar på planerat sätt. Grundvattnet djupt nere i berggrunden är reducerande och syrefritt.

I Olkiluoto och på Hästholmen är grundvattnet djupt nere salt, medan det i Kivetty och Romuvaara är sött. Den observerade isotopsammansättningen hos salt grundvatten tyder på att ifrågasatt grundvatten knappast alls står i växelverkan med den ovanför liggande meteoriska grundvattencirkulationen. Salthalten äventyrar inte säkerheten vid slutförvaringen så länge den på slutförvaringsdjupet håller sig klart under hundra gram per liter (TDS). En hög salthalt kan begränsa utrymmenas placering i djupled på Hästholmen och i Olkiluoto. Dessutom måste salthalten beaktas vid val av fyllnadsmaterial. Salthalten tillsammans med läget vid kusten betyder å andra sidan att det är mycket osannolikt att djupa grundvatten används som hushållsvatten eftersom det vanligtvis inte kommer i fråga att använda salthaltigt grundvatten som hushållsvatten.

Exceptionellt höga pH-värden (pH 10) har uppmätts i Romuvaara på provtagningsplatser där bergarten är basisk gångbergart. I dessa prov är även sulfidhalten något högre än normalt (3 mg/l). Även i Olkiluoto har något förhöjda sulfidhalter (2–3 mg/l) observerats. Dessa beror sannolikt på järnets löslighetsbegränsning, dvs. järnsulfid kan inte utfällas som pyrit.

Den hydrauliska gradient som påverkar grundvattenflödet är i finländska förhållanden relativt liten och i detta avseende avviker de undersökta områdena inte från typiska förhållanden. I kustområdena Olkiluoto och Hästholmen är gradienten för närvarande fördelaktigare än i Kivetty och Romuvaara men till följd av den kontinuerliga landhöjningen kommer strandlinjen att flytta sig

längre bort och förhållandena i de olika områdena blir mer lika varandra.

Berggrundens vattenledningsförmåga som påverkar grundvattenflöde skiljer sig enligt mätningarna inte mycket mellan områdena. För Hästholmens rapakivgranit är en större genomsnittlig vattenledningsförmåga mer typisk än i de andra områdena, men å andra sidan finns det endast glesst med sprickor som för vatten bättre och man kan till stor del ta hänsyn till dem när placeringen av bergtunnlar och depoveringshål bestäms.

Beträffande ändringar i förhållandena under en längre period kan man inte se några väsentliga skillnader mellan områdena. Innan nästa istid börjar medför den fortsatta landhöjningen ändringar i grundvattenförhållandena i berggrunden i Olkiluoto och på Hästholmen som ligger vid kusten på ett annat sätt än i berggrunden i Kivetty och Romuvaara som ligger i inlandet. I Olkiluoto och på Hästholmen hänförs sig förändringarna i grundvattenförhållandena främst till förändringar i förhållanden mellan sött och salt grundvatten djupt nere i berget. Dessa förändringar bör beaktas vid placeringen av slutförvaringsutrymmen och vid planeringen av djupet.

Under istid är förhållandena i stor sett likadana i alla områden under mycket långa tider och de osäkerheter som gäller förhållandena är likartade för alla områden.

Enligt undersökningar finns det inga malmfyndigheter i undersökningsområdena eller i deras omedelbara närhet. Berggrunden i alla områden består av vanlig allmänt förekommande bergart som knappast kan utnyttjas. Därför föreligger det i alla dessa områden endast små risker för att människor orsakar störningar eller att oavsiktliga intrång sker.

Byggbarhet

På basis av berggrundsundersökningar på Hästholmen, i Kivetty, i Olkiluoto och i Romuvaara samt av tekniska planer för slutförvaringen kan en slutförvarsanläggning med underjordiska utrymmen enligt baslösningen byggas i alla dessa områden. Undersökningarna visar (Anttila et al. 1999a–d) att allmänt sett lämpligt berg finns i undersökningsområdenas berggrund så att slutförvaret kan byggas på det planerade djupet på 400–700 m i en eller flera plan.

I samtliga fyra områden kan slutförvaret byggas med dagens normala metoder. I alla områden kan man beakta de lokala bergstrukturerna så att slutförvaringsutrymmena kan indelas i flera sektioner eller vid behov placeras i två plan.

I Olkiluoto och Romuvaara förekommer glimmergnejs. När man går djupare ner i den (600–700 m) kan det växande spänningstillståndet medföra behov av omfattande förstärkningsåtgärder då slutförvaret byggs och används. I dessa områden krävs ytterligare preciserande undersökningar av bergets spänningstillstånd och bergarternas hållfasthet. I spänningstillståndet i Hästholmens berggrund finns en betydande anisotropi mellan den största och den minsta spänningsriktningen. Denna måste beaktas när bergsutrymmen planeras och tunnlar riktas.

I Olkiluoto och på Hästholmen begränsar förekomsten av salt grundvatten i någon mån en flexibel placering av slutförvarsutrymmena. Preciserande undersökningar om dess förekomst och egenskaper krävs i fortsättningen.

Möjlighet att utvidga slutförvarsutrymmena

I alla undersökningsområden är det möjligt att utvidga slutförvarsutrymmena. Om mängden använt kärnavfall växer från nuvarande mängd kan man vid behov med ytterligare undersökningar lokalisera mer berg som lämpar sig för byggande av slutförvaringstunnlar. På kustplatserna har man vid lokaliseringen av slutförvaret haft som mål att tunnarna inte byggs utanför strandlinjen. På Hästholmen i Lovisa förutsätter en utvidgning att ytterligare utrymmen utpräglas under fastlandet i stället för på ön. I Olkiluoto kan bergsutrymmena byggas ut i både västlig och östlig riktning från öns mellersta del.

Drift av slutförvarsanläggningen

Slutförvarsanläggningen planeras, byggs och drivs så att den uppfyller de krav som ställs i författningar och bestämmelser. Enligt säkerhetsanalysen (Rossi et al. 1999) uppfyller den inkapslingsanläggning som planerats för baslösningen säkerhetsföreskrifterna. Lokaliseringsplatsens egenskaper har knappast någon betydelse för säkerheten när anläggningen är i drift, utan det är anläggningens konstruktioner och tekniska lösningar som avgör säkerheten. Även om antalet invånare är olika på de alternativa platserna och kommunerna skiljer sig från varandra är säkerhetsbestämmelserna sådana att utsläppen av radioaktiva ämnen är betydelselösa i alla platsalternativ.

I underjordiska utrymmen måste man beakta salt grundvatten som en separat faktor på grund av vattnets korrosionsegenskaper. De underjordiska systemen i Olkiluoto och på Hästholmen måste förses med korrosionsbeständiga material.

Enligt transportutredningen (Jakonen et al. 1998) och säkerhetsanalysen (Suolonen et al. 1999) kan transporter av använt kärnbränsle utföras på ett säkert sätt mellan mellanlagren i Olkiluoto och på Hästholmen och platsalternativen. I princip behöver man inte bygga helt nya transportleder. På vissa rutter bör eventuellt några vägvägsnitt förbättras eller broar förstärkas.

Med tanke på transporter är platsalternativen i olika ställning. Om slutförvaret byggs i Olkiluoto blir antalet transporter minst eftersom den största delen av bränslet redan är i Olkiluoto. Transporterna mellan Hästholmen och Olkiluoto kan utföras på lämpligaste sätt, som sjö-, landsvägs- eller järnvägstransport eller någon kombination av dessa. Om slutförvaret byggs på Hästholmen blir antalet transporter något större än om det byggs i Olkiluoto.

Under transporter utsätts befolkningen inte för några nämnvärda hälsopåverkningar på grund av radioaktiv strålning. De teoretiska riskerna är minst vid sjötransporter eftersom det finns minst befolkning vid sjörutterna. Mest befolkning finns vid landsvägsrutterna. Det är mycket osannolikt att det sker olyckor där transportbehållaren förlorar sin täthet. Även i ett dylikt fall är hälsoriskerna mycket liten tack vare transportbehållarens konstruktion och olycksfallsberedskapen. Vid sjötransporter är hälsoriskerna allra minst eftersom utsläppen då späds ut i havet.

Använt kärnbränsle har transporterats säkert flera tiotal år i världen och över tio år även i Finland. Trots att tekniska utredningar och säkerhetsanalyser visar att transporter är relativt riskfria tror medborgarna ändå att transporter av använt kärnbränsle märkbart ökar säkerhetsrisken.

Å ena sidan anser invånarna speciellt i Kuhmo och Äänekoski att transporterna kan bli utsatta för sabotage och att misstag och framför allt landsvägsolyckor kan ske på grund av de långa transportsträckorna. Å andra sidan anser invånarna i Lovisa och Euraåminne att transporterna är rätt säkra. Eftersom transporterna skulle börja först efter år 2020 är det svårt att förutse vilken inställningen till dem är vid den tidpunkten.

Social acceptans

Miljökonsekvenserna av slutförvaret för samhällsstrukturen är allmänt sett likartade för de olika platsalternativen. På lokal nivå påverkar slutförvaret sysselsättningen och gagnar näringslivet och kommunens ekonomi. Bedömningarna av konsekvensernas betydelse varierar i enlighet med använda beräkningsgrunder. Sysselsättnings-effekterna skulle sannolikt vara störst i Kuhmo och minst i Euraåminne. Eftersom konsekvenserna uppstår först i framtiden beror de i sista hand på vilka åtgärder kommunerna och näringsidkarna vidtar i syfte att rikta de direkta och indirekta effekterna och styra flyttningen av arbetstagare till slutförvaringsplatsen.

Enligt undersökningar och kartläggningar är det uppenbart att projektet skulle resultera i betydande nytta för Euraåminne, Lovisa och Äänekoski. En slutförvaringsanläggning skulle klart gagna dessa kommuners ekonomi. Befolkningsändringarna och ändringarna i nuläget är minst i kärnkraftverkskommunerna. För att åstadkomma nytta för den kommunala ekonomin i Kuhmo måste man genomföra specialarrangemang eller ändringar i den nuvarande lagstiftningen. I annat fall är nyttan för Kuhmos kommunala ekonomi obetydlig. Å andra sidan skulle

effekterna på sysselsättningen och på utvecklingen av befolkningsunderlaget vara störst i Kuhmo på grund av dess läge, eftersom dessa effekter till följd av stadens vidsträckthet knappast sträcker sig utanför området.

Utredningar har visat att anläggningens verksamhet i normala förhållanden sannolikt inte påverkar den bild människor har av slutförvaringsorten och ej heller efterfrågan på produkter eller turismen. En viss typ av turism (t.ex. vildmarksturismen i Kuhmo) kan dock eventuellt bli lidande av anläggningen. Å andra sidan skulle slutförvaret ge upphov till ett annat slags turism, till själva slutförvaringsanläggningen. Med undantag av Kuhmo är ingen av orterna en typisk turistort eller en ort där man i dag tillverkar produkter som kraftigt marknadsförs med hjälp av ortens image.

Negativa åsikter och kontroversiella föreställningar som bedömts påverka kommuninvånarnas trivsel, relationerna mellan människor och därigenom även människornas hälsa har förknippats med slutförvaringsanläggningen. De bedömningar som gäller dessa sociala konsekvenser representerar nuläget och kommuninvånarnas aktuella attityder och värderingar. Det är omöjligt att förutspå betydelsen av dessa faktorer. Det är oklart hur inställningen i verkligheten kommer att utvecklas i framtiden efter hand som slutförvaringen blir mer bekant och vardaglig. Projektet kan dessutom till stor del genomföras i samråd med ortens invånare. Eventuella negativa konsekvenser kan beaktas på förhand och kanske även helt förhindras eller åtminstone mildras.

Enligt utredningarna förknippas slutförvaret ofta med negativa föreställningar oavsett var den som gjort bedömningen bor. Man antar att en slut-

förvaringsanläggning allmänt gör placeringsorten mindre attraktiv som bostättningsort. Konsekvenserna kan främst ta sig uttryck i befolkningsom-sättningen, exempelvis så att det i stället för dem som flyttar bort från orten kommer folk för vilka ifråga-varande image inte är viktig.

Enligt undersökningarna förhåller sig invånarna på kärnkraftverksorterna Euraåminne och Lovisa positivare till kärnkraften och till slutförvaringen än invånarna i Kuhmo och Äänekoski. I Euraåminne och Lovisa är majoriteten av befolkningen enligt en invånarenkät färdig att godkänna anläggningen. Invånarna på kärnkraftverksorterna har vant sig vid kärnkraften och den allmänna kunskapsnivån beträffande kärnkraft och slutförvaring är bättre än i de andra kommunerna. Därför skulle de indirekta effekter som bedöms vara skadliga för vissa näringar eller uppkomsten av rädsla och kontroverser högst sannolikt vara minst i Euraåminne och Lovisa. Euraåminne kommun har utarbetat en kommunstrategi i vilken kärnkraften även i framtiden anses ingå i kommunens liv. Lovisa stad har börjat utveckla framtida projekt med stöd av det kärnkraftskunnande som finns i staden.

Markanvändning och miljöbelastning

Olkiluoto och Hästholmen är kärnkraftverksområden och de har för detta ändamål gällande planer för markanvändningen. En slutförvaringsanläggning ändrar knappast alls områdenas användning i byggnads- och driftskedet.

Kivetty och Romuvaara är skogsbruksområden. En liten del av Kivettys eventuella byggnadsområde har genom Forststyrelsens eget beslut fastställts som rekreationsskog. Om en slutförvaringsanläggning byggs i detta område ändras

områdenas nuvarande användning, och ny planläggning måste ske. Inga hinder för att ändra markanvändningssättet föreligger.

Det planerade slutförvaret begränsar inte nämnvärt markanvändningen i den närmaste omgivningen. På kraftverksområdena Olkiluoto och Hästholmen finns redan begränsningar för markanvändningen på grund av driften av kärnkraftverk. Slutförvaret ger inte anledning till nya begränsningar.

I slutdeponeringsskedet och efter stängningen är det dock skäl att begränsa vissa verksamheter i slutförvaringsområdet och dess omedelbara närhet. Dessa är t.ex. omfattande brytning av stenmaterial och borrhning av djupa hål. Dyliga begränsningar bör tas med i ifrågasvarande plan och i tomtregistret.

Slutförvarsanläggningens konstruktioner på markytan inklusive gårdsplan täcker ett ca 15 ha stort markområde. I Äänekoski och i Kuhmo behövs dessutom ca 10 ha för ny väg. I de tänkbara byggnadsområdena finns inga för landskapet eller landet betydelsefulla naturområden, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter. Områdena i Kivetty och Romuvaara är skogrika jämfört med Hästholmen och Olkiluoto där det även finns industri.

Huvuddelen av växterna tar sitt vatten av markvattnet ovanför grundvattnenytan. Följaktligen påverkas inte växterna av den sänkning av grundvattennivån som de underjordiska utrymmena orsakar. De grundvattenpåverkade naturområdena ligger så långt från de eventuella byggnadsområdena att det sannolikt inte skulle uppstå några effekter på dem. I Olkiluoto finns inga områden som påverkas av grundvattnet.

I Kivetty skulle byggnaderna inte synas bakom fullt utvuxna träd. I Romuvaara

kan toppen av värmecentralens skorsten ses endast från Särkkääsen. På Hästholmen och i Olkiluoto syns byggnaderna från havet om de byggs vid stranden utan skyddande träd: även i detta fall domineras landskapet av de nuvarande kraftverken. Om byggnaderna vid kusten placeras i skydd av fullt utvuxna träd kan man från havet se endast toppen av värmecentralens skorsten.

Sprängningsarbeten på markytan som ger upphov till vibrationer, damm och buller utförs under mindre än ett år i byggnadsskedet. Vibrationerna och dammet kan observeras 200–300 meter från byggplatsen. I Lovisa och Euraåminne ligger nuvarande konstruktioner eventuellt så nära att vibrationsuppföljning utförs. Ljudet från sprängningarna kan höras på ungefär en kilometers avstånd och på havet upp till två kilometers avstånd. Ljudet kan under häckningstiden störa fåglar på 100–200 meters avstånd och på havet på en kilometers avstånd. Sprängningar utförs inte nattetid.

Sprängsten skulle krossas omkring en månad vartannat år. Krossning utförs inte nattetid. I krossverkets buller- och dammzoner finns inga byggnader eller fågelområden om sprängstensupplaget och krossverket är rätt placerade. I Kuhmo behöver man inte beakta byggnaderna vid bullerskyddet eftersom de ur dagens perspektiv sett ligger så långt borta.

Den trafik som anläggningen ger upphov till gör vägarnas bullerzon på Olkiluodontie i Euraåminne och på Skärgårdsvägen i Lovisa ca 10 meter bredare (från 40 till 50 meter) samt på Murontie i Äänekoski och Riihivaarantie i Kuhmo ca 20 meter bredare (från 10 till 30 meter). Trafiken på det nya vägsnittet i Äänekoski och Kuhmo kan eventuellt störa fåglarnas häckning 100–200 meter från vägen.

Infrastruktur

Enligt platsvis utarbetade planer är det möjligt att bygga en inkapslingsanläggning med därtill hörande hjälpfunktioner i alla områden. På de nuvarande kraftverksområdena Olkiluoto och Hästholmen kan inkapslingsanläggningen även byggas i anslutning till mellanlagret för använt kärnbränsle varvid en del av det använda bränslet kan flyttas direkt från lagret för inkapsling.

Beträffande existerande vägnät och kommunalteknik kan anläggningen i Olkiluoto och på Hästholmen utnyttja de lösningar och existerande verksamheter som utarbetats för kärnkraftverket. I Romuvaara skulle slutförvarsanläggningen vara helt självständig och alla funktioner måste separat byggas upp. I Kivetty är det möjligt att utnyttja kommunaltekniken i Äänekoski stad.

Kostnader

Kostnaderna för ett slutförvar enligt baslösningen skiljer sig med beaktande av osäkerheterna inte mycket mellan platsalternativen. Största inverkan har osäkerheterna beträffande byggnadskostnaderna för de underjordiska utrymmena. Dessa är bl.a. beroende av centraltunnelns längd. I Olkiluoto och på Hästholmen kan man göra visa besparingar eftersom slutförvaret stödjer sig på existerande infrastruktur. Å andra sidan kan grundvattnets salthalt leda till extra kostnader jämfört med de andra orterna emedan dyrare material behövs på grund av korrosionsfaktorerna.

10.3.4 Sammanfattning

Enligt bedömningen förblir miljökonsekvenserna av slutförvarsanläggningen små på alla alternativa slutförvaringsplatser. Allmänt sett medför anläggningen ekonomisk nytta på placeringsorten och

för kommuninvånarna. De ändringar som anläggningen orsakar skulle vara minst i Euraåminne och Lovisa där områdena Olkiluoto och Hästholmen används för kärnkraftverk och där kraftverken utgör en central faktor i livet på orterna.

I Kuhmo och Äänekoski skulle ett slutförvar innebära förändringar. Å andra sidan är Äänekoski redan nu en industriort och en slutförvarsanläggning skiljer sig inte mycket från annan industri. I Kuhmo finns det däremot relativt litet industri.

Motsättningar i anslutning till slutförvaringen kan i Kuhmo, och även i någon mån i Äänekoski, bidra till att befolkningen uppdelas i motståndare till och anhängare av anläggningen. Å andra sidan är det uppenbart att människorna skulle vänja sig vid anläggningen speciellt sedan dess normala drift inletts och att kontroverserna småningom skulle ebba ut och man skulle undvika eventuella stresseffekter.

I Euraåminne och Lovisa är inställningen till slutförvaret allmänt sett positiv. Åsiktsskillnaderna i anslutning till kärnkraft och slutförvaring har dämpats med åren sedan driften vid kärnkraftverken inletts och slutförvaringsutrymmen för låg- och medelaktivt avfall tagits i bruk. Å andra sidan har man i Lovisatrakten redan tidigare märkt ett visst mått av polarisering i kärnkraftsfrågor bland befolkningen.

11. ÅTGÄRDER EFTER BEDÖMNINGEN AV MILJÖKONSEKVENSERNA

11.1 Planer, tillstånd och beslut som behövs för projektet

De planer, tillstånd och därmed jämförbara beslut (LT-Konsultit Oy 1997) som förutsätts för genomförandet av projektet kan indelas i

- MKB-förfarande
- planering av markanvändningen, dvs. planläggning
- beslut enligt kärnenergilagen
- transporttillstånd
- andra tillstånd samt
- internationella bestämmelser

Förfarandet vid miljökonsekvensbedömningen

Innan man ansöker om de nödvändiga tillstånden för slutförvaring skall man för projektet och dess alternativ verkställa den bedömning av miljökonsekvenser som regleras av lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. I förfarandet ingår en möjlighet för medborgarna att uttala sin åsikt om bedömningsprogrammet, dvs. om vilka alternativ och miljökonsekvenser som skall bedömas och hur bedömningen skall genomföras.

Kommuninvånarna kan uttala sig även om denna bedömningsbeskrivning. Handels- och industriministeriet tillkännager bedömningsbeskrivningen genom kungörelse och sammanställer utlåtandena.

Planläggning

I planläggningsförfarandet ingår hörande av medborgarna i två steg. När planen utarbetas arrangeras hörande innan bindande beslut om planen fattats. Sedan framläggs planförslaget till påseende när det fått sin nästan slutliga utform-

ning. Innan tillstånd för byggande ges behövs regionplan och generalplan samt byggnads- eller stadsplan. Antingen miljöministeriet eller den regionala miljöcentralen är hemställningsmyndighet för planerna.

Beslut enligt kärnenergilagen

En slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle kräver enligt kärnenergilagen tre separata beslut. I det första skedet ansöks om principbeslut av statsrådet om att en slutförvarsanläggning för kärnavfall kan byggas i Finland. Innan statsrådet behandlar principbeslutet bereds invånarna möjlighet att framföra sina åsikter om anläggningen. Statsrådet begär utlåtande av de placeringskommuner som nämns i ansökningen och av deras grannkommuner samt en preliminär säkerhetsbedömning av Strålsäkerhetscentralen. En absolut förutsättning för statsrådets beslut är att förläggningskommunerna i sina utlåtanden tillstyrker projektet. Statsrådets principbeslut skall ytterligare föreläggas riksdagen för granskning. Riksdagen kan godkänna principbeslutet eller upphäva det i sin helhet.

När principbeslutet om slutförvaringsprojektet godkänts av riksdagen kan byggtillstånd för slutförvaret enligt kärnenergilagen sökas hos statsrådet. Då skall bl.a. planläggningen av området vara klar. Detsamma gäller detaljerade planer för slutförvarsanläggningen. Innan driften vid slutförvarsanläggningen inleds skall separat drifttillstånd enligt kärnenergilagen sökas av statsrådet för anläggningen. I anslutning till behandlingen av byggnads- och drifttillstånden kontrollerar Strålsäkerhetscentralen bl.a. att slutförvaret uppfyller säkerhetskraven. Slutdeponeringen av kärnavfall är utförd när Strålsäkerhetscentralen konstaterat att kärnavfallet deponerats bestående på ett godtagbart sätt.

Transporttillstånd

Transporter av använt kärnbränsle kräver tillstånd enligt kärnenergilagen. Tillstånd beviljas av Strålsäkerhetscentralen.

Andra tillstånd

Slutförvaringsplatsen för använt kärnbränsle och framför allt inkapslingsanläggningen kräver flera parallella miljödokument, bl.a. byggnadstillstånd, miljö-tillstånd och vattendomstolens tillstånd för ändring av grundvatten och ledning av vatten samt avloppsvatten. Dessa tillstånd behandlas enligt separata förfaranden och i anslutning till dessa arrangeras höranden enligt ifrågavarande lagar. Byggandet av en allmän väg till Kivetty eller Romuvaara kräver ett fastställande beslut enligt väglagen.

Internationella bestämmelser

Vid sidan av nationella stadganden styrs slutförvaring av kärnavfall av flera internationella avtal och rekommendationer. Dylika avtal är bl.a. fördraget om upprättande av Europeiska atomenergigemenskapen (EURATOM) och det hösten 1997 undertecknade internationella avtalet om hantering av kärnbränsle och radioaktivt avfall (Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management). Till bedömningen av miljökonsekvenserna hör dessutom internationell information som grundar sig på ett fördrag om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser som utarbetats av Förenta nationernas (FN) ekonomiska kommission för Europa (ECE).

Enligt artikel 37 i EURATOMs konstituerande fördrag skall varje medlemsstat tillstålla kommissionen allmän information om planer på oskadliggörande av radioaktivt avfall för bedömning

av huruvida genomförande av planen föranleder radioaktiv nedsmutsning av vatten, mark eller luft inom en annan medlemsstats område.

Dessutom är kommissionens uppgift enligt artikel 77 att utföra säkerhetsövervakning (Safeguards) i avsikt att säkerställa att använt bränsle inte exempelvis transporteras till annan plats än den meddelade. Även Internationella atomenergiorganisationen (IAEA) utför motsvarande övervakning. Eftersom projektet berörs av ECE:s Esbo-avtal (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context 25.2.1991) bör man enligt § 14 i MKB-lagen informera även grannstaterna om projektet. I meddelandet skall åtminstone ingå uppgifter om projektet, uppgifter om de miljökonsekvenser som eventuell överskrider statliga gränser, information om bedömningsförfarandet och om beslut som är väsentligt med tanke på genomförande av projektet samt en skälig tidsfrist inom vilken meddelanden om grannstaternas myndigheters, medborgares eller olika samfunds deltagande i bedömningsförfarandet skall tillställas Finlands miljöministerium. I tidigare fall har tidsfristen varit två månader.

När projektet anhängiggjordes inlämnade kontaktnmyndigheten bedömningsprogrammet till miljöministeriet. Sverige, Ryssland och Estland informerades om att bedömningsförfarandet inletts och bedömningsprogrammet sändes till dessa länder antingen i sin helhet eller delvis översatt till språket i respektive land. Meddelandet gavs av miljöministeriet som även gjorde en förfrågan om grannlänternas villighet att delta i bedömningen. Alla dessa länder avgav sitt utlåtande om

bedömningsprogrammet och meddelade sin önskan att i begränsad omfattning delta i MKB-förfarandet.

11.2 Program för uppföljning av miljökonsekvenserna

På basis av denna bedömningsbeskrivning har ett förslag om uppföljning av miljökonsekvenserna på slutförvaringsorten utarbetats.

Uppföljning av strålningskonsekvenser

Uppföljningen av strålningskonsekvenser grundar sig på mätningar av utsläpp och halter av radioaktiva ämnen samt strålningens doshastighet. Halter och doshastigheter beräknas även kalkylmässigt med hjälp av bl.a. utsläpps- och väderrapporter eftersom det är sannolikt att radioaktiva ämnen från anläggningen på grund av den ringa mängden inte kan observeras i omgivningen. De strålningskonsekvenser som väntas är så små att uppföljning av befolkningens hälsotillstånd inte anses nödvändig: eventuella hälsoolägenheter kan inte urskiljas i den normala sjukfrekvensen. Vid behov är det dock möjligt att med hjälp av t.ex. Folkhälsoinstitutets cancerregister jämföra hälsotillståndet hos områdets invånare med människor som bor längre bort.

Uppföljningen av halterna av radioaktiva ämnen och av strålningens doshastighet inleds redan före slutdeponeringen för att man skall få jämförelsematerial från olika riktningar och avstånd. Halter mäts i luft, vatten, mark, organismer, jordbruksprodukter, bär, svamp och vilt. Även väderrapporter och annan information som behövs för kalkylmässig beräkning av konsekvenserna samlas.

I slutdeponeringsskedet mäts utsläppen av radioaktiva ämnen i miljön. Typiska mätningsplatser är utloppsstruterna för luft från luftkonditioneringen och för avloppsvatten. Påbörjade mätningar av halter och doshastigheter fortsätts.

Annan uppföljning

Förteckningen nedan kompletterar förslaget till uppföljningsprogram:

- mätning av radonhalten i bergsutrymmena
- uppföljning av grundvattennivån i bergsutrymmenas omgivning
- uppföljning av vegetationsfördelningen i grundvattenpåverkade områden
- vibrationsmätningar under sprängningsarbeten på markytan i närbelägna byggnader i Lovisa och Euråminne
- provtagning i recipienten för Romuvaaras nya vattenreningsverk
- uppföljning av ortens image
- uppföljning av strålningsrådslan
- uppföljning av socioekonomiska konsekvenser.

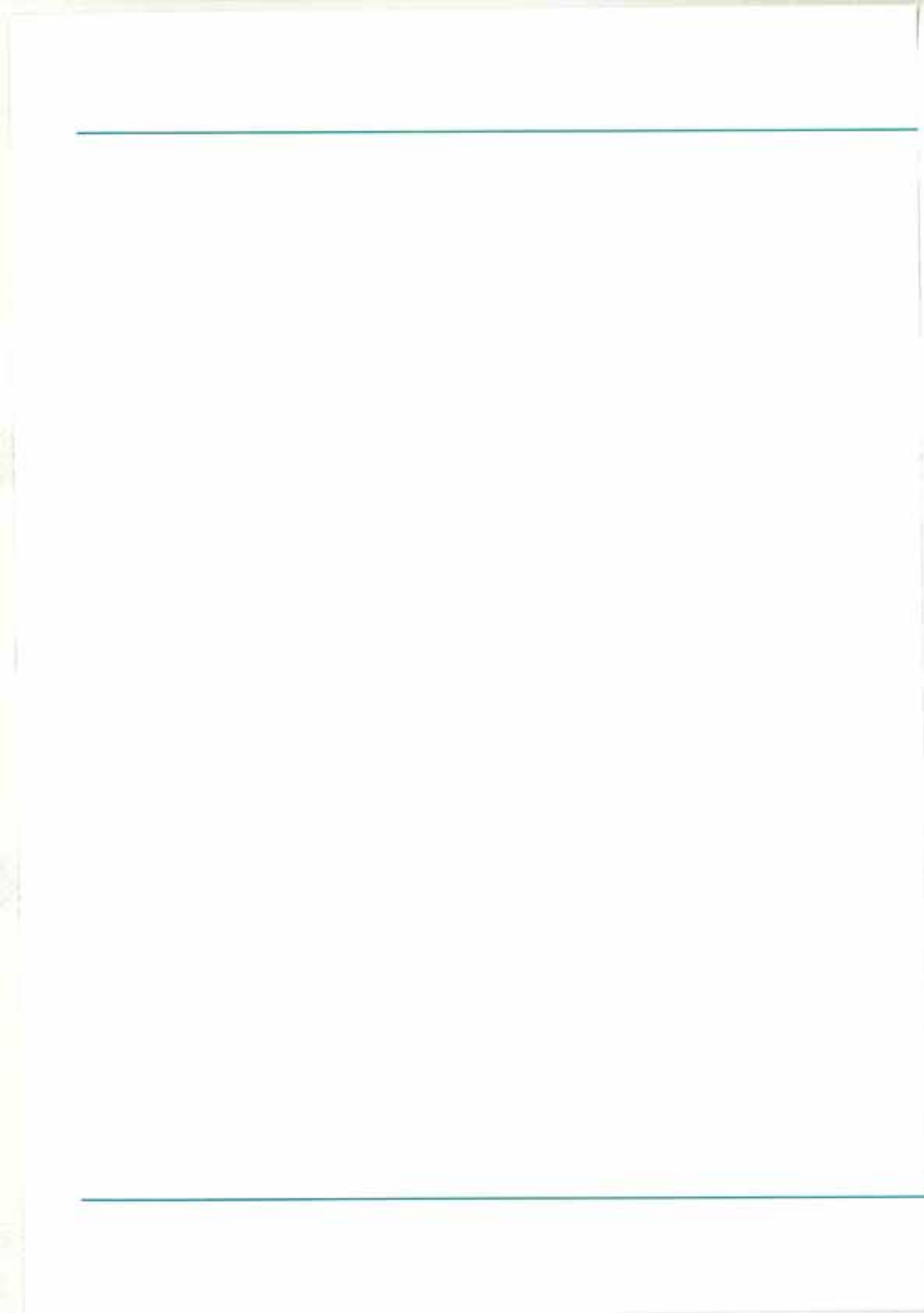
Andra uppföljningsskyldigheter kan fastställas i samband med senare tillståndsbehandlingsförfaranden för t.ex. buller och damm.

Uppföljning efter stängningen

Posivas uppföljningsmätningar avslutas sedan anläggningen stängts på ett av Strålsäkerhetscentralen godkänt sätt. I stängningsskedet utarbetar Posiva ett förslag till uppföljningsprogram för tiden efter stängningen och erlägger till staten en engångsersättning. Myndigheterna använder pengarna till uppföljning och övervakning efter eget övervägande. Slutförvaringen skall dock genomföras så att den är säker även utan uppföljning.

Vid uppföljningen efter stängningen är det viktigt att utreda hur förhållandena i berggrunden återställs till det tillstånd som rådde före byggandet. Uppföljning av förhållandena i berggrunden har behandlats vid flera internationella möten (t.ex. NEA 1993, NEA 1996).

Uppföljningen efter stängningen kan omfatta bl.a. mätning av radioaktivitet på markytan och i djupa borrhål. Från hålen kan även grundvattnets nivå, flöde, kemi, temperatur osv. följas. Från markytan kan man med geofysikaliska mätningar följa förekomsten av mikrojordbävningar. Upptagning av kärnmaterial som organiseras t.ex. av terrorister kräver åtgärder som syns på markytan. Dessa skulle märkas och kunna följas internationellt exempelvis via satelliter.



12 SAMMANDRAG

Utredningen av alternativ för hanteringen av använt kärnbränsle och av erforderliga åtgärder inleddes redan då kärnkraftverken byggdes. Det nu pågående långsiktiga forsknings- och utvecklingsprogrammet grundar sig i stor utsträckning på de mål för forsknings- och utvecklingsarbetet som statsrådet ställde i sitt principbeslut 1983. Ett av de viktigaste målen har varit att utveckla en slutförvaringslösning för använt kärnavfall. Det arbete vars mål är att välja en plats för slutförvarsanläggningen inleddes 1983 och har framskridit stegvis parallellt med den tekniska planeringen av slutdeponeringen och säkerhetsbedömningen. På förslag till slutförvaringsplats är: Olkiluoto i Eura-åminne, Romuvaara i Kuhmo, Hästholmen i Lovisa och Kivetty i Äänekoski. Avsikten är att välja en slutförvaringsplats före utgången av år 2000. Slutförvarsanläggningen skall byggas på 2010-talet på grundval av ytterligare undersökningar och enligt detaljerade planer som baseras på dessa. Själva slutdeponeringen beräknas börja 2020.

För uppförande av en kärnanläggning med stor allmän betydelse krävs principbeslut av statsrådet om att uppförandet är förenligt med samhällets helhetsintresse. Innan ansökan om principbeslut lämnas skall den projektansvarige utarbeta en MKB-beskrivning som fogas till ansökan. MKB-förfarandet ersätter inte andra utredningar och tillstånd som behövs för genomförandet av projektet. För principbeslutet inhämtar statsrådet även andra utlåtanden. När ansökan om principbeslut behandlas inhämtar statsrådet en preliminär bedömning av anläggningens säkerhet från Strålsäkerhetscentralen och begär utlåtanden av fullmäktige i de föreslagna placeringskommunerna om förläggning av slutförvaret på kommunens område. Statsrådet kan fatta ett positivt principbeslut endast om den tilltänkta förläggningssorten godkänner att anläggningen uppförs på dess område och om inga

omständigheter framkommit som visar att projektet inte kan genomföras på ett säkert sätt. Statsrådets beslut föreläggs riksdagen som skall stadfästa det.

Enligt kärnenergilagen skall kärnavfall som uppstått i Finland ”hanteras, lagras och slutförvaras på ett sätt som är avsett att bli bestående i Finland”. I kärnenergiförordningen definieras bestående förvaring som deponering i den finländska mark- eller berggrunden. Enligt statsrådets beslut om säkerheten vid slutförvaring skall lösningen vara sådan att den inte förutsätter övervakning eller tillsyn. Man skall dock kunna öppna slutförvaret om utvecklingen inom tekniken gör detta ändamålsenligt. När man beslutar om bestående deponering av använt kärnbränsle eller upparbetningsavfall enligt kärnenergilagen ifrågakommer i dagens läge endast geologiska slutförvaringslösningar som baserar sig på passiv säkerhet. Att skjuta upp beslutet skulle innebära att mellanlagringen av använt kärnbränsle fortsätter under obestämd tid (sk. nollalternativ).

MKB-programmet beträffande slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle utarbetades 1997 och tillställdes i februari 1998 handels- och industriministeriet som är kontaktmyndighet. När MKB-beskrivningen utarbetades beaktades de kompletteringskrav HIM framlagt i sitt utlåtande om MKB-programmet samt de åsikter som framförts av förläggningssorternas invånare vid diskussionsmöten.

I beskrivningen granskas allmänt även sådana i princip tänkbare alternativ för hanteringen av använt kärnbränsle vilkas genomförbarhet är osäker eller vilka inte motsvarar kraven i gällande lagar. I praktiken ökar de verkliga valmöjligheterna inte nämnvärt om man lämnar lagens krav utan beaktande. Trots det forsknings- och utvecklingsarbete som gäller nuklidseparation och transmutation kan inga principiella alterna-

tiv till geologisk slutdeponering i berggrunden skönjas. När detta skrivs finns inga metoder med vilka man helt kan bli kvitt använt kärnbränsle eller avfall som uppstår vid upparbetning. Alternativet som grundar sig på nuklidseparation och transmutation innebär i praktiken att man går tillbaka till nollalternativet eftersom man med dagens kunskap inte kan bedöma metodens verkliga tekniska och industriella genomförbarhet.

Om man inte uppför en slutförvarsanläggning innebär det att lagringen av kärnbränsle i vattenbassängerna vid kärnkraftverken i Olkiluoto och Lovisa fortsätter utan förändringar. Mellanlagren har planerats så att bränsleelementen kan lagras tiotals år i dem. Enligt experter finns det ingen absolut tidsgräns för dylik lagring. Om projektet inte genomförs skulle för tillfället inget kärnavfall slutdeponeras i Kuhmo eller Äänekoski utan det använda kärnbränslet skulle åtminstone tills vidare stanna i Eura-åminne respektive Lovisa.

Ett positivt beslut om slutförvaringsprojektet innebär att man målmedvetet fortsätter forsknings- och utvecklingsarbetet på den linje som enligt dagens kunskap erbjuder den bästa metoden för bestående lösning av kärnavfalls hanteringen. Metoden kan ytterligare utvecklas och förbättras och det är sannolikt att de tekniska planerna fin-slipas under pågående och kommande prototyp- och demonstrationsprojekt. Beslutet innebär att berggrundsundersökningarna kan effektivt fortsätta från underjordiska forskningsutrymmen och att de kan exakt fokuseras på den tilltänkta slutförvaringsplatsens berggrund. Planerna kan då anpassas till lokala förhållanden och för säkerheten viktiga frågor kan beaktas vid den detaljerade bestämningen av utrymmenas placering.

I de detaljerade tekniska planerna och säkerhetsanalyserna för slutförvaringen har man utgått från att slutdeponera det använda bränslet från nuvarande kraftverksenheter. Vid planeringen av bergsutrymmen har den osäkerhet som är förknippad med drifttidens längd och bränslets egenskaper beaktats. Dessutom har man tagit hänsyn till möjligheten att nya kärnkraftverksenheter byggs i Finland och att det använda kärnbränslet från dessa slutförvaras i samma utrymmen som avfallet från nuvarande kraftverksenheter. Detaljerade kalkyler har gjorts för bränslemängden vid nuvarande anläggningar. Beträffande använt bränsle från nya kraftverksenheter har man identifierat de miljökonsekvenser av slutförvaringen som kommer att ändras om mängden använt bränsle ökar.

I beskrivningen behandlas för varje föreslagen slutförvaringsort konsekvenserna för naturen, utnyttjandet av naturresurser, markanvändningen, kulturarvet, landskapet och byggnaderna. Slutförvarsanläggningens konstruktioner ovan jord inklusive gårdsplan behöver ett ca 15 ha markområde. I Äänekoski och Kuhmo skulle dessutom 10 ha behövas för ny väg. I det eventuella byggnadsområdet och vid de nya vägalternativen finns inga för landet eller landskapet viktiga naturområden, Natura 2000-områden eller i Finland utrotningshotade arter. Inga områdesekologiska förbindelser bryts. Områdena i Kivetty och Romuvaara är skogrika jämfört med Hästholmen och Olkiluoto där det även finns industri. Lokalt intressanta naturområden har identifierats och de beaktas vid den fortsatta planeringen.

Konsekvenserna för landskapet är allt som allt små. På Hästholmen och i Olkiluoto syns byggnaderna från havet om de byggs vid stranden utan skyddande träd; även i så fall domineras landskapet av de nuvarande kraftverken.

Arbeten som ger upphov till vibrationer, damm och buller kan utföras så att inga konsekvenser för omgivningen uppstår. Trafiken till och från anläggningen gör vägarnas bullerzon något bredare. Statistiskt sett blir den extra trafikens inverkan på antalet trafikolyckor i kommunen liten.

Projektets konsekvenser för människans hälsa har bedömts med hjälp av säkerhetsanalyser. Dessa har uppgjorts för anläggningens drifttid, transporter av använt kärnbränsle samt för tiden efter stängningen av anläggningen. Projektets psykosociala konsekvenser har utretts separat.

Enligt säkerhetsanalyserna och de andra utredningarna förblir konsekvenserna av projektet för människornas hälsa obetydliga, både när de granskas lokalt och mer vidsträckt. Det är högst sannolikt att inga förändringar någonsin kommer att märkas. Risken bedöms vara mycket liten för att hälsoolägenheter skall uppstå på grund av olyckor och de osäkerheter och framtida händelser i anslutning till projektet som inte kan förutspås. Konsekvenserna för människornas hälsa förblir små och begränsar sig till eventuella psykosociala konsekvenser.

Den största oron över tänkbara konsekvenser för hälsan har bland allmänheten vanligtvis gällt eventuella hälso-risker som förorsakas av strålningen från radioaktiva ämnen i det använda bränslet. I normala förhållanden är de radioaktiva ämnena dock hela tiden strikt isolerade från naturen och människorna. Mest vikt har fästs vid följder av olika störnings- och olycksfallssituationer och vid bedömningar av slutförvaringens långtidssäkerhet.

Även om transporter av använt kärnbränsle väcker viss oro och rädsla visar praktiska erfarenheter och olycksana-

lyser att risken för hälsoolägenheter är liten. Risken är minst när antalet transporter minimeras och transporterna sker sjöledes. Den samlade risken är dock så liten att slutförvaringsplatsens och transportformens betydelse för hälsoförhållandena är försvinnande liten.

De säkerhetskrav som ställts i Finland för driften av en slutförvarsanläggning är internationellt sett mycket stränga. Den strålningsexponering som anläggningen ger upphov till är i alla situationer obetydlig. Således har deponeringsplatsen inte heller någon betydelse med tanke på hälsorisker.

Slutförvaringens långtidssäkerhet har varit en av de viktigaste synpunkterna när slutförvaringslösningen planerats. Ett av de främsta målen vid de undersökningar som utförts i ett par decennier har varit att ta fram tillräckliga grunder för bedömning av långtidssäkerheten. Enligt utförda säkerhetsanalyser kan lösningen på alla orter visas ge tillräckliga garantier för att miljön och människornas hälsa skyddas så långt i framtiden som avfallet överhuvudtaget kan medföra nämnvärd skada.

De skillnader mellan olika deponeringsplatser som eventuellt påverkar långtidssäkerheten reduceras främst till skillnader mellan kust- och inlandsorterna. Såväl kust- som inlandsorterna har emellertid både gynnsamma och ogynnsamma drag med avseende på långtidssäkerheten, och man kan inte utgående från säkerhetsanalysen entydigt avgöra vilken av platserna som är bäst. På samtliga platser kan slutförvaret byggas så att det aldrig läcker ut några betydande mängder skadliga ämnen i den levande naturen.

Oavsett hurdana riskerna i säkerhetsanalyserna beräknas vara ger projektet upphov till oro och rädsla hos en del människor och detta kan betraktas som

en effekt på hälsoförhållandena. Det är dock svårt att bedöma verkningarnas omfattning eller svårighetsgrad. Utifrån enkäter och intervjuer förefaller dock deras betydelse vara mindre på de nuvarande kraftverksorterna än i Kuhmo och Äänekoski.

Invånarnas uppfattningar om och erfarenheter av slutförvaringen är mycket olika och delvis även sinsemellan motstridiga. Många olika åsikter råder om bl.a. projektets miljökonsekvenser och om existerande alternativa lösningar. Åsikterna representerar dock de nuvarande kommuninvånarnas synpunkter och de berättar ingenting om hur man efter flera decennier kommer att uppfatta konsekvenserna. Å andra sidan är en del av effekterna direkta, dvs. förändringar som arbetsplatser eller investeringar ger upphov till eller som uppstår via det fysiska byggandet. Även dessa förändringar kan innefatta indirekta verkningar som är förknippade med associationerna kring projektet. Eftersom man varken i Finland eller i andra länder tills vidare har någon erfarenhet av slutförvaring av använt bränsle är analogierna från andra anläggningar naturligtvis bristfälliga. Därför måste man vid bedömningen acceptera att det finns många olika synpunkter och åsikter samt stor osäkerheter.

På kommuninvånarnas åsikter inverkar hur mycket eller hur litet man vet om kärnkraftsteknologin, vilken sysselsättningssituationen i kommunen är, den allmänna utvecklingsriktningen (ekonomi, befolkning), regionalpolitiska synpunkter samt hur kärnavfall kan förenas med ortens kultur, karaktär och produktionsstruktur. De effekter på sysselsättningen, befolkningen och kommunens ekonomi som arbetstillfällena och anskaffningar inom projektet ger upphov till ställs i relation till nuläget på orterna samt till orternas historia och utvecklingsprognoser.

De associationer man förknippar med projektet utvärderas på alla orter i relation till nuvarande situation och livsmiljö. I Euraåminne kommer mycket få imageproblem fram i invånarnas bedömningar eftersom man anser att en slutförvarsanläggning inte medför någon väsentlig förändring i det nuvarande läget. I Lovisa bedöms associationernas betydelse på samma grunder som i Euraåminne, men där anser man att ett slutförvar skulle öka kärnkraftens betydelse i kommunprofilen, medan imagen i dag anses innehålla även andra drag. Enligt undersökningar är Lovisa dock känt för kärnkraftverket.

Åsikterna hos invånarna i de kommuner som föreslås som slutförvaringsplats varierar: enligt opinionsundersökningar är en klar majoritet av invånarna i Lovisa och Euraåminne redo att godkänna att ett slutförvar uppförs i kommunen, medan majoriteten av kommuninvånarna i Kuhmo och Äänekoski är emot slutförvaringsprojektet. I alla kommuner finns en tydlig statistisk skillnad mellan männens och kvinnornas åsikter. Männerna är mer benägna att godkänna slutdeponeringen.

Enligt undersökningarna kan man konstatera att miljökonsekvenserna av slutförvarsanläggningen förblir små på alla alternativa slutförvaringsplatser. Allmänt sett medför anläggningen ekonomisk nytta på placeringsorten och för kommuninvånarna. De ändringar som anläggningen orsakar skulle vara minst i Euraåminne och Lovisa där områdena Olkiluoto och Hästholmen används för kärnkraftverk och där kraftverken utgör en central faktor i livet på orterna. I Kuhmo och Äänekoski skulle ett slutförvar innebära förändringar. Å andra sidan är Äänekoski redan nu en industriort och en slutförvarsanläggning skiljer sig inte mycket från annan industri. I Kuhmo finns det däremot relativt litet industri.

Motsättningar i anslutning till slutförvaringen kan i Kuhmo, och även i någon mån i Äänekoski, bidra till att befolkningen uppdelas i motståndare till och anhängare av anläggningen. Å andra sidan är det uppenbart att människor-na skulle vänja sig vid anläggningen speciellt sedan dess normala drift inletts och att kontroverserna så småningom skulle ebba ut och man skulle undvika eventuella stresseffekter. I Euraåminne och Lovisa är inställningen till slutförvaret allmänt sett positiv. Åsiktskillnaderna i anslutning till kärnkraft och slutförvaring har dämpats med åren sedan driften vid kärnkraftverken inletts och slutförvaringsutrymmen för låg- och medelaktivt avfall tagits i bruk. Å andra sidan har man i Lovisatrakten redan tidigare märkt ett visst mått av polarisering i kärnkraftsfrågor bland befolkningen.



ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR

aktivering

Atomerna i ett ämne blir radioaktiva, t.ex. när neutroner träffar atomkärnor.

aktivitet

Antal sönderfall av atomkärnor i ett radioaktivt ämne per tidsenhet, enhet: 1 becquerel (Bq) = ett kärnsönderfall per sekund.

alfastrålning, alfapartikel

Partikelstrålning bestående av alfapartiklar, d.v.s. heliumatomernas kärnor (2 protoner + 2 neutroner). En radioaktiv atomkärna emitterar en alfapartikel och omvandlas därmed till en annan nuklid.

atomkärna

Atomens centrala del, som innehåller både protoner och neutroner.

bakgrundsstrålning

Strålning från naturen, fränsett förhöjda strålningsvärden från radon i bostäder.

becquerel (Bq)

Enhet för aktivitet, 1 Bq = ett sönderfall per sekund.

bentonit

Bentonitlera som förekommer i naturen.

betastrålning

Partikelstrålning bestående av elektroner eller positroner. En radioaktiv atomkärna emitterar en elektron eller en positron och omvandlas till en annan nuklid.

biotyp

Livsmiljöer där de viktigaste miljöfaktorerna är likadana, tillhör samma biotyp, livsmiljötyp, t.ex. skogs- eller kärrmiljö.

breedreaktor

En reaktortyp som producerar mer fissibelt (klyvbart) material än den samtidigt konsumerar.

bränslebox

Kanal av metallplåt runt ett bränsleknippe. Dess uppgift är att reglera vattenflödet genom knippet.

bränsleknippe

Knippe bestående av bränslestavar. Det sammanhålls av spridare (spacer) och ändplattor.

bränslestav

Bränslestaven består av ett långt metallrör, som är tillslutet i båda ändarna och

som innehåller bränsle. Röret (kapselrör eller kapsling) är tillverkad av en zirkoniumlegering. Bränslet är keramisk urandioxid i form av successiva cylindriska tabletter (kutsar) inuti kapslingen.

byggnadsplan

I en byggnadsplan ges detaljerade bestämmelser om användningen av områden som inte tillhör en stadskommun.

diffusion

Förflyttning från ett ställe till ett annat till följd av slumpartade rörelser. I vattnet innebär diffusion att ämnen rör sig från ett område med större koncentration till ett område med mindre koncentration på grund av små partiklars, molekylers eller atomers slumpartade rörelser, trots att vattnet inte strömmar i ifrågavarande riktning.

direkt slutförvaring

Slutförvaring av använt bränsle utan upparbetning.

dotternuklid

Ny nuklid som uppkommit av moder-nuklidens radioaktiva sönderfall. Den kan vara radioaktiv eller stabil.

driftfaktor

Mängden energi ett kraftverk producerar under ett år som procentandel av den energi det i full drift maximalt kan producera under ett år.

ECE

Förenta Nationernas (FN) Ekonomiska kommission för Europa, United Nations Economic Commission for Europe.

ekologisk splittring

Splittring av naturens livsmiljöer, dvs. då deras yta minskar och miljöerna isoleras från varandra.

elektromagnetisk vågrörelse, strålning

Benämningen och egenskaperna hos elektromagnetisk strålning är beroende av våglängden. Till elektromagnetisk strålning räknas gamma-, röntgen- och ultraviolettstrålning, synligt ljus, infraröd strålning, mikro- och radiovågor. Ordningssföljden är från kortare våglängd till längre. Gamma-, röntgen- och kortvågig ultraviolettstrålning är joniserande.

elektron

Elementarpartikel med negativ elektrisk laddning som kretsar kring atomkärnan.

etappregionplan

En separat del av en regionplan under utarbetning.

EURATOM

Europeiska unionens (EU) atomenergiorgan för Europa. European Atomic Energy Association. Finland är medlem.

fission

Sönderfall av en tung atomkärna till två delar, varvid även snabba neutroner och energi frigörs.

fissionsprodukter

Vid fissionen uppkomna medeltunga atomkärnor, som vanligen är radioaktiva.

flöde

Volymen av ämne som strömmar genom någon yta per tidsenhet, enheten är t.ex. m³/a.

fullprofil borrhningsteknik

Borrhningsteknik som gör det möjligt att borra en tunnel av full storlek med en gång.

fusion

Förening av två lätta atomkärnor till en tyngre kärna.

gammastrålning

Elektromagnetisk strålning i form av vågrörelse. Våglängden är kortare än den hos röntgenstrålning.

generalplan

I en generalplan beskrivs områdesanvändningen i en kommun i stora drag.

generalstrandplan

I en generalstrandplan beskrivs allmänna drag för utnyttjande av ett strandområde i en kommun på ett område, där det inte finns gällande generalplan.

gitter

Med bränslekniptets gitter avses dess uppbyggnad i tvärsnitt (t.ex. bränslestavarnas antal och avstånd).

gradient

Ändringen av ett värde i förhållande till en mycket liten förflyttning från ett ställe till ett annat. Om t.ex. grundvattnets tryck ökar jämnt med 4 bar vid en förflyttning från punkt A till punkt B och avståndet mellan punkterna är 2 m, är gradienten av grundvattnets tryck 2 bar/m på denna sträcka. Grundvattnet strömmar mot lägre tryck och ju mindre

gradienten av trycket är desto långsammare är strömningen.

halveringstid

Den tid som det tar för en viss mängd av likadana radionuklider att minska till hälften.

hydraulisk höjd

Vattentryck uttryckt som höjden av den vattenpelare som ett visst tryck orsakar, enheten t.ex. m.

högtaktiv

Högtaktivt avfall innehåller en så stor mängd radionuklider att hanteringen kräver särskilt skydd mot strålning. Dessutom skall kylningen av det högtaktiva avfallet ombesörjas.

IAEA

Internationella atomenergiorganet, International Atomic Energy Agency.

icke-joniserande strålning

Elektromagnetisk vågrörelse med en våglängd som inte kan ge upphov till jonisation

ICRP

Internationella strålskyddskommissionen, International Commission on Radiological Protection, som grundades 1928 under namnet International X-ray and Radium Protection Committee.

infrastruktur

I infrastrukturen ingår bl.a. lands- och järnvägar, telefon- och posttjänster samt energi- och vattenverk.

isotop

Atomer av samma grundämne. De skiljer sig från varandra genom att de har olika antal neutroner i kärnan.

IVO

Imatran Voima Oy, från 1.3.1999 Fortum Power and Heat Oy, (Fortum).

jonisation

En eller fler elektroner lösgörs från atomens elektronhölje och atomen blir elektriskt laddad.

joniserande strålning

Elektromagnetisk strålning och partikelstrålning som förorsakar jonisation direkt eller indirekt.

JYT

Kärnavfallsforskning som administreras och finansieras av den offentliga för-

valtningen. Kärnavfallsundersökningar som utförs på uppdrag av Handels- och industriministeriet.

kapselrör, kapsling

Se bränslestav.

konserveratism

Vid bedömningen av konsekvenserna innebär konserveratism att skadliga konsekvenser överskattas och fördelaktiga konsekvenser underskattas. En konservativ bedömning är pessimistisk, försiktig. En konservativ bedömning kan göras t.ex. med hjälp av en konservativ beräkningsmodell.

kontamination

Radioaktiv förorening i form av "smuts", som kan överföras på samma sätt som vanlig smuts.

kontaminering

Radioaktiv nedsmutsning av ett föremål eller en substans, t.ex. vatten.

kriticitet

Kärnbränsle (eller rättare sagt den helhet som utgörs av bränslet och dess omgivning) är kritiskt om de neutroner som frigörs vid en klyvning räcker till för att åstadkomma en annan klyvning, dvs. antalet klyvningar per tidsenhet är konstant. I underkritiskt bränsle minskar antalet klyvningar per tidsenhet med tiden, medan det motsatta är fallet i överkritiskt bränsle.

krosszon

Sprickzon där berggrunden är mera krossade. Se sprickzon.

kärnenergi

Energiform som sammanhänger med krafter mellan en atomkärnas partiklar.

kärnreaktion

Reaktion som sker i atomkärnan.

kärnreaktor

Anläggning där kärnreaktioner kan alstras och bemästras.

lågaktiv

Hanteringen av lågtaktivt avfall kräver inget speciellt skydd mot strålning.

medelaktivt avfall

Medelaktivt avfall innehåller så mycket radionuklider att hanteringen kräver speciella strålskyddsåtgärder, men det alstrar inte så mycket värme att det skulle kräva speciell avkylning.

modernuklid

En radionuklid, som vid sönderfall ger upphov till en nuklid.

Natura 2000

Ett nätverk av naturskyddsområden enligt EU:s naturdirektiv. Dess målsättning är speciellt att skydda den europeiska naturens utrotningshotade, sällsynta eller karakteristiska naturmiljöer samt djur och växter.

naturlig strålning

Strålning som härstammar från naturens radioaktiva ämnen och från rymden.

natururan

Uran i den isotopblandning det förekommer i naturen.

NEA

OECD:s kärnenergiorgan, OECD Nuclear Energy Agency.

neutron

Elementarpartikel utan elektrisk laddning. Ingår som byggsten i atomkärnan.

neutronflöde

Storhet som beskriver tätheten och hastigheten hos fria neutroner.

neutronstrålning

Partikelstrålning bestående av neutroner.

nuklid

Atom eller atomkärna med ett visst antal protoner och neutroner.

OECD

Organisation som befrämjar internationellt ekonomiskt samarbete och ekonomisk utveckling, Organization for Economic Co-operation and Development. Finland är medlem.

partikelstrålning

Strålning som består av partiklar i rörelse.

positron

Elektronens antipartikel med samma massa som elektronen men positiv elektrisk laddning.

proton

Positivt laddad elementarpartikel som är en byggsten i atomkärnan.

radioaktiv

Ett radioaktivt ämne innehåller atomkärnor som kan omvandlas eller sön-

derfalla av sig själva till andra kärnor. Vid sönderfallet alstras vanligen joniserande strålning (t.ex. alfa-, beta- och gammastrålning). Se radioaktivitet.

radioaktivitet

Egenskap hos atomkärnor att omvandlas eller av sig själv sönderfalla till andra kärnor. En radioaktiv kärna kan emit-tera (utsända) alfa- eller beta-partiklar när den omvandlas till en annan kärna, som i sin tur kan utsända elektro-magnetisk strålning. Omvandlingen kallas radioaktivt sönderfall.

Sönderfallet är en sporadisk företeelse. Det går inte att förutsäga när en enskild kärna sönderfaller. I allmänhet före-kommer likadana kärnor i ett stort antal och då kan man med säkerhet förutspå att hälften av dem har sönderfallit inom deras specifika halveringstid. Av de resterande kärnorna sönderfaller hälften inom följande halveringstid, o.s.v.

radionuklid

Radioaktiv nuklid.

regionkommun

Klassificeringssätt som tillkommit i och med anslutningen till EU. Kom-munernas indelning i regionkommuner följer tidigare läns- eller landskaps-gränser. Uppgifter om kommuner statistikförs numera regionkommunvis.

regionplan

En regionplan innehåller en allmän plan för hur ett område skall användas i en eller fler kommuner.

risk

Med risk avses kombinationen av sann-olikheter för ett skeende och dess kon-sekvenser (i sin enkelhet är risken = sannolikheten x följden). I vardags-språket avses dock oftast sannolikheten av ett skadligt skeende.

safeguards

Övervakning av fredlig användning av kärnteknisk utrustning och kärntek-niskt material.

sannolikhet

Om ett fenomenets sannolikhet är 1, förekommer det med säkerhet. Om fenomenets sannolikhet är t.ex. 0,001 förekommer det knappast, högst en gång om situationen kan repeteras på samma sätt 1000 gånger. Om sannolik-heten är 0 förekommer fenomenet inte överhuvudtaget.

scenario

Framtidsbild. Tänkbara händelser i en viss framtid, t.ex. berggrundens egen-skaper i ifrågavarande framtid.

sievert (Sv)

Enhet för stråldos som beaktar strål-ningens biologiska effekter. Normalt används enhetens tusendel, d.v.s. milli-sievert (mSv).

slututbränning

Den värmeenergi per massaenhet ett bränsleknippe alstrat under hela den tid det använts. Enheten är oftast MWd/kgU.

snabb reaktor

Kärnreaktor i vilken kedjereaktionen huvudsakligen åstadkoms av snabba neutroner.

sorption

Bindning av upplöst ämne till fast ämne. Vid absorption tränger ämnet in i ett fast ämne och vid adsorption upptas det till det fasta ämnets yta. Ämnerna i grund-vattnet kan sorberas i berget.

spallation

En typ av sönderfall reaktion, varvid ett stort antal neutroner frigörs från atomkärnan efter att t.ex. en proton har kolliderat med kärnan.

sprickzon

Zon i berggrunden som innehåller sprickor.

stadsplan

I en stadsplan ges detaljerade be-stämmelser om hur ett område skall användas.

stokastiska (sporadiska) effekter

Stokastiska (sporadiska) effekter av strålning är cancer eller genetiska skador, som med låg sannolikhet kan uppstå en lång tid efter erhållen strål-dos.

strandplan

I en strandplan ges detaljerade bestäm-melser om regleringen av fritidsbosätt-ning och annan användning av strand-områden, där det inte finns gällande stads- eller byggnadsplan.

stråldos

Storhet som beskriver strålverkan = den energimängd strålningen överlätit per massaenhet. Enheten är gray (Gy) = 1 J/kg. I det fall att den biologiska inverkan beaktas med en viktfactor är

enheten sievert (Sv). Ofta används en tusendel av en sievert, d.v.s. mSv.

STUK

Strålsäkerhetscentralen, finländsk myndighet och sakkunnig. Dess uppgift är att förhindra och begränsa skadliga följder av strålning effektivt och mål-medvetet utan att i onödan förhindra samhällsfunktionerna.

tidiga effekter

Olägenheter av stor stråldos. Symptomen uppkommer inom en kort tid efter erhållen dos.

transmutation

I detta sammanhang en omvandling av radionuklider till mer kortlivade sådana eller till stabila nuklider med hjälp av kärnreaktioner förorsakade av neutroner.

transuran

Grundämne som har fler protoner i atomkärnan än uran.

TVO

Teollisuuden Voima Oy

underkritisk reaktor

Kärnreaktor där antalet fria neutroner och de klyvningar dessa orsakar minskar av sig själv såvida inte neutroner från någon annan källa tillkommer.

upparbetning

Separering av återanvändbara nuklider i använt kärnbränsle. Resten är fissions-produkter och en del av transuranerna.

väntevärde

Medeltal för en stokastisk variabel. T.ex. medeltalet för vindhastighetsob-servationer under ett år.

YJT

Kraftbolagens kommission för kärnav-fall. Grundades 1978 av Teollisuuden Voima Oy och Imatran Voima Oy. Kommissionens uppgift är att koordi-nera de undersökningar och utredningar som berör bolagens kärnavfallshantering.

REFERENSER

Ahokas, H. & Sallasmaa, O. 1998. Kalliotilojen vaikutus pohjaveden pinnankorkeuteen ja kasvillisuuteen. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-73.

Ala-Lipasti, J., Karjalainen, P. & Pohjola, J. 1999. Kuntaimagotutkimus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-23.

Andersson, J., Ahokas, H., Koskinen, L., Poteri, A., Niemi, A. & Hautojärvi, A. 1998. A working group's conclusions on site specific flow and transport modelling. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-02.

Anttila, M. 1992. TVO:n käytetyn ydinpolttoaineen koostumus, aktiivisuus, lämmöntuotto ja muut radioaktiiviset ominaisuudet jäähtymisajan funktiona. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-92-03.

Anttila, M. 1995. Characteristics of Loviisa NPP spent fuel. Helsinki, Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies. Report YJT-95-21.

Anttila, M., Björnberg, M. & Vuori, S. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen huollon vaihtoehdot – Pitkäaikaisvarastointi ja transmutaatio. Helsinki, Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tutkimuksia ja raportteja 10/1999.

Anttila, M., Halonen, O., Holopainen, P., Korhonen, R., Kätkä, M., Meling, K., Noro, A., Peltonen, E., Rasilainen, K., Savolainen, I. & Vuori, S. 1982. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-82-41.

Anttila, M., Halonen, O., Holopainen, P., Korhonen, R., Kätkä, M., Meling, K., Noro, A., Peltonen, E., Rasilainen, K., Savolainen, I. & Vuori, S. 1982. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-82-41.

Anttila, P. 1995. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus – loppusijoituspaikan valintaperusteet. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-95-07.

Anttila, P., Ahokas, H., Front, K., Hinkkanen, H., Johansson, E., Paulamäki, S., Riekkola, R., Saari, J., Saksa, P., Snellman, M., Wikström, L. & Öhberg, A. 1999a. Final disposal of spent fuel in Finnish bedrock - Hästholmen site report. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-08.

Anttila, P., Ahokas, H., Front, K., Heikkinen, E., Hinkkanen, H., Johansson, E., Paulamäki, S., Riekkola, R., Saari, J., Saksa, P., Snellman, M., Wikström, L. & Öhberg, A. 1999b. Final disposal of spent fuel in Finnish bedrock – Kivetty site report. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-09.

Anttila, P., Ahokas, H., Front, K., Hinkkanen, H., Johansson, E., Paulamäki, S., Riekkola, R., Saari, J., Saksa, P., Snellman, M., Wikström, L. & Öhberg, A. 1999c. Final disposal of spent fuel in Finnish bedrock – Olkiluoto site report. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-10.

Anttila, P., Ahokas, H., Front, K., Hinkkanen, H., Johansson, E., Paulamäki, S., Riekkola, R., Saari, J., Saksa, P., Snellman, M., Wikström, L. & Öhberg, A. 1999d. Final disposal of spent fuel in Finnish bedrock – Romuvaara site report. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-11.

Aronen, K. 1985. Käytetyn polttoaineen loppusijoituspaikan taloudelliset vaikutukset sijaintikunnalle. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO-KPA-Loppusijoitus, työraportti 85-07.

Autio, J. 1990. Syväreikäratkaisun tekninen soveltuvuus TVO:n käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO/KPA - Turvallisuus ja tekniikka, työraportti 90-17.

Autio, J. 1992. Vaakasijoitusratkaisujen tekninen soveltuvuus TVO:n käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO/KPA - Turvallisuus ja tekniikka, työraportti 92-08.

Autio, J., Saanio, T., Tolppanen, P., Raiko, H., Vieno, T. & Salo, J-P. 1996. Assessment of alternative disposal concepts. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-12.

Birgersson, L., Skagius, K., Wiborgh, M. & Widén, H. 1992. Project alternative systems study - PASS. Analysis of performance and long-term safety of repository concepts. Stockholm, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB). Technical Report 92-43.

Cramer, J. & Smellie, J. (toim.) 1994. Final report of the AECL/SKB Cigar Lake analog study. Stockholm, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB). Technical Report 94-04.

Crawford, M.B. & Wilmot, R.D. 1998. Normal evolution of a spent fuel repository at the candidate sites in Finland. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-15.

DOE 1982. National Plan for Siting High-Level Radioactive Waste Repositories and Environmental Assessment. Public Draft. U.S. Department of Energy.

Eggert, U., Kvamsdal, O. & Johansson, A. 1987. Lager för förvaring av miljöfarliga ämnen. Svensk patentansökan. Patentverket, Patentansökningsnummer 8704781-7.

Harmaajärvi, I., Litmanen, T. & Kaunistmaa, M. 1998. Ydinjätehuollon ympäristövaikutukset. Kysely Eurojoen, Äänekosken ja Kuhmon asukkaille 1996. Espoo, VTT Yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti 434.

Heinonen, P., Hallila, H., Koivurinne, J., Oikarinen, A., Saarikoski, P., Salmi, O., Soinne, H. & Tanninen, T. 1997. Länsi-Suomen alueen luonnonvarasuunnitelma. Helsinki, Oy Edita Ab. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 12.

Hermunen, P. 1998. Ydinjätteiden tuonti ja loppusijoittaminen. EU-oikeudellisia näkökulmia. Helsinki, Helsingin yliopisto. Kansainvälisen talousoikeuden instituutin julkaisuja KATTI 32.

Hokkanen, P. & Kojo, M. 1998. Ydinjätteiden loppusijoituksen YVA-ohjelman laadintavaiheen yleisötilaisuudet osallistumisen näkökulmasta. Tampere, Tampereen yliopisto.

Politiikan tutkimuksen laitos. JYT 2001 tutkimuksia, työraportti 1/1998.

IAEA 1989a. Guidance and Regulation of Underground Repositories for Disposal of Radioactive Wastes. Vienna, International Atomic Energy Agency. Safety series No 96.

IAEA 1989b. Safety Principles and Technical Criteria for the Underground Disposal of High-level Wastes. Vienna, International Atomic Energy Agency. Safety series No 99.

IAEA 1992a. Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards. Vienna, International Atomic Energy Agency (IAEA). Technical Report Series No 332.

IAEA 1992b. The Process for Selection and Characterization of Sites for Geological Disposal of Radioactive Waste, Experiences in Member Countries. Vienna, International Atomic Energy Agency.

IAEA 1994. Siting of Geological Disposal Facilities. Vienna, International Atomic Energy Agency. Safety series No 111-G-4.1.

IAEA 1996. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for Safety of Radiation Sources. Vienna, International Atomic Energy Agency. Safety Series No 115.

IAEA 1997a. Further analysis of extended storage of spent fuel. Final report of a Co-ordinated Research Programme on the Behaviour of Spent Fuel Assemblies during Extended Storage (BEFAST-III) 1991-1996. Vienna, International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-944.

IAEA 1997b. Radiation Protection Guidelines for the Environment: Principles and Concepts, A Discussion Paper, Draft from the Meeting 10-13 November 1997, Vienna, International Atomic Energy Agency.

ICRP 1991. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. In *Annals of the ICRP*, Publication 60, Vol. 21, No 1-3. Oxford, Pergamon Press.

IVA 1998. Why research on accelerator-driven transmutation technology? Proceedings from an international conference arranged by the Royal Swedish Academy of Engineering Sciences (IVA) in 1997. Stockholm.

IVO (Imatran Voima Oy) 1996. Loviisan voimalaitoksen modernisointihankkeiden ympäristövaikutusten arviointiselostus. Vantaa, Imatran Voima Oy.

IVO (Imatran Voima Oy) & TVO (Teollisuuden Voima Oy) 1978. Ydinjätteselvitys.

Jakonen, J., Lehto, H., Raekallio, M., Terävä, S., Pitkänen, R., Kuisma, A., Kähkönen, S. & Santala, J. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehdot mahdollisille loppusijoituspaikoille. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-48.

Kala- ja Vesitutkimus Oy, Mikkola-Roos, M. & Hirvonen, H. 1996. Toukolanranta. Rakentamisen ympäristövaikutukset. Ekologinen näkökulma II. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 1996:20.

Kankaanpää, H., Haapavaara, L. & Lampinen, T. 1999. Tutkimus loppusijoituslaitoksen vaikutuksista kuntien imagoon. Helsinki, Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tutkimuksia ja raportteja 1/1999.

Kantola, I. 1999. Ydinjätteiden loppusijoitus yhteiskunnallisena kiistakysymyksenä. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-06.

Karvonen, E. 1997. Imagologia. Tampere, Tampereen yliopisto. Acta Universitatis Tamperensis 544.

Kattilakoski, E. & Koskinen, L. 1999. Regional-to-site scale groundwater flow in Romuvaara. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-14.

Kattilakoski, E. & Mészáros, F. 1999. Regional-to-site scale groundwater flow in Kivetty. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-13.

Kiljunen, P. 1998. Suomalaisten suhtautuminen ydinjätteisiin. Valtakunnallinen ja kunnittainen asennekehitys 1983-1997. Helsinki, Energia-alan keskusliitto Finergy. Tutkimusraportti 5.

Kivimäki, M. & Kalimo, R. 1993. Risk Perception Among Nuclear Power Plant Personnel: A Survey. *Risk Analysis*, Vol. 14, No 4, 421-424.

Kivimäki, M., Kalimo, R. & Salminen, S. 1995. Perceived Nuclear Risk, Organizational Commitment, and Appraisals of Management: A Study of Nuclear Power Plant Personnel. *Risk Analysis*, Vol. 15, No 3, 391-393.

Kivinen, K. & Turunen, J.-P. 1999. Asiantuntijaseminaarit käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arvioinnista. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-13.

Koivujärvi, S., Kantola, I. & Mäkinen, P. 1998. Energia-alan sosiaalisten vaikutusten arviointi. Vantaa, Imatran Voima Oy. Tutkimusraportti IVO-A-03/98.

Koskinen, I., Niva, M. & Timonen, P. 1998. Ydinjätteen loppusijoituslaitoksen mahdolliset vaikutukset kuluttajien valintoihin ja loppusijoituspaikkakunnan tuotteiden menekkiin markkinoilla. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-17.

KTM 1997. Final Report on Publicly Administrated Nuclear Waste Management Research Programme 1994 - 1996 (JYT2). Helsinki, Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tutkimuksia ja raportteja 22/1997.

Kuivamäki, A., Vuorela, P. & Paananen, M. 1998. Indications of postglacial and recent bedrock movements in Finland and Russian Karelia. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. Tiedonanto YST-99.

Kukkola, T. 1999a. Loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden määrittäminen päästö- ja annoslaskentaa varten. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-17.

- Kukkola, T. 1999b. Kapselointilaitoksen ja -prosessin kuvaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-29.
- Kurki, O. 1995. Ydinjätteiden loppusijoittamista koskevan informaation vastaanotto ja hankinta Eurajoella, Kuhmossa ja Äänekoskella. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. Työraportti TIETO-95-02.
- La Pointe, P. R. & Cladouhos, T. T. 1999. An overview of possible approach to calculate rock movements due to earthquakes at Finnish nuclear waste repository sites. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-02.
- Laakso, S. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen alueelliset vaikutukset. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-05.
- Lahti, V.-M. 1998. Riskiyhteiskunta vesilasissa. Helsinki, Yliopistopaino.
- Lautkaski, R., Pipatti, R. & Vuori, S. 1988. Suomalaisen terveysriskit. Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 875.
- Lehto, M. 1998. Eurajokelaisten yritysten perustietoselvitys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-78.
- Leskinen, A., Paldanius, J. & Turunen, J.-P. 1997. Vuorovaikutus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutusten arvioinnissa – Arviointiohjelman laadintavaiheen tilaisuudet. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-67.
- Lidskog, R. & Litmanen, T. 1997. The Social Shaping of Radwaste Management: The Cases of Sweden and Finland. *Current Sociology*, Vol. 45, No 3, 59-79.
- Litmanen, T. 1994. Kallion uumenissa, satojen metrien syvyydessä. Paikalliset ydinjätekonfliktit Suomessa. Jyväskylän yliopisto. Sosiologian lisensiaatintyö.
- Litmanen, T. 1996a. Ydinjätteet - kiitos, ei tänne! Paikkakuntalaisten suhtautuminen ydinjätteisiin Äänekoskella, Eurajoella ja Kuhmossa. Teoksessa Konttinen, E. & Litmanen, T. (toim.): *Ekokuntia ja ökykuntia. Tutkimuksia ympäristöhallinnan paikallisesta eriaikaisuudesta*. SoPhi, Yhteiskuntatieteiden, valtio-opin ja filosofian julkaisuja 6, Jyväskylän yliopisto.
- Litmanen, T. 1996b. Ympäristökampailun sosiaalinen rakentuminen. Ydinjätekamppailut Kuhmossa, Äänekoskella ja Eurajoella. *Sociologia* 4/96, 299-311.
- LT-Konsultit Oy 1997. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen vaatimat ilmoitukset, suunnitelmat, luvat ja niihin rinnastettavat päätökset. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-55.
- LT-Konsultit Oy 1998. Loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-74.
- Lunabba, R. & Vira, J. 1990. Uraanipolttoaineen jälleenkäsittelyn ja jälleenkierätyksen tila maailmalla 1990-luvun vaihteessa. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-90-12.
- Löfman, J. 1999a. Site scale groundwater flow in Olkiluoto. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-03.
- Löfman, J. 1999b. Site scale groundwater flow in Håstholmen. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-12.
- Marcos, N. 1996. The Hyrkkölä native copper mineralization as a natural analogue for copper canisters. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-15.
- Mayer, E. & Palmu, J. 1995. Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen varastokapasiteetin lisäys. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-95-22.
- NAS 1995. Underground repository still needed despite radioactive waste processing technologies. News from the National Research Council, August 24, 1995. National Academy of Science (Luettavissa <http://www.nas.edu>).
- NEA 1977. Objectives, concepts and strategies for the management of radioactive waste arising from nuclear power programmes. Nuclear Energy Agency, Organisation for economic co-operation and development (OECD).
- NEA 1993. Long-term Observation of the Geological Environment: Needs and Techniques. Paris, Nuclear Energy Agency, Organisation for economic co-operation and development (OECD).
- NEA 1996. Characterisation of Long-term Geological Changes for Disposal Sites. Paris, Nuclear Energy Agency, Organisation for economic co-operation and development (OECD).
- NEA 1997. Lessons learnt from ten performance assessments studies. Working group on integrated performance assessments of deep repositories. Nuclear Energy Agency, Organisation for economic co-operation and development (OECD).
- Neall, F. B. (toim.), Baertschi, P., McKinley, I. G., Smith, P.A., Sumerling, T. J. & Umeki, H. 1994. Kristallin-I results in perspective. Wetingen, National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (NAGRA). Technical Report 93-23.
- Niini, S., Halenius, L. & Myllyvirta, I. 1998. Loppusijoituslaitoksen vesihuollon yleissuunnitelma Romuvaaran ja Kivetyn tutkimusalueille. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-75.
- Nummenpää, J. & Ollikainen, T. 1996. Loviisan kaupungin yhdyskuntaselvitys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti LOVIISA-96-01.
- Nystedt, H. & Gango, H. 1999. Loviisan seudun yritysten perustietoselvitys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-14.
- Ollikainen, T. & Rimpiläinen, A. 1997a. Eurajoen aluekuvaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti-97-14.
- Ollikainen, T. & Rimpiläinen, A. 1997b. Kuhmon aluekuvaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti-97-12.
- Ollikainen, T. & Rimpiläinen, A. 1997c. Loviisan aluekuvaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti-97-15.
- Ollikainen, T. & Rimpiläinen, A. 1997d. Äänekosken aluekuvaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti-97-13.

- Ollila, K. & Ahonen, L. 1998. Solubilities of uranium for TILA-99. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-13.
- Paananen, M., Blomqvist, R., Kaija, J., Ahonen, L., Ruskeeniemi, T., Suksi, J. & Rasilainen, K. 1998. The Palmottu natural analogue project, Progress Report 1998. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. Tiedonanto YST-100.
- Paavola, J. & Eränen, L. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen psykososiaaliset vaikutukset. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-04.
- Paile, W., Mustonen, R., Salomaa, S. & Voutilainen, A. 1996. Säteily & terveys. Helsinki, Säteilyturvakeskus ja Oy Edita Ab.
- Pasanen, T. 1998. Kuntalaispalaute käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutusten arvioinnissa: Kirjallinen palaute, pienryhmät ja lehtikirjoittelu. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-64.
- Peltonen, E., Vuori, S., Anttila, M., Hillebrand, K., Meling, K., Rasilainen, K., Salminen, P., Suolanen, V. & Winberg, M. 1985. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuus-analyysi – Perustapaus. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-85-22.
- Pirttikoski, R. 1996. Pelko on voimaa - kahden paikallislehden mielipidepalstat ydinjätekamppailun areenoina, Kuhmolaisessa ja Sisä-Suomen Lehdessä vuosina 1987-1994 julkaistujen mielipidekirjoitusten sisällön erittelyä. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti TIETO-96-01.
- Pitkänen, P., Luukkonen, A., Ruotsalainen, P., Leino-Forsman, H. & Vuorinen, U. 1998a. Geochemical modeling of groundwater evolution and residence time at the Kivetty site. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-07.
- Pitkänen, P., Luukkonen, A., Ruotsalainen, P., Leino-Forsman, H. & Vuorinen, U. 1998b. Geochemical modeling of groundwater evolution and residence time at the Olkiluoto site. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-10.
- Pitkänen, P., Snellman, M., Vuorinen, U. & Leino-Forsman, H. 1996. Geochemical modelling study on the age and evolution of the groundwater at the Romuvaara site. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-06.
- Ponnikas, J. 1999. Millä ehdoilla ydinjätteet meidän kuntaan? Tampere, Tampereen yliopisto, Poliittikan tutkimuksen laitos. JYT2001 tutkimuksia, työraportti 1/1999.
- Posiva 1996a. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään. Tekniikkatutkimukset vuosina 1993-1996. Helsinki, Posiva Oy. Raportti POSIVA-96-14.
- Posiva 1996b. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään; paikkakohtaisen turvallisuusanalyysin edellytykset ja mahdollisuudet. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-16.
- Posiva 1996c. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus kallioperään. Yksityiskohtaiset sijoituspaikkatutkimukset 1993-1996. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-19.
- Poteri, A. & Laitinen, M. 1996. Fracture network model of the groundwater flow in the Romuvaara site. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-26.
- Poteri, A. & Laitinen, M. 1999. Site-to-canister scale flow and transport at the Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara sites. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-15.
- Pääkkönen, M. 1998. Kuhmolaisten yritysten perustietoselvitys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-50.
- Raiko, E. & Nordman, H. 1999. Kemiaallinen myrkyllisyys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-18.
- Raiko, H. 1996. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen lämpötekniinen optimointi. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-03.
- Raiko, H. & Salo, J.-P. 1999. Design report of the disposal canister for twelve fuel assemblies. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-18.
- Reivinen, M., Freund, J. & Eloranta, E. 1996. A theoretical and numerical consideration of rock mass behaviour under thermal loading of radioactive waste repository. Helsinki, Säteilyturvakeskus. STUK-YTO-TR 112.
- Ridell, H. & Raak, S. 1997. Selvitys kiinteistöjen hintakehityksestä Loviisan alueella. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-48.
- Ridell, H. & Raak, S. 1998a. Selvitys kiinteistöjen hintakehityksestä ja -markkinoista Eurajoen, Kuhmon, Loviisan ja Äänekosken alueilla. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-79.
- Ridell, H. & Raak, S. 1998b. Selvitys kiinteistöjen hintakehityksestä Eurajoen alueella. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-80.
- Ronkainen, I. & Ukkonen, A. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen kunnallistaloudellisten vaikutusten arviointi. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-24.
- Rossi, J., Raiko, H., Suolanen, V. & Ilvonen, M. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen normaali-käytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamien säteilyannosten arviointi. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-16.
- Rubbia, C., Buono, S., Kadi, Y., & Rubio, J.A. 1997. Fast Neutron Incineration in the Energy Amplifier as Alternative to Geologic Storage: The Case of Spain. CERN/LHC/97-01 (EET).
- Ruokola, E. (toim.) 1994. Review of TVO's spent fuel disposal plans of 1992. Helsinki, Säteilyturvakeskus. STUK-B-YTO 121.
- Russell, S. B., Goodwin, B. W., Villagran, J. E., Jensen, M. R. & Kempe, T. K. 1997. Performance assessment plan for the used fuel disposal project. Toronto, Ontario Hydro. Report 06819-REP-01200-0018-R00.
- Saario, T. & Raiko, H. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus-kapseleiden palautettavuus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-21.

Saari, J. 1996. Loviisan alueen seismisyys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti PATU-96-67.

Saari, J. 1997. Olkiluodon alueen seismisyys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-61.

Saari, J. 1998. Kivetyn alueen seismisyys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-43.

Saari, J. 1999. Romuvaaran alueen seismisyys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-15.

Sairinen, R. 1998. Ihmisen ja luonnon välissä: SVA:n vaikeudet käytännön työssä. Alustus valtakunnallisilla YVA-päivillä 10.-11.2.1998.

Salmi, M., Vuorela, P. & Kuivamäki, A. 1985. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen geologiset aluevalintatutkimukset. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-85-27.

SAM 1996. An international comparison of disposal concepts and post-closure assessments for nuclear waste disposal. A report prepared by Safety Assessment Management for Atomic Energy of Canada Limited (AECL), Whiteshell Laboratories. TR-M-43.

Siitonen, M. 1996. Äänekosken Kivetyn luontoselvitys 1996. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti PATU-96-24.

Siitonen, M. & Ranta, P. 1997a. Eurajoen Olkiluodon luontoselvitys 1997. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-66.

Siitonen, M. & Ranta, P. 1997b. Kuhmon Romuvaaran luontoselvitys 1997. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-65.

Siitonen, M., Sipari, J. & Ranta, P. 1997. Loviisan Hästholmenin luontoselvitys 1997. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-64.

Sisäasiainministeriö 1988. Yleisen pelastuspalvelun suunnittelu, ohje 1184/701/88, sarja A:26.

Sisäasiainministeriö 1997. Säteily-

vaaratilanteissa tarvittavien suojele-toimenpiteiden suunnittelu ja niistä tiedottaminen, sisäasiainministeriön määräys 1/97.

Sisäasiainministeriö 1998. Toiminta säteilyonnettomuustilanteissa, ohje 10/011/98, sarja A:57.

Sjöberg, L. 1998. Avfallet är kärnfrågan. Nucleus 17, 3/98, 28-35.

SKB 1992. Project on alternative systems study (PASS) - Final report. Stockholm, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. Technical Report 93-04.

SKB 1996. Annual report. Stockholm, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management. TR-96-25.

SKB 1998. FUD-program 98. Kärn-avfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring. Stockholm, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Snellman, M., Pitkänen, P., Luukkonen, A., Ruotsalainen, P., Leino-Forsman, H. & Vuorinen, U. 1998. Summary of recent observations from Hästholmen groundwater studies. Helsinki, Posiva Oy. Working Report 98-44.

STM 1998. Sosiaali- ja terveystieteiden ohje ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (468/94) soveltamisesta; ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (ihmisten terveys, elinolot ja viihtyvyys).

STUK (Säteilyturvakeskus) 1997. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva väliarviointi, lausunto A811/17 kauppa- ja teollisuusministeriölle 31.10.1997.

STUK (Säteilyturvakeskus) 1999. Valtioneuvoston päätös käytetyn ydinpolttoaineen turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä. Perustelu-muistio 29.3.1999.

Suolanen, V., Lautkaski, R. & Rossi, J. 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten terveysriskien arviointi. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-17.

Suunnittelukeskus Oy 1987a. Käytetyn

ydinpolttoaineen loppusijoituspaikan valintaan vaikuttavien yhdyskuntarakenteellisten tekijöiden kuntakoh-tainen tarkastelu. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO-Paikkatutkimukset, työraportti 87-06.

Suunnittelukeskus Oy 1987b. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen taloudelliset vaikutukset - Sijaintivaihtoehtona Konginkangas. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO-Paikkatutkimukset, työraportti 87-09.

Suunnittelukeskus Oy 1987c. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen taloudelliset vaikutukset - Sijaintivaihtoehtona Kuhmo. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO-Paikkatutkimukset, työraportti 87-10.

Taivassalo, V., Koskinen, L. & Meling, K. 1994. Groundwater flow analyses in the preliminary site investigations - modelling strategy and computer codes. Helsinki, Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies. Report YJT-94-04.

Tielaitos 1993. Asfaltti- ja murskausasemien melun leviäminen. Helsinki, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 43/1993.

Toivonen, H., Rytömaa, T. & Paile, W. 1987. Säteily, ihminen ja terveys. Helsinki, Säteilyturvakeskus ja Valtion painatuskeskus.

Toivonen, H., Rytömaa, T. & Vuorinen, A. 1988. Säteily ja turvallisuus. Helsinki, Valtion painatuskeskus ja Säteilyturvakeskus.

Tolppanen, P. 1998. Louhitun kiven käyttökohteet ja murskaus. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-40.

Tolppanen, P. & Kokko, M. 1998. Räjähdystarvikkeiden käyttö, varastointi ja kuljetus käytetyn polttoaineen loppusijoitustilojen louhinnassa. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-41.

TVO (Teollisuuden Voima Oy) 1992a. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään, tekniset suunnitelmat ja turvallisuusarvio. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-92-31.

TVO (Teollisuuden Voima Oy) 1992b. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään, alustavat sijoituspaikkatutkimukset. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-92-32.

TVO (Teollisuuden Voima Oy) 1996. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen modernisoinnin ympäristövaikutusten arviointiselostus. Olkiluoto, Teollisuuden Voima Oy.

UNSCEAR 1993. Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

UNSCEAR 1994. Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 1994 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

UNSCEAR 1996. Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 1996 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

Uudenmaan ympäristökeskus 1997. Uudenmaan ympäristöohjelma 2005. Tampere, Tammer-Paino.

Wahlström, B. 1994. Säteileekö? Säteilytietoa arkikielellä. 3. painos. Loviisa, Itä-Uudenmaan Paino Oy.

Valtioneuvosto 1983. Valtioneuvoston tekemä periaatepäättös ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista. 10.11.1983.

Valtioneuvosto 1991a. Valtioneuvoston päätös ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä. 395/1991, 14.2.1991.

Valtioneuvosto 1991b. Valtioneuvoston päätös ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä. 396/1991, 14.2.1991.

Valtioneuvosto 1991c. Valtioneuvoston päätös ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä. 397/1991, 14.2.1991.

Valtioneuvosto 1991d. Valtioneuvoston päätös ydinvoimalaitosten voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä. 398/1991, 14.2.1991.

Valtioneuvosto 1999. Valtioneuvoston päätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta. 25.3.1999.

Varis, J. 1999. Äänekoskelaisten yritysten perustietoselvitys. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 99-10.

Vesterbacka, K. & Arvela, H. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksesta ympäristöön pääsevän luonnon radonkaasun aiheuttamat säteilyannokset. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-62.

Vieno, T., Hautajärvi, A., Koskinen, L. & Nordman, H. 1992. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi TVO-92. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-92-33.

Vieno, T. & Nordman, H. 1996. Interim report on safety assessment of spent fuel disposal, TILA-96. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA-96-17.

Vieno, T. & Nordman, H. 1999. Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara, TILA-99. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 99-07.

Viinikainen, T. 1997. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaalinen ulottuvuus, VäliRaportti. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-59.

Viinikainen, T. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaaliset vaikutukset kuntalaisten näkökulmasta, Haastattelututkimus. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-16.

Voutilainen, A. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkavaihtoehtojen ympäristön radioaktiiviset aineet ja ionisoiva säteily. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-63.

Vuori, S. 1996. Käytetyn ydinpolttoaineen suoraan loppusijoitukseen ja jälleenkäsittelyyn perustuvien huoltovaihtoehtojen säteily- ja ympäristöturvallisuus. Helsinki, Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tutkimuksia ja raportteja 8/1996.

Vuorinen, U., Kulmala, S., Hakanen, M., Ahonen, L. & Carlsson, T. 1998. Solubility database for TILA-99. Helsinki, Posiva Oy. POSIVA 98-14.

YEL 1987. Ydinenergialaki 11.12.1987/990.

Yli-Kokko, P. (toim.) 1991. Kokkola-kuva, raportti Kokkolan kaupungin kuntakuvasta ja sen tutkimuksesta. Jyväskylän yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 10/1991.

Yrjölä, R. 1997. Eurajoen Olkiluodon, Kuhmon Romuvaaran, Loviisan Hästholmenin ja Äänekosken Kivetyt linnustotutkimus 1997. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 97-44.

Åberg, J. & Viinikainen, T. 1998. Matkailijoiden suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen. Helsinki, Posiva Oy. Työraportti 98-01.

Äikäs, T. 1985. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluevalintatutkimusten ympäristötekijöitä koskevat selvitykset. Helsinki, Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-85-28.

Äikäs, T. A. 1997. Imagodiskurssit ja kaupunki - käsitekriittikää ja kaupunkisuunnittelun uudet työkalut. Yhteiskuntasuunnittelu 4/97, 4-16.

Öhberg, A. 1992. WP-Cave-ratkaisun tekninen soveltuvuus TVO:n käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen. Helsinki, Teollisuuden Voima Oy. TVO/KPA - Turvallisuus ja tekniikka, työraportti 90-23 rev. 1.

BILAGA 1

Utlåtande om programmet för miljökonsekvensbedömning av en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle

HIM 1/815/98
24.6.1998

Posiva Oy har tillställt handels- och industriministeriet ett bedömningsprogram som gäller förfarandet vid miljökonsekvensbedömning av ett slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle i enlighet med lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (MKB-lagen). Kontaktmyndighet vid bedömningsförfarandet är handels- och industriministeriet i enlighet med MKB-lagen. Posiva Oy utarbetar en miljökonsekvensbeskrivning utgående från bedömningsprogrammet och kontaktmyndighetens utlåtande om detta. Förfarandet fortgår med en offentlig behandling av konsekvensbeskrivningen.

För slutförvaret för använt bränsle krävs ett principbeslut av statsrådet enligt kärnenergilagen. Miljökonsekvensbeskrivningen kommer att fogas till den ansökan om ett principbeslut som skall tillställas statsrådet.

Projektsansvarig

Projektsansvarig är
Posiva Oy
Mikaelsgatan 15 A
00100 Helsingfors.

Posiva Oy är ett bolag som ägs gemensamt av de kärnavfallshanteringsskyldiga bolagen Industrins Kraft Ab och Imatran Voima Oy. Detta bolag har till huvudsaklig uppgift att undersöka, planera och verkställa slutförvaringen av det använda kärnbränsle som uppkommer i de nämnda bolagens produktion.

Projektet

Syftet med projektet är att slutförvara använt kärnbränsle från de finska kärnkraftverken, d.v.s. att på ett sätt som är avsett att bli bestående placera detta i den finska berggrunden. Slutförvarsanläggningen för använt bränsle består av en inkapslingsanläggning jämte utrymmen för hjälpfunktioner, vilka skall byggas ovan jord, och slutförvarsut-

rymmen som skall sprängas in i berggrunden på 300-700 meters djup. Åtgärderna för slutförvaringen kräver ett ca 40 hektar stort markområde ovan jord. Dessutom skall ett ca 20 meter brett vägområde och ett högst 30 meter brett område för en ellinje reserveras.

I bedömningsprogrammet har det anförts att vid MKB-förfarandet skall bedömas vilka konsekvenser projektet kommer att ha för miljön, när slutförvarsanläggningen dimensioneras för slutförvaringen av bränslet från de nuvarande kraftverksenheter i landet. I basfallet är den bränslemängd som skall granskas högst ca 2 600 ton uran, vilket motsvarar den bränslemängd som uppkommer under en drifttid på 40 år i de nuvarande kraftverksenheter. Dessutom granskas i huvuddrag ett sådant fall där mängden bränsle som skall slutförvaras är högst ca 4 000 ton uran, vilket motsvarar en drifttid på 60 år i de nuvarande anläggningsenheter. Vid den tekniska planeringen av slutförvarsanläggningen beaktas den möjligheten att anläggningen också kommer att användas för slutförvaringen av använt bränsle från eventuella nya kärnkraftverksenheter.

I bedömningsprogrammet föreslås att fyra alternativa förlägningsplatser för slutförvarsanläggningen skall granskas i MKB-förfarandet:

1. Om Euraåminne kommun väljs som förlägningsort, placeras slutförvaret i den centrala delen av ön Olkiluoto. Inkapslingsanläggningen kan placeras antingen på det nuvarande kraftverksområdet eller på slutförvarsområdet.
2. Om Kuhmo stad väljs, placeras slutförvaret och inkapslingsanläggningen i Romuvaara, 20 kilometer nordost om Kuhmo centrum.
3. Om Lovisa stad väljs, placeras slutförvaret i berggrunden på Hästholmen och delvis på Källaudden. Inkapslingsanläggningen placeras på det nuvarande kraftverksområdet på Hästholmen.
4. Om Äänekoski stad väljs, placeras slutförvaret och inkapslingsanläggningen i Kivetty i norra delen av Äänekoski.

Målet för Posiva Oy:s handlingsprogram är att förlägningsplatsen för slutförvaret skall kunna väljas år 2000. Enligt planerna kommer anläggningen att byggas på 2010-talet och slutförvaringen att börja år 2020. Hur omfattande projektet blir och hur lång tid det tar att genomföra beror på mängden bränsle som skall slutförvaras.

I MKB-förfarandet granskas också alternativa transportformer och rutter för använt kärnbränsle. Det slutliga transportsättet och transportruterna väljs enligt den materiel och det vägnät som står till förfogande när anläggningen tas i drift.

Innehållet i bedömningsprogrammet

Programmet för miljökonsekvensbedömning av slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle innehåller en beskrivning av projektet, en granskning av alternativen till projektet, en översikt över de tillstånd och planer som projektet förutsätter, en beskrivning av de miljökonsekvenser som skall klarläggas, en översikt över tidigare gjorda utredningar som gäller projektets miljökonsekvenser, en informationsplan samt tidtabell för projekten och bedömningsförfarandet. Den projektsansvarige kompletterar de bedömningsmetoder som skall användas och de verkningsområden som skall granskas medan bedömningsförfarandet pågår. I bedömningsprogrammet behandlas byggnadsskedet och driftsskedet för inkapslingsanläggningen, forskningsschaktet och slutförvaret, långtidssäkerheten sedan slutförvaret har stängts samt de transporter och förflyttningar av använt bränsle som sammanhänger med slutförvaringen.

Vilken ställning har förfarandet vid miljökonsekvensbedömning i det beslutsfattande enligt kärnenergilagen som gäller slutförvaringen?

Enligt kärnenergilagen (990/1987) skall en kärnavfallsproducent sörja för alla åtgärder som hör till kärnavfallshanteringen och beredningen av dessa samt svara för kostnaderna för kärnavfallshanteringen. Använt kärnbränsle anses enligt lagen som kärnavfall. I

enlighet med den ändring av kärnenergilagen som gjordes år 1994 skall det kärnavfall som uppkommer i Finland hanteras, lagras och placeras på ett sätt som är avsett att bli bestående (d.v.s slutförvaras) i Finland.

Det program som syftar till val av plats för den slutförvaring som skall ske i Finland har till sina huvuddrag, etappmål och sin tidtabell ursprungligen fastställts i ett principbeslut som statsrådet fattade 10.11.1983 om målen för det undersöknings-, utrednings- och planeringsarbete som gäller kärnavfallshanteringen. Sedan den nuvarande kärnenergilagen trätt i kraft har de mål som ingår i principbeslutet gjorts rättsligt bindande för Industrins Kraft Ab och Imatran Voima Oy genom beslut av handels- och industriministeriet 7/815/91 och 11/815/95 HIM. Enligt besluten skall dessa kraftbolag genomföra ett forskningsprogram som syftar till slutförvaring i berggrunden, så att en sådan plats där en slutförvarsanläggning vid behov kan byggas har utretts och valts före utgången av år 2000. De praktiska uppgifter som gäller undersökningen, planeringen och verkställandet av slutförvaringen sköter bolaget Posiva Oy som ägs gemensamt av Industrins Kraft Ab och Imatran Voima Oy. Det juridiska och ekonomiska ansvaret för hanteringen av använt bränsle ankommer på de nämnda kärnkraftsbolagen.

En slutförvarsanläggning för använt bränsle är en sådan kärnanläggning med stor allmän betydelse som avses i kärnenergilagen. För byggandet av en sådan anläggning förutsätts ett projektivist principbeslut av statsrådet över att byggandet av anläggningen är förenligt med samhällets helhetsintresse. Ansökan om principbeslutet riktas till statsrådet. Ansökan kan gälla en eller flera alternativa förlägningsplatser. Enligt kärnenergiförordningen skall till ansökan om principbeslut fogas en miljökonsekvensbeskrivning enligt MKB-lagen.

Förfarandet vid miljökonsekvensbedömning enligt MKB-lagen är en del av den bedömning av säkerheten vid och miljökonsekvenserna av slutförvarsanläggningen vilken sammanhänger med ett principbeslut enligt kärnenergilagen. I MKB-förfarandet presenterar den projektansvarige sitt planerade pro-

jekt och alternativen till det och beaktar härvid gällande lagstiftning och myndighetsbeslut. Statsrådet har däremot samhällets helhetsintresse som sin utgångspunkt vid granskningen av ansökan om ett principbeslut enligt kärnenergilagen. Remissinstanserna igen, bl.a. anläggningens planerade förlägningskommun, granskar projektet från sina egna utgångspunkter. Behandlingen av ansökan grundar sig inte längre enbart på det material som sökanden har lämnat in, utan myndigheterna skaffar sig både de utredningar om vilka bestäms i kärnenergiförordningen och andra utredningar som de anser nödvändiga, och i vilka projektet granskas från mera allmänna utgångspunkter. Om ansökan om principbeslut angående en slutförvarsanläggning inlämnas på samma gång som miljökonsekvensbeskrivningen, kommer de båda att grunda sig på samma kunskapsunderlag.

Den egentliga miljökonsekvensbeskrivningen är en publikation som är avsedd för omfattande distribution. För att beskrivningen till sin längd skall hållas inom rimliga gränser kan framställningen inte vara särskilt detaljerad. Exakta beskrivningar av de utgångsantaganden och bedömningsmetoder som har använts och de resultat som har nåtts presenteras i rapporter, som bifogas konsekvensbeskrivningen och i referenser inne i beskrivningen, vilka även de kommer att vara offentliga. I synnerhet i det program för undersökning och val av förlägningsplats som skall genomföras med stöd av kärnenergilagen har ett mycket omfattande bakgrundsmaterial samlats in. Myndighetsbehandlingen och de sakkunnigas bedömningar kommer att grunda sig uttryckligen på de detaljerade uppgifter som presenteras i bilagor eller referenser.

Samtidigt med MKB-förfarandet pågår en mera detaljerad bedömning av Posiva Oy:s tekniska planer och undersökningar för val av plats, vilka syftar till slutförvaring. Industrins Kraft Ab och Imatran Voima Oy tillställde 31.12.1996 handels- och industriministeriet en mellanrapport över slutförvaringsundersökningarna som Posiva Oy hade utarbetat. Strålsäkerhetscentralen har gett ministeriet ett utlåtande om mellanrapporten (A 811/17, 31.10.1997).

Handels- och industriministeriet skall inför behandlingen av ansökan om principbeslutet begära utlåtanden av kommunfullmäktige i den planerade anläggningens förlägningskommun och av grannkommunerna samt av miljöministeriet och de övriga myndigheter som nämns i kärnenergiförordningen. Dessutom skall ministeriet införskaffa Strålsäkerhetscentralens preliminära säkerhetsbedömning av projektet.

De krav som gäller säkerheten vid slutförvarsanläggningen grundar sig på kärnenergilagen och strålskyddslagen samt förordningar och beslut som har getts med stöd av dem. Vid strålsäkerhetscentralen har ett utkast till allmänna säkerhetskrav för slutförvaringen av använt kärnbränsle beretts. Syftet är att kraven skall träda i kraft i form av ett statsrådsbeslut.

Sökanden skall, innan principbeslutet fattas, offentliggöra en allmänt hållen, av handels- och industriministeriet granskad och enligt ministeriets direktiv uppgjord utredning om anläggningsprojektet, anläggningens beräknade inverkan på miljön och dess säkerhet. Utredningen skall vara allmänt tillgänglig.

Den växelverkan med invånarna i projektets verkningsområde som ingår i MKB-förfarandet fortgår också medan ansökan om principbeslutet behandlas. Handels- och industriministeriet skall bereda möjlighet för invånarna och kommunerna i anläggningens närmaste omgivning samt lokala myndigheter att skriftligen framföra sina åsikter om projektet innan principbeslutet fattas. Ministeriet skall dessutom, på det sätt som ministeriet närmare bestämmer, anordna ett offentligt möte på anläggningens tilltänkta förlägningsort, vid vilket muntliga och skriftliga åsikter kan framföras. Dessa åsikter skall delges statsrådet.

Enligt 26 § kärnenergiförordningen (161/1988) skall handels- och industriministeriet för behandlingen av ett principbeslut till statsrådet lämna in en särskild översikt över de kärnavfallshanteringsmetoder som begagnas och planeras samt om deras lämplighet för finländska förhållanden.

Innan statsrådet kan fatta ett positivt principbeslut skall det enligt kärnenergilagen konstatera att den planerade förläggningsskikket i sitt utlåtande har tillstyrkt uppförandet av anläggningen och att sådana omständigheter inte har framkommit i Strålsäkerhetscentralens utlåtande eller annars i samband med behandlingen av ansökan som visar att det inte finns tillräckliga förutsättningar att uppföra och driva anläggningen på ett sådant sätt att den är säker och inte orsakar skada på människor, miljö eller egendom.

Det principbeslut som statsrådet har fattat skall utan dröjsmål föreläggas riksdagen för granskning. Riksdagen kan upphäva principbeslutet helt och hållet eller besluta att det utan ändringar skall förbli i kraft.

På statsrådets principbeslut följer det egentliga tillståndsförfarandet. Uppförandet av en slutförvarsanläggning förutsätter byggnadstillstånd av statsrådet. En förutsättning för att byggnadstillstånd skall beviljas är bl.a. att de planer som gäller anläggningen är tillräckliga med tanke på säkerheten och att arbetarskyddet såväl som befolkningens säkerhet har beaktats på ett riktigt sätt vid planeringen av verksamheten, att förlägningsplatsen är ändamålsenlig med tanke på den planerade verksamheten och att miljöskyddet har beaktats när verksamheten planerades.

Drivandet av anläggningen förutsätter driftstillstånd av statsrådet. Förutsättningar för att ett sådant skall beviljas är bl.a. att arbetarskyddet, säkerheten och miljöskyddet har beaktats på adekvat sätt. Också i samband med behandlingen av ansökningarna om tillstånd att uppföra och driva en anläggning arrangeras hörande av ifrågavarande kommuner, myndigheter och medborgare.

Principen för beslutsfattandet och tillståndssystemet enligt kärnenergilagen är att bedömningen av säkerheten fortgår och att bedömningarna preciseras under hela förfarandets gång. De slutliga säkerhetsbedömningarna görs först i driftstillståndsskedet.

Informering och hörande om bedömningsprogrammet

Att bedömningsprogrammet är anhängigt har meddelats på anslagstavlor i följande kommuner och städer: Eura-åminne, Eura, Kiukainen, Lappi, Luvia, Nakkila, Raumo, Kuhmo, Hyrynsalmi, Lieksa, Nurmes, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi, Valtimo, Lovisa, Lappträsk, Liljendal, Pernå, Pyttis, Strömfors, Äänekoski, Kannokoski, Konnevesi, Laukaa, Saarijärvi, Sumiainen, Suolah- ti, Uurainen, Vesanto, Viitasaari.

Utlåtanden har betts av ovan nämnda kommuner samt dessutom av miljöministeriet, social- och hälsovårdsministeriet, trafikministeriet, försvarsministeriet, Strålsäkerhetscentralen, Finlands miljöcentral, Statens tekniska forskningscentral, Geologiska forskningscentralen, Vägverket, länsstyrelserna i Södra Finlands län, Västra Finlands län och Uleåborgs län, Ålands landskapsstyrelse, miljöcentralerna i Nyland, Mellersta Finland, Satakunta och Kajana- land, Östra Nylands förbund, Mellersta Finlands förbund, Satakunta förbund och Kajanalands förbund. Vattendomstolar- na och länsstyrelsen på Åland har reser- verats en möjlighet att avge utlåtande.

Anhängigheten har också meddelats i följande tidningar: Länsi-Suomi, Sata- kunnan kansa, Uusi-Rauma, Kuhmolai- nen, Kainuun Sanomat, Karjalainen, Loviisan Sanomat, Uusimaa, Östra Nyland, Borgåbladet, Keski-Suomalai- nen, Sisä-Suomen Lehti, Keski-Suomen Viikko, Helsingin Sanomat, Hufvud- stadsbladet och Kansan Uutiset.

Utlåtanden och åsikter skulle vara kon- taktmyndigheten till handa 23.4.1998. För att åsikter skulle kunna framföras fanns det svarsblanketter och färdigt frankerade kuvert försedda med kon- taktmyndighetens adress på de ställen där MKB-programmet var utställt till påseende.

Euraåminne kommun, Kuhmo stad, Lo- visa stad och Äänekoski stad arrangerade i mars 1998 informations- och dis- kussionsmöten gällande MKB-prog- rammet, där representanter för den pro- jektansvarige, kontaktmyndigheten och

Strålsäkerhetscentralen fanns på plats. Vid dessa möten var det möjligt att ställa frågor samt diskutera projektet och MKB-förfarandet. Något officiellt protokoll fördes dock inte, varför arrangörerna framförde önskemålet att de åsikter som var avsedda för kontakt- myndigheten också skulle presenteras i skriftlig form.

Finlands miljöministerium har sänt myndigheterna i Sverige, Estland och Ryssland en anmälan om att ett prog- ram för miljökonsekvensbedömning av projektet är anhängigt. Miljöministeriet har bett ovan nämnda stater meddela om deras myndigheter eller medborgare har för avsikt att delta i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning av projek- tet samt att sända in sitt eventuella ut- låtande över det bedömningsprogram som är under behandling. Anmälan grundar sig på det fördrag om bedöm- ningen av gränsöverskridande miljö- konsekvenser (FördrS 67/1997) som trädde i kraft i september 1997 och som har ingåtts mellan medlemsstaterna i Förenta Nationernas ekonomiska kommission för Europa (ECE) samt på den finska lagen (468/1994, 14 och 15 §) och förordningen (792/1994, 16 §) om förfarandet vid miljökonsekvensbedöm- ning. Estland och Ryssland har inte ra- tificerat fördraget, men i den deklara- tion som utarbetades i samband med undertecknandet förband sig parterna att följa fördraget så långt detta är möjligt redan innan det träder i kraft.

Utlåtanden och åsikter

Utlåtanden över programmet för miljö- konsekvensbedömning erhöles av ovan nämnda myndigheter, anläggningens alternativa förläggningsskikket och av de flesta av deras grannkommuner samt av de svenska, de ryska och de estniska myndigheterna. Föreningar, medborgarrörelser, byakommittéer samt enskilda medborgare har dessutom lagt fram totalt ca 120 åsikter. Dessutom har också Industrins Kraft fört fram en åsikt om bedömningsprogrammet.

Handels- och industriministeriet har tillställt Posiva Oy kopior på alla utlå- tanden och åsikter som har framförts om bedömningsprogrammet. Åsikterna

i original förvaras på handels- och industriministeriet.

I så gott som alla utlåtanden har bedömningsprogrammet huvudsakligen ansetts riktigt och omsorgsfullt berett. I flera utlåtanden anses dock att de alternativa lösningarna i fråga om hanteringen av använt bränsle bör granskas mångsidigare. Annars har endast få egentliga tillägg till programmet föreslagits. I många utlåtanden betonas däremot betydelsen av vissa av de teman som ingår i programmet och önskas preciseringar i bedömningsplanerna.

I åsikterna har de brister som har setts i MKB-programmet och i förfaringssätten betonats kraftigare än i kommunernas och myndigheterna utlåtanden.

Det huvudsakliga syftet med det hörande som gäller MKB-programmet är att ta upp eventuella behov att komplettera programmet. I flera åsikter och utlåtanden har dock redan tagits ställning till själva slutförvarsprojektet samt till faktorer som enligt ministeriets uppfattning snarare skulle höra till det förfarande som gäller principbeslutet enligt kärnenergilag. I egenskap av kontaktmyndighet har ministeriet dock i fråga om alla de synpunkter som har framförts försökt avgöra om de är av betydelse för MKB-förfarandet.

I det följande granskas temavis de centrala synpunkter som har framförts i utlåtanden och åsikter samt presenteras handels- och industriministeriets åsikter om dem (den indragna texten). Innehållet i utlåtandena och åsikterna har beskrivits noggrannare i det sammandrag av utlåtandena som finns som bilaga. Ett sammandrag av de tillägg och kompletteringar till programmet för miljökonsekvensbedömning som handels- och industriministeriet har ansett nödvändiga presenteras i punkten "Kontaktmyndighetens utlåtande" i detta utlåtande.

De alternativ som skall granskas

Flera myndigheter samt vissa kommuner har i sina utlåtanden granskat nödvändigheten av att i programmet för miljökonsekvensbedömning behandla alternativen till en geologisk slutför-

varing. De alternativ som nämns i utlåtandena är:

- att projektet inte genomförs, det s.k. nollalternativet, som i praktiken innebär att den nuvarande mellanlagringen i vattenbassänger fortgår
- olika lösningar i fråga om genomförandet av den geologiska slutförvaringen
- långvarig, övervakad mellanlagring
- förstörelse eller utnyttjande av radioaktiva ämnen med nya metoder som utvecklas i framtiden.

Miljöministeriet anser att de alternativa lösningar i fråga om slutförvaringen vilka beskrivs i punkt 3.5 i MKB-programmet samt deras säkerhet, miljökonsekvenser och kostnader bör granskas utförligare. Finlands miljöcentral konstaterar att det är en tolkningsfråga om de principavgöranden som har fattats om slutförvaringen av kärnavfall förutsätter att granskningen begränsas till endast de alternativ som presenteras i bedömningsprogrammet. Vidare anser Finlands miljöcentral att det med tanke på bedömningens öppenhet och medborgarnas delaktighet i den är väsentligt att ur utredningen inte utesluts sådana alternativ där man inte är enhällig om att de är realistiska och att t.ex. sådana alternativ som grundar sig på långvarig mellanlagring bör utredas mera.

Strålsäkerhetscentralen anser att det inte finns något s.k. nollalternativ i fråga om slutförvaringen och att en långvarig, övervakad mellanlagring inte uppfyller kraven i kärnenergilag. I fråga om alternativen har Strålsäkerhetscentralen i sitt tidigare utlåtande över Posiva Oy:s mellanrapport från år 1996 (A811/17, 31.10.1997) konstaterat att de utredningar som gäller sådana variationer till baslösningen som grundar sig på bl.a. horisontell deponering är det skäl att fortsätta med trots att baslösningen hittills har visat sig vara mest ändamålsenlig när alla aspekter beaktas.

I social- och hälsovårdsministeriets utlåtande konstateras att slutförvaringen i berggrunden, enligt den kunskap man har idag, är det bästa alternativet, men detta utesluter inte att en lösning av ett annat slag kan hittas före tidpunkten för den slutförvaring som har planerats börja år 2020.

Statens tekniska forskningscentral anser att det i MKB-förfarandet inte är ändamålsenligt att försöka utföra en detaljerad, kvantitativ bedömning av miljökonsekvenserna för alternativen till slutförvaringen i samma omfattning som för baslösningen. För att tillräckligt mångsidiga motiveringar skall erhållas för det beslutsfattande som gäller kärnavfallshanteringen, bör det i landet dock utarbetas alternativ till baslösningen, såsom översikter av allmän karaktär gällande långvarig, övervakad mellanlagring och transmutation.

Ett tiotal medborgarorganisationer, däribland Finlands naturskyddsförbund, Romuvaara-liikkeen tuki, Kivetyyn puolesta -liike och Lovisa-rörelsen, samt flera enskilda medborgare anser att den snäva behandlingen av alternativen är en allvarlig brist i MKB-programmet. I flera åsikter betonas de principiella fördelarna med en långvarig, övervakad mellanlagring. Som exempel på alternativa metoder nämns det torrlager i berggrunden som har föreslagits i Sverige (DRD-metoden).

Geologiska forskningscentralen fäster uppmärksamhet vid att i samband med den placering av kärnavfallet i berggrunden som är avsedd att bli bestående kan möjligheterna att vid behov ta upp avfallet till markytan granskas.

Handels- och industriministeriet konstaterar att enligt 10 § 2 punkten MKB-förordningen (792/1994) skall i bedömningsprogrammet i behövlig mån presenteras alternativa sätt att genomföra projektet, även alternativet att avstå från projektet, såvida ett sådant alternativ inte av särskilda skäl är obehövligt. Enligt 11 § 5 punkten MKB-förordningen skall i konsekvensbeskrivningen i behövlig mån presenteras en bedömning av miljökonsekvenserna av projektet och dess alternativ, eventuella brister i de använda uppgifterna och de centrala osäkerhetsfaktorerna inklusive en bedömning av eventuella miljökatastrofer och deras påföljder.

I bedömningsprogrammet presenteras utöver slutförvaringen i berggrunden dessutom kortfattat vissa alternativ i fråga om hanteringen av använt bränsle, vilka konstateras stå i strid med den finska lagstiftningen eller

internationella fördrag eller i praktiken vara knappast tekniskt genomförbara. I fråga om fortsatt lagring i vattenbassänger konstateras i programmet att detta inte kommer i fråga som ett alternativ till slutförvaringen, eftersom kärnenergilagen kräver att det använda bränslet skall placeras på ett sätt som är avsett att vara bestående. Utgående från detta anser Posiva Oy i MKB-programmet att det inte kan komma i fråga att avstå från slutförvaringsprojektet.

Ministeriet konstaterar emellertid att det i kärnenergilagen inte finns några krav gällande tidtabellen för slutförvaringen. Kraven som gäller tidtabellen har ställts i statsrådets principbeslut från år 1983 samt i handels- och industriministeriets beslut 7/815/91 HIM och 11/815/95 HIM. De krav gällande målen för undersökningen och planeringen samt tidtabellen som ingår i handels- och industriministeriets gällande beslut är förpliktande för de kärnavfallshanteringsskyldiga. De ifrågavarande krav som har ställts på de avfallshanteringsskyldiga binder dock inte statsrådet eller riksdagen när de behandlar principbeslutet. Även anläggningens planerade förläggningsskommun och andra remissinstanser kan bilda sig en uppfattning om ansökan om principbeslutet oberoende av de ovan nämnda kraven. Enligt ministeriets uppfattning kommer man i principbeslutsskedet att bedöma om principerna för den finska kärnavfallshanteringen är motiverade och godtagbara utgående från den kunskap man har vid den tidpunkten.

Ministeriet har inte kännedom om sådana nya aspekter som skulle motivera en ändring av målen eller tidtabellerna för hanteringen av använt bränsle. För att miljökonsekvensbeskrivningen skall beskriva projektet och alternativen till det så mångsidigt som möjligt inför beslutsfattandet bör i konsekvensbeskrivningen emellertid granskas också en sådan situation där slutförvarsprojektet inte genomförs. Enligt ministeriets uppfattning innebär det i de nuvarande förhållandena, om man avstår från projektet, att lagringen i vattenbassänger fortgår i en obestämd framtid.

Handels- och industriministeriet instämmer i miljöministeriets uppfattning om att de alternativa slutförvaringslös-

ningarna som skildras i punkt 3.5 i MKB-programmet (lösningar med horisontell deponering, WP Cave, placering i djuphåll) samt deras säkerhet, kostnader och miljökonsekvenser bör granskas mera i detalj i konsekvensbeskrivningen än vad som nu är fallet. I granskningen kunde också de markområden som de olika lösningarna kräver och metodernas lämplighet för finska förhållanden behandlas. I konsekvensbeskrivningen bör möjligheterna att ta upp bränslet till marknivå granskas både med tanke på Posiva Oy:s baslösning och de alternativa slutförvaringslösningarna.

Enligt det program som Posiva Oy har presenterat är avsikten inte att i MKB-förfarandet bedöma principiella alternativ till hanteringen av använt bränsle, såsom upparbetning och nyanvändning av använt bränsle eller förstörelse av kärnavfall med nya metoder som eventuellt utvecklas i framtiden. Ministeriet anser att Posiva Oy:s utgångspunkter till denna del i princip är godtagbara. Den projektansvarige kan enligt ministeriets åsikt i MKB-förfarandet begränsa sig till att granska de alternativ som enligt gällande lag är godtagbara och enligt dagens kunskap möjliga att genomföra tekniskt.

Ministeriet konstaterar emellertid att MKB-förfarandet har en central ställning i den informationsförmedling och medborgardebatt som gäller projektet. Till följd av detta anför ministeriet att den projektansvarige bör överväga att i MKB-beskrivningen i allmänna drag granska också sådana principiella alternativ i fråga om hanteringen av använt bränsle som enligt den kunskap vi har idag kanske inte är tekniskt genomförbara eller inte motsvarar kraven i gällande lag.

Handels- och industriministeriet har för avsikt att under den närmaste tiden hos finska och eventuellt utländska forskningsinstitut låta utföra utredningar (s.k. state-of-the-art-översikter) om de metoder som står till buds och planeras för hanteringen av använt bränsle samt om eventuella framtida lösningar. Dessa utredningar skall användas som stöd för beslutsfattandet om principerna för kärnavfallshanteringen. Teman som skall granskas i dem är bl.a alternativa

sätt att genomföra en långvarig, övervakad mellanlagring som planerats för flera sekler och möjligheterna att förstöra kärnavfall i s.k. transmutationsanläggningar.

Projektets omfattning

Industrins Kraft Ab anser i sitt utlåtande att det är nödvändigt att i MKB-förfarandet konkret beakta att i anläggningen vid behov också kan behandlas annat använt bränsle som har uppkommit i Finland. Sedan programmet har utarbetats har Industrins Kraft Ab till ministeriet lämnat in ett program för miljökonsekvensbedömning av en ny kärnkraftverksenhet. Imatran Voima Oy har i offentligheten meddelat att bolaget har börjat bereda MKB-förfarandet för en ny kärnkraftverksenhet.

I fallet med slutförvarsanläggningen avser projektets omfattning enligt ministeriets uppfattning främst mängden använt kärnbränsle som skall slutförvaras och denna mängd är det ändamålsenligt att uttrycka i ton uran. Enligt bedömningsprogrammet granskas som basfall i bedömningsförfarandet den bränslemängd som Finlands nuvarande kärnkraftverksenheter producerar under en drifttid på 40 år, d.v.s. högst ca 2 600 ton uran. Dessutom granskas ett sådant fall där anläggningarnas drifttid är 60 år, varvid totalmängden bränsle är högst ca 4 000 ton uran. Enligt MKB-programmet har i den tekniska planeringen av anläggningen beaktats den möjligheten att samma slutförvarsanläggning i framtiden kommer att användas också för slutförvaringen av bränsle från eventuella nya kraftverksenheter.

Ministeriet konstaterar att beaktandet av det använda bränslet från eventuella nya kärnkraftverksenheter i det pågående MKB-förfarandet är en fråga mellan Posiva Oy och Industrins Kraft Ab samt Imatran Voima Oy. Ansökan om principbeslut för en slutförvarsanläggning bör dock inte gälla ett mera omfattande projekt än det som anges i den MKB-beskrivning som utgör bilaga till ansökan. Ifall ansökan om principbeslut dock gäller ett mera omfattande projekt, bör MKB-beskrivningen kompletteras. Enligt ministeriets uppfattning kan man utgående från det miljökonsekvens-

program som Posiva Oy har presenterat också genomföra en bedömning av miljökonsekvenserna av en slutförvarsanläggning som är avsedd för en större mängd använt bränsle än den som presenteras i programmet.

Säkerhetsbedömningar och de konsekvenser för hälsan som strålningen medför

I flera utlåtanden och åsikter har uppmärksamhet fästs vid att det i bedömningsprogrammet nog har anförts hur spridningen av radioaktiva ämnen och strålningens hälsorisker förhindras men inte i tillräckligt hög grad har presenterats vilka de olägenheter för hälsan och miljön kunde vara som förorsakas av strålning, vad man vet om dem, vad som är nödvändigt att utreda i samband med slutförvarsprojektet eller vad bedömningen av strålningens konsekvenser för hälsan i samband med slutförvarsprojektet i praktiken innebär.

Miljöministeriet konstaterar i sitt utlåtande att av programmet inte framgår i vilken mån resultaten av säkerhetsbedömningarna kommer att refereras i beskrivningen. Eftersom strålsäkerhetsfrågorna är ytterst viktiga vid bedömningen av hälso- och miljökonsekvenserna, bör de enligt miljöministeriets åsikt behandlas med tillräcklig noggrannhet i konsekvensbeskrivningen.

Enligt social- och hälsovårdsministeriet hade det varit önskvärt att det i bedömningsprogrammet hade nämnts att avsikten är att göra också en sådan säkerhetsanalys som beaktar de platsvisa skillnaderna i berggrunden. I vissa andra utlåtanden och åsikter önskas platsvisa säkerhetsbedömningar för att de olika orterna skall kunna jämföras.

Bland annat i utlåtandena från Sydvästra Finlands och Mellersta Finlands miljöcentraler anses det att uppföljningen av slutförvarsanläggningens konsekvenser bör utsträckas långt in i framtiden och inte avslutas vid den tidpunkt då ansvaret för avfallet övergår på staten.

Vissa kommuner fäster uppmärksamhet vid att samhällena tar sitt bruksvatten nära slutförvaret, vilket gör att inte heller små risker för att vattendragen kan

bli förorenade bör godkännas. Det konstateras att till exempel vattendragen i Äänekoski-nejden mynnar ut i Päijänne, där huvudstadsregionen tar sitt hushållsvatten.

I social- och hälsovårdsministeriets utlåtande konstateras att man endast i fråga om Euraåminne och Lovisa tillräckligt väl känner till det nuvarande strålningsläget. I Äänekoski och Kuhmo behövs ett mättningsprogram för att bassituationen skall kunna utredas.

Handels- och industriministeriet fäster uppmärksamhet vid att det för att de hälsoskador som strålningen förorsakar skall kunna bedömas är nödvändigt att granska en lång händelsekedja, som med tanke på långtidssäkerheten kan delas upp i följande skeden:

- 1) slutförvaringskapseln förlorar eventuellt sin täthet och radioaktiva ämnen frigörs ur det använda bränslet och hamnar i berggrunden,
- 2) radioaktiva ämnen migrerar från berggrunden till födan, dricksvattnet eller andningsluften och vidare in i människornas eller djurens organism,
- 3) radioaktiva ämnens beteende i organismen och de strålningsdoser de förorsakar olika organ,
- 4) förbindelsen mellan strålningsdoser och uppkomsten av hälsoskador, särskilt cancer.

I de två sistnämnda skedena är det frågan om allmän baskunskap om strålningsskydd och strålningsbiologi, som inte enbart gäller slutförvaringen av använt bränsle. Också om det fortfarande finns osäkerhet i fråga om hur radioaktiva ämnen beter sig och vilka konsekvenser strålningen har för hälsan, har man utgående från den globala forskning som har pågått i decennier fått en relativt god allmän bild av de olägenheter för hälsan som sammanhänger med strålningen. Utgående från den har internationellt godkända begränsningar av halterna och strålningsdoserna av radioaktiva ämnen utarbetats. Bedömningen av strålningens verkningar på hälsan i samband med slutförvarsprojektet innebär i praktiken att strålningsdoser från projektet i olika antagna situationer utreds och de jämförs med de godtagbara gränsvärdena.

De två först nämnda skedena gäller särskilt slutförvaringsprojektet och kräver projektvisa och områdesvisa undersökningar. Syftet med det långvariga undersökningsprogrammet och de platsvisa geologiska undersökningarna gällande slutförvaringen har varit att förstå i synnerhet beteendet hos slutförvaringskapslarna på lång sikt samt hur radioaktiva ämnen frigörs och migrerar, att utreda den utgångsinformation som behövs vid bedömningarna samt att utveckla tillförlitliga beräkningsmodeller. I säkerhetsbedömningarna granskas också arbetstagarnas och den övriga befolkningens möjlighet att bli utsatt för direkt strålning av använt bränsle eller av radioaktiva ämnen som frigörs under den tid anläggningen drivs eller bränsle transporteras.

Vid de kalkylmässiga säkerhetsbedömningarna av slutförvarsanläggningen behövs utgångsinformation om berggrundens egenskaper. Med vissa egenskaper sammanhänger betydande osäkerhetsfaktorer, vilket gör att i säkerhetsbedömningarna används allmän utgångsinformation som väljs så att resultaten med stor säkerhet kan anses överskrida de verkliga miljökonsekvenserna. Som resultat av Posiva Oy:s undersökningsprogram har mera exakt kunskap än tidigare samlats in om berggrundens lokala egenskaper. Myndigheterna har för avsikt att i högre utsträckning kräva också sådana säkerhetsbedömningar som grundar sig på platsvisa egenskaper i berggrunden. Platsvisa säkerhetsbedömningar förbättrar förståelsen för de områdesvisa säkerhetsfrågorna och de resultat som står till förfogande är det motiverat att referera i MKB-beskrivningen. Det kan dock ifrågasättas om sådana allmänt godtagbara jämförelsegrunder kan fastställas med vilka de olika undersökta orterna entydigt kan rangordnas vad gäller säkerheten.

Frågor som gäller strålningssäkerheten vid slutförvaringen har bedömts i enlighet med kärnenergilagen sedan början av 1980-talet under handels- och industriministeriets och Strålsäkerhetscentralens övervakning. Bedömningen kommer att fortgå intensivt tills driftstillstånd för en slutförvarsanläggning har beviljats och vidare under den tid anläggningen drivs. Enligt 11 § MKB-förordningen (792/1994) skall i conse-

kvensbeskrivningen i behövlig mån presenteras bl.a. en bedömning av miljökonsekvenserna av projektet och dess alternativ, om eventuella brister i de använda uppgifterna och om de centrala osäkerhetsfaktorerna inklusive en bedömning av eventuella miljökatastrofer och deras påföljder. Utgående från detta skall i konsekvensbeskrivningen tillräckligt omfattande undersökas också de miljö- och hälsokonsekvenser som sammanhänger med strålningen. I konsekvensbeskrivningen är det också skäl att fästa uppmärksamhet vid planeringsgrunderna för kapslarna, valet av material för dem och deras korrosionsbeständighet i olika grundvattenförhållanden samt vilken betydelse det har för kapslarnas hållbarhet och grundvattnets strömningsrutter att berggrunden rör på sig.

I konsekvensbeskrivningen bör man även behandla tillslutningen av slutförvarsutrymmena samt lägga fram den projektansvariges åsikt om behovet av övervakning efter tillslutningen.

Det är nödvändigt att utreda bassituationen i fråga om strålningsförhållandena på den ort som skall väljas för slutförvaringen. Enligt ministeriets åsikt har bassituationen i fråga om strålningsförhållandena ingen inverkan på vilken slutförvaringsplats som väljs, utan den behövs som jämförelseobjekt för att konsekvenserna av slutförvaringsanläggningen skall kunna bevakas. Följaktligen räcker det med att bassituationen utreds i god tid innan driften vid anläggningen börjar, vilket enligt planerna kommer att ske ca år 2020. I miljökonsekvensbeskrivningen är det motiverat att i allmänna drag beskriva planen för utredning av bassituationen i fråga om strålningsförhållandena och bevakning av konsekvenserna av slutförvarsanläggningen.

Övriga konsekvenser för hälsan, sociala konsekvenser och frågor som gäller intryck av orten

Utöver eventuella strålningseffekter kan byggandet och drivandet av slutförvarsanläggningen komma att medföra sådana miljö- och hälsokonsekvenser som är normala vid industriellt byggande och industriell verksamhet, t.ex. i form

av damm, buller, vibrationer och ökande trafik. Sådana direkta hälsokonsekvenser av projektet som inte gäller strålningen har behandlats i relativt ringa utsträckning i utlåtandena och åsikterna.

I utlåtandena och åsikterna har mycket uppmärksamhet fästs vid eventuella indirekta konsekvenser för hälsan som t.ex. kan förorsakas av misstänksamhet mot och rädsla för projektet samt ändringar i den sociala miljön. Till denna del står hälsokonsekvenserna i nära samband med projektets sociala konsekvenser.

Flera av dem som har gett utlåtanden, bl.a. social- och hälsovårdsministeriet, fäster uppmärksamhet vid att i MKB-programmet ingår en omfattande förteckning över de sociala konsekvenser som skall bedömas, men bedömningsmetoderna och bedömningens omfattning förblir oklara. I flera utlåtanden och åsikter fästs, särskilt i fråga om de sociala konsekvenserna, uppmärksamhet vid att de verkningssområden som skall granskas inte tas upp i programmet.

Flera av dem som har gett utlåtanden och åsikter, bl.a. alla alternativa förläggningkommuner för den planerade anläggningen samt många av deras grannkommuner och av landskapsförbunden, fäster uppmärksamhet vid projektets inverkan på kommunbornas och utomståendes intryck av kommunen och hela området (image eller kommunbild) och via detta på invånarnas trivsel och humör samt på kommunens eller områdets dragningskraft på turismen, det stadigvarande boendet, fritidsboendet samt företagsverksamheten. I utlåtandena anses att effekterna på människornas intryck av orten också kan ha betydande ekonomiska följder.

I utlåtandena betonas betydelsen av områdenas särdrag, såsom ödemarksnatur, insjö- eller skärgårdsnatur, för invånarna och näringarna. Som en aspekt tas upp att som en följd av den allmänna utvecklingen under den senaste tiden har jordbrukets binärningar, såsom natur- och gårdsbruksturismen, fått stor betydelse för landsbygdens livsduglighet. De frågor som gäller det intryck människor får av orten är av central betydelse för dessa näringar och oklarheten i fråga om de projekt som skall

genomföras i regionen och som eventuellt påverkar intrycken negativt försvårar beslutsfattandet om investeringar.

Handels- och industriministeriet konstaterar att i bedömningsprogrammet presenteras en mångsidig förteckning över de hälsokonsekvenser och sociala konsekvenser som skall bedömas, men de bedömningsmetoder som kommer att användas har inte refererats. Enligt MKB-förordningen skall de metoder som används skildras i konsekvensbeskrivningen. Det är inte nödvändigt och till alla delar inte ens möjligt att skildra dem redan i bedömningsprogrammet. Med tanke på medborgarnas möjligheter att få information och till växelverkan är det emellertid önskvärt att medborgarna och myndigheterna känner till de metoder som kommer att användas innan den egentliga bedömningen börjar.

Sedan bedömningsprogrammet utarbetats har de planer som gäller bedömningen av de sociala konsekvenserna blivit mera exakta. Den projektansvarige har tillställt kontaktmyndigheten ett sammandrag över de utredningar som är under planering och över de metoder som kommer att användas i dem (Posiva Oy:s brev 9.6.1998, Dnr 1/815/98 HIM).

Vid de diskussioner som förts har den projektansvarige konstaterat att den har för avsikt att arrangera ett seminarium som är avsett för myndigheterna under hösten 1998 om de utredningar som skall göras i fråga om de sociala konsekvenserna, tillbudsstående metoder för detta och de preliminära resultaten av utredningarna. Den projektansvarige bör dessutom behandla de metoder som skall användas vid bedömningen av de sociala konsekvenserna i annan information och växelverkan som gäller MKB-förfarandet samt eftersträva samverkan med de kommunala och regionala social- och hälsovårdsmyndigheterna i verkningssområdet.

I fråga om de sociala konsekvenserna bör uppmärksamhet även fästas vid andra befolkningsgrupper än den aktiva befolkningen i arbetsför ålder. Bedömningen av de sociala konsekvenserna bör utsträckas till att gälla också närmommunerna till slutförvarsanlägg-

ningens eventuella förläggningsskommun. Gränsdragningen i fråga om verkningsområdet bör motiveras.

Slutförvaringens konsekvenser för förläggningsskommunens och hela den ekonomiska regionens image bör i mån av möjlighet utredas grundligt. I synnerhet i fråga om konsekvenserna för image bör också de åsikter beaktas som ägarna till fritidsbostäderna i verkningsområdet framför. I fråga om konsekvenserna för image bör eventuella indirekta ekonomiska verkningar å ena sidan samt konsekvenserna för invånarnas och semesterinvånarnas allmänna trivsel och atmosfären på orten å andra sidan också granskas.

Transporter

I flera utlåtanden och åsikter har uppmärksamhet fästs på säkerheten vid transporter av använt bränsle. I synnerhet grannkommunerna till slutförvarsanläggningens alternativa förläggningsskommuner har framfört att det bör utredas vilka krav transporterna ställer på räddningstjänsten. I vissa utlåtanden och åsikter har det tagits upp att transporternas miljökonsekvenser bör bedömas i detalj med tanke på de orter som ligger längs med alla eventuella transportrutter. I utlåtandena har uppmärksamhet också fästs vid den olägenhet som tunga transporter förorsakar den övriga trafiken särskilt i tätorternas centra.

Handels- och industriministeriet konstaterar att enligt programmet för miljökonsekvensbedömning av slutförvarsanläggningen är avsikten att i bedömningsförfarandet skall inbegripas utredningar gällande transportrutter och transportformer. Avsikten är att miljökonsekvenserna skall granskas i fråga om exempelrutter. Ministeriet anser att det anförda förfarandet är tillräckligt i detta skede.

I konsekvensbeskrivningen bör strålningssäkerheten vid transporterna, verkningsområdets storlek vid eventuella olyckor samt nödvändiga motåtgärder samt i huvuddrag de specialkrav som transporterna ställer på räddningssändet i förläggningsskommunen, i de kommuner som omger den och i de

kommuner som transporterna går igenom analyseras.

I konsekvensbeskrivningen bör också behandlas andra verkningar av transporterna än de som sammanhänger med strålningssäkerheten, såsom verkningar på trafiksäkerheten och övrig trafik, stadsbilden och invånarnas trivsel i omgivningen. Utöver transporterna av använt bränsle skall också övriga transportformer som projektet kräver granskas i konsekvensbeskrivningen. Verkningarna av transporterna, alternativa transportformer samt valen av rutter bör granskas särskilt med tanke på centrum av Lovisa.

Andra synpunkter

I en bilaga till utlåtandet från Statens tekniska forskningscentral granskas i detalj de olika delområdena av MKB-programmet och presenteras bl.a. följande anmärkningar och preciseringar: vid bedömningen av de konsekvenser som inriktas på samhällsuppbyggnaden bör de ändringar i funktionerna som projektet direkt eller indirekt förorsakar (boende, offentliga och kommersiella tjänster, produktion, jordbruk m.m.) och i de fysiska ramarna för dessa funktioner (byggnader, trafiknät, nät för teknisk service, grönområden m.m.) beaktas. I utlåtandet konstateras att i MKB-förordningen nämns konsekvenserna för byggnader som en egen grupp. Konsekvenserna för landskapet bör granskas också med tanke på den naturliga miljön och, med beaktande av orternas särdrag, bör även konsekvenserna för stadsbilden bedömas. Dessutom bör den naturliga miljön i bedömningarna också granskas som en del av människans livsmiljö.

I utlåtandena och åsikterna har uppmärksamhet också fästs vid följande synpunkter:

Vid sidan av de utredningar som gäller bassituationen för naturen i anläggningens omgivning är också sådana utredningar som gäller markbeskaffenheten i området och vattnets ledande förmåga viktiga. I fråga om konsekvenserna för grundvattnet bör också verkningarna på brunnarna i närområdet granskas med tanke på invånarnas vattentagning.

Området i Kivetty är ett för Mellersta Finland exceptionellt stort enhetligt område som innehåller gammal skog och där sådana arter som undviker mänsklig bosättning påträffas.

De skakningar i berggrunden som sprängningsarbetena förorsakar kan medföra störningar för den fasta bosättningen och semesterbosättningen samt också påverka beteendet hos fiskbeståndet i området.

Konsekvenserna av slutförvarsanläggningen bör också granskas med tanke på planeringen av markanvändningen i närområdena.

Enligt vissa utlåtanden ingår i bedömningsprogrammet för Lovisas del in-exaktheter vad gäller avstånden mellan den planerade slutförvarsanläggningen och den fasta bosättningen samt i den text som gäller avgränsningen av det område som i planläggningen har reserverats för den samhällstekniska försörjningens behov.

Framställningssättet skall vara lättfattligt och t.ex. de storheter och enheter som används i anslutning till strålningen bör presenteras på ett åskådligt sätt. För att underlätta gestaltningen av helheten bör man i konsekvensbeskrivningen tydligt skilja åt å ena sidan de långvariga eller omfattande verkningarna och å andra sidan de kortvariga eller lokala verkningarna av slutförvarsprojektet.

Ministeriet anser att det är skäl att fästa uppmärksamhet vid de aspekter som presenteras ovan när bedömningen genomförs och beskrivningen utarbetas. Särskilt de uppgifter som gäller bosättningen och planläggningssituationen bör granskas och eventuella fel eller oklarheter bör korrigeras i konsekvensbeskrivningen.

Internationell sakkunnigbedömning

I vissa åsikter har det föreslagits att en internationell sakkunniggrupp skall tillsättas för att övervaka MKB-förfarandet för slutförvarsanläggningen.

Avsikten är att utländska sakkunniga skall utnyttjas vid bedömningen av

säkerheten vid slutförvaringsprojektet och i synnerhet av de miljökonsekvenser som sammanhänger med strålningen. Mål för bedömningen kommer framför allt att vara de detaljerade säkerhetsbedömningar och undersökningar som anknyter till valet av plats, och vilka den eventuella ansökan om ett principbeslut kommer att grunda sig på. De utländska sakkunnigas verksamhet kommer följaktligen mera att anknyta till förfarandet i fråga om principbeslutet än till förfarandet i fråga om miljökonsekvensbedömningen. Hur den bedömning som de internationella sakkunniga skall utföra skall genomföras har ännu inte bestämts, men enligt ministeriets uppfattning är det mest ändamålsenligt att Strålsäkerhetscentralen står för de arrangemang som gäller bedömningen.

oinnissa. Arvioinnin kohteena tulisivat olemaan ennen muuta yksityiskohtaiset turvallisuusarviot ja paikanvalintaan liittyvät tutkimukset, joihin mahdollinen periaatepäätöshakemus tulee perustumaan. Ulkomaisten asiantuntijoiden toiminta tulisi siten liittymään paremminkin periaatepäätösmentelyyn kuin ympäristövaikutusten arviointimentelyyn. Kansainvälisten asiantuntija-arvioinnin toteuttamistapaa ei ole vielä päätetty, mutta ministeriön käsityksen mukaan on tarkoituksenmukaisinta, että arvioinnin järjestämisestä huolehtii Säteilyturvakeskus.

Grannstaternas utlåtanden

Ruotsin viranomaiset katsovat, että De svenska myndigheterna anser att det utgående från tillgänglig information inte är möjligt att bedöma om projektet kan antas ge en betydande skadlig påverkan på svenskt territorium. Med hänsyn till denna osäkerhet och på grund av frågans stora principiella betydelse ser de svenska myndigheterna det som viktigt att Sverige ges möjlighet att delta i MKB-förfarandet.

Enligt de svenska myndigheterna är det ur svensk synvinkel viktigt att också alternativa slutförvar, möjligheterna att ta upp bränslet från slutförvarsanläggningen samt möjligheterna med en mellanlagring under längre tid granskas i MKB-förfarandet. Det är viktigt att man också redogör för miljö-

konsekvenserna av mellanlagringen, transporterna och inkapslingsskedet. De verkningar som gäller naturen i Östersjö-området är det särskilt viktigt att analysera.

De estniska myndigheterna anser inte att projektet har några betydande gränsöverskridande miljökonsekvenser på Estlands område och Estland har inget att anmärka på slutförvaringsprojektet. Med hänvisning till avtalet mellan Finland och Estland om samarbete i miljöfrågor (7.11.1991) uppskattar de estniska myndigheterna dock möjligheten att vara med vid MKB-förfarandet för slutförvarsanläggningen för att skaffa sig erfarenheter om hanteringen av radioaktivt avfall och om internationellt MKB-förfarande.

De ryska myndigheterna anser att projektet kan ha gränsöverskridande miljökonsekvenser. De ryska myndigheterna fäster uppmärksamhet vid att i MKB-programmet saknas bl.a. de kriterier som skall användas vid valet av slutförvarsplats, en plan för undersökning av berggrundens geologiska egenskaper, en plan för undersökning av de fysikaliska och kemikaliska egenskaperna i behållarmaterialen och konstruktionerna, uppgifter om hur inkapslingsanläggningens utkommande luft rengörs samt planer för nödsituationer som gäller de olika hanteringsskedena.

Sverige, Ryssland och Estland kommer att ombes ge utlåtanden om miljökonsekvensbeskrivningen av slutförvarsanläggningen.

Ministeriet konstaterar att de uppgifter som nämns i de ryska utlåtandena har presenterats i andra rapporter som gäller slutförvarsprojektet. Posiva Oy bör lägga fram sammandrag om dessa i miljökonsekvensbeskrivningen.

Kontaktmyndighetens utlåtande

Som sammandrag av ovanstående anför handels- och industriministeriet som sådant utlåtande som avses i 12 § lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (468/1994) följande:

Syftet med lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning är att

främja bedömningen och ett enhetligt beaktande av miljökonsekvenser vid planering och beslutsfattande och samtidigt öka medborgarnas tillgång till information och deras möjligheter till medbestämmande. Förfarandet vid miljökonsekvensbedömning ersätter inte de tillstånd som krävs enligt andra lagar. Miljökonsekvensbeskrivningen och kontaktmyndighetens utlåtande om den används när myndigheterna behandlar det tillstånd som projektet förutsätter eller ett annat med detta jämförbart beslut.

Miljökonsekvensbeskrivningen av slutförvarsanläggningen för använt bränsle bör fogas till en ansökan om principbeslut enligt kärnenergilagen. Till ansökan om principbeslutet fogas också andra utredningar, där bl.a. geologiska frågor som anknyter till valet av förläggningssort för anläggningen och frågor som gäller strålningssäkerheten i de olika skedena av slutförvarsprojektet behandlas i detalj. Grund för prövningen av principbeslutet i statsrådet är utöver säkerhets- och miljöaspekter också samhällets helhetsintresse.

Viktiga remissinstanser och sakkunniga vid det beslutsfattande som gäller slutförvarsprojektet är bl.a. anläggningens eventuella förläggningsskommuner, miljöministeriet, Strålsäkerhetscentralen, Statens tekniska forskningscentral och Geologiska forskningscentralen. I de utlåtanden som dessa har avgett har programmet för miljökonsekvensbedömning huvudsakligen ansetts riktigt uppgjort och mycket tackande. I de nämnda utlåtandena har dock framförts talrika anmärkningar och synpunkter som gäller behandlingen av kärnavfalls-hanteringens olika alternativ, betydelsen av olika teman, behandlingens omfattning samt vissa detaljer i bedömningen.

I andra utlåtanden och åsikter har talrika frågor och aspekter anförts, av vilka en stor del enligt ministeriets uppfattning kan utredas i bedömningsförfarandet eller har behandlats i tidigare utredningar.

I detta utlåtande behandlas de viktigaste anmärkningarna. Ministeriet anser att den projektansvarige i bedömningsförfarandet bör beakta även andra anmärkningar och synpunkter som har

framförts i utlåtandena och åsikterna samt försöka besvara så många som möjligt av de frågor som kommit upp i konsekvensbeskrivningen.

Det är motiverat att i konsekvensbeskrivningen inbegripa en klar beskrivning av det beslutsfattande i många skeden som gäller slutförvarsanläggningen för använt bränsle. Dessutom bör målen för och avgränsningen av förfarandet vid miljökonsekvensbedömning samt vilken dess betydelse är i förhållande till ansökan om ett principbeslut enligt kärnenergilagen utredas i konsekvensbeskrivningen.

Alternativen till projektet

I bedömningsprogrammet presenteras i korthet vissa alternativ i fråga om hanteringen av använt bränsle. Om dessa konstateras det att de strider mot den finska lagstiftningen eller internationella fördrag eller att de i praktiken inte är tekniskt genomförbara. Om fortsatt lagring i vattenbassänger konstateras det i programmet att detta inte kommer i fråga som ett alternativ för slutförvaringen, eftersom kärnenergilagen kräver att det använda bränslet placeras på ett sätt som är avsett att bli bestående. Utgående från detta har den projektansvariga ansett att det inte kommer i fråga att avstå från slutförvarsprojektet.

Ministeriet konstaterar att inga krav i fråga om tidtabellen för slutförvaringen ställs i kärnenergilagen. De krav som gäller tidtabellen ingår i statsrådets principbeslut från år 1983 samt i de beslut som handels- och industriministeriet har fattat om principerna för kärnavfallshanteringen 7/815/91 och 11/815/95 HIM. De krav gällande målen och tidtabellen för forskning och undersökning som har ställts i handels- och industriministeriets gällande beslut är förpliktande för de kärnavfallshanteringsskyldiga. Dessa krav som handels- och industriministeriet har ställt på de avfallshanteringsskyldiga binder dock inte statsrådet eller riksdagen vid behandlingen av principbeslutet och inte heller fullmäktige i den planerade förläggningskommunen för anläggningen eller andra remissinstanser när dessa avger utlåtanden om ansökan om principbeslut. Av ovan anförda skäl bör det

i miljökonsekvensbeskrivningen, för att den skall vara fullständig, också granskas miljökonsekvenserna av att slutförvarsprojektet inte genomförs, fastän man inte känner till några sådana omständigheter som skulle föranleda en ändring av målen för hanteringen av använt bränsle.

I konsekvensbeskrivningen bör olika tekniska lösningar för slutförvaringen i berggrunden granskas. Dylika är lösningar med horisontell deponering, WP Cave och djuphåll. Dessa lösningars miljökonsekvenser bör analyseras allmänt och de bör jämföras med miljökonsekvenserna av den baslösning som Posiva Oy föreslår. Även möjligheterna att ta upp det använda bränslet till markytan bör granskas.

MKB-förfarandet har en central ställning i den informering och medborgardebatt som gäller projektet. Därför föreslår ministeriet att den projektansvarige skall överväga att i MKB-beskrivningen i allmänna drag också granska sådana principiella alternativ till hanteringen av använt bränsle om vilka det är osäkert om de kan genomföras tekniskt eller som inte motsvarar kraven i gällande lag.

Projektets omfattning

Ministeriet anser att i MKB-förfarandet, i enlighet med vad som anförs i bedömningsprogrammet, utöver basfallet också skall granskas ett sådant fall där mängden bränsle som skall slutförvaras är högst ca 4 000 ton uran, vilket motsvarar Finlands nuvarande kärnkraftverksamheter med en drifttid på 60 år.

Den projektansvarige kan i konsekvensbeskrivningen enligt egen prövning utgående från det MKB-program som denne har presenterat behandla också ett sådant fall där använt bränsle från nya kärnkraftsenheter som eventuellt kommer att byggas i Finland placeras i den slutförvarsanläggning som skall granskas. Ministeriet konstaterar att ansökan om ett principbeslut om slutförvarsanläggningen inte bör gälla ett större projekt än det som ingår i den MKB-beskrivning som utgör bilaga till ansökan. Ifall ansökan om principbeslut emellertid gäller ett större projekt, bör

MKB-beskrivningen kompletteras. Enligt MKB-lagen får myndigheten inte bevilja tillstånd för genomförandet av ett projekt eller fatta andra med detta jämförbara beslut, innan den har fått konsekvensbeskrivningen och kontaktmyndighetens utlåtande över den till sitt förfogande.

Strålningssäkerheten och förberedelser inför olyckshändelser

Strålningssäkerheten är av väsentlig betydelse vid bedömningen av slutförvarsanläggningens miljökonsekvenser och konsekvenser för hälsan. I programmet har inte angetts på vilket sätt de radioaktiva ämnen som ingår i det använda bränslet kunde förorsaka negativa konsekvenser för hälsan eller hur dessa konsekvenser bedöms. I konsekvensbeskrivningen skall tillräckligt omfattande behandlas frågor som gäller strålningssäkerheten och olycksriskerna vid slutförvarsanläggningen och de viktigaste av de osäkerhetsfaktorer som sammanhänger med dessa. Granskningen skall gälla alla skeden av slutförvaringen: transporter av använt bränsle till slutförvarsplatsen, lagringen i slutförvarsanläggningen, inkapslingen, förflyttningen av kapslarna till slutförvarsanläggningen samt långtidssäkerheten vid slutförvarsanläggningen. I beskrivningen bör också kapslarnas korrosionsbeständighet i olika grundvattenförhållanden, vilken betydelse det har att berggrunden rör på sig med tanke på kapslarnas hållbarhet samt i fråga om grundvattnets strömningar även med beaktande av bränslets restvärme.

I konsekvensbeskrivningen bör på ett lättfattligt sätt granskas vilken betydelse det har med tanke på strålningseffekterna att radioaktiva ämnen frigörs och migrerar. Dessutom bör det anföras vilka konsekvenser för hälsan strålningen kan ha och på vilket sätt konsekvenserna beror på erhållna strålningsdoser samt vad den nuvarande uppfattningen om strålningens konsekvenser för hälsan baserar sig på och hurdana osäkerhetsfaktorer det sammanhänger med strålningens konsekvenser för hälsan.

Med tanke på långtidssäkerheten bör kapselns, tunnarnas fyllnadsmaterials och berggrundens betydelse med tanke

på strålningseffekterna granskas på ett lättfattligt sätt. I fråga om transporterna och inkapslingsanläggningen och drivandet av slutförvarsanläggningen bör strålningseffekterna under normaldrift samt de strålningsrisker som sammanhänger med olycks- och störningssituationer analyseras. I fråga om de bedömningar som gäller strålningssäkerheten bör bl.a. presenteras uppskattningar av mängderna radioaktiva ämnen som frigörs i samband med de situationer som skall granskas, de strålningsdoser detta medför och de eventuella hälsoeffekterna av dem. I konsekvensbeskrivningen bör på ett åskådligt sätt presenteras uppgifter om hur aktivt bränslet är samt om hur denna aktivitet avtar under tidens lopp.

I fråga om de olyckssituationer som skall granskas bör uppges bl.a. uppgifter om hur stort det eventuella verkningsområdet är samt om nödvändiga motåtgärder.

Övriga konsekvenser för hälsan, sociala konsekvenser och konsekvenser för intrycket av orten

I bedömningsprogrammet presenteras en mångsidig förteckning över de hälsokonsekvenser och sociala konsekvenser som skall bedömas, men de bedömningsmetoder som kommer att användas har inte refererats. Enligt MKB-förordningen skall de metoder som har använts skildras i konsekvensbeskrivningen. Det är inte nödvändigt och till alla delar inte ens möjligt att beskriva dem redan i bedömningsprogrammet. Med tanke på medborgarnas möjlighet att få information och möjligheter till växelverkan är det emellertid önskvärt att medborgarna och myndigheterna känner till de metoder som kommer att användas innan den egentliga bedömningen börjar. Den projektansvarige bör i den information och växelverkan som gäller MKB-förfarandet behandla de metoder som kommer att användas vid bedömningen av de sociala konsekvenserna samt sträva efter samverkan med de kommunala och regionala social- och hälsovårdsmyndigheterna i verkningsområdet.

I fråga om de sociala konsekvenserna bör uppmärksamhet i mån av möjlighet också fästas vid andra befolkningsgrupper än den aktiva befolkningen i

arbetsför ålder. Bedömningen av de sociala konsekvenserna bör utsträckas till att gälla också närkommunerna utöver slutförvarsanläggningens eventuella förlägningskommun.

Slutförvaringens konsekvenser för förlägningskommunens och hela det omgivande områdets image bör bedömas grundligt. Särskilt i fråga om konsekvenserna för image bör även de åsikter som ägarna till fritidsbostäder i verkningsområdet för fram beaktas. I fråga om konsekvenserna för image bör eventuella indirekta ekonomiska konsekvenser för ena sidan och konsekvenserna för den fasta bosättningens och semesterbosättningens trivsel och för atmosfären på orten å andra sidan granskas. Även i fråga om dessa utredningar bör motiveringar för hur avgränsningen av de verkningsområden som granskas har gjorts presenteras i konsekvensbeskrivningen.

Transporter

I konsekvensbeskrivningen bör strålningssäkerheten vid transporter granskas. I fråga om de olyckshändelser som skall granskas bör uppgifter anföras bl.a. om hur stort det eventuella verkningsområdet är samt om nödvändiga motåtgärder.

I konsekvensbeskrivningen bör i allmänna drag också refereras de speciella krav som transporterna av använt bränsle ställer på räddningsväsendet i förlägningskommunen, i de kommuner som omger den och i de kommuner som transporterna går igenom.

I konsekvensbeskrivningen bör anges en uppskattning av antalet transporter av använt kärnbränsle årligen och även granskas andra konsekvenser av transporterna än sådana som gäller strålningssäkerheten. Dylika är konsekvenser för trafiksäkerheten och övrig trafik, stadsbilden och invånarnas trivsel i omgivningen. Konsekvenserna av transporter, alternativa transportformer samt ruttval bör granskas särskilt med tanke på centrum av Lovisa.

Utöver transporterna av använt bränsle bör även andra transporter som projektet kräver granskas i konsekvensbeskrivningen.

Konsekvenserna för miljön och samhällsuppbyggnaden

Det är motiverat att i bedömningen fästa uppmärksamhet på växelverkan mellan de sociala konsekvenserna och de konsekvenser som gäller samhällsuppbyggnaden och den naturliga miljön. Utöver konstruktionerna bör uppmärksamhet även fästas vid en granskning av funktionerna. För samhällsuppbyggnadens del bör, utöver den tekniska infrastrukturen, också granskas de sociala strukturerna samt konsekvenserna för tjänsterna. Den naturliga miljön skall också granskas som en del av människans livsmiljö.

I MKB-programmet nämns de utredningar som gäller kulturhistoriskt värdefulla byggnader. I enlighet med MKB-förordningen bör konsekvenserna för byggnaderna granskas också mera generellt.

Konsekvenserna för landskapet bör bedömas också med tanke på den naturliga miljön. Konsekvenserna för stadsbilden bör enligt behov bedömas med beaktande av orternas särdrag.

De begränsningar i och andra konsekvenser för markanvändningen i omgivningen som slutförvarsanläggningen eventuellt förorsakar bör granskas i konsekvensbeskrivningen.

De fel eller oklara uttryck som eventuellt förekommer i bedömningsprogrammet och som gäller bosättningen och planläggningssituationen i synnerhet i Lovisa-nejden bör korrigeras i konsekvensbeskrivningen.

I bedömningen bör uppmärksamhet fästas vid kartläggningen av bassituationen i fråga om grundvattenförhållandena i anläggningens närområde och vid de ändringar som inriktas på grundvattenförhållandena även med tanke på enskilda bosättningsars vattentagning. I de utredningar som gäller konsekvenserna av byggnadsarbetena bör även granskas vilka konsekvenserna av sprängningsarbetena blir både för bosättningen och naturen, i synnerhet för fiskbeståndet i området.

Informerande och växelverkan

Informerandet och växelverkan under bedömningsförfarandets förlopp kan i huvudsak skötas på det sätt som har uppgetts i bedömningsprogrammet.

Vid informerandet och växelverkan skall dock projektets hela verkningsområde, oberoende av kommungränser, samt alla befolkningsgrupper beaktas tillräckligt. I arrangemangen och tidsbestämningen bör beaktas att semesterboställningen i verkningsområdet också har faktiska möjligheter att få information och komma med sina synpunkter på projektet. Det är skäl att också under bedömningskedet fortsätta med växelverkan mellan de olika myndigheterna inom lokal-, regional- och centralförvaltningen.

I bedömningsprogrammet har någon plan för det informerande som gäller särskilt konsekvensbeskrivningen inte presenterats. Den projektansvarige bör informera om konsekvensbeskrivningen på motsvarande sätt som om bedömningsprogrammet.

Sedan konsekvensbeskrivningen har blivit klar kungör handels- och industriministeriet den och ställer ut den till påseende samt ber myndigheterna om utlåtanden om den. Det utlåtande som handels- och industriministeriet i egen-skap av kontaktmyndighet har gett om miljökonsekvensbeskrivningen sänds för kännedom till kommunerna i verkningsområdet, de kommunförbund som svarar för regionplaneringen och andra behöriga myndigheter.

Samordning med förfaranden enligt andra lagar

En samordning kunde i första hand komma i fråga med det förfarande som gäller principbeslut enligt kärnenergilagen. I behandlingen av ansökan om principbeslutet ingår att höra kommunerna, myndigheterna och medborgarna. Detta hörande omfattar ett lagstadgat möte som ordnas på anläggningens tilltänkta förläggningssort. Ansökan om principbeslut kan gälla samtliga förläggningssplatser för slutförvarsanläggningen som har granskats vid förfarandet för miljökonsekvensbedömning eller endast en del av dem.

Ministeriet har som mål att kontaktmyndighetens utlåtande om miljökonsekvensbeskrivningen av slutförvarsanläggningen skall stå till remissinstansernas, och i synnerhet verkningsområdets kommuners, förfogande när de ger sitt utlåtande över ansökan om principbeslutet.

Enligt den uppfattning ministeriet har i dag kommer miljökonsekvensbedömningen av slutförvarsanläggningen och behandlingen av principbeslutet att framskrida som separata förfaranden men eventuellt delvis samtidigt. Det slutliga beslutet om samordning fattas först när tidtabellerna för konsekvensbeskrivningen och ansökan om principbeslut är klara.

Handels- och industriminister
Antti Kalliomäki

Överinspektör
Jorma Sandberg

BILAGOR
Förteckning över de ställen där utlåtandet finns till påseende
Sammandrag av utlåtandet

FÖR KÄNNEDOM
Imatran Voima Oy
Industrins Kraft Ab

Miljöministeriet
Trafikministeriet
Försvarsmaterielministeriet
Inrikesministeriet
Social- och hälsovårdsministeriet

Geologiska forskningscentralen
Finlands miljöcentral
Strålsäkerhetscentralen
Statens tekniska forskningscentral
Vägarverket

Länsstyrelsen i Södra Finlands län
Länsstyrelsen i Västra Finlands län
Länsstyrelsen i Uleåborgs län
Ålands landskapsstyrelse
Länsstyrelsen på Åland

Kajanalands miljöcentral
Mellersta Finlands miljöcentral
Sydvästra Finlands miljöcentral
Nylands miljöcentral

Östra Nylands förbund
Kajanalands förbund
Mellersta Finlands förbund
Satakunta förbund

Östra Finlands vattendomstol
Västra Finlands vattendomstol
Norra Finlands vattendomstol

Euraåminne kommun
Eura kommun
Kiukainen kommun
Lappi kommun
Luvia kommun
Nakkila kommun
Raumo stad

Kuhmo stad
Hyrnsalmi kommun

Lieksa stad
Nurmes stad
Ristijärvi kommun
Sotkamo kommun
Suomussalmi kommun
Valtimo kommun

Lovisa stad
Lappträsk kommun
Liljendals kommun
Pernå kommun
Pyttis kommun
Strömfors kommun

Äänekoski stad
Kannonkoski kommun
Konnevesi kommun
Laukaa kommun
Saarijärvi stad
Sumiainens kommun
Suolahti stad
Uurainen kommun
Vesanto kommun
Viitasaari stad

Förteckning över de ställen där utlåtandet finns till påseende

Detta utlåtande av kontaktmyndigheten över bedömningsprogrammet finns till påseende under den tid bedömningsförfarandet pågår på följande ställen under tjänstetid:

Euraåminne kommun och omgivande kommuner:

- Kommunkansliet i Euraåminne, Kalliotie 5, Euraåminne
- Kommunkansliet i Eura, Sorkkistentie, Eura
- Kommunkansliet i Kiukainen, Kunnankuja 3, Kiukainen
- Kommunkansliet i Lappi, Kivisillantie 6, Lappi
- Kommunkansliet i Luvia, Kirkkotie 17, Luvia
- Miljöverket i Raumo, Kanalinranta 3, Raumo

Kuhmo stad och omgivande kommuner:

- Stadshuset i Kuhmo, Kainuuntie 82, Kuhmo
- Kommunkansliet i Hyrynsalmi, Laskutie 1, Hyrynsalmi
- Lieksa stads tekniska verk, Pielisentie 3, Lieksa
- Stadshuset i Nurmes, Karjalankatu 1, Nurmes
- Kommunkansliet i Ristijärvi, Aholantie 19, Ristijärvi
- Kommunkansliet i Sotkamo, Markkinatie 1, Sotkamo
- Kommunkansliet i Suomussalmi, Kauppakatu 20, Suomussalmi
- Kommunkansliet i Valtimo, Kunnantie 1, Valtimo

Lovisa stad och omgivande kommuner:

- Rådhuset i Lovisa, Mannerheimgatan 4, Lovisa
- Kommunkansliet i Lappträsk, Lappträskvägen 20, Lappträsk
- Kommunkansliet i Liljendal, Backasgränden 1 A, Liljendal
- Kommunkansliet i Pernå, Schäsvägen 6, Pernå
- Kommunkansliet i Pyttis, Brobyvägen 175, Pyttis
- Kommunkansliet i Strömfors, Sockenvägen 7 A, Strömfors

Äänekoski stad och omgivande kommuner:

- Stadshuset i Äänekoski, Hallintokatu 4, Äänekoski
- Kommunkansliet i Kannonkoski, Järvitie 1, Kannonkoski
- Kommungården i Konnevesi, Kauppatie 25, Konnevesi
- Kommunkansliet i Laukaa, Laukaantie 25, Laukaa
- Stadshuset i Saarijärvi, Sivulantie 11, Saarijärvi
- Kommunkansliet i Sumiainen, Koulutie, Sumiainen
- Stadshuset i Suolahti, Hallintokatu 4, Suolahti
- Kommunkansliet i Uurainen, Virastotie 5, Uurainen
- Kommunkansliet i Vesanto, Sonkarintie 2, Vesanto
- Stadshuset i Viitasaari, Keskitie 10, Viitasaari

Förteckning över rapporter som berör hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle

YJT-79-07 Käytetyn polttoaineen huoltovaihtoehdot ja ulkomaiset palvelut. Veijo Ryhänen. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1979

YJT-79-08 Safety analysis for disposal of high-level reprocessing waste or spent fuel in crystalline rock Jari Puttonen, Jukka-Pekka Salo, Seppo Vuori, Hannu Härkönen. Technical Research Centre of Finland. December 1979

YJT-79-10 Assessment of risks involved in the transportation of spent fuel from Loviisa power station Erkki Rämö. Technical Research Centre of Finland. December 1979

YJT-80-06 Assessment of risks involved in handling spent fuel at Loviisa nuclear power stations Hannu Kaikkonen, Sirkka Vilkkamo. Technical Research Centre of Finland. February 1980

YJT-80-07 Kallioperän tutkimusmenetelmät ydinjätteen loppusijoituksessa, Osa I Tutkimusten sisältö Esko Peltonen, Pekka Rouhiainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Helmikuu 1980

YJT-80-08 Kallioperän tutkimusmenetelmät ydinjätteen loppusijoituksessa, Osa II Menetelmäkuvaukset Esko Peltonen, Pekka Rouhiainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Helmikuu 1980

YJT-80-10 Assessment of risks involved in handling spent fuel at TVO nuclear power stations. Hannu Kaikkonen, Sirkka Vilkkamo. Technical Research Centre of Finland. April 1980

YJT-80-12 Vaatimukset ydinjätevarauksen keräämisestä sekä arviot ydinjätehuollon kustannuksista eri maissa. Heikki Raumolin. Teollisuuden Voima Oy. Heinäkuu 1980

YJT-80-14 Arvio TVO:n käytetyn polttoaineen huollon kustannuksista. Jukka-Pekka Salo, Veijo Ryhänen. Teollisuuden Voima Oy. Marraskuu 1980

YJT-81-01 Kallioon rakennetun varaston soveltuvuus ydinvoimalaitosjätteen loppusijoitukseen. Krister Almark, Reijo Gardemeister, Rauno Hiekkänen, Esko Tusa. Imatran Voima Oy. Tammikuu 1981

YJT-81-04 Käytetyn polttoaineen kestävyys ja kunnan valvonta väli-varastoinnin aikana. Esa Vitikainen, Jan-Olof Stengård. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Helmikuu 1981

YJT-81-11 Loppusijoitetusta ydinjätteestä vapautuvien radionuklidien kulkeutuminen biosfäärissä - kulkeutumis- ja annosmallien yleisiä perusteita. Riitta Hulmi, Ilkka Savolainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Heinäkuu 1981

YJT-81-15 TVO:n käytetyn polttoaineen huollon vaihtoehdot. Veijo Ryhänen, Jukka-Pekka Salo, Ilkka Mikkola, Heikki Raumolin. Teollisuuden Voima Oy. Syyskuu 1981

YJT-81-16 TVO:n ydinjätehuollon systeemanalyttinen malli. Timo Vieno. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Syyskuu 1981

YJT-81-18 Loviisan käytetyn polttoaineen kuljetussäiliön kriittisyys- ja neutroniannostarkastelu. Seppo Vuori. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Lokakuu 1981

YJT-81-21 TVO:n käytetyn polttoaineen väli-varastointi laitospaikalla. Jukka Kangas, Ilari Aro, Veijo Ryhänen, Jukka-Pekka Salo, Tapio Vähämaa. Teollisuuden Voima Oy. Lokakuu 1981

YJT-82-02 Käytetyn polttoaineen kestävyys ja kunnanvalvonta väli-varastoinnin aikana - loppuraportti. Esa Vitikainen, Jan-Olof Stengård. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tammikuu 1982

YJT-82-03 Risk study of the spent fuel storage extension at Loviisa nuclear power plant. Heli Talja, Timo Vieno. Technical Research Centre of Finland. January 1982

YJT-82-06 TVO:n käytetyn polttoaineen koostumus, aktiivisuus ja lämmöntuotto jäähdytysajan funktiona.

Markku Anttila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tammikuu 1982

YJT-82-08 Further studies on risks involved in handling spent fuel at Loviisa power plants. Pertti Hyppönen, Markku Rajamäki, Risto Sairanen, Timo Vieno, Seppo Vuori, Frej Wasastjerna. Technical Research Centre of Finland. February 1982

YJT-82-09 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen lämpö- ja jännitysanalyysi. Olli Halonen, Heikki Noro. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Helmikuu 1982

YJT-82-16 Käytetyn ydinpolttoaineen ja sen lähiympäristön vuorovaikutukset loppusijoitusolosuhteissa. Olli J. Heinonen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Huhtikuu 1982

YJT-82-17 Airborne releases and radiation doses in the vicinity of the spent fuel interim storage during normal operation. Ilkka Savolainen, Timo Vieno, Seppo Vuori. Technical Research Centre of Finland. April 1982

YJT-82-20 Kaivosten louhinta- ja käyttötekniikan soveltaminen korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitukseen. Tuomo Tahvanainen, Raimo Matikainen. Teknillinen korkeakoulu. Louhinta-tekniikan laboratorio. Toukokuu 1982

YJT-82-32 Suomessa olevat syvät kairausreiät ja niiden käyttömahdollisuudet ydinjätetutkimuksissa. Tuomo Tahvanainen, Raimo Matikainen. Teknillinen korkeakoulu. Louhinta-tekniikan laboratorio. Kesäkuu 1982

YJT-82-35 Ydinjätteiden loppusijoitustilojen sulkeminen. Pekka Holopainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Heinäkuu 1982

YJT-82-36 Korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen geologiset tekijät. Heikki Niini, Veikko Hakkarainen, Pekka Patrikainen. Geologinen tutkimuslaitos. Tammikuu 1982

YJT-82-37 Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kapselimateriaalit. Pertti Aaltonen, Hannu Hänninen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Kesäkuu 1982

YJT-82-40 Käytetyssä polttoaineessa olevien nuklidien sorptio kiteisessä kallioperässä. Anneli Nikula. Helsingin yliopisto. Radiokemian laitos. Lokakuu 1982

YJT-82-41 Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi. M. Anttila, O. Halonen, P. Holopainen, R. Korhonen, M. Kähkö, K. Meling, H. Noro, E. Peltonen, K. Rasilainen, I. Savolainen, S. Vuori. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Lokakuu 1982

YJT-82-42 Groundwater chemistry in bedrock. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. October 1982

YJT-82-43 Käytetyn polttoaineen loppusijoitustilat. Tenho Laine. Saanio & Laine Oy. Lokakuu 1982

YJT-82-44 Käytetyn polttoaineen loppusijoitustilaratkaisujen vertailevat lämpö- ja jännitysanalyysit. Olli Halonen, Heikki Noro. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Lokakuu 1982

YJT-82-46 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään. Teollisuuden Voima Oy. Marraskuu 1982

YJT-82-47 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään - Yhteenvedo. Teollisuuden Voima Oy. Marraskuu 1982

YJT-82-49 Risk study of the spent fuel interim storage at TVO nuclear power plant. M. Anttila, H. Melkas, I. Savolainen, T. Vieno. Technical Research Centre of Finland. November 1982

YJT-82-53 TVO I/II - käytetyn polttoaineen kuljetukset ja siirrot. Jukka-Pekka Salo, Ilari Aro. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1982

YJT-82-54 TVO:n käytetyn ydinpolttoaineen laitospaikkakohtaisen välivarastoinnin jatkoraportti. Ilari Aro, Jukka Kangas, Heikki Raumolin, Jukka-Pekka Salo. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1982

YJT-82-55 TVO:n ydinjätehuollon toimintaohjelma ja aikataulut. Heikki

Raumolin. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1982

YJT-82-56 Korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen sijoituspaikkatutkimukset - tutkimusohjelma. Timo Äikäs, Tenho Laine. Saanio & Laine Oy. Joulukuu 1982

YJT-82-57 TVO:n ydinjätehuollon kustannukset. Heikki Raumolin. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1982

YJT-82-58 Suomen kallioperän soveltuvuus korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoitukseen. Paavo Vuorela, Veikko Hakkarainen. Geologinen tutkimuslaitos. Joulukuu 1982

YJT-82-59 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysin yksityiskohtaiset tulokset. R. Korhonen & al. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Joulukuu 1982

YJT-82-60 Suomen yleisimpien maalajien ja eräiden kallion rakotäytteiden sorptio-omaisuuksia. Anneli Nikula. Helsingin yliopisto. Radiokemian laitos. Joulukuu 1982

YJT-83-02 Radionuklidien sorptio kallioperään, mineralogiset tekijät ja autoradiografiamenetelmä. Antero Lindberg. Geologinen tutkimuslaitos. Sinikka Pinnioja, Anneli Nikula. Helsingin yliopisto. Radiokemian laitos. Helmikuu 1983

YJT-83-06 Suitability of certain borehole geophysical methods for structural and hydrogeological studies of Finnish bedrock in connection with disposal of nuclear waste. Ari Poikonen. Technical Research Centre of Finland. April 1983

YJT-83-07 Sijoitusreikien poraus käytetyn polttoaineen loppusijoitus-tiloihin. Tuomo Tahvanainen, Raimo Matikainen. Teknillinen korkeakoulu. Louhintateknikan laboratorio. Heinäkuu 1983

YJT-83-08 Ydinjätehuoltoon liittyvät taloudelliset kysymykset eri maissa. Heikki Raumolin. Teollisuuden Voima Oy. Elokuu 1983

YJT-83-09 Ydinjätteiden käsittely ja loppusijoitussuunnitelmat ulkomailta. Hannu Härkönen, Veijo Ryhänen. Teollisuuden Voima Oy. Elokuu 1983

YJT-83-10 Käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely sekä plutoniumin uudelleenkäyttö kevytvesireaktoreissa. Jukka-Pekka Salo. Teollisuuden Voima Oy. Elokuu 1983

YJT-83-11 Dissolution of uranium dioxide in groundwater. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. September 1983

YJT-83-12 Käytetyn ydinpolttoaineen radionuklidien vapautuminen tunneliin sijoitetuista kapsleista. Esko Peltonen, Martti Kähkö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimateknikan laboratorio. Kesäkuu 1983

YJT-83-13 Radionuklidien vapautuminen käytetyn polttoaineen loppusijoitustilasta - vapautumismallin perusteita. Esko Peltonen, Pekka Holopainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Toukokuu 1983

YJT-83-14 Selvitys Greisen-tyyppisten tinaminalisaatioiden esiintymismahdollisuudesta Hästholmenin seudun kallioperässä. Marianne Lehtiö. Geologinen tutkimuslaitos. Elokuu 1983

YJT-83-15 Tracer technique in groundwater hydrology. Risto Kuoppamäki, Kari Saari, Matti Valkiainen. Technical Research Centre of Finland. September 1983

YJT-83-16 Geophysical borehole methods used in determining the suitability of crystalline rock mass for final disposal of nuclear waste. Audrey Griffioen. September 1983

YJT-83-17 Strontiumin, cesiumin, nikkelin, jodin ja hiilen sorptio murskebentonitiittiseoksiin. Raija Hietanen, Maarit Alaluusua. Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos. Marraskuu 1983

YJT-83-18 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus, Geokemialliset pohjavesitutkimukset. Paula Lampén. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1983

YJT-83-19 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus, Syvien tutkimusreikien kairaus ja niihin liittyvät geologiset selvitykset. Pekka Anttila. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1983

YJT-83-20 Autoradiografiamentelmän kehittäminen radionuklidien sorption määrittämiseksi luonnon rakopinnoille. Seija Muuronen. Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos, Antero Lindberg. Geologinen tutkimuslaitos. Marraskuu 1983

YJT-84-01 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus, Geofysikaaliset reikämittaukset. Pekka Rouhiainen. Imatran Voima Oy. Tammikuu 1984

YJT-84-02 Radiometric, electrical and acoustic borehole geophysical studies in the Loviisa power plant site in 1983. Pauli Saksa. Technical Research Centre of Finland. January 1984

YJT-84-04 Sorption of strontium, cesium, nickel, iodine and carbon in concrete. Raija Hietanen, Eeva-Liisa Kämäräinen, Maarit Alaluusua. University of Helsinki, Department of Radiochemistry. February 1984

YJT-84-06 Radionuklidien biosfäärissä tapahtuvan kulkeutumisen arviointimenetelmien tarkastelu luonnon radioaktiivisten nuklidien avulla. Riitta Korhonen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Helmikuu 1984

YJT-84-08 Chemical conditions in a repository for spent fuel. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. January 1984

YJT-84-09 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus, Kallioperän hydraulinen testaus. Timo Äikäs. Saanio & Laine Oy. Huhtikuu 1984

YJT-84-10 Pohjaveden kemiallinen koostumus Suomen kallioperässä. Juho Hyöppä. Geologian tutkimuskeskus. Ydinjätteiden sijoitustutkimukset. Huhtikuu 1984

YJT-84-12 Täysporaus käytetyn polttoaineen sijoitustunnelien kalliorakennusvaihtoehtona. Jukka Christers-

son. Teknillinen korkeakoulu, Louhintatekniikan laboratorio. Toukokuu 1984

YJT-84-14 Sorption of cesium, strontium, iodine, nickel and carbon in sand in groundwater/concrete environments. Raija Hietanen, Maarit Alaluusua. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. June 1984

YJT-84-15 Kallion hydrauliset ominaisuudet ja niiden mittaaminen. Kari Saari, Pekka Holopainen, Veijo Pirhonen, Ari Poikonen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Geotekniikan laboratorio. Maaliskuu 1984

YJT-84-17 Kuparin korroosio käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoitusolosuhteissa - kirjallisuusselvitys. Pertti Aaltonen, Hannu Hänninen, Kari Klemetti, Erkki Muttilainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Huhtikuu 1984

YJT-84-18 Käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoituskapselien valmistusmahdollisuudet Suomessa. Pertti Aaltonen, Hannu Hänninen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallilaboratorio. Huhtikuu 1984

YJT-84-19 Sorption of carbon, cobalt, nickel, strontium, iodine, cesium, americium and neptunium in rocks and minerals. Sinikka Pinnioja, Timo Jaakkola, Eeva-Liisa Kämäräinen, Annakaisa Koskinen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. September 1984

YJT-84-20 Determination of hydraulic conductivity in Lavia borehole, Finland. Karl-Erik Almén, Ove Persson. Swedish Geological Co. Uppsala. September 1984

YJT-84-21 Stress corrosion testing of pure OFHC-copper in simulated groundwater conditions. Pertti Aaltonen, Hannu Hänninen, Markku Kemppainen. Technical Research Centre of Finland. November 1984

YJT-85-01 Lavian kooreikä, Yhteen-
veto vuoden 1984 tutkimuksista. Timo Äikäs, Antti Öhberg. Saanio & Laine

Oy, Veijo Ryhänen. Teollisuuden Voima Oy. Helmikuu 1985

YJT-85-02 Dissolution experiments of unirradiated uranium dioxide pellets. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. January 1985

YJT-85-03 Diffuusio puristetussa bentoniitissa. Arto Muuronen, Juha Rantanen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Tammikuu 1985

YJT-85-04 Olkiluodon malmikriittisyys. Pekka Ilveskivi, Heikki Niini. Teknillinen korkeakoulu. Taloudellisen geologian laboratorio. Tammikuu 1985

YJT-85-06 Borehole geophysical investigations of Lavia deep testhole, Finland. Pauli Saksa. Technical Research Centre of Finland. Geotechnical Laboratory. February 1985

YJT-85-07 Geophysical borehole logging in Lavia borehole, Results and interpretation of sonic and tube wave measurements. Per Andersson, Leif Stenberg. Swedish Geological Co. Luleå. February 1985

YJT-85-08 Titaanin ja titaaneosten korroosio käytetyn polttoaineen loppusijoitusolosuhteissa - kirjallisuusselvitys. Irina Aho-Mantila, Hannu Hänninen, Pertti Aaltonen, Seppo Tähtinen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallilaboratorio. Maaliskuu 1985

YJT-85-10 Uranium solubility and speciation in groundwater. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. April 1985

YJT-85-11 Mean sea level and change in the hydrological regime off Loviisa power plant around the year 2050. Pentti Mälkki, Aarno Voipio. Institute of Marine Research. April 1985

YJT-85-14 Jännitystilan mittaukset syvissä kairausrei'issä. Anne Väättäinen, Pekka Särkkä. Teknillinen korkeakoulu. Louhintatekniikan laboratorio. Toukokuu 1985

YJT-85-15 Käytetystä polttoaineesta vapautuvien aktinidien (Pu, Np, Th)

fissiotuotteiden (Cs, I) sekä kapselien korroosiotuotteiden liukoisuudet loppusijoitustilan kemiallisissa olosuhteissa. Margit Snellman. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Toukokuu 1985

YJT-85-16 Sorption and diffusion of cobalt, strontium, cesium and americium in natural fissure surfaces and drill core cups studied by autoradiography, I. Sinikka Pinnioja, Eeva-Liisa Kämäräinen, Timo Jaakkola, Marja Siitari, Seija Muuronen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. June 1985

YJT-85-18 Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen yleispiirteinen maanjäristystarkastelu. Arto Koskiahde, Jari Puttonen, Jouni Saari. Imatran Voima Oy. Heinäkuu 1985

YJT-85-21 Mahdolliset ympäristösuhteiden pitkäaikaismuutokset Suomessa ja niiden vaikutukset syvällä oleviin kalliopohjavesiin. Pekka Nurmi. Geologian tutkimuskeskus. Ydinjätteiden sijoitustutkimukset. Lokakuu 1985

YJT-85-22 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi - perustapaus. Esko Peltonen, Seppo Vuori, Markku Anttila, Kari Hillebrand, Kurt Meling, Kari Rasilainen, Pertti Salminen, Vesa Suolainen, Mikael Winberg. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Syyskuu 1985

YJT-85-23 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi - häiriötilanteet. Timo Vieno, Esko Peltonen, Seppo Vuori, Markku Anttila, Kari Hillebrand, Kurt Meling, Kari Rasilainen, Pertti Salminen, Vesa Suolainen, Mikael Winberg. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Syyskuu 1985

YJT-85-26 Radiolyysi ja sen vaikutus käytetyn polttoaineen loppusijoitustilassa. Margit Snellman. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Markku Anttila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Syyskuu 1985

YJT-85-27 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen geologiset aluevalintatutkimukset. Martti Salmi, Paavo Vuorela, Aimo Kuivamäki. Geologian tutkimuskeskus. Ydinjätteiden sijoitustutkimukset. Lokakuu 1985

YJT-85-28 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluevalintatutkimusten ympäristötekijöitä koskevat selvitykset. Timo Äikäs. Saanio & Laine Oy. Lokakuu 1985

YJT-85-29 Käytetyn ydinpolttoaineen sijoituspaikkatutkimukset, Tutkimusohjelma. Timo Äikäs. Saanio & Laine Oy. Marraskuu 1985

YJT-85-30 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1985

YJT-85-36 Sorption of iodine, neptunium, technetium, thorium and uranium on rocks and minerals. Annakaisa Koskinen, Maarit Alaluusua, Sinikka Pinnioja, Timo Jaakkola. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. December 1985

YJT-85-37 Käytetyn ydinpolttoaineen ulkomaiset kapselointisuunnitelmat. Pertti Aaltonen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallilaboratorio. Joulukuu 1985

YJT-85-38 Sorption of cesium, strontium, iodine, nickel and carbon in mixtures of concrete, crushed rock and bitumen. Raija Hietanen, Maarit Alaluusua, Timo Jaakkola. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. September 1985

YJT-86-03 A test of the vertical seismic profiling method at the Lavia site. Calin Cosma, Keijo Hämäläinen, Reijo Korhonen. Geoseismo Oy. March 1986

YJT-86-04 Yhteenveto Lavian koereikätkäytöksistä vuosina 1984-85. Timo Äikäs, Antti Öhberg. Saanio & Laine Oy. Anneli Nikula. Teollisuuden Voima Oy. Toukokuu 1986

YJT-86-06 Lavian koereian vesimenekikokeiden tulkinta. Arto Ylinen.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Geotekniikan laboratorio. Huhtikuu 1986

YJT-86-07 Rock stress measurement at Lavia, Finland. Part I: A technical report on principles of the hydrofracturing method, instrumentation, field work, sources of error. Bjarni Bjarnason CENTEK/University of Luleå. Part II: The interpretation of rock stress measurements using hydraulic fracturing method in the Lavia test borehole, Finland. Erik Johansson, Anne Väätäinen, Pekka Särkkä. Helsinki University of Technology. Laboratory of Mining Engineering. April 1986

YJT-86-08 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysin lähtötiedot. Toimittanut Kari Hillebrand. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Huhtikuu 1986

YJT-86-09 Titaanin ja titaaneosten vetyhauraus - kirjallisuustutkimus. Irina Aho-Mantila, Hannu Hänninen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallilaboratorio. Toukokuu 1986

YJT-86-11 Lavian koereikä - yhteenveto pohjavesitutkimuksista 1984-1985. Pirjo Wickström, Paula Lampén. Imatran Voima Oy. Kesäkuu 1986

YJT-86-13 Factors affecting actinide solubility in a repository for spent fuel, I. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. July 1986

YJT-86-14 Kesiumin, strontiumin, hiilen ja nikkelin diffuusio betonissa ja murskeen ja bentoniitin seoksessa. Arto Muurinen, Pirkko Penttilä-Hiltunen, Juha Rantanen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Heinäkuu 1986

YJT-86-27 Sorption and diffusion of cobalt, nickel, strontium, iodine, cesium and americium in natural fissure surfaces and drill core cups studied by autoradiography, II. Seija Suksi, Eeva-Liisa Kämäräinen, Timo Jaakkola, Heini Ervanne. University of Helsinki. Department of Radiochemistry.

Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. September 1986

YJT-86-28 Dissolution of unirradiated uranium oxide pellets at various parametric conditions. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. September 1986

YJT-86-30 Kallioperän pohjaveden kemiallinen koostumus Suomessa ja muilla prekambriisilla kilpialueilla. Juho Hyypä. Geologian tutkimuskeskus. Marraskuu 1986

YJT-86-31 Processing of vertical seismic profiles from the Lavia test hole. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Kari Laasonen. Vibrometric Oy. November 1986

YJT-86-34 Rautametallien korroosio käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusolosuhteissa. Pertti Aaltonen, Hannu Hänninen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallilaboratorio. Leena Carpen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Metallurgian laboratorio. Joulukuu 1986

YJT-87-03 Geochemical modelling and water-rock interaction of Lavia borehole. Petteri Pitkänen, Veijo Pirhonen. Technical Research Centre of Finland. Geotechnical Laboratory. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. January 1987

YJT-87-05 Uraanidioksidin liukene-
mismekanismi pohjavedessä. Kaija Ollila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Huhtikuu 1987

YJT-87-06 A review on colloidal systems in general and in respect of nuclear waste disposal. Ulla Vuorinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. April 1987

YJT-87-08 Seismisen taittumislou-
tauksen käyttötavat. Olli Okko. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Geotekniikan laboratorio. Toukokuu 1987

YJT-87-09 Sijoitusvyöhykkeen vaikutus käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa. Jyri Liimatainen, Raimo

Matikainen, Pekka Särkkä. Teknillinen korkeakoulu. Louhintatekniikan laboratorio. Kesäkuu 1987

YJT-87-10 Sorption of cesium, strontium, cobalt and technetium in mixtures of concrete, crushed rock and bitumen. Maarit Alaluusua, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. October 1987

YJT-87-11 Factors affecting actinide solubility in a repository for spent fuel, II. Margit Snellman, Ulla Vuorinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. August 1987

YJT-87-13 Development of biosphere scenarios for safety analysis of spent nuclear fuel disposal. Vesa Suolanen, Timo Vieno. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. September 1987

YJT-87-14 Diffusion of uranium and chloride in compacted sodium bentonite. Arto Muurinen, Pirkko Penttilä-Hiltunen, Juha Rantanen, Kari Uusheimo. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. September 1987

YJT-87-17 Sorption and diffusion of cobalt, nickel, strontium, iodine, cesium and americium in natural fissure surfaces and drill core cups studied by autoradiography, III. Seija Suksi, Eeva-Liisa Kämäräinen, Marja Siitari-Kauppi. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. October 1987

YJT-87-18 Käytetyn polttoaineen huollon tilannekatsaus. Esko Peltonen, Veijo Ryhänen, Jukka-Pekka Salo, Ilkka Mikkola. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1987

YJT-87-19 Factors effecting carbonate equilibria in natural waters. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. December 1987

YJT-87-21 Effects of fuel burn-up and cooling periods on thermal responses in a repository for spent nuclear fuel. Aimo Hautajärvi, Markku Anttila, Veikko Taivassalo. Technical

Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. December 1987

YJT-88-01 Hydraulisten vuorovai-
kutuskokeiden tulokannan kehittäminen. Kim Pingoud, Terhi Jaakkola, Auli Kuusela, Arto Ylinen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Geotekniikan laboratorio. Tammikuu 1988

YJT-88-02 Shallow reflection seismic soundings in bedrock at Lavia. Olli Okko. Technical Research Centre of Finland. Geotechnical Laboratory. March 1988

YJT-88-03 Hydrogen embrittlement of titanium and its alloys. Irina Aho-Mantila, Markku Kemppainen*. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. Metallurgy Laboratory*. March 1988

YJT-88-04 Dissolution mechanism of UO₂ at various parametric conditions. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. April 1988

YJT-88-05 Sorption experiments at oxic and anoxic conditions. Annakaisa Koskinen, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. April 1988

YJT-88-06 Matriisidiffuusion mittausten menetelmät, Kirjallisuustutkimus. Arto Muurinen, Matti Valkiainen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Maaliskuu 1988

YJT-88-07 REFREP: A near-field model for a spent fuel repository. Aimo Hautajärvi, Timo Vieno. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. May 1988

YJT-88-09 Corrosion of pure OFHC-copper in simulated repository conditions, Part I. Pertti Aaltonen. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. June 1988

YJT-88-10 Modelling of the biospheric transfer of radionuclides released from the geosphere into a lake. Vesa Suolanen, Timo Vieno.

Technical Research Centre of Finland.
Nuclear Engineering Laboratory.
October 1988

YJT-88-13 Intraval Project, Test case 5: Traces tests at Finnsjön, Predictive modelling of the radially converging experiment. Aimo Hautajärvi, Veikko Taivassalo. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. November 1988

YJT-88-14 Long term creep strength of silver alloyed copper. Pertti Auerkari, Stefan Sandlin. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. December 1988

YJT-89-01 Geophysical borehole methods in fracture analysis of crystalline bedrock of the Loviisa site. Pekka Rouhiainen. G-Syst Oy. April 1989

YJT-89-04 Solubility and speciation calculations for Pu, Np and Th in simulated groundwaters. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. May 1989

YJT-89-05 Kirjallisuustutkimus käytetyn polttoaineen liukenemismekanismista. Kaija Ollila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Kesäkuu 1989

YJT-89-07 Radiolysis of groundwater in a repository for spent fuel - a literature survey. Margit Snellman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. June 1989

YJT-89-10 Liuenneiden radionuklidien matriisidiffuusio kivessä - kirjallisuustutkimus. Seija Suksi. Helsingin yliopisto. Radiokemian laitos. Heinäkuu 1989

YJT-89-13 Sorption and diffusion of radionuclides (C, Tc, U, Pu, Np) in rock samples under oxic and anoxic conditions. Seija Suksi, Marja Siitari-Kauppi, Pirkko Hölttä, Timo Jaakkola. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. November 1989

YJT-89-14 Automated phase picker and source location algorithm for local

distances using a single three component seismic station. Jouni Saari. Imatran Voima Oy. December 1989

YJT-89-15 Behaviour of neptunium in deep groundwater environments. Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. December 1989

YJT-89-16 Kairaukset Kuhmon Romuvaarassa. Heikki Hinkkanen, Antti Öhberg. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Joulukuu 1989

YJT-89-17 Kairausnäytteiden rapautuminen. Jari Hammar. Teknillinen korkeakoulu. Insinöörigelogian ja geofysiikan laboratorio. Joulukuu 1989

YJT-89-18 Native copper as a natural analogue for copper canisters. Nuria Marcos. Helsinki University of Technology. Department of Materials Science and Rock Engineering. Laboratory of Engineering Geology and Geophysics. December 1989

YJT-89-19 Diffusivity and electrical resistivity measurements in rock matrix around fractures. Heikki Kumpulainen, Kari Uusheimo. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. December 1989

YJT-90-02 Loviisan seudun mikro-maanjärjestyttutkimus. Jouni Saari. Imatran Voima Oy. Helmikuu 1990

YJT-90-04 Betonin tiiviys ja säilyvyys loppusijoitusolosuhteissa. S.E. Pihlajavaara. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio. Helmikuu 1990

YJT-90-05 Aktinidien sekä fissio- ja korroosiotuotteiden liukoisuudet simuloituissa pohjavesissä ja Sievin pohjavedessä - PHREEQE ja EQ3NR mallilaskut. Margit Snellman. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Helmikuu 1990

YJT-90-06 Transport and micro-structural phenomena in bentonite clay with respect to the behavior and influence of Na, Cu and U. Roland Pusch, Ola Karnland. Clay Technology AB. Arto Muurinen. Technical

Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. April 1990

YJT-90-07 Corrosion of pure OFCH-copper in simulated repository conditions - Part 2. Pertti Aaltonen. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. April 1990

YJT-90-08 Kairaukset Hyrynsalmen Veitsivaarassa. Heikki Hinkkanen, Antti Öhberg. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Huhtikuu 1990

YJT-90-09 Kairaukset Konginkaan Kivetyssä. Heikki Hinkkanen, Antti Öhberg. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Toukokuu 1990

YJT-90-10 Diffusion interfaces of fractures in granitic rocks. Veijo Pirhonen, Petteri Pitkänen, Kai Front. Technical Research Centre of Finland. Geotechnical Laboratory. May 1990

YJT-90-11 Effect of sodium chloride concentration on diffusivity in rock matrix. Kari Uusheimo, Arto Muurinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. July 1990

YJT-90-12 Uraanipolttoaineen jälleenkäsittelyn ja jälleenkierrätyksen tila maailmalla 1990-luvun vaihteessa. Ralf Lunabba, Juhani Vira. Teollisuuden Voima Oy. Heinäkuu 1990

YJT-90-13 On the world's ice ages and changing environments. Matti Eronen, Heikki Olander. University of Helsinki. Lahti Research and Training Centre. July 1990

YJT-90-15 Kairaukset Sievin Syyryssä. Heikki Hinkkanen. Teollisuuden Voima Oy. Antti Öhberg. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Lokakuu 1990

YJT-90-16 Microearthquakes in the Baltic shield: Seismotectonic analysis for nuclear power plant in the Loviisa area, south-eastern Finland. Jouni Saari. Imatran Voima Oy. November 1990

YJT-90-17 Hydrogen embrittlement of titanium tested with fracture mechanics specimens. Irina Aho-Mantila, Päivi Rahko. Technical

Research Centre of Finland. Metals Laboratory. November 1990

YJT-90-18 Rock stress measurements in the deep boreholes at Kuhmo, Hyrynsalmi, Sievi, Eurajoki and Konginkangas. Hans Klasson. Renco AB. Bengt Leijon. SGAB. November 1990

YJT-90-20 Near-field performance of the advanced cold process canister. Lars Werme. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB). December 1990

YJT-90-21 The geology of the Romuvaara area, summary report. Pekka Anttila (ed.). Imatran Voima Oy. Seppo Paulamäki, Antero Lindberg, Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Petteri Pitkänen, Kai Front. Technical Research Centre of Finland. Geotechnical Laboratory. Aulis Kärki. Kivitiето Oy. December 1990

YJT-90-22 Selvitys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustiloja ympäröivän kiteisen kallioperän lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksista pitkien aikojen kuluessa. Taisto Tuokko. Teknillinen korkeakoulu. Kallio-tekniikan laboratorio. Joulukuu 1990

YJT-91-01 Effects of repository orientations on mass fluxes. Aimo Hautajärvi. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. January 1991

YJT-91-02 Interpretation of hydraulic conductivity data and parameter evaluation for groundwater flow models - A review. Auli Niemi. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. January 1991

YJT-91-06 Site investigation equipment developed by Teollisuuden Voima Oy. Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. February 1991

YJT-91-07 Kairaukset Eurajoen Olkiluodossa. Heikki Hinkkanen. Teollisuuden Voima Oy. Antti Öhberg. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Huhtikuu 1991

YJT-91-08 The geology of the Veitsivaara area, Summary report. Pekka Anttila (ed.). Imatran Voima Oy. Aimo Kuivamäki, Antero Lindberg, Maija Kurimo, Markku Paananen, Erkki J. Luukkonen. Geological Survey of Finland. Kai Front, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. May 1991

YJT-91-14 Borehole radar measurements performed on preliminary investigation areas in Finland for final disposal of spent nuclear fuel. Seje Carlsten. Swedish Geological Co, Uppsala. May 1991

YJT-91-15 Geophysical investigations of the Romuvaara area, Finland, Summary report. Pauli Saksa (ed.), Henry Ahokas, Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Petteri Pitkänen, Kai Front, Olli Okko, Tiina Vaittinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Jukka Keskinen, Reijo Korhonen. Vibrometric Oy. June 1991

YJT-91-16 Creep of OFHC and silver copper at simulated final repository canister-service conditions. Pertti Auerkari, Heikki Leinonen, Stefan Sandlin. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. July 1991

YJT-91-17 Production methods and costs of oxygen free copper canisters for nuclear waste disposal. Hannu Rajainmäki, Mikko Nieminen, Lenni Laakso. Outokumpu Poricopper Oy. August 1991

YJT-91-18 SIMFUEL dissolution studies in granitic groundwater. I. Casas. MBT Tecnologia Ambiental, CENT, Parc Tecnologic del Valles, Cerdanyola, Spain. A. Sandino. KTH, Department of Inorganic Chemistry, Stockholm Sweden. M. S. Caceci, J. Bruno. MBT Tecnologia Ambiental, CENT, Parc Tecnologic del Valles, Cerdanyola, Spain. K. Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor

Laboratory, Espoo, Finland. September 1991

YJT-91-19 SKB/TVO Ice age scenario. Kaj Ahlbom. Conterra AB. Timo Äikäs. Teollisuuden Voima Oy (TVO). Lars O. Ericsson**. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). October 1991

YJT-91-20 Geophysical investigations in the Veitsivaara area, Finland, Summary report. Eero Heikkinen, Pauli Saksa (Eds.). Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Heikki Hinkkanen (Ed.). Teollisuuden Voima Oy. Maija Kurimo. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Henry Ahokas, Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Kai Front, Petteri Pitkänen, Tiina Vaittinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Jukka Keskinen, Reijo Korhonen. Vibrometric Oy. October 1991

YJT-91-21 Rock mechanical, thermomechanical and hydraulic behaviour of the near field for spent nuclear fuel. Erik Johansson, Matti Hakala. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Loren J. Lorig, Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis, Minnesota, USA. October 1991

YJT-91-22 Scenarios for ground-water flow and radionuclide migration of concern for the TVO-92 safety analysis. Mark Elert, Bertil Grundfelt, Björn Lindbom. Kemakta Consultants Co, Stockholm, Sweden. Aimo Hautajärvi. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. November 1991

YJT-91-23 Geopolymeeribetonien soveltuvuus ydinjätteiden loppusijoitukseen. Ari Ipatti, Leena Kallio. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1991

YJT-91-24 Teknisten vapautumisesteiden muodonmuutosrasitukset ja mekaaninen käyttäytyminen loppusijoitusolosuhteissa. Ari Ipatti, Olli Majamäki. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1991

YJT-92-01 Redox capacity of crystalline rocks - Laboratory studies

under 100 bar oxygen gas pressure. Veijo Pirhonen, Avner Melamed, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Kyösti Isosaari. University of Helsinki. Department of Geology and Mineralogy. January 1992

YJT-92-02 Groundwater chemistry and water-rock interaction at Olkiluoto. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Hilikka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. Kai Front. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. February 1992

YJT-92-03 TVO:n käytetyn polttoaineen koostumus, aktiivisuus, lämmöntuotto ja muut radioaktiiviset ominaisuudet jäähtymisajan funktiona. Markku Anttila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Helmikuu 1992

YJT-92-04 Diffusion in the rock matrix - A review of laboratory tests and field studies. Matti Valkiainen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. April 1992

YJT-92-05 The design analysis of ACP-canister for nuclear waste disposal. Heikki Raiko. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. Jukka-Pekka Salo. Teollisuuden Voima Oy. May 1992

YJT-92-06 Bedrock model of the Romuvaara area, summary report. Pauli Saksa. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Markku Paananen, Seppo Paulamäki. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Pekka Anttila. Imatran Voima Oy. Henry Ahokas. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Petteri Pitkänen, Kai Front, Tiina Vaittinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. May 1992

YJT-92-07 The geology of the Kivetty area, summary report. Pekka Anttila (ed.). Imatran Voima Oy. Seppo Paulamäki, Antero Lindberg, Markku Paananen, Tapio Koistinen. Geological

Survey of Finland. Kai Front, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. May 1992

YJT-92-08 Solubility and speciation of uranium in the reference waters of TVO-92. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. June 1992

YJT-92-09 Transport processes in the buffer and backfill of spent fuel disposal data for TVO-92 safety analysis. Arto Muurinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. June 1992

YJT-92-10 Creep in crystalline rock with application to high level nuclear waste repository. Pekka Eloranta, Ari Simonen. Helsinki University of Technology. Erik Johansson. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. June 1992

YJT-92-11 Solubility and speciation calculations (EQ3/6) for the elements of importance in TVO-92. Ulla Vuorinen, Hilikka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. August 1992

YJT-92-12 Equipment for deployment of canisters with spent nuclear fuel and bentonite buffer in horizontal holes. Vesa Henttonen, Mikko Suikki. JP-Engineering Oy. August 1992

YJT-92-13 Diffusion of uranium in compacted sodium bentonite. Arto Muurinen, Jarmo Lehtikoinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. September 1992

YJT-92-14 Review of sorption and diffusion parameters for TVO-92. Martti Hakanen, Pirkko Hölttä. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. September 1992

YJT-92-15 Geophysical investigations in the Kivetty area, Finland, Summary report. Eero Heikkinen. Fintact Ky. Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Henry Ahokas. Fintact Ky. Antti Ohberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers Ltd. Kai Front. Technical

Research Centre of Finland. Olli Okko. Technical Research Centre of Finland. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Jukka Keskinen, Reijo Korhonen. Vibrometric Oy. September 1992

YJT-92-16 Groundwater chemistry and water-rock interaction at Kivetty. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Hilikka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. October 1992

YJT-92-17 Loppusijoitustiloja ympäröivän kiteisen kallion mekaanismien, terminen ja hydraulinen käyttäytyminen. Erik Johansson, Matti Hakala. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Lokakuu 1992

YJT-92-18 Suomen emäksiset kivilajit. Tauno Piirainen, Seppo Gehör, Markku Iljina, Aulis Kärki, Juhani Paakkola, Jouni Vuollo. Kivitieto Oy. Lokakuu 1992

YJT-92-19 Seismic VSP and HSP surveys on preliminary investigation areas in Finland for final disposal of spent nuclear fuel. Jukka Keskinen, Calin Cosma, Pekka Heikkinen. Vibrometric Oy. October 1992

YJT-92-20 Determination of uranium series radionuclides Pa-231 and Ra-226 using liquid scintillation counting (LSC). Leena Saarinen, Juhani Suksi. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. October 1992

YJT-92-23 Saline groundwater in crystalline bedrock - a literature survey. Paula Lampén. Ekono Energy Ltd. November 1992

YJT-92-24 SIMFUEL dissolution studies in granitic groundwater, leaching experiments at VTT. Kaija Ollila. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. December 1992

YJT-92-25 Sorption of uranium on rocks in anaerobic groundwater. Martti

Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. December 1992

YJT-92-26 Hydraulic fracturing rock stress measurements at Hästholmen, Finland. Christer Ljunggren, Hans Klasson. RENCO AB, Luleå, Sweden. December 1992

YJT-92-27 Loviisan Hästholmenin pohjavesikemia - yhteenveto vuosien 1980 - 1992 tutkimuksista. Margit Snellman, Jouko Helenius. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1992

YJT-92-28 The geology of the Olkiluoto area, summary report. Pekka Anttila (ed.). IVO International Oy. Seppo Paulamäki, Antero Lindberg, Markku Paananen, Tapio Koistinen. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Kai Front, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. December 1992

YJT-92-29 A review of the seismotectonics of Finland. Jouni Saari. Imatran Voima Oy. December 1992

YJT-92-30 Modelling of water-rock interaction at TVO investigation sites, summary report. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Hilka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. December 1992

YJT-92-31 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään, tekniset suunnitelmat ja turvallisuusarvio. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1992

YJT-92-32 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään, alustavat sijoituspaikkatutkimukset. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1992

YJT-92-33 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysi TVO-92. Timo Vieno, Aimo Hautojärvi, Lasse Koskinen, Henrik

Nordman. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Joulukuu 1992

YJT-92-34 Geophysical investigations in the Olkiluoto area, Finland, Summary report. Eero Heikkinen. Fintact Ky. Markku Paananen, Maija Kurimo. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Henry Ahokas. Fintact Ky. Olli Okko, Kai Front, Pertti Hassinen, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Jukka Keskinen, Seppo Honkanen, Reijo Korhonen. Vibrometric Oy. November 1992

YJT-92-35 Geophysical investigations in the Syry area, Finland, Summary report. Eero Heikkinen. Fintact Ky. Maija Kurimo. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Henry Ahokas. Fintact Ky. Olli Okko, Kai Front, Petteri Pitkänen, Pertti Hassinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Calin Cosma, Pekka Heikkinen, Jukka Keskinen, Seppo Honkanen, Reijo Korhonen. Vibrometric Oy. November 1992

YJT-93-01 TVO-Flowmeter. Pekka Rouhiainen. PRG-Tec Oy. January 1993

YJT-93-02 Suomen kallioperän emäksisten kivilajien malmipotentiali. Jouni Reino, Markus Ekberg, Pertti Heinonen, Tapio Karppanen, Antero Hakapää, Esa Sandberg. Outokumpu Mining Service Oy. Helmikuu 1993

YJT-93-03 Long-term durability experiments with concrete-based waste packages in simulated repository conditions. Ari Ipatti. Imatran Voima Oy. March 1993

YJT-93-04 The dissolution of unirradiated UO_2 fuel pellets under simulated disposal conditions. Kaija Ollila, Hilka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. March 1993

YJT-93-05 Long term corrosion tests of OFHC-coppers in simulated repository conditions - Final report. Pertti Aaltonen, Päivi Varis. Technical Research Centre of Finland. Metals Laboratory. March 1993

YJT-93-06 Application of the Continuously-Yielding joint model for studying disposal of high-level nuclear waste in crystalline rock. Matti Hakala, Erik Johansson. Saanio & Riekkola Consulting Engineers Ltd. Ari Simonen. Helsinki University of Technology. Loren Lorig. Itasca Consulting Group, Inc.

YJT-93-07 Studies of natural analogues and geological systems - Their importance to performance assessment. Fredrik Brandber, Bertil Grundfelt, Lars Olof Höglund. KEMAKTA Konsult AB. Fred Karlsson. SKB. Kristina Skagius. KEMAKTA Konsult AB. John Smellie. Conterra AB

YJT-93-08 Kallioperän malmipotentialin arviointi. Kimmo Peltonen. Teknillinen korkeakoulu. Insinööri-geologian ja geofysiikan laboratorio. Toukokuu 1993

YJT-93-09 Syyryn ja Kivetyn gabropohjavesien geokemialliset ominaisuudet. Petteri Pitkänen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Hilka Leino-Forsman. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Toukokuu 1993

YJT-93-10 Interpretation of the 1989-1992 hydraulic interference tests at the five TVO sites in Finland. Arto Ylinen, Anne Väättäinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. June 1993

YJT-93-11 Geostatistical analysis of hydrological data in five crystalline rock sites in Finland. Auli Niemi, Kimmo Kontio. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. June 1993

YJT-93-12 Emäksisten kivilajien tutkimukset, Yhteenveto. Teollisuuden Voima Oy. Kesäkuu 1993

YJT-93-13 Sorption of Cs, U, Np and Pu and diffusion of water, Cs and Np in basic plutonic rocks and vulcanite. Vesa Kaukonen, Martti Hakanen. Department of Radiochemistry. University of Helsinki. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. July 1993

YJT-93-14 Summary report on groundwater chemistry. Paula Lampén. Fintact Ky. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. July 1993

YJT-93-15 Bedrock model of the Olkiluoto area, summary report. Pauli Saksa (Ed.), Henry Ahokas. Fintact Ky. Markku Paananen, Seppo Paulamäki. Geological Survey of Finland. Pekka Anttila. Imatran Voima Oy. Kai Front, Petteri Pitkänen, Pertti Hassinen, Arto Ylinen. Technical Research Centre of Finland. July 1993

YJT-93-16 Bedrock model of the Kivetty area, summary report. Pauli Saksa (Ed.). Fintact Ky. Seppo Paulamäki, Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Pekka Anttila. IVO International Oy. Henry Ahokas. Fintact Ky. Kai Front, Petteri Pitkänen, Juhani Korkealaakso, Olli Okko. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. July 1993

YJT-93-17 Bedrock model of the Veitsivaara area, summary report. Pauli Saksa. Fintact Ky. Aimo Kuivamäki, Maija Kurimo. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Pekka Anttila. IVO International Oy. Henry Ahokas. Fintact Ky. Kai Front, Petteri Pitkänen, Juhani Korkealaakso, Tiina Vaittinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. July 1993

YJT-93-18 Modelling of airborne electromagnetic anomalies related to fractured bedrock and overburden. Markku Peltoniemi, Rainer Bärns, Markku Väisänen. Helsinki University of Technology. August 1993

YJT-93-19 The geology of the Syry area, summary report. Pekka Anttila (Ed.). IVO International Oy.

Aimo Kuivamäki, Antero Lindberg, Maija Kurimo, Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Kai Front, Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. Aulis Kärki. Kivitieto Oy. September 1993

YJT-93-20 Bedrock model of the Syry area, summary report. Pauli Saksa (Ed.). Henry Ahokas. Fintact Ky. Aimo Kuivamäki, Maija Kurimo, Markku Paananen. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. Pekka Anttila. IVO International Oy. Kai Front, Petteri Pitkänen, Pertti Hassinen, Arto Ylinen. Technical Research Centre of Finland. Road, Traffic and Geotechnical Laboratory. September 1993

YJT-93-21 The solubility of Zr, Nb and Ni in groundwater and concrete water, and sorption on crushed rock and cement. Seija Kulmala, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. September 1993

YJT-93-22 Modelling study of the distribution of activation products in a cementitious repository. Timothy Heath, Anthony Moreton, Fiona Porter, Susan Sharland, Alison Smith, Cherry Tweed. AEA Technology, Harwell Laboratory, United Kingdom. September 1993

YJT-93-23 Diffusion of water, cesium and neptunium in pores of rocks. Esa Puukko, Tarja Heikkinen, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. Nuclear Waste Disposal Research. October 1993

YJT-93-24 An approach to quality classification of deep groundwaters in Sweden and Finland. Marcus Laaksoharju. GeoPoint AB, Stockholm. John Smellie, Conterra AB, Uppsala. Paula Ruotsalainen, Fintact Ky, Helsinki. Margit Snellman, Imatran Voima Oy, Vantaa. November 1993

YJT-93-25 Käytetyn polttoaineen liukenemismekanismit. Kaija Ollila. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Reaktorilaboratorio. Marraskuu 1993

YJT-93-26 Diffusion in concrete, crushed rock and mixtures of crushed rock and bentonite. Kari Uusheimo, Arto Muurinen, Jarmo Lehtikainen, Markus Olin. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. December 1993

YJT-93-30 Feflow 1.10. Virtaus-, lämmönsiirto- ja kulkeutumisyhtälöiden ratkaiseminen kytketysti. Jari Löfman, Veikko Taivassalo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ydinvoimatekniikan laboratorio. Joulukuu 1993

YJT-94-01 Colloids or artefacts? A TVO/SKB co-operation project in Olkiluoto, Finland. Marcus Laaksoharju. GeoPoint AB, Stockholm, Sweden. Ulla Vuorinen. Technical Research Centre of Finland. Reactor Laboratory. Margit Snellman, Jouko Helenius. Imatran Voima Oy. Bert Allard, Catharina Pettersson. University of Linköping, Linköping, Sweden. Heikki Hinkkanen. Teollisuuden Voima Oy. January 1994

YJT-94-02 Feasibility study and technical proposal for long-term observations of bedrock stability with GPS. Ruizhi Chen, Juhani Kakkuri. Finnish Geodetic Institute. January 1994

YJT-94-03 Simulation of the groundwater flow of the Kivetty area. Veikko Taivassalo, Ferenc Mészáros. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. February 1994

YJT-94-04 Groundwater flow analyses in preliminary site investigations – modelling strategy and computer codes. Veikko Taivassalo, Lasse Koskinen, Kurt Meling. Technical Research Centre of Finland. Nuclear Engineering Laboratory. February 1994

YJT-94-05 Applicability of surface complexation modelling in TVO's studies on sorption of radionuclides. Torbjörn Carlsson. VTT Chemical Technology. March 1994

YJT-94-06 Deformations during saturation of the crushed aggregate, Olkiluoto tonalite. Rainer Laaksonen,

Hans Rathmayer, Jukka Takala, Jouko Törnqvist. VTT Communities and Infrastructure. March 1994

YJT-94-07 Matriisidiffuusion tutkiminen kaasudiffuusiomenetelmällä. Kari Hartikainen, Jussi Timonen, Kusti Väättäinen, Harri Pietarila. Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Aimo Hautojärvi. VTT Energia. Maaliskuu 1994

YJT-94-08 Modelling of fracture geometry in the preliminary site investigations for a nuclear waste repository. Antti Poteri, Veikko Taivassalo. VTT Energy. April 1994

YJT-94-09 STRIPA-projektin tiivistystutkimukset. Jukka Pöllä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Reijo Riekkola, Timo Saanio. Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy. Huhtikuu 1994

YJT-94-10 Geochemical modelling of the groundwater at the Olkiluoto site. Petteri Pitkänen. VTT Community and Infrastructure. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Hilkkä Leino-Forsman, Ulla Vuorinen. VTT Chemical Technology. April 1994

YJT-94-11 Fracture zone analysis of borehole data in three crystalline rock sites in Finland - The principal component analysis approach. Juhani Korkealaakso, Tiina Vaittinen, Petteri Pitkänen, Kai Front. VTT Communities and Infrastructure. July 1994

YJT-94-12 Near-field model REPCOM. Henrik Nordman, Timo Vieno. VTT Energy. July 1994

YJT-94-13 Effects of glacial meltwater on corrosion of copper canisters. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. Timo Vieno. VTT Energy. August 1994

YJT-94-14 Intraval project, Phase 2, Analysis of Stripa 3D data by a deconvolution technique. Mikko Ilvonen, Aimo Hautojärvi. VTT Energy. Pentti Paatero. University of Helsinki. Department of Physics. September 1994

YJT-94-15 Summary report of the experiences from TVO's site investigations. Antti Öhberg. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. Pauli Saksa, Henry Ahokas, Paula Ruotsalainen. Fintact Ky. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. September 1994

YJT-94-17 Assessing the velocity of the groundwater flow in bedrock fractures. Veikko Taivassalo. Antti Poteri. VTT Energy. October 1994

YJT-94-18 Numerical study on the effects of the alternative structure geometries on the groundwater flow at the Romuvaara site. Lasse Koskinen. Kurt Meling. VTT Energy. November 1994

YJT-94-19 WELL-94 - a stylized well scenario for indicative dose assessment of deep repositories. Timo Vieno. VTT Energy. December 1994

YJT-94-20 The international INTRAVAL project - summary and conclusions by the TVO/VTT Team. Aimo Hautojärvi. VTT Energy. December 1994

YJT-94-21 Application of the RES methodology for identifying features, events and processes (FEPs) for near-field analysis of copper-steel canister. Timo Vieno, Aimo Hautojärvi, Heikki Raiko. VTT Energy. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. Jukka-Pekka Salo. Teollisuuden Voima Oy. December 1994

YJT-94-22 Literature study on the microstructure of bentonite and its effect on diffusion. Arto Muurinen, Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. Roland Pusch. Clay Technology AB. December 1994

YJT-94-23 Kannonkosken kunnan soveltuvuus käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen - esiselvitys. Teollisuuden Voima Oy. Joulukuu 1994

YJT-94-24 The international INTRAVAL project - analysis of tracer experiments at Finnsjön by the VTT/TVO Project Team. Aimo Hautojärvi, Veikko Taivassalo. VTT Energy. December 1994

YJT-95-01 Distribution of Pa-231 and Ra-226 in rock - an indicator of rock matrix diffusion. Leena Saarinen, Juhani Suksi. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. February 1995

YJT-95-02 Technetium, neptunium and uranium in simulated anaerobic groundwater conditions. Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. March 1995

YJT-95-03 Sorption of alkaline-earth elements Sr, Ba and Ra from groundwater on rocks from TVO investigation areas. Seija Kulmala, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. March 1995

YJT-95-04 Hydraulic and tracer experiments in the TVO Research Tunnel 1993-1994. Aimo Hautojärvi, Mikko Ilvonen, Timo Vieno. VTT Energy. Pekka Viitanen. VTT Chemical Technology. April 1995

YJT-95-05 Evaluation of phenomena affecting diffusion of cations in compacted bentonite. Arto Muurinen, Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. April 1995

YJT-95-06 Feasibility study and technical proposal for the use of microseismic methods in the long-term observation of bedrock stability. Jouni Saari. IVO International Oy. April 1995

YJT-95-07 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus - loppusijoituspaikan valintaperusteet. Pekka Anttila. IVO International Oy. Toukokuu 1995

YJT-95-08 Thermal conductivity of rocks at the TVO investigation sites Olkiluoto, Romuvaara and Kivetty. Ilmo Kukkonen, Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. May 1995

YJT-95-09 Study of rock porosity by impregnation with carbon-14-methylmethacrylate. Marja Siitari-Kauppi, Sakari Lukkarinen. University of Helsinki. Department of Chemistry.

Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. May 1995

YJT-95-10 Surface complexation modelling applied to the sorption of nickel on silica. Markus Olin. VTT Chemical Technology. October 1995

YJT-95-11 Rock mechanical analyses of in situ stress/strength ratio at the TVO investigation sites Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara. Pasi Tolppanen. Helsinki University of Technology. Laboratory of Rock Engineering. Erik Johansson, Matti Hakala. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. October 1995

YJT-95-12 Surface complexation modelling: experiments on the sorption of nickel on quartz. Esa Puukko, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Chemistry. October 1995

YJT-95-13 Investigation of porosity and microfracturing in a disturbed zone with the ¹⁴CPMMA method based on samples from full-scale experimental deposition holes of the TVO Research Tunnel. Marja Siitari-Kauppi. University of Helsinki. Department of Chemistry. November 1995

YJT-95-14 Solubility of unirradiated UO₂ fuel in aqueous solutions – comparison between experimental and calculated (EQ3/6) data. Kaija Ollila. VTT Chemical Technology. November 1995

YJT-95-15 Numerical study on the effects of the alternative structure geometries on the groundwater flow at the Olkiluoto site. Lasse Koskinen, Mikko Laitinen. VTT Energy. November 1995

YJT-95-16 Permeability and diffusivity measurements with the He-gas method of disturbed zone in rock samples cored from the full-scale experimental deposition holes in the TVO Research Tunnel. Juhani Hartikainen, Kari Hartikainen, Harri Pietarila, Jussi Timonen. University of Jyväskylä. Department of Physics. December 1995

YJT-95-17 Land uplift in the Olkiluoto–Pyhäjärvi area, southwestern

Finland, during the last 8000 years. Matti Eronen. University of Helsinki. Department of Geology. Gunnar Glückert. University of Turku. Department of Geology. Orson van de Plassche. Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands. Faculty of Earth Sciences. Johannes van der Plicht. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, the Netherlands. Centre for Isotope Research. Pasi Rantala. University of Turku. Department of Geology. December 1995

YJT-95-18 ROCK-CAD – computer aided geological modelling system. Pauli Saksa. Fintact Oy. December 1995

YJT-95-19 Chemical stability of copper canisters in deep repository. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. December 1995

YJT-95-20 Diffusion in the matrix of rocks from Olkiluoto – the effect of anion exclusion. Matti Valkiainen, Hannu Aalto. VTT Chemical Technology. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. Markus Olin. VTT Chemical Technology. Marja Siitari-Kauppi. University of Helsinki. Department of Chemistry. December 1995

YJT-95-21 Characteristics of Loviisa NPP spent fuel. Markku Anttila. VTT Energy. December 1995

YJT-95-22 Loviisan voimalaitos – käytetyn polttoaineen varastokapasiteetin lisäys. Elias Mayer. IVO International Oy. Jussi Palmu. Imatran Voima Oy. Joulukuu 1995

POSIVA-96-01 Determination of U oxidation state in anoxic (N₂) aqueous solutions – method development and testing. Kaija Ollila. VTT Chemical Technology. June 1996.

POSIVA-96-02 Fault plane solutions of microearthquakes in the Loviisa region in south-eastern Finland. Jouni Saari. IVO International Ltd. Ragnar Slunga. Forsvarets Forskningsanstalt, Stockholm, Sweden. June 1996.

POSIVA-96-03 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen lämpö-

tekninen optimointi. Heikki Raiko. VTT Energia. Kesäkuu 1996.

POSIVA-96-04 On the origin and chemical evolution of groundwater at the Olkiluoto site. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Ulla Vuorinen. Technical Research Centre of Finland. June 1996.

POSIVA-96-05 Seismic emissions induced by the excavations of the rock repository in Loviisa. Jouni Saari. IVO International Ltd. June 1996.

POSIVA-96-06 Geochemical modelling study on the age and evolution of the groundwater at the Romuvaara site. Petteri Pitkänen. Technical Research Centre of Finland. Margit Snellman. Imatran Voima Oy. Ulla Vuorinen, Hilka Leino-Forsman. Technical Research Centre of Finland. September 1996.

POSIVA-96-07 Boring of full scale deposition holes using a novel dry blind boring method. Jorma Autio, Timo Kirkkomäki. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. November 1996.

POSIVA-96-08 Production methods and costs of oxygen free copper canisters for nuclear waste disposal. Harri Aalto, Hannu Rajainmäki, Lenni Laakso. Outokumpu Poricopper Oy. October 1996.

POSIVA-96-09 Characterization of the excavation disturbance caused by boring of the experimental full scale deposition holes in the Research Tunnel at Olkiluoto. Jorma Autio. Saanio & Riekkola Consulting Engineers. December 1996.

POSIVA-96-10 Gamma and neutron dose rates on the outer surface of the nuclear waste disposal canisters. Markku Anttila. VTT Energy. December 1996.

POSIVA-96-11 Criticality safety calculations for the nuclear waste disposal canisters. Markku Anttila. VTT Energy. December 1996.

POSIVA-96-12 Assessment of alternative disposal concepts. Jorma Autio, Timo Saanio, Pasi Tolppanen.

Saario & Riekkola Consulting Engineers. Heikki Raiko, Timo Vieno. VTT Energy. Jukka-Pekka Salo. Posiva Oy. December 1996.

POSIVA-96-13 Design report of the canister for nuclear fuel disposal. Heikki Raiko. VTT Energy. Jukka-Pekka Salo. Posiva Oy. December 1996.

POSIVA-96-14 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallio-perään Tekniikkatutkimukset vuosina 1993-1996. Posiva Oy. Joulukuu 1996.

POSIVA-96-15 The Hyrkkölä native copper mineralization as a natural analogue for copper canisters. Nuria Marcos. Helsinki University of Technology. Laboratory of Engineering Geology and Geophysics. October 1996.

POSIVA-96-16 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallio-perään. Paikkakohtaisen turvallisuus-analyysin edellytykset ja mahdollisuudet. Posiva Oy. Joulukuu 1996.

POSIVA-96-17 Interim report on safety assessment of spent fuel disposal. TILA-96. Timo Vieno, Henrik Nordman. VTT Energy. December 1996.

POSIVA-96-18 Sorption of protactinium on rocks in groundwaters from Posiva investigation sites. Seija Kulmala, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Chemistry. Radiochemistry laboratory. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. December 1996.

POSIVA-96-19 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallio-perään. Yksityiskohtaiset sijoituspaikkatutkimukset 1993-1996. Posiva Oy. Joulukuu 1996.

POSIVA-96-20 Loviisan Hästholmenin soveltuvuus käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen - Esiselvitys. Posiva Oy. Joulukuu 1996.

POSIVA-96-21 Hydrogeochemistry of deep groundwaters of mafic and ultramafic rocks in Finland. Timo Ruskeenieni,

Runar Blomqvist, Antero Lindberg, Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. Shaun Frape. University of Waterloo. December 1996.

POSIVA-96-22 Helium gas methods for rock characteristics and matrix diffusion. Juhani Hartikainen, Kari Hartikainen. University of Jyväskylä, Department of Physics. Aimo Hautojärvi. VTT Energy. Kalle Kuoppamäki, Jussi Timonen. University of Jyväskylä, Department of Physics. December 1996.

POSIVA-96-23 Sorption of cesium, radium, protactinium, uranium, neptunium and plutonium on rapakivi granite. Tuula Huitti, Martti Hakanen. University of Helsinki. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. April 1997.

POSIVA-96-24 Deep groundwater redox reactions in the Palmottu uranium deposit: The role of uranium and iron in these processes. Jordi Bruno, Esther Cera, Lara Duro. QuantiSci, Spain. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. December 1996.

POSIVA 96-25 Matrix diffusion in crystalline rocks: coupling of anion exclusion, surface diffusion and surface complexation. Markus Olin, Matti Valkiainen, Hannu Aalto. VTT Chemical Technology. December 1997.

POSIVA-96-26 Fracture network model of the groundwater flow in the Romuvaara site. Antti Poteri, Mikko Laitinen. VTT Energy. January 1997.

POSIVA-97-01 Model for diffusion and porewater chemistry in compacted bentonite Theoretical basis and the solution methodology for the transport model. Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. January 1997.

POSIVA-97-02 Model for diffusion and porewater chemistry in compacted bentonite Experimental arrangements and preliminary results of the porewater chemistry studies. Arto Muurinen, Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. January 1997.

POSIVA-97-03 Comparison of 3-D geological and geophysical investigation methods in boreholes KI-KR1 at Äänekoski Kivetty site and RO-KR3 at Kuhmo Romuvaara site. Katriina Labbas. Helsinki University of Technology. Material Science and Rock Engineering. January 1997.

POSIVA-97-04 Summary Report - Development of Laboratory Tests and the Stress-Strain Behaviour of Olkiluoto Mica Gneiss. Matti Hakala, Esa Heikkilä. Laboratory of Rock Engineering. Helsinki University of Technology. May 1997.

POSIVA-97-05 Radionuclide solubilities at elevated temperatures - a literature study. Torbjörn Carlsson, Ulla Vuorinen. Technical Research Centre of Finland. July 1997.

POSIVA-97-06 Surface complexation modelling: Experiments on sorption of nickel on quartz, goethite and kaolinite and preliminary tests on sorption of thorium on quartz. Esa Puukko, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Chemistry. Radiochemistry laboratory. September 1997.

POSIVA-97-07 Diffusion and sorption of HTO, Np, Na and Cl in rocks and minerals of Kivetty and Olkiluoto. Vesa Kaukonen, Martti Hakanen. University of Helsinki. Department of Chemistry. Laboratory of Radiochemistry. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. October 1997.

POSIVA-97-08 Regression methodology in groundwater composition estimation with composition predictions for Romuvaara borehole KR10. Ari Luukkainen, Juhani Korkealaakso, Petteri Pitkänen. VTT Communities and Infrastructure. November 1997.

POSIVA 97-09 Dissolution of unirradiated UO_2 fuel in synthetic saline groundwater - Experimental methods and preliminary results. Kaija Ollila. VTT Chemical Technology. December 1997.

POSIVA 97-10 Application of surface complexation modelling:

Nickel sorption on quartz, manganese oxide, kaolinite and goethite and thorium on silica. Markus Olin, Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. December 1997.

POSIVA 97-11 FEPs and scenarios - Auditing of TVO-92 and TILA-96 against International FEP database. Timo Vieno, Henrik Nordman. VTT Energy. December 1997.

POSIVA 97-12 Principles of Mechanical Excavation. Arne Lislérud. Tamrock Corp. December 1997.

POSIVA 97-13 Through-diffusion, permeability, channel-flow and in situ results for porosity and migration properties of rock samples by He-gas methods. Kari Hartikainen, Juhani Hartikainen. Oy Helium Gas Research HGR Ltd. Jussi Timonen. Department of Physics. University of Jyväskylä. December 1997.

POSIVA 98-01 Bentonite swelling pressure in strong NaCl solutions. Correlation of model calculations to experimentally determined data. Ola Karnland. Clay Technology, Lund, Sweden. January 1998.

POSIVA 98-02 A working groups conclusions on site specific flow and transport. modelling. Johan Andersson. Golder Associates AB, Sweden. Henry Ahokas. Fintact Oy. Lasse Koskinen, Antti Poteri. VTT Energy. Auli Niemi. Royal Institute of Technology, Hydraulic Engineering, Sweden. (permanent affiliation: VTT Communities and Infrastructure, Finland). Aimo Hautajärvi. Posiva Oy. March 1998.

POSIVA 98-03 EB-welding of the copper canister for the nuclear waste disposal - Final report of the development programme 1994-1997. Harri Aalto. Outokumpu Poricopper Oy. October 1998.

POSIVA 98-04 An isotopic and fluid inclusion study of fracture calcite from borehole OL-KR1 at the Olkiluoto site, Finland. Alexander Blyth, Shaun Frappe. University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada. Runar Blomqvist, Pasi Nissinen.

Geological Survey of Finland. Robert McNutt. McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada. April 1998.

POSIVA 98-05 Sorption of iodine on rocks from Posiva investigation sites. Seija Kulmala, Martti Hakanen. Laboratory of Radiochemistry. Department of Chemistry. University of Helsinki. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. May 1998.

POSIVA 98-06 Dissolution of unirradiated UO_2 fuel in synthetic groundwater - Progress report '97. Kaija Ollila. VTT Chemical Technology. June 1998.

POSIVA 98-07 Geochemical modeling of groundwater evolution and residence time at the Kivetty site. Petteri Pitkänen, Ari Luukkonen. VTT Communities and Infrastructure. Paula Ruotsalainen. Fintact Oy. Hilikka Leino-Forsman, Ulla Vuorinen. VTT Chemical Technology. August 1998 (under arbete).

POSIVA 98-08 Modelling Gas Migration in Compacted Bentonite - A report produced for the GAMBIT Club. P.J. Nash, B.T. Swift, M. Goodfield, W.R. Rodwell. AEA Technology plc, Dorchester, United Kingdom. August 1998.

POSIVA 98-09 Geomicrobial investigations of groundwaters from Olkiluoto, Hästholmen, Kivetty and Romuvaara, Finland. Shelley A. Haveman, Karsten Pedersen. Göteborg University, Sweden. Paula Ruotsalainen. Fintact Oy. August 1998.

POSIVA 98-10 Geochemical modeling of groundwater evolution and residence time at the Olkiluoto site. Petteri Pitkänen, Ari Luukkonen. VTT Communities and Infrastructure. September 1998 (under arbete).

POSIVA 98-11 Sorption of cesium on Olkiluoto mica gneiss, granodiorite and Granite. Tuula Huitti, Martti Hakanen. Laboratory of Radiochemistry, Department of Chemistry, University of Helsinki. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. September 1998.

POSIVA 98-12 Sorption of plutonium on rocks in groundwaters from Posiva investigation sites. Seija Kulmala, Martti Hakanen. Laboratory of Radiochemistry, Department of Chemistry, University of Helsinki. Antero Lindberg. Geological Survey of Finland. September 1998 (under arbete).

POSIVA 98-13 Solubilities of uranium for TILA-99. Kaija Ollila. VTT Chemical Technology. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. November 1998 (under arbete).

POSIVA 98-14 Solubility database for TILA-99. Ulla Vuorinen. VTT Chemical Technology. Seija Kulmala, Martti Hakanen. University of Helsinki, Laboratory of Radiochemistry. Lasse Ahonen. Geological Survey of Finland. Torbjörn Carlsson. VTT Chemical Technology. November 1998.

POSIVA 98-15 Normal evolution of a spent fuel repository at the candidate sites in Finland. M.B. Crawford, R.D. Wilmot. Galson Sciences Ltd, United Kingdom. December 1998.

POSIVA 98-16 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaaliset vaikutukset kuntalaisten näkökulmasta - Haastattelututkimus. Tytti Viinikainen. Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskus. Teknillinen korkeakoulu. Joulukuu 1998.

POSIVA 98-17 Ydinjätteen loppusijoituslaitoksen mahdolliset vaikutukset kuluttajien valintoihin ja loppusijoituspaikkakunnan tuotteiden menekkiin markkinoilla. Ilpo Koskinen, Mari Niva, Päivi Timonen. Kuluttajatutkimuskeskus. Joulukuu 1998.

POSIVA 99-01 Measurement of thermal conductivity and diffusivity in situ: Literature survey and theoretical modelling of measurements. Ilmo Kukkonen, Ilkka Suppala. Geological Survey of Finland. January 1999.

POSIVA 99-02 An overview of a possible approach to calculate rock movements due to earthquakes at Finnish nuclear waste repository sites.

Paul R. LaPointe, Trenton T. Cladouhos. Golder Associates Inc., Washington, USA. February 1999.

POSIVA 99-03 Site Scale Groundwater Flow in Olkiluoto. Jari Löfman. VTT Energy. March 1999.

POSIVA 99-04 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen psykososiaaliset vaikutukset. Jura Paavola, Liisa Eränen. Helsingin yliopisto. Sosiaalipsykologian laitos. Maaliskuu 1999.

POSIVA 99-05 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen aluetaloudelliset vaikutukset. Seppo Laakso. Kaupunkitutkimus Seppo Laakso tmi. Maaliskuu 1999.

POSIVA 99-06 Ydinjätteiden loppusijoitus yhteiskunnallisena kiistakysymyksenä. Ismo Kantola. Turun yliopisto. Sosiologian laitos. Maaliskuu 1999.

POSIVA 99-07 Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara – TILA-99. Timo Vieno, Henrik Nordman. VTT Energy. March 1999.

POSIVA 99-08 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock - Hästholmen site report. Pekka Anttila, Fortum Engineering Oy. Henry Ahokas, Fintact Oy. Kai Front, VTT Communities and Infrastructure. Heikki Hinkkanen, Posiva Oy. Erik Johansson, Saanio & Riekkola Oy. Seppo Paulamäki, Geological Survey of Finland. Reijo Riekkola, Saanio & Riekkola Oy. Jouni Saari, Fortum Engineering Oy. Pauli Saksa, Fintact Oy. Margit Snellman, Posiva Oy. Liisa Wikström, Posiva Oy. Antti Öhberg, Saanio & Riekkola Oy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-09 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock - Kivetty site report. Pekka Anttila, Fortum Engineering Oy. Henry Ahokas, Fintact Oy. Kai Front, VTT Communities and Infrastructure. Eero Heikkinen, Fintact Oy. Heikki Hinkkanen, Posiva Oy. Erik Johansson, Saanio & Riekkola Oy. Seppo Paulamäki, Geological Survey of Finland. Reijo

Riekkola, Saanio & Riekkola Oy. Jouni Saari, Fortum Engineering Oy. Pauli Saksa, Fintact Oy. Margit Snellman, Posiva Oy. Liisa Wikström, Posiva Oy. Antti Öhberg, Saanio & Riekkola Oy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-10 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock - Olkiluoto site report. Pekka Anttila, Fortum Engineering Oy. Henry Ahokas, Fintact Oy. Kai Front, VTT Communities and Infrastructure. Heikki Hinkkanen, Posiva Oy. Erik Johansson, Saanio & Riekkola Oy. Seppo Paulamäki, Geological Survey of Finland. Reijo Riekkola, Saanio & Riekkola Oy. Jouni Saari, Fortum Engineering Oy. Pauli Saksa, Fintact Oy. Margit Snellman, Posiva Oy. Liisa Wikström, Posiva Oy. Antti Öhberg, Saanio & Riekkola Oy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-11 Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock - Romuvaara site report. Pekka Anttila, Fortum Engineering Oy. Henry Ahokas, Fintact Oy. Kai Front, VTT Communities and Infrastructure. Heikki Hinkkanen, Posiva Oy. Erik Johansson, Saanio & Riekkola Oy. Seppo Paulamäki, Geological Survey of Finland. Reijo Riekkola, Saanio & Riekkola Oy. Jouni Saari, Fortum Engineering Oy. Pauli Saksa, Fintact Oy. Margit Snellman, Posiva Oy. Liisa Wikström, Posiva Oy. Antti Öhberg, Saanio & Riekkola Oy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-12 Site scale groundwater flow in Hästholmen. Jari Löfman. VTT Energy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-13 Regional-to-site scale groundwater flow in Kivetty. Eero Kattilakoski, Ferenc Mészáros. VTT Energy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-14 Regional-to-site scale groundwater flow in Romuvaara. Eero Kattilakoski, Lasse Koskinen. VTT Energy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-15 Site-to-canister scale flow and transport at the Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara sites. Antti Poteri, Mikko

Laitinen. VTT Energy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-16 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamien säteilyannosten arviointi. Jukka Rossi, Heikki Raiko, Vesa Suolanen, Mikko Ilvonen. VTT Energia. Maaliskuu 1999.

POSIVA 99-17 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten terveystarvikien arviointi. Vesa Suolanen, Risto Lautkaski, Jukka Rossi. VTT Energia. Maaliskuu 1999.

POSIVA 99-18 Design report of the disposal canister for twelve fuel assemblies. Heikki Raiko. VTT Energy. March 1999 (under arbete).

POSIVA 99-19 Estimation of block conductivities from hydrologically calibrated fracture networks - description of methodology and application to Romuvaara investigation area. Auli Niemi^{1,2}, Kimmo Kontio², Auli Kuusela-Lahtinen², Tiina Vaittinen². ¹Royal Institute of Technology, Hydraulic Engineering, Stockholm. ²VTT Communities and Infrastructure. March 1999.

POSIVA 99-20 Porewater chemistry in compacted bentonite. Arto Muurinen, Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. March 1999.

POSIVA 99-21 Ion diffusion in compacted bentonite. Jarmo Lehtikainen. VTT Chemical Technology. March 1999.

POSIVA 99-22 Use of the ¹⁴C-PMMA and He-gas methods to characterise excavation disturbance in crystalline rock. Jorma Autio, Timo Kirkkomäki. Saanio & Riekkola Oy. Marja Siitari-Kauppi. University of Helsinki. Laboratory of Radiochemistry. Jussi Timonen, Mika Laajalahti, Tapani Aaltonen, Jani Maaranen. University of Jyväskylä. Department of Physics. April 1999.



POSIVA
Mikaelsgatan 15 A
00100 Helsingfors
Tel. (09)*228 030
www.posiva.fi