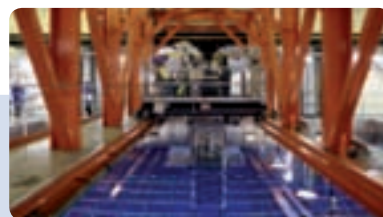




# Miljökonsekvensbeskrivning

Mars 2011



Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

# Miljökonsekvensbeskrivning

## Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

Svensk Kärnbränslehantering AB

Mars 2011

## Sökande

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB)  
Box 250  
101 24 Stockholm  
Organisationsnummer 556175-2014

## Medverkande

Miljökonsekvensbeskrivningen är upprättad av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). Ansvarig för miljökonsekvensbeskrivningen är Erik Setzman, delprojektledare för MKB och samråd inom Kärnbränsleprojektet. Handläggare för framtagande av MKB-dokumentet har varit Helén Segerstedt, Pia Ottosson, Mikael Gontier, Yvonne Andersson, Petra Adrup och Elin Forsberg. Handläggare av samråden har varit Lars Birgersson och Sofie Tunbrant.

Övriga delprojekt inom Kärnbränsleprojektet har bidragit med underlag till miljökonsekvensbeskrivningen. SKB har anlitat konsulter för att utreda påverkan och bedöma konsekvenser. Utredningar om vattenverksamheter har genomförts av Emptec. Bullerutredningar har genomförts av WSP Akustik, påverkan på luft har utretts av IVL Svenska Miljöinstitutet, naturmiljöutredning har genomförts av Ekologigruppen och kulturmiljöutredning har genomförts av Riksantikvarieämbetet. Utredningar avseende vattenhantering har upprättats av WRS Uppsala AB, vibrationsutredning har genomförts av Nitro Consult och miljörisikanalys har upprättats av Vattenfall Power Consultant AB. Utredning av radiologisk påverkan på växter och djur har genomförts av Studsvik AB.

ISBN 978-91-978702-0-7

Produktion: CM Gruppen AB  
Foto: Curt-Robert Lindqvist, Lasse Modin, SKB:s arkiv

## Läsanvisning

En miljökonsekvensbeskrivning (MKB) ska tas fram och lämnas in vid ansökningar om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken (MB) och tillstånd enligt kärntekniklagen (KTL) för nya kärntekniska anläggningar. Denna miljökonsekvensbeskrivning tas fram av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) för att ingå i ansökningarna om fortsatt drift av Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) i Simpevarp i Oskarshamns kommun samt uppförande och drift av anläggningar för inkapsling (sammanbyggd med Clab) och slutförvaring av använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun.

Miljökonsekvensbeskrivningen består av nio huvuddelar med olika färgtema för att underlätta orientering i dokumentet:

- **lcke-teknisk sammanfattning**
- **Inledande del, kapitel 1–6**
- **Platsspecifika förutsättningar, kapitel 7**
- **Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab), kapitel 8**
- **Integrerad anläggning för mellanlagring och inkapsling (Clink), kapitel 9**
- **Slutförvar för använt kärnbränsle, kapitel 10**
- **Nollalternativet, kapitel 11**
- **Hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle, kapitel 12–13**
- **Ordlista och referenser, kapitel 14–15**

I den inledande delen, kapitel 1–6, beskrivs bakgrund, ändamålet med och vald metod för slutförvaring av använt kärnbränsle samt ges en översikt av andra metoder och övervägda platser. Vidare redovisas syftet för och avgränsningen av miljökonsekvensbeskrivningen och hur SKB har genomfört samråden enligt miljöbalken. I kapitel 7 beskrivs förutsättningarna på de platser där SKB ansöker om att få placera anläggningarna för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. I de efterföljande kapitlen 8 till 10 beskrivs verksamhet, anläggningsutformning, påverkan och konsekvenser uppdelat per anläggning för det centrala mellanlagret (Clab), inkapslingsanläggningen (sammanbyggd med Clab) och slutförvarsanläggningen. I kapitel 9 och 10 beskrivs även de alternativa lokaliseringar som slutligen övervägts för inkapslingsanläggningen respektive slutförvarsanläggningen. Säkerheten efter förslutning av slutförvarsanläggningen behandlas i avsnitt 10.1.6 och 10.2.6. I kapitel 11 beskrivs konsekvenserna av nollalternativet, som anger trolig utveckling om verksamheten inte kommer till stånd. En samlad beskrivning av konsekvenser, åtgärder för och uppföljning av hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle ges i kapitel 12–13. Här jämförs också den av SKB sökta verksamheten – inkapslingsanläggningen i Simpevarp i Oskarshamns kommun och slutförvarsanläggningen i Forsmark i Östhammars kommun – med övervägda systemalternativ samt med nollalternativet.

# Innehåll

locke-teknisk sammanfattning

9

Inledande del

25

<b>1</b>	<b>Utgångspunkter</b>	27
1.1	Tillståndsprovning	27
1.2	Säkerhet och strålskydd	28
1.3	Miljökonsekvensbeskrivning	28
<b>2</b>	<b>Ändamålet med slutförvarssystemet</b>	31
2.1	Lagar och konventioner	31
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	33
3.1	SKB:s uppdrag	33
3.2	Befintligt system för omhändertagande av kärnavfall	33
3.3	Använt kärnbränsle	34
3.4	Radioaktivitet och strålning	35
3.5	KBS-3-metoden	37
3.6	Andra metoder	39
3.6.1	Geologisk deponering	40
3.6.2	Upparbetning, separation och transmutation	42
3.6.3	Övervakad lagring	44
3.6.4	Övriga metoder	45
3.7	Lokaliseringsarbetet	46
3.7.1	Perioden 1973–1985	46
3.7.2	Perioden 1985–2000	47
3.7.3	Val av områden för platsundersökningar	50
3.7.4	År 2001 – Regeringen ger klartecken	53
3.7.5	Riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall	53
3.7.6	Lokalisering vid kusten eller i inlandet	53
3.8	Platsundersökningarna	54
3.8.1	Platsundersökningen i Forsmark	54
3.8.2	Platsundersökningen i Laxemar/Simpevarp	57
<b>4</b>	<b>Samråd</b>	61
4.1	Inbjudan, annonsering och underlag	61
4.2	Dokumentation	62
4.3	Teman för samråd	62
4.4	Inkomna synpunkter och SKB:s svar	63
4.4.1	Alternativredovisningen i MKB:n	63
4.4.2	Kompletterande utredningar	64
4.4.3	Säkerhetsanalysens roll i MKB:n	64
<b>5</b>	<b>Sökt verksamhet och alternativ</b>	65
5.1	Sökt verksamhet	65
5.1.1	Clab	65
5.1.2	Clink	65
5.1.3	Slutförvarsanläggningen	67
5.2	Motiv för lokalisering och utformning	70
5.2.1	Clab	70
5.2.2	Inkapslingsanläggning	71
5.2.3	Slutförvarsanläggning	72

5.3	Alternativ lokalisering och utformning	78
5.3.1	Clab	78
5.3.2	Inkapslingsanläggningen	78
5.3.3	Slutförvarsanläggningen	78
5.4	Nollalternativ	78
<b>6</b>	<b>Avgränsningar</b>	<b>81</b>
6.1	Avgränsning av verksamhet	81
6.1.1	Kärnkraftverken	82
6.1.2	Råvaror och kapseltillverkning	82
6.1.3	Anläggningar för drift- och rivningsavfall	82
6.2	Avgränsning av påverkan, effekter och konsekvenser	82
6.3	Geografisk avgränsning	83
6.3.1	Lokaliseringsområde	83
6.3.2	Påverkansområde	84
6.3.3	Transporter av använt kärnbränsle	84
6.3.4	Övriga transporter	84
6.4	Avgränsning i tid	84
Platsspecifika förutsättningar		87
<b>7</b>	<b>Platsförutsättningar</b>	<b>89</b>
7.1	Forsmark	89
7.1.1	Planförhållande, befolkning och infrastruktur	90
7.1.2	Riksintressen och skyddade områden	94
7.1.3	Geologi	95
7.1.4	Hydrologi och meteorologi	103
7.1.5	Naturmiljö	104
7.1.6	Kulturmiljö och landskap	108
7.1.7	Rekreation och friluftsliv	111
7.1.8	Buller	112
7.1.9	Utsläpp till luft	114
7.1.10	Radiologiska förutsättningar	114
7.1.11	Naturresurser	115
7.2	Laxemar/Simpevarp	116
7.2.1	Planförhållande, befolkning och infrastruktur	116
7.2.2	Riksintressen och skyddade områden	120
7.2.3	Geologi	121
7.2.4	Hydrologi och meteorologi	127
7.2.5	Naturmiljö	128
7.2.6	Kulturmiljö och landskap	132
7.2.7	Rekreation och friluftsliv	134
7.2.8	Buller	135
7.2.9	Utsläpp till luft	138
7.2.10	Radiologiska förutsättningar	138
7.2.11	Naturresurser	139
Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab)		141
<b>8</b>	<b>Clab</b>	<b>143</b>
8.1	Sökt verksamhet – Befintlig anläggning i Simpevarp	144
8.1.1	Anläggningsutformning	144
8.1.2	Verksamhetsbeskrivning	148
8.1.3	Påverkan	150
8.1.4	Effekter och konsekvenser	157
8.1.5	Risk- och säkerhetsfrågor	160
8.2	Sammanfattande slutsatser	161

Integrerad anläggning för mellanlagring och inkapsling (Clink)		163
<b>9</b>	<b>Clink</b>	165
9.1	Sökt verksamhet – Simpevarp	165
9.1.1	Anläggningsutformning	165
9.1.2	Verksamhetsbeskrivning	167
9.1.3	Påverkan	171
9.1.4	Effekter och konsekvenser	184
9.1.5	Risk- och säkerhetsfrågor	190
9.2	Övervägt alternativ – Forsmark	193
9.2.1	Anläggningsutformning	193
9.2.2	Verksamhetsbeskrivning	194
9.2.3	Påverkan	196
9.2.4	Effekter och konsekvenser	199
9.2.5	Risk- och säkerhetsfrågor	200
9.3	Sammanfattande slutsatser	201
Slutförvar för använt kärnbränsle		203
<b>10</b>	<b>Slutförvar</b>	205
10.1	Sökt verksamhet – Forsmark	205
10.1.1	Anläggningsutformning	206
10.1.2	Verksamhetsbeskrivning	211
10.1.3	Påverkan	223
10.1.4	Effekter och konsekvenser	242
10.1.5	Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift	259
10.1.6	Säkerhet efter förslutning	264
10.1.7	Kemiskt toxiska risker från deponerat använt kärnbränsle	272
10.2	Övervägt alternativ – Laxemar	273
10.2.1	Anläggningsutformning	273
10.2.2	Verksamhetsbeskrivning	275
10.2.3	Påverkan	276
10.2.4	Effekter och konsekvenser	281
10.2.5	Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift	284
10.2.6	Säkerhet efter förslutning	285
10.3	Sammanfattande slutsatser	285
Nollalternativet		289
<b>11</b>	<b>Nollalternativet</b>	291
11.1	Fortsatt lagring i Clab	291
11.1.1	Påverkan, effekter och konsekvenser	291
11.1.2	Risk- och säkerhetsfrågor	292
11.2	Platsens utveckling	293
11.2.1	Forsmark	293
11.2.2	Simpevarp	294
Hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle		295
<b>12</b>	<b>Hela systemet</b>	297
12.1	Sammanlagda konsekvenser	297
12.1.1	Naturmiljö	301
12.1.2	Landskapsbild	301
12.1.3	Boendemiljö och hälsa	301
12.1.4	Risk- och säkerhetsfrågor	302
12.1.5	Riksintressen	303

12.2	Kumulativa effekter	304
12.2.1	Forsmark	305
12.2.2	Oskarshamn	308
12.3	Gränsöverskridande miljöpåverkan	310
12.4	Förebyggande åtgärder och kompensationsåtgärder	311
12.4.1	Naturmiljö	311
12.4.2	Kulturmiljö	313
12.4.3	Landskapsbild	313
12.4.4	Boendemiljö och hälsa	314
12.4.5	Energiförbrukning	314
12.5	Jämförelse av alternativa systemlösningar	315
12.6	Osäkerheter	321
<b>13</b>	<b>Uppföljning</b>	<b>323</b>
13.1	Uppförande- och driftskede	323
13.1.1	Clab och inkapslingsanläggningen, Clink	323
13.1.2	Slutförvarsanläggningen	323
13.2	Avvecklingskede	324
13.3	Efter avveckling och förslutning	324
Ordlista och referenser		325
<b>14</b>	<b>Ordlista</b>	<b>327</b>
<b>15</b>	<b>Referenser</b>	<b>333</b>

## Underbilagor

Underbilaga	Titel	Innehåll
1	Samrådsredogörelse	Beskriver hur samråden har bedrivits och redovisar huvudsakliga frågeställningar som framkommit samt hur SKB har bemött dessa.
2	Metoder och bedömningsgrunder	Redovisar vilka metoder och bedömningsgrunder (riktvärden, miljö kvalitetsnormer etc) som använts för att ta fram underlagsutredningar och genomföra konsekvensbedömningar.
3	<b>Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp</b> Clab/inkapslingsanläggning (Clink) – bortledande av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm	Beskriver grundvattensänkning och övriga vattenverksamheter vid Clink och konsekvenserna av dessa.
4	<b>Vattenverksamhet i Forsmark (del I)</b> Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle	Beskriver grundvattensänkning kring slutförvarsanläggningen samt konsekvenserna av denna.
5	<b>Vattenverksamhet i Forsmark (del II)</b> Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle: Vattenverksamheter ovan mark	Beskriver övriga vattenverksamheter vid slutförvarsanläggningen samt konsekvenser av dessa.
6	Avstämning mot miljömål	Beskriver projektets påverkan på regionala och nationella miljömål.







# Icke-teknisk sammanfattning

## Den sökta verksamheten

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle är en del av Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB:s) ansökningar om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

SKB ansöker om att få fortsätta driva det befintliga mellanlagret för använt kärnbränsle (Clab) på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun, samt uppföra en inkapslingsanläggning intill Clab. De båda anläggningarna ska därefter drivas som en integrerad anläggning, benämnd Clink. SKB ansöker vidare om att uppföra och driva en slutförvarsanläggning i Forsmark i Östhammars kommun, se figur S-1. MKB:n omfattar dessa anläggningar, inklusive vattenverksamheter och transporter till och från anläggningarna.

Samråd har skett i enlighet med miljöbalkens bestämmelser. Samråden beskrivs kortfattat i miljökonsekvensbeskrivningen och mer utförligt i en separat samrådsredogörelse, som är en underbilaga till MKB:n.



Figur S-1. SKB ansöker om att förlägga inkapslingsanläggningen intill Clab på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun och slutförvarsanläggningen i Forsmark i Östhammars kommun.

## Bakgrund

Alltsedan de svenska kärnkraftverken togs i drift har radioaktivt avfall från dessa uppstått. Kärnkraftsägarna ansvarar för att ta hand om och slutförvara avfallet på ett säkert sätt och har gemensamt bildat SKB. Under nära 30 års tid har SKB bedrivit forskning och utvecklat metoder för att ta hand om avfallet. I dag finns ett slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) i Forsmark och ett centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) i Oskarshamn.

Kärnbränsle framställs av uranmineral. Vid driften i en reaktor ökar bränslets radioaktivitet kraftigt. Efter ungefär fem år tas bränslet ur reaktorn och är då som farligast. Sedan avtar farligheten i takt med att de radioaktiva ämnena sönderfaller. SKB utgår i sin planering från att reaktorerna i Forsmark och Ringhals kommer att drivas i 50 år och reaktorerna i Oskarshamn i 60 år. De svenska reaktorerna skulle då ge upphov till totalt cirka 12 000 ton använt kärnbränsle.

## Säkerhet under drift och efter förslutning

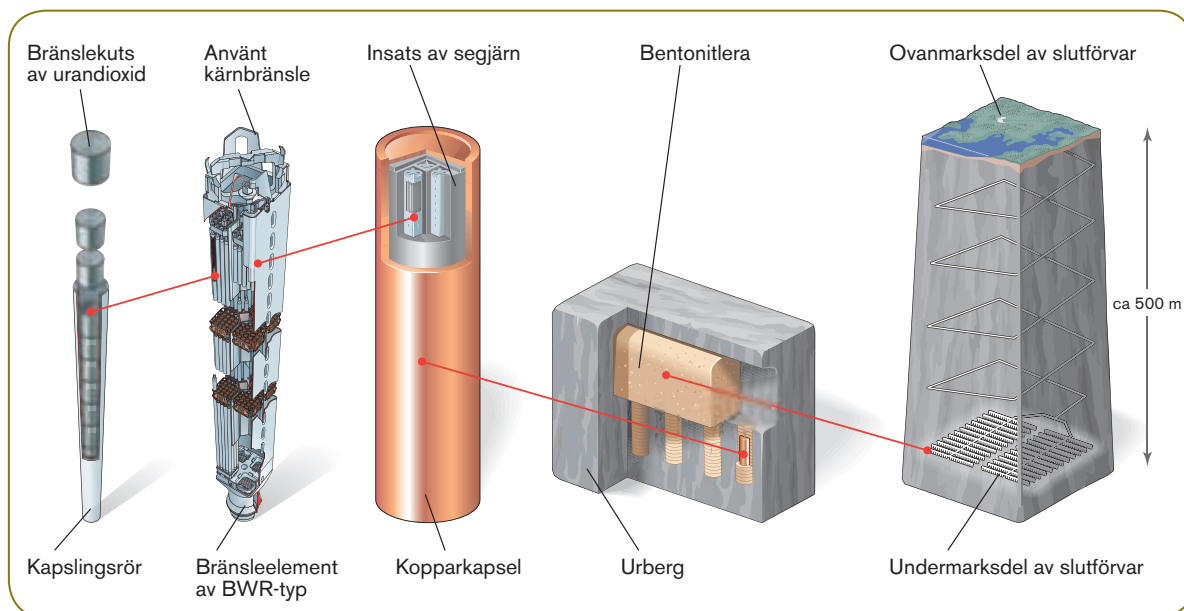
Ändamålet med den sökta verksamheten är att slutförvara använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet, nu och i framtiden.

I kärntekniska anläggningar ställs höga krav på driftsäkerhet och strålskydd. Varje anläggning har en säkerhetsredovisning som redogör för hur säkerheten och strålskyddet är utformat för att skydda människor och miljö från strålning, både vid normal drift och vid driftstörningar och missöden. Grundläggande principer är att stråldoser ska begränsas så långt detta rimligen kan göras och att bästa möjliga teknik ska användas.

Slutförvarets långsiktiga säkerhet efter förslutning är en central fråga vid prövningen och redovisas i en separat bilaga till ansökningarna. SKB visar där att anläggningen inte ger upphov till några betydande miljö- eller hälsokonsekvenser i framtiden och därmed uppfyller Strålsäkerhetsmyndighetens krav. Slutförvarets långsiktiga säkerhet beskrivs också i MKB:n.

## KBS-3-metoden

Metoden för att ta hand om det använda kärnbränslet kallas KBS-3, se figur S-2. KBS står för KärnbränsleSäkerhet och 3 för att metoden för första gången presenterades i KBS-projektets tredje huvudrapport. Metoden innebär att det använda kärnbränslet kapslas in i kopparkapslar vilka deponeras, omgivna av en buffert av bentonitlera, i deponeringshål i ett tunnelsystem cirka 500 meter ner i berggrunden. De tre barriärerna (kapseln, bufferten och berget) har till uppgift att isolera de radioaktiva ämnena i bränslet från omgivningen.



Figur S-2. KBS-3-metoden. Metoden innebär att det använda bränslet kapslas in i kopparkapslar som sedan placeras, omgivna av en buffert av bentonitlera, i deponeringshål i ett tunnelsystem på cirka 500 meters djup i berggrunden.

SKB:s metodutveckling har utgått ifrån de krav som finns i svensk lagstiftning och de förutsättningar som ges av internationella överenskommelser. I korthet är det följande:

- Ägarna till kärnkraftverken ansvarar för att kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt.
- Avfallet ska tas om hand inom landet, om det kan ske på ett säkert sätt.
- Havet och havsbotten får inte utnyttjas.
- Systemet ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras.
- Säkerheten ska vila på flerfaldiga barriärer.
- Slutförvaret ska inte kräva övervakning eller underhåll.
- Kärnavfallens hantering och slutförvaring ska till alla väsentliga delar lösas av de generationer som haft nytta av kärnkraften.

Om planerna på slutförvaret ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring. SKB:s utgångspunkt är därför att lokaliseringen ska ske med frivillig medverkan av berörda kommuner.

## Lokalisering av slutförvaret

Lokaliseringsarbetet inleddes för över 30 år sedan med att skaffa kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att slutförvaret ska bli säkert. Mellan åren 1993 och 2000 genomförde SKB förstudier i åtta kommuner. År 2002 inleddes platsundersökningar, som pågick i drygt fem år, i Forsmark i Östhammars kommun och i Laxemar/Simpevarp i Oskarshamns kommun.

I juni 2009 visade en systematisk genomgång av förhållanden på platserna att Forsmark sammantaget är den plats som ger bäst förutsättningar för att säkerhet på lång sikt ska uppnås i praktiken. SKB beslutade därmed att ansöka om ett slutförvar placerat i Forsmark.

## Andra metoder och nollalternativ

SKB har även studerat andra sätt att omhänderta det använda kärnbränslet än den valda KBS-3-metoden. Ingen av de andra metoderna uppfyller samtliga grundläggande krav och förutsättningar, eller så är de inte tillgängliga med dagens kunskaps- och utvecklingsnivå.

Om ett slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet inte kommer till stånd återstår att fortsätta lagra det under övervakade former. Detta kan göras antingen genom fortsatt lagring i Clab, eller med någon av de metoder för övervakad lagring som används internationellt. Vid övervakad lagring kan miljö-, säkerhets- och strålskyddskrav uppfyllas så länge mänsklig övervakning med kontroll och underhåll upprätthålls. Av den anledningen är övervakad lagring förknippad med osäkerheter i ett långt tidsperspektiv. Metoden uppfyller inte de grundläggande kraven på ett slutförvar, utan skjuter frågans lösning till en oviss framtid. Fortsatt lagring i Clab utgör det så kallade nollalternativet i MKB:n.

## Beskrivning av området i Forsmark

Slutförvarsanläggningen kommer att placeras vid kusten i anslutning till Forsmarks industriområde, där Forsmarks kärnkraftverk ligger, se figur S-3. Till kärnkraftverket hör vattenverk, avloppsreningsverk, oljedepå, kraftledningar, Svalörens markförvar för lågaktivt avfall samt ett område med korttidsbostäder. Inom industriområdet finns även slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) och Forsmarks hamn som trafikeras av fartyget m/s Sigyn.

Bebyggelsen i närområdet är gles och inom ett avstånd av en kilometer från det planerade driftområdet finns inga boende.

I Forsmarksområdet finns en rad riksintressen, varav riksintresset för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall är ett. Delar av det område som slutförvaret kan komma att påverka är också av riksintresse för naturvärden och ingår i miljöbalkens särskilda hushållningsbestämmelser för högexploaterade kuststräckor.



S-3. Vy över området i Forsmark med kärnkraftverket i förgrunden.

Vid de platsundersökningar som SKB har genomfört har stora resurser lagts ner på att i fält samla in data om berggrundens, jordlagrens och ekosystemens egenskaper. För att karaktärisera berget har undersökningar av ytan kombinerats med studier av borrhämlinor och mätningar i borrhål. Information om jordlagren har inhämtats från jordborrhål. Resultaten från undersökningarna har sammanfattats i platsbeskrivande modeller.

Berggrunden i undersökningsområdet utgörs av den nordvästra delen av en så kallad tektonisk lina, det vill säga ett område i berggrunden där förhållandena varit geologiskt stabila jämfört med omgivande deformationszoner. Dominerande bergart är medelkornig metagranit.

Inom de övre cirka 150 meterna av berget förekommer långa, vattenförande, horisontella sprickor. På djup större än 400 meter är medelavståndet mellan vattenförande sprickor mer än 100 meter och grundvattenflödet är begränsat. Dessa förhållanden gör, tillsammans med områdets flacka topografi, att den största delen av grundvattenflödena sker relativt nära markytan, utan större utbyten med djupare grundvatten.

Kalkrik morän är den dominerande jordarten i jordlagren. Grundvattenytan är belägen nära markytan. I området finns många sjöar och våtmarker, men inga större vattendrag. De flesta sjöarna är små och grunda, med kalkrikt och näringsfattigt vatten.

Forsmarksområdet har en för Uppland ovanlig vildmarkskaraktär, även om delar påverkats av ett storskaligt skogsbruk. Naturvärdena i området utgörs bland annat av landhöjningsmiljöer med höga botaniska och ornitologiska värden, kustvattenmiljöer, olika former av rikkärr och gölar, naturskogar samt bruks- och skärgårdsbygd med betesmarker. Områdets naturvärden har inventerats och klassats, enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik. I vissa gölar i området förekommer den rödlistade gölgrödan. Inom området förekommer också andra rödlistade arter, däribland fåglar, orkidéer och svampar.

En kulturmiljöanalys, inklusive en arkeologisk utredning och en landskapsbildsanalys, har genomförts. Kulturmiljön i området präglas av att stora delar tillhört Forsmarks bruk. Eftersom det berörda området blev land först under de senaste tusen åren saknas förhistoriska och tidigmedeltida lämningar.

Områdets värde för friluftslivet ligger framför allt i den orörda naturen, fågellivet och djurlivet i övrigt. Rekreation i form av jakt och fiske är viktiga inslag. Friluftslivet är dock inte så omfattande, jämfört med andra, mer tätbefolkade, delar av ostkusten.

Radiologiska mätningar utförs fortlöpande kring de kärntekniska anläggningarna i Forsmark. Huvuddelen av den uppmätta strålningen utgörs av naturlig bakgrundsstrålning. Bidraget från kärnkraftverket och SFR utgör ungefär en femtusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen, eller ungefär en femhundredel av gällande gränsvärde.

Trafikbelastningen i Östhammar är årstidsberoende och ökar markant sommartid. Många boende utmed riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn har bullernivåer över riktvärden och trafikbullret upplevs som störande.

## Beskrivning av området i Oskarshamn

Området Laxemar/Simpevarp i Oskarshamn har kartlagts genom en platsundersökning på motsvarande sätt som i Forsmark. Här beskrivs dock platsförutsättningarna främst med anledning av lokaliseringsplaneringen av Clab och den planerade inkapslingsanläggningen, se figur S-4.

På Simpevarpshalvön ligger Oskarshamns kärnkraftverk med tillhörande verksamheter i form av bland annat ett markförvar för lågaktivt avfall och ett berggrum för mellanlagring av låg- och medelaktivt avfall. På halvön ligger också Clab, SKB:s platsundersökningskontor, nedfartstunneln till SKB:s berglaboratorium på Aspö samt Simpevarps hamn, som trafikeras av m/s Sigyn.

Bebyggelsen i närområdet är gles. Närmaste bostadsbebyggelse finns i Åkvik, cirka 600 meter sydväst om Clab.

Inom Simpevarpshalvön och i dess närhet finns ett antal olika riksintressen och längs länsväg 743 ligger Natura 2000-området Figeholm.



S-4. Vy över området i Laxemar/Simpevarp med kärnkraftverket i bakgrunden.

Området Laxemar/Simpevarp ligger i en naturgeografisk region som präglas av ett sprickdalslandskap med små höjdskillnader, hållmarkstallskog, ädellövskog, kala skär och klippiga stränder. Områdets naturvärden har klassats med samma metod som i Forsmark. På Simpevarpshalvön finns inga naturområden som bedömts som värdefulla.

De kulturhistoriska värden som finns på halvön utgörs av talrika fornlämningar i form av bland annat rösen och stensättningar från brons- och järnålder. I anslutning till Clab finns kända fornlämningar i form av fem förhistoriska gravar, som indikerar att det också kan finnas lämningar av fasta bosättningar.

Radiologiska mätningar kring de kärntekniska anläggningarna utförs på motsvarande sätt som i Forsmark. Kärnkraftverkets utsläpp utgör mindre än en hundra del av gällande gränsvärde. Clabs bidrag är i det närmaste försumbart.

För transporter till Simpevarpshalvön nyttjas länsväg 743, som periodvis har hög trafikbelastning. Många boende utmed sträckan från Oskarshamnsverket till Oskarshamns hamn utsätts för bullernivåer över riktvärden för vägtrafikbuller.

## Clab

### Anläggning och verksamhet

I Clab förvaras för närvarande drygt 5 000 ton uran från nästan 40 års drift av de svenska kärnkraftverken. Där lagras också vissa uttjänta högaktiva komponenter från kärnkraftverken. Clab har varit i drift sedan 1985 och byggdes ut i början av 2000-talet med ett nytt berggrum som togs i drift i början av 2008, se figur S-5.

Lagringen i Clab sker i bassänger, placerade i berggrum cirka 30 meter under mark. Under lagringen avtar kärnbränslets radioaktivitet och värmestrålning, vilket underlättar fortsatt hantering. Vattnet i bassängerna utgör skydd mot strålningen och kyler samtidigt bränslet. Bassängernas vatten kyls i sin tur med havsvatten i ett system av värmeväxlare.



Figur S-5. Clab är beläget på Simpevarpshalvön.

Det använda kärnbränslet och uttjänta hårdkomponenter transporteras från kärnkraftverken till Clab inneslutna i särskilda transportbehållare, som är dimensionerade för att klara svåra olyckor utan konsekvenser för omgivningen. Sjötransporter sker med m/s Sigyn till Simpevarps hamn och landtransporter med specialbyggda fordon.

## Påverkan, effekter och konsekvenser

### Driftsäkerhet och strålskydd

Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten sker kontinuerligt, men ligger mycket långt under gränsvärden och bedöms inte ge upphov till några hälsokonsekvenser för närboende. Från luften från de utrymmen där aktivitet kan förekomma renas med partikelfilter, som filtrerar bort merparten av den partikelburna radioaktiviteten. De utsläpp av luftburen radioaktivitet som anläggningen ger upphov till lämnar Clab via ventilationsskorstenen, där mätutrustning registrerar radioaktivitetsutsläpp kontinuerligt.

Utsläpp av vattenburen radioaktivitet sker endast via reningssystemet för vatten från det område där radioaktivitet kan förekomma (så kallat kontrollerat område). Vattnet renas med hjälp av filter och jonbytare och radioaktivitetsinnehåll i vattnet kontrolleras före varje utsläpp.

### Radioaktivt avfall

Radioaktivt avfall i form av skyddskläder, jonbytermassor med mera tas om hand och förs till markförvaret eller till SFR.

### Utsläpp till vatten

Uppvärmat vatten som använts för att kyla anläggningen släpps ut i Hamnefjärden. Utsläppet från Clab sker tillsammans med kylvattenutsläppen från Oskarshamns kärnkraftverk och utgör endast en bråkdel av det totala utsläppet (storleksordningen någon promille).

Grundvatten som läcker in till bergrummen pumpas upp och släpps ut i havsviken Herrgloet. Både vattnet i kylsystemet och inläckande grundvatten hålls hela tiden utanför kontrollerat område och innehåller därför inga radioaktiva ämnen.



## Övriga miljökonsekvenser

Varken Clab eller transporterna till och från anläggningen bedöms påverka några riksintressen eller skyddade områden.

Clabs påverkan på landskapsbilden är begränsad tack vare den omgivande skogsriddan.

Bullernivån vid anläggningen är låg och bedöms inte orsaka några konsekvenser för den lokala befolkningen.

Den avsänkning av grundvattnet som anläggningen lokalt ger upphov till är begränsad i omfattning och utbredning och har inte gett upphov till några konsekvenser vare sig för naturvärden eller för grundvattennivåer i brunnar.

## Clink

### Anläggning och verksamhet

Inkapslingsanläggningen kommer att uppföras i direkt anslutning till Clab, se figur S-6, och de båda anläggningarna ska drivas som en integrerad anläggning, benämnd Clink. Befintliga funktioner och system i Clab kommer att samutnyttjas där det är möjligt.

I inkapslingsanläggningen ska använt kärnbränsle kapslas in för att möjliggöra en slutförvaring i berggrunden. Kärnbränslet kommer att tas upp från förvaringsbassängerna i Clab, torkas och placeras i kopparkapslar, varefter lock svetsas på. Kapslarna, som är omkring fem meter långa, kommer att anlända färdigtillverkade till inkapslingsanläggningen. Inkapslingsanläggningen dimensioneras för en produktionskapacitet om 200 fyllda kapslar per år, det vill säga ungefär en kopparkapsel per arbetsdag.

Fyllda kapslar placeras i transportbehållare och transporteras till sjöss till slutförvaringsanläggningen. Kapselns funktion i slutförvaringsanläggningen är att innesluta och isolera det använda kärnbränslet.

Då kärnkraften avvecklats och allt använt kärnbränsle och övrigt högaktivt avfall i anläggningen överförs till slutförvar kommer Clink att rivas. SKB:s nuvarande bedömning är att rivningen kan påbörjas kring år 2070.



Figur S-6. Inkapslingsanläggningen placeras i direkt anslutning till Clab och de båda anläggningarna ska drivas som en integrerad anläggning, benämnd Clink. De röda markeringarna anger vad som är fotomontage.

## Påverkan, effekter och konsekvenser

### Driftsäkerhet och strålskydd

Den radioaktivitet som kan frigöras per bränsleelement är betydligt lägre i inkapslingsanläggningen än i Clab, trots att hantering av bränsle och transportbehållare är något mer omfattande. Detta beror på att radioaktiviteten har avklingat under lagringen. När bränslet har kapslats in är det inte längre en källa till luftburen radioaktivitet, men strålskärning krävs även under den fortsatta hanteringen.

Den radioaktivitet som frigörs vid hanteringen i bassängerna i inkapslingsanläggningen samlas upp i filter och jonbytare i ett vattenreningsystem som blir gemensamt för hela Clink. I utrymmen där luftburen radioaktivitet förväntas är ventilationssystemet utrustat med filter. Luftburna utsläpp från inkapslingsanläggningen kommer att ske genom en egen ventilationsskorsten och radioaktivitet i utsläppet kommer att mätas kontinuerligt.

Clinks radioaktiva utsläpp till luft och vatten beräknas ligga långt under gränsvärdet och kommer inte att ge upphov till några hälsokonsekvenser för närboende eller konsekvenser för floran och faunan i närområdet.

### Radioaktivt avfall

Avfall från inkapslingsanläggningen kommer att hanteras på samma sätt som på Clab.

### Markanspråk

Inkapslingsanläggningen bedöms inte påverka några riksintressen eller skyddade områden.

När inkapslingsanläggningen uppförs åtgår mark för själva anläggningen och tillfälliga etableringsytor för bygget, totalt knappt 30 000 kvadratmeter. Mark tas i anspråk väster om Clab, i ett skogsområde som saknar höga naturvärden.

Med tanke på de fornlämningar i form av gravar som förekommer i lokaliseringsområdet och läget vid en bronsåldersvik är det inte osannolikt att förhistoriska boplatser kan komma att beröras.

Eftersom det på Simpevarpshalvön redan finns en etablerad industrimiljö bedöms halvön kunna inrymma fler storskaliga anläggningar utan att områdets karaktär förändras. Konsekvenserna för landskapsbilden kommer att bli små, så länge skogsridån kring anläggningen sparas.

### Transporter, buller och vibrationer

Då inkapslingsanläggningen uppförs uppstår buller och vibrationer. Inga nämnvärda störningar väntas till följd av vibrationerna. Bullerberäkningar visar att byggbullret kommer att underskrida riktvärdet vid närmast belägna bostäder, även vid ett ”värsta scenario”, om skärmande åtgärder görs.

Till följd av buller från vägtransporter kommer maximalt ett 40-tal boende att exponeras för ljudnivå över gällande riktvärde när inkapslingsanläggningen byggs. Fler händelser med maximala ljudnivåer inträffar då antalet tunga fordon ökar. Vibrationer från transporter till och från anläggningen förväntas inte medföra någon nämnvärd störning för boende längs transportvägarna.

Under driftskedet blir bullersituationen i området snarlik den befintliga. Bullerdämpande åtgärder kommer att vidtas på fläktar och riktvärdet för industribuller kommer att klaras, varför ingen betydande störning för närboende kan förväntas.

### Övriga utsläpp till luft och vatten

Konventionella utsläpp till luft som sker från Clink (inklusive från tillhörande transporter) bedöms inte vara av den omfattningen att de medför någon risk för hälsokonsekvenser eller överskridande av miljökvalitetsnormerna för luft. Sjötransporter av bränslefyllda kapslar till slutförvarsanläggningen kommer att vara den dominerande källan till utsläpp till luft.

Temperaturen i Hamnefjärden är förhöjd i dag till följd av kylvattenutsläppet från kärnkraftverket, och bidraget från Clink blir marginellt.

## Energianvändning och resursförbrukning

För uppvärmning av inkapslingsanläggningen kan värme utvinnas från kylvattnet i Clab. Sommartid behöver anläggningen kylas och värmeenergin avleds då till havet.

Cirka 44 000 ton koppar beräknas gå åt för att kapsla in det använda kärnbränslet under en 40–50-årsperiod, vilket kan jämföras med den årliga produktionen i världen på 15,5 miljoner ton.

## Slutförvarsanläggning

### Anläggning och verksamhet

Slutförvarsanläggningen kommer att bestå av en ovanmarksdel och en undermarksdel. I ovanmarksdelen ingår ett driftområde med de centrala funktionerna för anläggningens drift. Driftområdet kommer att placeras vid kusten, strax sydost om kärnkraftverket i Forsmark, på en plats som SKB benämner Söderviken, se figur S-7. I anslutning till driftområdet kommer ett bergupplag och anläggningar för vattenrening att etableras.

Rakt under driftområdet kommer undermarksdelens centralområde att ligga. Härifrån nås förvarsområdet, som består av stamtunnlar och deponeringstunnlar med deponeringshål, där koparkapslarna ska placeras, omgivna av en buffert av bentonitlera. Ovan- och undermarksdelarna förbinds med schakt för ventilation och person- och berghissar, samt en ramp för fordonstransporter.

Uppförandet av anläggningen beräknas ta cirka sju år och förväntas sysselsätta omkring 300–400 personer. Verksamheten kommer att vara som mest intensiv under den andra halvan av uppförandeskedet. Totalt kommer cirka 1,6 miljoner ton bergmassor att sprängas ut under uppförandeskedet. Bergmassorna kommer att mellanlagras i ett bergupplag inom industriområdet. Det överskott som inte behövs i projektet bedöms kunna avyttras i regionen.

Driftskedet delas in i provdrift och rutinemässig drift, som båda kräver tillstånd från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) för att inledas. Den rutinemässiga driften av anläggningen beräknas pågå i ungefär 45 år. Huvudaktiviteterna under den rutinemässiga driften är detaljundersökningar, tillredning av deponeringstunnlar, deponering av kapslar, samt återfyllning och pluggning av deponeringstunnlar. Cirka 6 000 kapslar kommer att deponeras under driftskedet.



Figur S-7. Slutförvarsanläggningens placering vid Söderviken i Forsmark (fotomontage). Forsmarks kärnkraftverk skymtar till vänster i bilden och ytan längst ner är bergupplaget. De röda markeringarna anger vad som är fotomontage.

När alla kapslar deponerats återfylls och försluts anläggningen. Sammanlagt beräknas förvarets tunnlar uppta en yta om 3–4 kvadratkilometer på ett djup av cirka 470 meter.

Under driftskedet sker transporter av fyllda kapslar från inkapslingsanläggningen till slutförvarsanläggningen med m/s Sigyn eller motsvarande fartyg.

## Påverkan, effekter och konsekvenser

### Driftsäkerhet och strålskydd

Så länge kapseln är tät kan den inte ge upphov till några utsläpp av radioaktiva ämnen. Kapseln dimensioneras för att klara normal drift, störningar och missöden utan att det blir en genomgående skada som leder till frigörelse av radioaktivitet. Kapseln avger dock gamma- och neutronstrålning och kommer därför att hanteras strålskärmat för att skydda personalen i anläggningen. Den strålning som kapseln avger har inte sådan räckvidd att den kan nå ut utanför slutförvarsanläggningen.

### Säkerhet efter förslutning

Säkerheten efter förslutning ska enligt SSM:s föreskrifter åstadkommas genom ett system av passiva barriärer som medverkar till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen. Barriärerna kan vara tekniska eller naturliga. Därutöver finns föreskrifter som innehåller bestämmelser om vilken skyddsförmåga slutförvaret ska ha. Ett viktigt krav är SSM:s riskkriterium, vilket förenklat innebär att människor i förvarets närhet inte får utsättas för större risker än de som motsvarar en stråldos på ungefär en hundradel av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige idag. Analysen av den långsiktiga säkerheten efter förslutning visar att myndigheternas krav på säkerhet uppfylls. Den sammanlagda risken för ett slutförvar i Forsmark hamnar med marginal under riskkriteriet även på en miljon års sikt.

### Riksintressen och skyddade områden

De flesta av de riksintressen som finns i området berörs inte eller bedöms inte skadas av den planerade verksamheten. Riksintresset för naturvård Forsmark-Kallrigafjärden riskerar att påverkas av en eventuell grundvattensänkning, med påföljande konsekvenser för rikkärr och grunda gölar. Risken för att påverkan blir betydande kan inte uteslutas, men ett antal åtgärder planeras för att begränsa konsekvenserna för områdets naturvärden.

### Markanspråk

Anläggningen förläggs till största delen inom områden som redan i dag är industrimark, men mark som hyser höga naturvärden kommer också att omfattas. Tre gölar, varav två har bedömts vara av nationellt intresse eftersom den rödlistade gölgrödan observerats, kommer att fyllas igen. SKB avser att skapa nya gölar i närområdet.

Ungefär 1,5 kilometer öster om driftområdet kommer en ventilationsstation att uppföras. Vägdragningen till ventilationsstationen kommer att anpassas till de naturvärden i form av rikkärr som finns i det berörda området.

Inga områden med skyddsvärd fågelfauna bedöms beröras av SKB:s markanspråk. Störningar av fågellivet kan däremot uppstå till följd av att människor rör sig i området. SKB kommer därför att införa restriktioner, utbildning och rekommendationer för medarbetare som behöver ta sig till eller runt områden som används för häckning av skyddade och rödlistade arter.

## Kulturmiljö

Söderviken och dess omgivning hyser inte några särskilda kulturmiljövärden. Inga kända fornlämningar berörs och sannolikheten att dolda fornlämningar skulle beröras bedöms som mycket liten.

Det finns dock ett par kulturhistoriska lämningar i närheten av lokaliseringsområdet och ventilationsstationerna. Dessa bedöms kunna undantas från exploatering och påverkas därmed inte.

## Landskapsbild

Slutförvarsanläggningen etableras i anslutning till kärnkraftverket, vars tre stora reaktorblock utgör landmärken och syns på långt håll i det flacka skogs- och kustlandskapet. Slutförvarsanläggningens största byggnader kommer att vara mindre och lägre än reaktorblocken. Anläggningen kommer likväl att vara synlig på långt håll, främst från havet. Områdets befintliga industrikaraktär består och konsekvenserna för landskapsbilden bedöms därmed bli små.

## Utsläpp till vatten

Under såväl uppförande- som driftskedet kommer verksamheten att ge upphov till förorenat vatten som behöver omhändertas. Dagvatten kommer att tas omhand lokalt. Lakvatten från bergupplaget renas från olja och partiklar. Därefter leds det för kväverening till en översilningsyta inom bergupplagets område och vidare ut i intilliggande sjö, benämnd Tjärnpussen, vilket ytterligare renar vattnet från kväve från sprängämnesrester.

Länshållningsvattnet som pumpas upp från tunnarna består till största delen av inläckande grundvatten, men innehåller även spolvatten från sprängningsarbeten. Länshållningsvattnet kommer att renas under mark genom sedimentation och oljeavskiljning och därefter släppas ut i Söderviken. Länshållningsvattnets värmeinnehåll kommer att användas för att värma upp tilluften till undermarksanläggningen. Effekterna av utsläppet väntas bli begränsade, eftersom innehållet av eventuella kväverester bedöms vara lågt och recipienten relativt tålig.

## Grundvattennivåer och våtmarker

Vid undermarksarbete tätas berget med hjälp av injektering där sprickor och sprickzoner förekommer. Att helt undvika inläckage av grundvatten till anläggningen är dock inte möjligt, eftersom tätningen aldrig kan göras fullständigt vattentät. Inläckaget kommer att medföra en sänkning av grundvattennivån, som i sin tur kan innebära effekter på vattennivåer i våtmarker. Det område som påverkas utgörs av ett antal ”stråk” som löper i öst-västlig och nord-sydlig riktning ovan förvaret, och inom områden kring kylvattenkanalen. Flertalet inventerade våtmarksmiljöer i Forsmark bedöms vara känsliga för en sänkning av grundvattnet. Även måttliga sänkningar om mindre än en decimeter orsakar en vegetationsförändring mot torrare naturtyper, samt på sikt igenväxning med buskar och träd. Under reproduktionstiden är gölgrodan och andra groddjur särskilt känsliga för uttorkning av gölarna. Sju av de tio högst klassade våtmarksobjekten (nationellt värde) i undersökningsområdet ligger inom eller intill påverkansområdet. Grundvattensänkningen bedöms kunna innebära mycket stora konsekvenser för två objekt (av nationellt intresse), stora konsekvenser för 15 objekt och märkbara konsekvenser för åtta objekt om inga åtgärder vidtas. Åtgärder i form av tillförsel av vatten till de känsligaste och mest värdefulla våtmarksobjekten planeras för att mildra eventuella konsekvenser.

## Transporter, buller och vibrationer

Byggverksamhet, bergmassehantering och transporter inom industriområdet kommer att ge upphov till buller. Bullret berör ett skogsområde som ingår i ett område av riksintresse för friluftslivet. Det berörda områdets värde för friluftslivet bedöms dock vara lågt. Inga bostäder med fritidsboende eller permanentboende berörs.

Vägtransporter till och från slutförvarsanläggningen utgörs till största delen av arbetsresor, men även transporter av material och bergmassor kommer att ske. Transporterna bedöms bli flest under andra halvan av uppförandeskedet, då omkring 90 bergtransporter per dygn kan komma att ske, inklusive de tomma lastbilar som förutsätts hämta bergmassorna.

Vägrafikbullret utefter riksväg 76 upplevs redan i nuläget som störande av de boende utefter vägen. Transporterna till och från slutförvarsanläggningen kommer att öka antalet boende som får bullernivåer över riktvärdet med som mest cirka 20 personer. Ökningen sker framför allt i Johannisfors, Norrskedika och Börstil. Sömnstörningar bedöms inte öka till följd av transportbullret, eftersom de flesta transporterna kommer att ske dagtid.

Tunga transporter kan ge upphov till vibrationer utmed transportvägarna. Vibrationsnivåerna kommer inte att öka, men antalet passager med tunga fordon blir fler. Vibrationsnivåerna kan i någon enstaka byggnad längs riksväg 76 medföra risk för en måttlig störning.

## Utsläpp till luft

Slutförvarsanläggningen och tillhörande transporter kommer att ge upphov till utsläpp till luft i form av till exempel koldioxid, kvävedioxid och partiklar. Utsläppens storlek och spridning har kartlagts och bedöms inte ge upphov till några betydande konsekvenser för människors hälsa eller miljön. De gränsvärden som finns för luftkvalitet (miljökvalitetsnormer) beräknas inte överskridas till följd av slutförvarsanläggningen och dess transporter.

## Energianvändning och resursförbrukning

Ventilationen står för en stor del av den energiförbrukning som anläggningen beräknas medföra och kommer därför att vara behovsstyrd, vilket innebär att ventilationen minimeras då verksamhet inte pågår.

Behovet av bentonitlera bedöms uppgå till omkring 50 000 ton per år eller totalt 2,3 miljoner ton under anläggningens drifttid. Den totala årsproduktionen i världen var under 2007 15,7 miljoner ton.

Bentonittäkter saknas i Sverige vilket gör att materialet måste importeras. Inskeppningen planeras ske via Hargshamns hamn, cirka 30 kilometer söder om Forsmark.

## Övervägda lokaliseringalternativ

### Clab

Lokaliseringen av Clab utreddes på 1970-talet. Att ändra den befintliga lokaliseringen har inte bedömts vara miljömässigt eller ekonomiskt försvarbart och några lokaliseringalternativ för Clab konsekvensbedöms därför inte i MKB:n.

### Inkapslingsanläggning

Som alternativ till att lokalisera inkapslingsanläggningen i anslutning till Clab på Simpevarpshalvön har en lokalisering i närheten av Forsmarks kärnkraftverk utretts. Det lagrade kärnbränslet i Clab skulle då transporteras dit för inkapsling. Clab skulle behöva kompletteras med utrustning för att kunna torka bränslet. Hanteringen skulle därefter ske torrt, och några bergrum med hante-ringsbassänger skulle inte behöva sprängas ut i Forsmark.

Varken en inkapslingsanläggning på Simpevarpshalvön eller i Forsmark bedöms medföra några betydande konsekvenser eller risker. De två alternativen är därmed i stort sett likvärdiga ur miljö- och hälsosynpunkt. Fördelar med en lokalisering intill Clab är att personalens erfarenhet av att hantera bränslet kan tas tillvara och att flera tekniska system kan nyttjas gemensamt.

## Slutförvarsanläggning

Som alternativ lokalisering av slutförvarsanläggningen beskrivs i MKB:n en lokalisering i Laxemar, intill Simpevarp i Oskarshamn. Konsekvenserna för naturmiljön skulle då bli mindre, eftersom anläggningen inte skulle beröra några naturvärden av nationellt intresse och Laxemarsområdet inte är lika känsligt för en grundvattensänkning som naturvärdena i Forsmark.

Konsekvenserna för boendemiljö och hälsa bedöms bli något större i Laxemar, eftersom fler människor där bor utmed berörda transportvägar. Även konsekvenserna för kulturmiljö och landskap bedöms bli större i Laxemar än i Forsmark, eftersom en etablering där skulle innebära att ett industriområde skapas i ett tämligen opåverkat skogs- och odlingslandskap.

Den största skillnaden mellan Forsmark och Laxemar är den större vattengenomströmningen på försvarsdjup i Laxemar. Vattengenomströmningen är viktig då den kan transportera lösta ämnen till buffert och kapsel, vilka kan påverka buffertens och kapselns långsiktiga funktion. Den större vattengenomströmningen i Laxemar ger därför sämre säkerhetsmässiga förutsättningar i förhållande till Forsmark. En jämförande analys av den långsiktiga säkerheten visar att ett slutförvar i Forsmark med marginal uppfyller SSM:s riskkriterium medan så inte är fallet för Laxemar.







Inledande del

# 1 Utgångspunkter

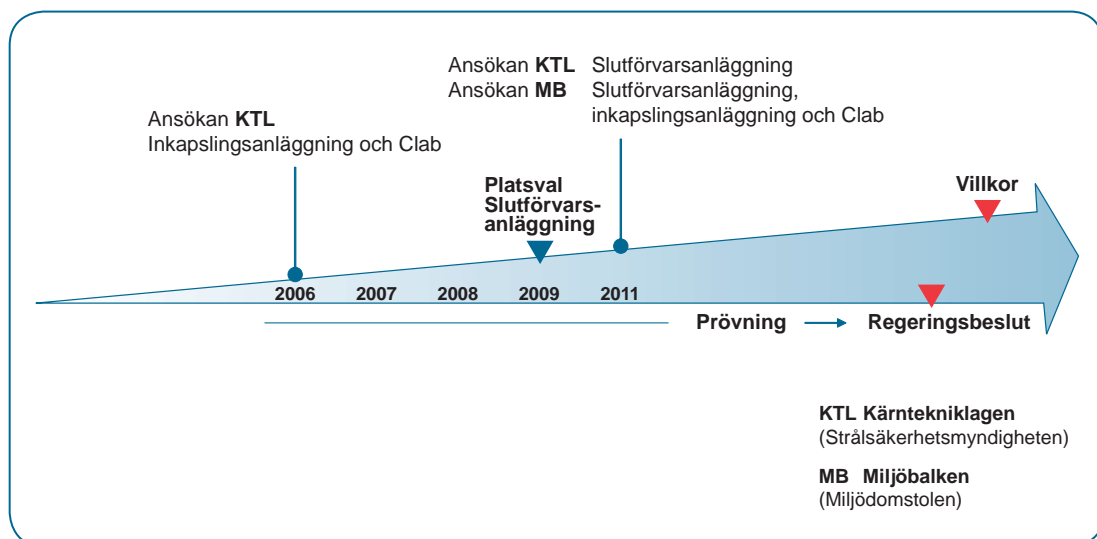
Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har i uppdrag att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken så att människors hälsa och miljön skyddas på kort och lång sikt. SKB har utvecklat en metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet, den så kallade KBS-3-metoden (KBS står för KärnbränsleSäkerhet och 3 för att metoden för första gången presenterades i KBS-projektets tredje huvudrapport). KBS-3-metoden kräver dels en inkapslingsanläggning, där det använda kärnbränslet kapslas in, dels en slutförvarsanläggning där kapslarna deponeras.

I dag mellanlagras det använda kärnbränslet i Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle), som ligger på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun. SKB avser att förlägga inkapslingsanläggningen intill Clab. Slutförvarsanläggningen förläggs till Forsmark i Östhammars kommun.

## 1.1 Tillståndsprövning

Anläggningarna för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle kräver såväl tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken som tillstånd enligt kärntekniklagen. I november 2006 lämnade SKB in en ansökan enligt kärntekniklagen om att få uppföra och inneha en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle, och att få driva denna gemensamt med Clab som en integrerad anläggning, benämnd Clink.

SKB ansöker nu om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken för Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen. Tillståndsprövningen enligt miljöbalken avser 9:e kapitlet (miljöfarlig verksamhet) och 11:e kapitlet (vattenverksamhet). Samtidigt ansöker SKB om tillstånd enligt kärntekniklagen för att få uppföra, inneha och driva slutförvarsanläggningen, se figur 1-1. Detta förfarande gör att regeringen får möjlighet att vid ett och samma tillfälle fatta beslut om både tillstånd enligt kärntekniklagen och tillåtlighet enligt miljöbalken. Närmare villkor för tillstånden förutsätts bli formulerade av Strålsäkerhetsmyndigheten och miljödomstolen.



Figur 1-1. Schematisk tidsplan för ansökningar, prövningar och beslut.

## 1.2 Säkerhet och strålskydd

Säkerhet och strålskydd är centrala begrepp inom kärnteknisk verksamhet och ska alltid vara styrande vid utformning och drift av kärntekniska anläggningar. Varje anläggning måste ha en särskild säkerhetsredovisning som redogör för hur säkerheten och strålskyddet är utformade så att människor och miljö skyddas från strålning vid normal drift, driftstörningar och missöden. Grundläggande principer som ska tillämpas är dels ”optimering” och ”ALARA” (As Low As Reasonably Achievable), vilket går ut på att stråldoser ska begränsas så långt detta rimligen kan göras, dels ”BAT” (Best Available Technology), som innebär att ”bästa möjliga teknik” ska användas. Säkerhetsredovisningarna för slutförvaret och Clink bifogas ansökningarna om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken och tillstånd enligt kärntekniklagen.

Slutförvaret för det använda kärnbränslet ska under lång tid skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från bränslet. Slutförvarets långsiktiga säkerhet efter avveckling och förslutning är därför en huvudfråga för säkerhetsredovisningen och tillståndsprovningen. Den långsiktiga säkerheten efter förslutning beskrivs också i miljökonsekvensbeskrivningen.

Den långsiktiga säkerheten har analyserats vid en rad tillfällen sedan den första rapporten publicerades år 1983. Den förra analysen, SR-Can, publicerades år 2006 och utgjorde en förberedelse för SR-Site, den säkerhetsrapport som nu ligger till grund för, och är en bilaga till, ansökningarna om att få uppföra och driva slutförvarsanläggningen. Syftet med SR-Site är dels att undersöka om KBS-3-metoden kan uppfylla Strålsäkerhetsmyndighetens riskkriterium på den valda platsen i Forsmark, dels att ge undelag till den fortsatta utvecklingen av förvarets utformning.

Slutförvarets primära säkerhetsfunktion är inneslutning av det använda kärnbränslet i kopparkapslar för att förhindra spridning av radioaktiva ämnen. Skulle en kapsel skadas är den sekundära säkerhetsfunktionen att fördröja eventuella utsläpp från kapseln så att dessa inte orsakar oacceptabla konsekvenser. Enligt den metodik som används i SR-Site studeras först en referensutveckling som kan sägas utgöra en tänkbar framtida utveckling av förvarssystemet. Referensutvecklingen ligger till grund för ett huvudscenario. Utvecklingen rymmer många osäkerheter och det är svårt att täcka in alla i referensutvecklingen/huvudscenariot. Därför studeras också ytterligare ett antal scenarier som har till syfte att säkerställa att alla osäkerheter täcks in. Beskrivningen av säkerheten efter förslutning finns i kapitel 10.

## 1.3 Miljökonsekvensbeskrivning

Vid ansökan om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen krävs att en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) tas fram enligt 6:e kapitlet miljöbalken. I arbetet med att ta fram en MKB ingår både utredningsarbete och samråd.

Det övergripande syftet med MKB-arbetet är att:

- identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten kan medföra på människor och miljö, samt möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön,
- miljöanpassa projektet så att effekterna på människors hälsa och miljön blir så små som möjligt,
- ge allmänheten och andra aktörer möjlighet att påverka lokalisering och utformning samt MKB-dokumentets omfattning och innehåll.

SKB har tagit fram en MKB för provning enligt både miljöbalken och kärntekniklagen. MKB:n omfattar hela systemet med anläggningar för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring samt tillhörande vattenverksamheter. I MKB-dokumentet beskrivs planerade verksamheter, med utgångspunkt från vad som är relevant för att miljöpåverkan ska kunna bedömas, samt förutsättningarna på de aktuella platserna. Utifrån en sammanvägning av platsernas egenskaper och planerade verksamheters miljöpåverkan görs en bedömning av vilka effekter och konsekvenser som kan uppstå för miljön och människors hälsa. I de fall det bedöms vara motiverat beskrivs även åtgärder för att förebygga, avhjälpa eller minska de konsekvenser som kan uppstå. I utredningsarbetet har pessimistiska antaganden gjorts vid bedömning av påverkan och konsekvenser för att dessa inte ska underskattas.

Den MKB som SKB lämnade in år 2006, tillsammans med ansökan enligt kärntekniklagen om att få uppföra och inneha en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle och att få driva denna gemensamt med Clab, ersätts i sin helhet av föreliggande MKB.

Vid jämförelse med den MKB som lämnades in år 2006 har i huvudsak följande förändringar gjorts gällande Clab och inkapslingsanläggningen:

- Nytt läge för alternativ lokalisering av inkapslingsanläggningen i Forsmark.
- Ny lösning för dagvattenhantering vid Clab och inkapslingsanläggningen.
- Mer detaljerade utredningar avseende vibrationer, grundvattensänkning, miljörisker och utsläpp till luft.
- Kompletterande utredning avseende påverkan på landskapsbilden.
- Utredning om påverkan på ekosystem från radiologiska utsläpp.

En gemensam säkerhetsredovisning har tagits fram för Clab och inkapslingsanläggningen, vilken ligger till grund för redovisningen av säkerheten under drift av dessa anläggningar i MKB:n.

## 2 Ändamålet med slutförvarssystemet

Ändamålet med den sökta verksamheten är att slutförvara använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet, nu och i framtiden. Mellanlagret för det använda kärnbränslet är en viktig del i systemet för hantering och slutlig förvaring. Det använda kärnbränslet mellanlagras på ett säkert sätt och tillräckligt lång tid för att radioaktivitet och värmeavgivning aka avklinga så att inkapsling och slutlig förvaring av bränslet underlättas.

Förutsättningarna för slutförvarssystemet är att kärnbränslet från de svenska reaktorerna ska slutförvaras inom Sveriges gränser med berörda kommuners medgivande. Inkapslings- och slutförvarsanläggningen ska uppföras och drivas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. Båda anläggningarna ska utformas så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras. Slutförvarets säkerhet efter förslutning ska baseras på ett system av passiva barriärer och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning. Slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av den svenska kärnkraften.

Inkapslingsanläggningen behövs för att kapsla in använt kärnbränsle inför en slutlig förvaring i berggrunden. I befintligt centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) mellanlagras använt kärnbränsle från svenska kärnkraftverk innan det kapslas in och förs till slutförvarsanläggningen.

Utformningen av slutförvarsanläggningen grundar sig på de övergripande krav och förutsättningar för hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle som samhället formulerat i svensk lagstiftning och ingångna internationella överenskommelser.

### 2.1 Lagar och konventioner

Samhällets krav på den som bedriver, eller ansöker om att bedriva, kärnteknisk verksamhet är omfattande och höga. Kraven anges i lagar, föreskrifter och internationella konventioner. De preciseras, följs upp och skärps om nödvändigt genom beslut och villkor i regeringens, miljödomstolens och myndigheternas tillståndsbeslut, tillsyn och förelägganden.

Innebörden av viktigare bestämmelser för utformningen av slutförvarssystemet är följande:

- Enligt kraven i miljöbalken (1998:808) ska kommande generationer tillförsäkras en god och hälsosam miljö. Återanvändning, återvinning och annan hushållning med material, energi och andra resurser ska främjas.
- Enligt kraven i lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen), med tillhörande föreskrifter, ska den som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet se till att uppkommet kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt. Säkerheten efter förslutning av slutförvaret ska bygga på ett system av passiva barriärer och slutförvaret ska inte kräva övervakning eller underhåll. Systemet ska vara tåligt mot felfunktioner och ha hög tillförlitlighet. I första hand ska beprövade konstruktionsprinciper användas.
- Enligt kraven i strålskyddslagen (1988:220), med tillhörande föreskrifter, ska den joniserande strålningens effekter på människa och miljö beräknas och visas vara acceptabel, både vid hanteringen av det använda kärnbränslet och i framtiden. Biologisk mångfald och utnyttjande av biologiska resurser ska skyddas mot skadlig verkan av strålning. Stråldoser ska begränsas så långt som möjligt med hänsyn till ekonomiska och samhälleliga faktorer. För att begränsa utsläpp ska effektivaste åtgärd, som inte medför orimliga kostnader, genomföras.

Utöver svensk lagstiftning finns internationella överenskommelser och konventioner som Sverige förbundit sig att följa. De som i praktiken har störst betydelse för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle är:

- 1997 års konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (kärnavfallskonventionen) /2-1/.
- 1972 års konvention om förhindrandet av havsföroreningar till följd av dumpning av avfall och annat material (Londonkonventionen) med tilläggsprotokoll /2-2/.
- 1968 års fördrag om förhindrande av spridning av kärnvapen (icke-spridningsavtalet) /2-3/.

I kärnavfallskonventionen har de länder som anslutit sig till konventionen åtagit sig att ”vidta lämpliga åtgärder för att ... sträva efter att undvika att lägga otillbörliga bördor på kommande generationer”. SKB har tolkat åtagandet som att avfallsfrågan till alla väsentliga delar ska lösas av de generationer som har haft nytta av elproduktionen från kärnkraften. Denna tolkning har också stöd i Sveriges tredje rapport under avfallskonventionen, överlämnad av regeringen till IAEA i september 2008 /2-4/. Dessutom framgår av konventionen att avfallet bör slutförvaras i det land där det uppstod.

Londonkonventionen innefattar även dumpning av radioaktivt avfall. I ett protokoll från år 1996 görs ett antal förtydliganden, vilka bland annat går ut på att ”Sub-Seabed Disposal” (deponering i havsbottensediment) ska klassas som dumpning i oceanerna och därför vara förbjudet.

Sverige undertecknade icke-spridningsavtalet år 1968, vilket innebär att vi förbundit oss att använda kärnenergi enbart för fredliga syften och att svenskt kärnämne får kontrolleras av IAEA. Enligt avtalet ska systemet för omhändertagande av använt kärnbränsle vara utformat så att olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras. Den internationella kontrollen utförs också av Euratom då Euratomfördraget gäller i Sverige genom medlemskapet i den Europeiska unionen.

I korthet kan svensk lagstiftning och de internationella överenskommelser som Sverige anslutit sig till sammanfattas med att:

- ägarna till kärnkraftverken ansvarar för att kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt,
- avfallet ska tas om hand inom landet, om det kan ske på ett säkert sätt,
- havet och havsbotten får inte utnyttjas,
- systemet ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras,
- säkerheten ska vila på flerfaldiga barriärer,
- slutförvar ska inte kräva övervakning eller underhåll,
- frågan om kärnavfallens hantering och slutförvaring ska i alla väsentliga delar lösas av de generationer som har haft nytta av kärnkraften.

Sverige har i dag, genom SKB, lagstiftning, myndigheter och ytterst regering och riksdag, kontrollen över det använda kärnbränslet och hanteringen av det avfall som måste slutförvaras.

## 3 Bakgrund

I nästan 40 år har kraftindustrin i Sverige producerat elektricitet med hjälp av kärnkraft. Enligt kärntekniklagen har reaktorinnehavarna det fulla tekniska och ekonomiska ansvaret för att kärnavfall och använt kärnbränsle som uppkommer i verksamheten tas om hand på ett säkert sätt. Med utgångspunkt från den definition av begreppet kärnavfall som ges i kärntekniklagen kan sägas att detta utgörs av det radioaktivt kontaminerade avfall som bildas till följd av driften vid en kärnteknisk anläggning.

Olika sätt för att ta hand om det använda kärnbränslet har studerats sedan kärnkraften började användas för storskalig energiproduktion under 1960- och 1970-talen. I de tidiga studierna arbetade man mycket brett och studerade sådana alternativ som utskjutning i rymden, deponering i djuphavssediment, deponering under inlandsisar etc. Arbetet ledde redan under 1970-talet fram till en internationell samsyn att geologisk deponering är den inriktning som har bäst förutsättning att vara en lösning på det slutliga omhändertagandet. Med hänsyn till olika geologiska, sociala och juridiska förhållanden i olika länder måste metoden för geologisk förvaring och dess tekniska utformning anpassas till förutsättningarna i varje land.

### 3.1 SKB:s uppdrag

Reaktorinnehavarna har tillsammans bildat SKB, som har uppdraget att ta hand om kärnavfall och använt kärnbränsle från de svenska reaktorerna. De totala mängderna kärnavfall som till slut ska tas om hand beror på antalet reaktorer och deras drifttid. Avfallsmängderna påverkar vilken kapacitet olika avfallsanläggningar behöver ha. Däremot påverkar inte mängderna de grundläggande steg som behövs för att ta hand om avfallet.

Kärntekniklagen kräver att reaktorinnehavarna upprättar ett program för den allsidiga forskning och utveckling, samt de övriga åtgärder, som behövs för att kunna hantera och slutförvara avfallet på ett säkert sätt. I enlighet med kärntekniklagens krav redovisar SKB för myndigheter och regering hur arbetet fortskrider. Det sker vart tredje år i de så kallade Fud-programmen (forskning, utveckling och demonstration). Den senaste redovisningen kom i september 2010 /3-1/.

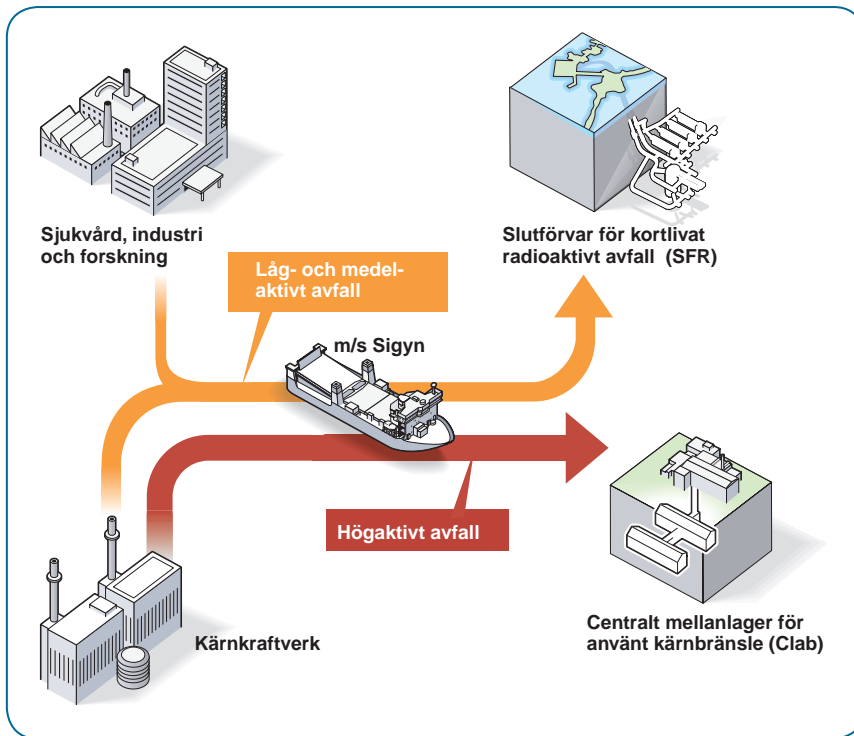
### 3.2 Befintligt system för omhändertagande av kärnavfall

Det radioaktiva avfallet från kärnkraftverken delas in i olika kategorier grundat på graden av radioaktivitet och dess varaktighet. Med hänsyn till kraven på hantering och slutförvaring grupperas avfallet i tre huvudkategorier:

- Kortlivat låg- och medelaktivt avfall.
- Långlivat låg- och medelaktivt avfall.
- Använt kärnbränsle (långlivat och högaktivt avfall).

Huvuddelen av avfallsvolymen från kärnkraftverken, cirka 85 procent, består av kortlivat låg- och medelaktivt avfall. Hit hör förbrukade komponenter, filter med mera från drift, underhåll och rivning av kärnkraftverken. Långlivat låg- och medelaktivt avfall omfattar bland annat förbrukade komponenter från reaktorhärden. Strålskärning krävs vid all hantering, lagring och slutförvaring av använt kärnbränsle, liksom för flera andra typer av radioaktivt avfall.

Det kortlivade låg- och medelaktiva avfallet slutförvaras i SFR (Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall) i Forsmark. SFR tar även hand om en del avfall från sjukvård, industri och forskning. Det använda kärnbränslet mellanlagras i Clab i Oskarshamn. Dessutom finns ett system för transporter av de olika avfallstyperna från kärnkraftverken till avfallsanläggningarna, se figur 3-1.



Figur 3-1. Befintliga anläggningar i det svenska systemet för hantering av radioaktivt avfall.

För ett slutligt omhändertagande av avfallet från kärnkraftverken återstår att:

- uppföra och driftsätta en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle,
- uppföra och driftsätta ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall,
- bygga ut SFR för omhändertagande av kortlivat låg- och medelaktivt rivningsavfall.

Långlivat låg- och medelaktivt avfall uppstår framför allt vid rivning av kärnkraftverken. Det kommer enligt planerna att slutförvaras i ett särskilt förvar. Utförligare beskrivning av avfallssystemet finns i Fud-program 2010 /3-1/.

### 3.3 Använt kärnbränsle

Kärnbränsle framställs av uranmineral. Vid driften av en reaktor ökar bränslets radioaktivitet kraftigt. Efter ungefär fem års användning tas bränslet ur reaktorn och är då som farligast. Efter uttaget avtar mängden radioaktiva ämnen, och därmed farligheten, i takt med att de sönderfaller. Det använda kärnbränslet förvaras först en tid i bassänger vid kraftverken och mellanlagras därefter i Clab i väntan på inkapsling och slutförvaring. Resteffekten i ett bränsleelement beror på utbränningsgraden (hur mycket energi som utvunnits ur kärnbränslet) samt tiden efter att det tagits ur reaktorn. Efter cirka 30 års lagring i Clab utvecklas i ett typiskt bränsle en effekt av drygt 800 watt per ton, vilket är jämförbart med ett ordinarie värmelement eller en kraftig brödrost /3-2/. Valet av vilka bränsleelement som förs samman för inkapsling kommer att baseras på deras resteffekt och den tillåtna effekten i varje kapsel.

I Clab förvaras för närvarande cirka 5 000 ton använt bränsle från nästan 40 års drift av svenska kärnkraftverk. För SKB:s planering förutsätts 50 års drifttid av reaktorerna i Forsmark och Ringhals, respektive 60 års drifttid för reaktorerna i Oskarshamn. Baserat på detta, och med tillägg för bränsle från Barsebäck 1 och 2 som är tagna ur drift, kan den totala mängden använt kärnbränsle uppskattas till 12 000 ton, vilket motsvarar cirka 6 000 kapslar. Det är den mängd som slutförvaret dimensioneras för /3-3/.



Riskerna med använt kärnbränsle kan beskrivas i termer av farlighet och tillgänglighet. Farligheten beskriver den skada som den joniserande strålningen från de radioaktiva ämnena kan åstadkomma om människor exponeras för den och beror dels på aktiviteten, dels på vilken typ av strålning det radioaktiva sönderfallet ger upphov till. Tillgängligheten beskriver i vilken grad människan kan exponeras för strålningen i olika situationer, till exempel vid transporter, mellanlagring eller slutförvaring.

Det använda kärnbränslet hanteras i flera led. I samtliga begränsas tillgängligheten, under transporter med särskilda behållare och under lagringsperioderna genom förvaring i vattenbassänger. Transportbehållarna strålskärmar och har förmåga att avleda värme. Vattnet i lagringsbassängerna vid kärnkraftverken och Clab kyler bränslet och skärmar av den strålning som bränslet avger. I slutförvaret görs bränslet otillgängligt för människa och miljö under en lång tid genom ett system av barriärer. Bränslets och de radioaktiva ämnenas kemiska egenskaper, till exempel deras svårslöslighet i vatten, utgör dessutom kraftiga begränsningar för transport av radioaktiva ämnen från förvaret till markytan.

Använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar definieras i lagen som kärnavfall. Använt kärnbränsle som inte har placerats i slutförvar definieras i lagen som "kärnämne". I dagligt tal betecknas i Sverige använt kärnbränsle som kärnavfall, eftersom avsikten är att placera det i slutförvar.

## 3.4 Radioaktivitet och strålning

I det använda kärnbränslet finns atomer som har ett överskott av energi. Dessa atomer strävar efter att göra sig av med överskottet genom radioaktivt sönderfall. Vid radioaktivt sönderfall uppstår olika former av joniserande strålning: alfastrålning, som består av stora tunga partiklar (heliumkärnor bestående av två neutroner och två protoner), betastrålning, som består av elektroner, samt gammastrålning och neutronstrålning. Alfastrålning har kort räckvidd på några centimeter i luft, stoppas lätt och tränger inte igenom huden. Betastrålning har en räckvidd på cirka tio meter i luft och stoppas av tjocka kläder och glasögon. Gammastrålning tar sig lätt igenom levande vävnad och kan ha lång räckvidd. För att stoppa det mesta av gammastrålningen krävs vanligen ett blyskikt på flera centimeter eller en decimetertjock betongvägg. Neutronstrålning avges endast av ett litet fåtal radioaktiva ämnen. Neutroner frigörs däremot alltid vid kärnklyvning och neutronstrålning finns därför inuti reaktorer, då dessa är i drift. Den når dock inte utanför reaktorinneslutningen och upphör praktiskt taget helt när kärnklyvningen avbryts.

### Ordförklaringar och enheter kring joniserande strålning

**Radioaktivitet** är ett ämnes förmåga att utsända joniserande strålning.

**Strålkällans styrka** kallas "aktivitet" och mäts i sönderfall per tidsenhet. Enheten är becquerel (Bq).  $1 \text{ Bq} = 1$  sönderfall per sekund.

**Absorberad dos** är den energi som strålningen avsätter per kilogram kroppsvävnad. Enheten är gray (Gy). Skadligheten beror på vilket slags strålning det rör sig om.

**Ekvivalent dos** fås genom att multiplicera absorberad dos för varje strålningstyp med en viktningsfaktor (anger strålningstypernas relativa biologiska effekt) och summerna termerna. Den ekvivalenta dosen anses vara proportionell mot sannolikheten för skada inom ett stort dosområde och för många olika sorters skador. Enheten är sievert (Sv).

**Effektiv dos** är summan av alla ekvivalenta doser till organ och vävnader, viktade för deras olika känslighet för strålning. Enheten är sievert (Sv).

**Den kritiska gruppen** är en representativ, verklig eller hypotetisk, grupp av personer ur befolkningen som kan förväntas få de högsta stråldoserna från en strålkälla.

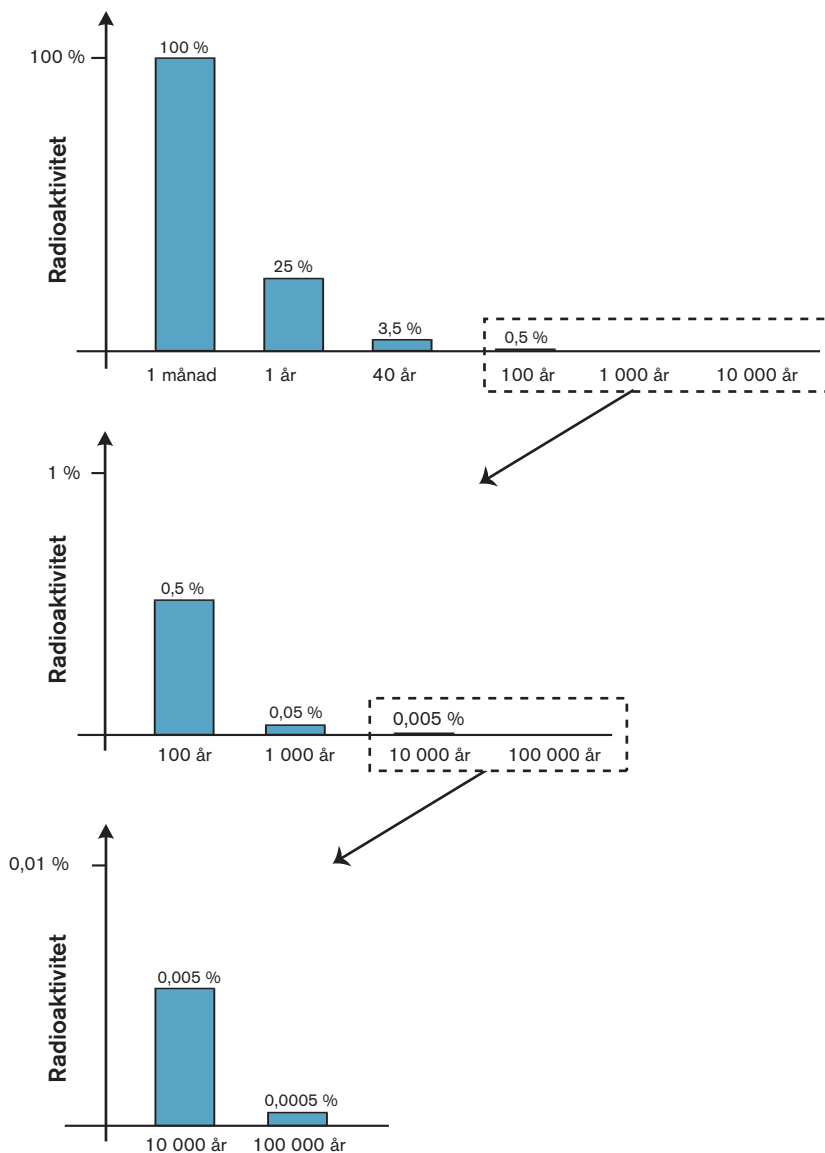
**Dosrat** anger hur stor stråldos en människa får under en viss tid. Enheten kan variera. Exempel är absorberad dos (gray) per sekund (Gy/s) och ekvivalent dos per år (Sv/år).

**Kollektivdos** är produkten av individernas genomsnittliga stråldos och antalet individer i gruppen som bestrålas av en viss strålkälla eller verksamhet. Enheten är ofta mansievert (manSv).

För radioaktiva ämnen kan information om ämnet ges med begreppen aktivitet och halveringstid. Aktiviteten mäts i becquerel, som är antalet sönderfall per sekund för en given mängd. En hög aktivitet innebär att ämnet sönderfaller snabbt till sina dotterprodukter. Halveringstiden är därför kort. Omvänt har i allmänhet ämnen med lång halveringstid en relativt låg aktivitet. Aktiviteten beror dessutom på mängden av ämnet ifråga.

De allra flesta radioaktiva ämnena i använt kärnbränsle sönderfaller inom loppet av några hundra år, se figur 3-2. Därefter dominerar farligheten av ämnena som kommer att finnas kvar under mycket lång tid. Efter 1 000 år har det mesta av den direkta strålningen försvunnit, men bränslet är fortfarande farligt om man får det i sig, till exempel om man äter, dricker eller andas in partiklar från avfallet.

Efter cirka 100 000 år har radioaktiviteten avtagit så mycket att den nått samma nivå som i den mängd naturligt uran som bränslet framställdes av.



Figur 3-2. Radioaktiviteten hos ett ton använt kärnbränsle av typ SVEA 64 (en vanlig bränsletyp i svenska kärnkraftverk) med en utbränningsgrad av 38 MWdygn/kg U. För att illustrera hur radioaktiviteten avtar i längre tidsperspektiv har figuren delats i tre delar med olika aktivitetsskalor. (Nivån 100 procent på den översta delen svarar mot en aktivitet av  $3,35 \cdot 10^{17}$  becquerel.)

Stråldos är ett mått på farligheten hos den ackumulerade mängden joniserande strålning som en människa utsätts för. När strålning träffar människan påverkar de olika formerna av strålning kroppens organ på olika sätt. För att beakta detta använder man en enhet som tar hänsyn till hur kroppens organ påverkas av olika former av strålning. Stråldos mäts i enheten sievert (Sv) och oftast räknar man med tusendels sievert (millisievert, mSv). En annan enhet, gray, används för mängden instrålad energi, men den tar inte hänsyn till vilken biologisk effekt strålningen har.

Joniserande strålning ger framför allt skador genom att, direkt eller indirekt, bryta sönder DNA-molekyler, vilket på sikt kan ge cancer om strålningen skadar celler utan att de dör och de i stället fortsätter att växa. Emellertid repareras merparten av de skador som en cell utsätts för. Inom strålskyddet antas det inte finnas något tröskelvärde för cancerrisken. Det synsättet grundar sig på internationella strålskyddskommissionens (ICRP) riskmodell, som bygger på hypotesen om ett linjärt samband mellan stråldos och cancerrisk. Denna hypotes innebär att risken för cancer blir proportionellt större med stråldosen. Det har dock inte gått att se ett samband mellan låga stråldoser och cancer, då sådan cancer inte kan urskiljas från cancer som uppkommit av andra orsaker. För höga doser (över 100 mSv) har det dock kunnat visas att dödsrisken är proportionell mot stråldosen. Tiden fram till att man får symptom från strålningsinducerade cancerformer varierar och kan i vissa fall uppgå till mer än 50 år.

I Sverige får en "medelsvensk" årligen en stråldos på cirka 4 mSv. Strålningskällorna är främst radon i bostäder (50 procent), medicinska undersökningar och behandlingar (18 procent) samt naturlig bakgrundsstrålning från mark och kosmos (20 procent). Övriga strålkällor, från exempelvis industri och kärnkraft, utgör endast två procent. Som jämförelse kan nämnas att akut strålsjuka kan uppkomma vid exponering under kort tid vid en stråldos över 2 000 mSv. Kroppens blodbildande organ (röda benmärgen) skadas, vilket leder till försvagat immunförsvar och risk för svåra infektioner. Vid mycket hög stråldos, kring 10 000 mSv, förstörs även nerv- och hjärnceller, vilket oftast är dödligt /3-4/.

Det är Strålsäkerhetsmyndigheten som bestämmer vilka gränsvärden som ska gälla för stråldoser i olika sammanhang. För personal som arbetar i verksamhet med joniserande strålning får den effektiva dosen uppgå till högst 50 mSv per år, eller till sammanlagt högst 100 mSv under fem på varandra följande år. För allmänheten gäller att summan av dosbidraget från verksamheter med joniserande strålning inte får överskrida 1 mSv per år /3-5/.

Dosgräns för den effektiva dosen från kärnteknisk verksamhet till någon individ i den så kallade kritiska gruppen är 0,1 mSv per år från samtliga kärntekniska anläggningar inom samma geografiska område /3-6/.

## 3.5 KBS-3-metoden

Ansökningarna om tillstånd för inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen baseras på omhändertagande av det använda kärnbränslet enligt KBS-3-metoden. Utvecklingen av KBS-3-metoden har pågått sedan slutet av 1970-talet /3-7/. Villkorslagen tillkom 1977 och innebar att inga nya reaktorer fick tas i drift utan att kärnkraftsbolagen kunde visa att hanteringen av det högaktiva avfallet kunde ske på ett säkert sätt. För att uppfylla villkoren i lagen startades KBS-projektet (KärnbränsleSäkerhet) av de dåvarande kärnkraftföretagen. Projektet redovisade sitt arbete i tre huvudrapporter. I första rapporten, år 1977 och efterhand kallad KBS-1, behandlades hantering av förglasat avfall från upparbetning. I den så kallade KBS-2-rapporten år 1978 låg fokus på direktdeponering av använt kärnbränsle. Båda förslagen byggde på deponering i berggrunden och flerbarriärssystem.

Åren kring 1980 förändrades den svenska synen på upparbetning som huvudlinje för att ta hand om det använda kärnbränslet. I stället framstod direktdeponering som det rimligaste alternativet. I KBS-projektets tredje rapport år 1983 presenterades konceptet med inneslutning av det använda kärnbränslet i en kopparkapsel och deponering på cirka 500 meters djup i kristallint berg, vilket ligger till grund för den utformning metoden har i dag.

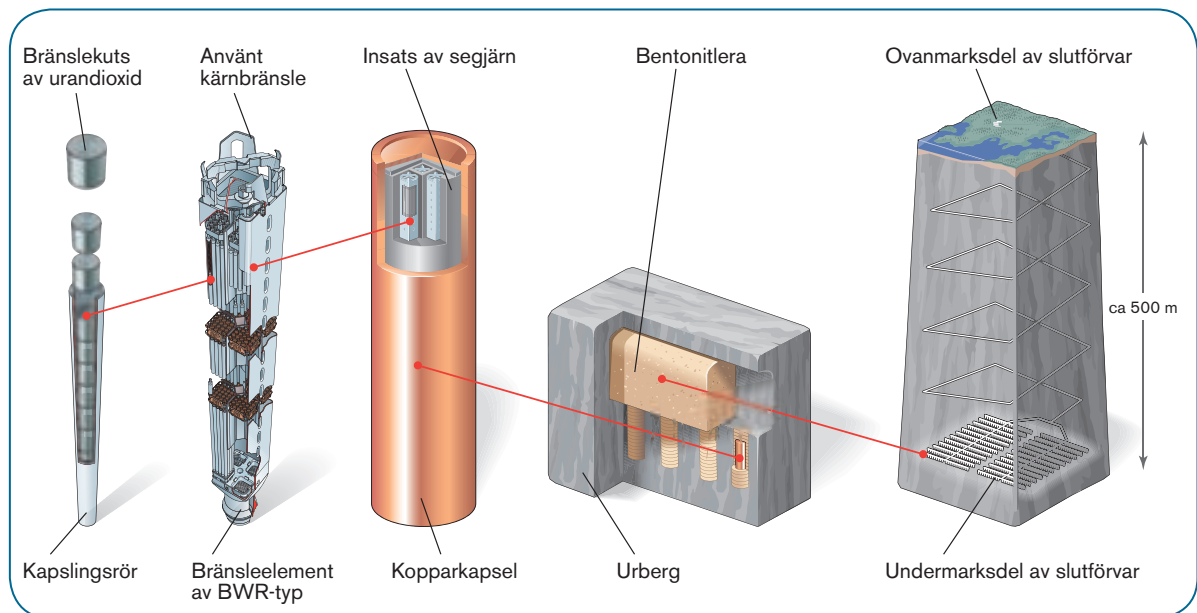
Metoden innebär att det använda bränslet kapslas in i kopparkapslar som sedan deponeras, omgivna av en buffert av bentonitlera, i deponeringshål i ett tunnelsystem på 400–700 meters djup i berggrunden, se figur 3-3. De tre barriärerna (kapseln, bufferten och berget) har till uppgift att isolera de radioaktiva ämnena i bränslet från omgivningen. Innan det använda kärnbränslet kapslas in och placeras i slutförvarsanläggningen kommer det att ha mellanlagrats i Clab, vilket gör att aktiviteten till stor del avklingat, se figur 3-2.

Kapseln levereras färdigtillverkad till inkapslingsanläggningen. Den utgörs av en cylindrisk behållare med ett hölje av koppar och en tryckbärande gjuten insats av segjärn. Insatsen är försedd med kanaler för placering av bränsleelement. Kapseln är cirka fem meter lång och har en diameter på cirka en meter. Kopparhöljets tjocklek är fem centimeter. När kapseln är fylld monteras ett lock av stål på insatsen. Därefter svetsas ett kopparlock på kapseln med friktionssvetsning /3-8/. En kopparkapsel som är fylld med två ton använt kärnbränsle väger, enligt planerat utförande, 25–27 ton. Förutom använt kärnbränsle är de huvudsakliga komponenterna 7,5 ton koppar och 14–15 ton järn /3-9/.

Slutförvarsanläggningens delar under mark består av ramp, schakt, centralområde och förvarsområde med deponeringstunnlar. I deponeringstunnlarna placeras kapslarna i vertikala hål omgivna av bentonitlera. Efter att kapslarna deponerats fylls tunnlarne igen. Övriga utrymmen kommer att fyllas igen när allt använt kärnbränsle har deponerats. När tunnlar och schakt fylls igen upp till markytan är förvaret förslutet.

Det finns ingen avsikt att återta kapslarna med kärnbränsle efter avslutad deponering. Slutförvaret är emellertid utformat så att det går att återta deponerade kapslar. Anledningar till återtag skulle kunna vara att framtida generationer av något skäl vill förändra, komplettera eller förbättra förvarets utformning eller funktion, eller komma åt det använda kärnbränslet för annan användning. Det kommer att krävas nya tillstånd för att genomföra de omfattande åtgärder som behövs för att återta kapslarna efter förslutning.

Anläggningarna Clab, Clink och slutförvarsanläggning beskrivs även närmare i avsnitten *Anläggningsutformning* respektive *Verksamhetsbeskrivning* i kapitel 8, 9 och 10.



Figur 3-3. KBS-3-metoden. Metoden innebär att det använda bränslet kapslas in i kopparkapslar som sedan placeras, omgivna av en buffert av bentonitlera, i deponeringshål i ett tunnelsystem på 400–700 meters djup i berggrunden.

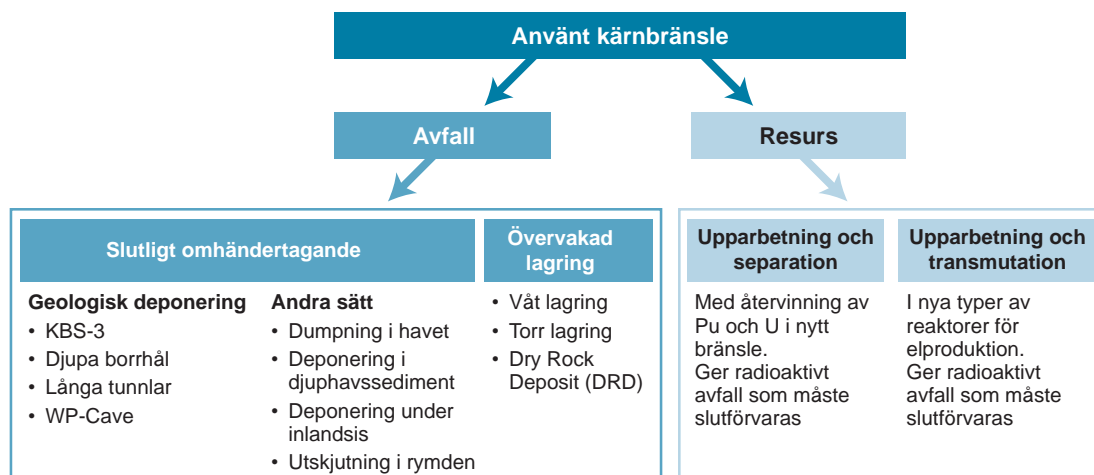
## 3.6 Andra metoder

Inom ramen för Fud-programmen har SKB även studerat andra metoder för att omhänderta det använda kärnbränslet. De krav och utgångspunkter för förvaring och hantering av använt kärnbränsle som anges i kapitel 2 är grundläggande vid val av metod. KBS-3-metoden har utformats med hänsyn till dessa övergripande krav och utgångspunkter. Ingen av de andra studerade metoderna uppfyller dessa i alla delar, eller så är de inte tillgängliga. De behandlas därför inte inom ramen för alternativredovisningen i MKB:n. Däremot redovisas information om andra metoder i /3-7/ som bifogas ansökningarna.

Efter mellanlagringen av det använda kärnbränslet finns det två tänkbara principer för omhändertagande. Den ena innebär att man betraktar det använda bränslet som en resurs för återvinning till nytt kärnbränsle. För att åstadkomma detta måste det använda kärnbränslet upparbetas. Upparbetning ger dock upphov till andra typer av radioaktivt avfall som måste tas om hand och slutförvaras. Den andra vägen är att från början betrakta det använda kärnbränslet som avfall, som måste omhändertas och slutförvaras på ett betryggande sätt.

Om ett slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet inte kommer till stånd återstår att fortsätta lagra det under övervakade former. Detta kan göras antingen i Clab, där bränslet finns i dag, eller med någon av de metoder för övervakad lagring som används i ett antal andra länder. En förlängd övervakad lagring är dock inget alternativ till slutligt omhändertagande.

Genomgångar av olika sätt att ta hand om använt kärnbränsle har presenterats vid ett flertal tillfällen, se figur 3-4. Deras för- och nackdelar har jämförts med KBS-3-metoden, som är SKB:s val av metod för slutförvaring /3-7/.



Figur 3-4. Metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle (Pu=plutonium, U=uran). De olika metoderna beskrivs närmare i efterföljande avsnitt.

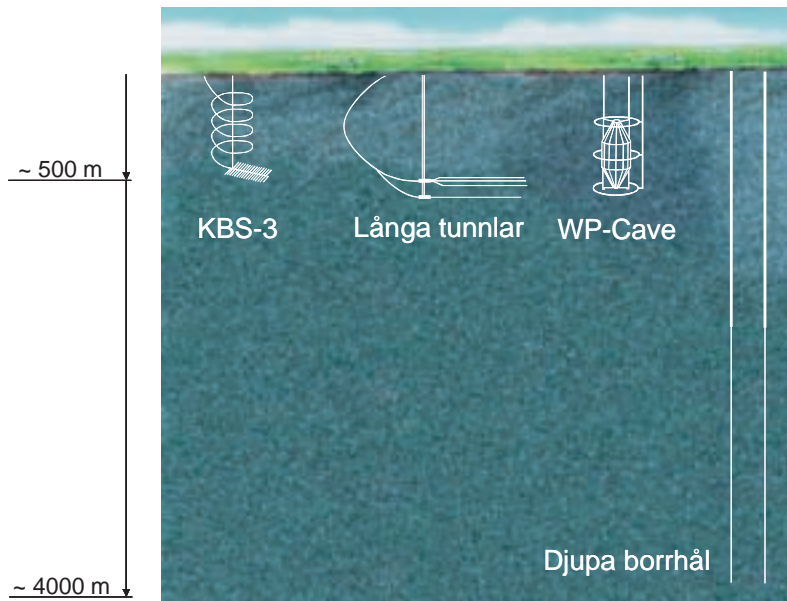
KBS-3-metoden utgjorde ett av underlagen för myndigheternas och regeringens tillstånd att ta reaktorerna Oskarshamn 3 och Forsmark 3 i drift i början av 1980-talet. Det vetenskapliga och tekniska underlaget för metoden har löpande utvecklats och redovisats till myndigheterna och regeringen vart tredje år i SKB:s Fud-program. Myndigheterna och regeringen har godkänt Fud-programmens inriktning mot geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden med fortsatt parallell utvärdering av andra metoder.

De avsnitt som följer ger en översikt över metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle. Översikten innehåller också de bedömningar som SKB har gjort. För mer detaljerade redovisningar hänvisas till de Fud-program som SKB har publicerat samt till /3-7, 3-10, 3-13/.

### 3.6.1 Geologisk deponering

Geologisk deponering, förvaring nere i berggrunden, bygger på utnyttjandet av en miljö som är stabil på mycket lång sikt. Internationellt råder det ett brett samförstånd om att geologisk deponering är den inriktning som bäst lämpar sig för att ta hand om långlivat radioaktivt avfall /3-7/. Olika geologiska miljöer har studerats i olika länder, alltefter de geologiska förutsättningarna. Utöver KBS-3-metoden har SKB studerat följande metoder för geologisk deponering, se figur 3-5:

- Djupa borrhål.
- Långa tunnlar.
- WP-Cave.



Figur 3-5. Metoder för geologisk deponering.

I tabell 3-1 görs en sammanfattande bedömning av de olika metoderna i förhållande till KBS-3-metoden.

Sedan början av 1990-talet har SKB även studerat möjligheterna för deponering av flera kapslar i horisontella hål, så kallade medellånga hål (KBS-3 MLH). Denna variant av KBS-3-metoden kallas numera KBS-3H (horisontell deponering) och beskrivs mer i avsnitt 5.1.3.2.

Tabell 3-1. Sammanfattande bedömning av andra metoder för geologisk deponering i relation till KBS-3.

	Krav/jämförelsegrund				
	Ej lägga bördor på kommande generationer	Miljökrav	Säkerhetskrav	Strålskydds krav	Safeguards
KBS-3	Klarar kravet. Ingen övervakning krävs.	Klarar kraven. Miljöpåverkan blir relativt liten och hushållningen med resurser är god.	Klarar kraven. Slutförvaret är säkert i 100 000 år.	Klarar kraven. Den joniserande strålningens påverkan på människa och miljö är liten.	Klarar kraven. Anläggningen bevakas under drift. Åtkomst efter förslutning förutsätter storskalig operation som är svår att dölja.
Djupa borrhål	-	+	-	-	+
Långa tunnlar	-	+	-	=	=
WP-Cave	-	-	-	-	=

= klarar kraven lika väl som KBS-3    + har fördelar jämfört med KBS-3    - har nackdelar jämfört med KBS-3

### 3.6.1.1 Djupa borrhål

SKB har gjort en jämförande studie mellan deponering i djupa borrhål och KBS-3-metoden i syfte att lyfta fram metodskiljande faktorer /3-10/. Ambitionen har varit att göra jämförelsen rättvisande, trots att det föreligger stora skillnader i utvecklingsnivå och kvalitet på dataunderlaget mellan de två metoderna.

Både deponering i djupa borrhål och slutförvaring enligt KBS-3-metoden bygger på den grundläggande principen att eventuellt lösgjorda radioaktiva ämnen har avklingat till ofarliga nivåer innan de når markytan. Den huvudsakliga säkerhetsfunktionen för deponering i djupa borrhål och enligt KBS-3-metoden skiljer sig dock åt. De säkerhetsanalyser som har gjorts av KBS-3-metoden visar att inneslutningen av bränslet i den täta kopparkapseln är den väsentligaste säkerhetsfunktionen på lång sikt. För djupa borrhål antas i stället långsamma grundvattenrörelser vara den viktigaste säkerhetsfunktionen.

Ett förvar enligt konceptet deponering i djupa borrhål består av borrhål som är cirka 4 000 meter djupa. Kapslar med använt kärnbränsle deponeras på 2 000 till 4 000 meters djup i borrhålen /3-11/. Konceptet bygger på antagandet att grundvattenförhållandena är stagnanta på stora djup. Anledningen till de stagnanta förhållandena är att grundvattnet har hög salthalt (och därmed hög densitet) och därför ogärna blandar sig med det lättare sötvattnet som ligger ovanför. De eventuella grundvattenrörelser som sker på stort djup tros inte ha någon kontakt med markytan. Därmed skulle inte heller några radioaktiva ämnen från det använda kärnbränslet kunna föras upp till ytan med grundvattnets hjälp. Kunskapen om förhållandena på flera kilometers djup i kristallint berg kommer från en handfull spridda borrhål, varav två i Sverige.

Den utformning som presenterats i /3-11/ innebär att det rymmer omkring 300 kapslar i ett deponeringshål. Dessa kapslar är mindre än KBS-3-kapslarna och rymmer endast en tredjedel så mycket använt kärnbränsle. Det innebär att det krävs cirka 18 000 kapslar för att kapsla in mängden använt kärnbränsle som uppstår i referensscenariot (50 års drift av reaktorerna i Forsmark och Ringhals samt 60 års drift för Oskarshamn). Kapslarna omges av en buffert bestående av en blandning av bentonit och bentonitlurry. De övre två kilometerna av hålet, förslutningszonen, fylls sedan med en kombination av bentonit, asfalt och betong. Borrhålets diameter är 0,8 meter i deponeringszonen och drygt en meter i förslutningszonen. Detta förslag till utformning har det internationellt refererats till som det mest genomarbetade konceptet för slutförvaring i djupa borrhål /3-12/.

Vid varje deponeringshål behövs utrustning för borrhållning och iordningställande av hålet, för hantering av borrhållsvätska, för mellanlagring och strålskärning av kapslar, för nedföring av kapslar i hålet samt för förslutning. Den yta som krävs för denna hantering har uppskattats till cirka 0,01 kvadratkilometer per hål. Det är osäkert hur nära varandra hålen kan ligga. I tidigare studier har ett avstånd på 500 meter antagits vara tillräckligt med hänsyn tagen till värmeutvecklingen i det deponerade använda kärnbränslet och att borrhålen avviker i vertikalled. Med detta avstånd skulle ett slutförvar som rymmer allt använt kärnbränsle från referensscenariot – 60 hål – kräva en sammanlagd yta av cirka 15 kvadratkilometer.

Det finns inte någon praktisk kunskap om hur man kan få ned kapslar och buffert i rätt läge i så djupa borrhål och vilka egenskaper dessa kan förväntas få efter deponeringen. Vid deponeringen utsätts kapslarna för stora påfrestningar och det är inte möjligt att kontrollera vare sig buffertens integritet eller kapselns täthet efter genomförd deponering. En deponerad kapsel utsätts för aggressiva kemiska förhållanden (hög temperatur och hög salthalt) och höga bergspänningar som råder på så stora djup. Detta sammantaget innebär att man varken kan tillgodoräkna sig buffert eller kapsel som barriär vid deponering i djupa borrhål. Berget är därmed den enda barriär som man med säkerhet kan tillgodoräkna sig på lång sikt.

Vid deponering i djupa borrhål kan man inte utesluta missöden med konsekvenser som inte kan återställas eller repareras. Exempelvis kan en kapsel fastna i hålet och skadas innan den har nått deponeringsdjup. Detta kan medföra att en otät kapsel sitter fast i ett läge med strömmande grundvatten utan att vara omgiven av skyddande buffert.

De säkerhetsanalyser som genomförts av KBS-3-metoden har visat att slutförvaret, med kopparkapslarna omgivna av en bentonitbuffert, är motståndskraftigt mot de påfrestningar som kan uppstå vid framtida jordbävningar och nedisningar. I ett slutförvar enligt konceptet deponering i djupa borrhål kan ingen eller mycket liten skyddseffekt från kapsel och buffert tillgodoräknas vid sådana yttre påfrestningar.

Sammanfattningsvis gör den okontrollerade deponeringen och ogynnsamma miljön att säkerheten i allt väsentligt kommer att grundas på berget, det stora djupet och antagandet om stillastående grundvatten, även under kommande istider. Även om berget är en god barriär kan det bli svårt att visa att det ensamt kan uppfylla säkerhetskraven. Det finns betydande osäkerheter om vilka konsekvenser det kan bli för säkerheten i ett slutförvar enligt konceptet deponering i djupa borrhål vid en framtida nedisning eller jordbävning.

För att gå vidare med konceptet krävs omfattande arbete för att utveckla teknik för borrhåll, deponering och förslutning. Den begränsade kunskapen om förhållandena så djupt ner i berggrunden gör också att utvärdering av systemets säkerhet är förknippat med mycket stora svårigheter. SKB gjorde år 2000 bedömningen att det skulle ta cirka 30 år, och kosta minst fyra miljarder kronor i dåtidens penningvärde, att nå en kunskapsnivå som gör det möjligt att göra en säkerhetsanalys av samma kvalitet som för KBS-3-metoden. Även om dessa resurser skulle satsas för att utveckla metoden är det högst osäkert om djupa borrhål skulle kunna visas vara ett bättre alternativ än KBS-3. En betydande svårighet ligger i att visa att de för den långsiktiga säkerheten antagna fördelaktiga förhållandena på stora djup faktiskt finns över tillräckligt stora områden och kommer att upprätthållas under tillräckligt lång tid. SKB kommer dock att fortsätta följa utvecklingen inom ämnesområdet deponering i djupa borrhål.

### 3.6.1.2 Långa tunnlar och WP-Cave

Ett förvar i långa tunnlar innebär att kapslar med använt kärnbränsle placeras horisontellt i cirka fem kilometer långa tunnlar på cirka 500 meters djup. Kapslarna omges av en buffert av bentonitlera. Från ytan leder en ramp ned till förvarsnivå. Där placeras ett bergtrum med omlastningscentral för hantering av bergmassor och kapslar. Ett sådant förvar är i de flesta avseenden likvärdigt med ett KBS-3-förvar, men bedöms ha sämre förutsättningar att uppfylla säkerhetskraven i uppförandeskedet och driftskedet /3-13/.

WP-Cave-metoden bygger på att inkapslat använt kärnbränsle deponeras tätt i en begränsad bergvolym som i sin helhet omges av en buffert. Utanför bufferten arrangeras en så kallad hydraulisk bur, vilket innebär att en stor mängd lodräta hål borraras för att jämna ut de skillnader i hydrostatiskt tryck som finns. Därmed minskar strömningen av grundvatten genom den del av förvaret där bränslet finns. I samband med att konceptet togs fram föreslogs att buffertens övre del skulle vara placerad på cirka 200 meters djup. Dock kan ett större förvarsdjup vara möjligt. Med hänsyn till att bränslet placeras så tätt kommer temperaturen att vara hög. I en inledande fas på 100 år kommer det att behövas kylning. Därefter kan tunnlar och schakt fyllas igen. Den primära funktionen i ett WP-Cave förvar är samma som för ett KBS-3-förvar, att isolera det använda kärnbränslet. I andra hand, om isoleringen av någon anledning till någon del skulle gå förlorad, ska förvaret fördröja utsläppet av radionuklider. Säkerheten bygger främst på de tekniska delarna och metoden är förknippad med svårigheter att visa att den långsiktiga säkerheten uppfylls.

SKB har inte för avsikt att ytterligare studera vare sig långa tunnlar eller WP-Cave.

### 3.6.2 Upparbetning, separation och transmutation

Syftet med upparbetning, separation och transmutation är att utnyttja uranråvaran effektivt och att omvandla långlivade radioaktiva ämnen i använt kärnbränsle till mer kortlivade eller stabila ämnen. Att tillämpa transmutation enbart för att minska mängden högaktivt, långlivat avfall är inte effektivt, varken ekonomiskt eller resursmässigt. Det finns flera tänkbara system för upparbetning och transmutation. Nedan beskrivs de två huvudalternativen upparbetning med återföring av uran och plutonium samt separation och transmutation. Upparbetning med återföring av uran och plutonium tillämpas i några länder redan i dag. Separation och transmutation är föremål för forskning som förväntas pågå i decennier innan det kan bli möjligt att bygga kommersiella anläggningar. Informationen i avsnitt 3.6.2 är hämtad ur /3-7/.



### 3.6.2.1 Upparbetning med återföring av uran och plutonium

Återanvändning av det använda kärnbränslets innehåll av klyvbara ämnen (uran och plutonium) kräver upparbetning. Vid upparbetning separeras uran och plutonium på kemisk väg från övriga aktinider och från klyvningsprodukterna i det använda bränslet. Av utvunnet plutonium tillverkas Mox-bränsle som kan användas i lättvattenreaktorer, till exempel av de typer som finns i Sverige i dag, eller i snabba reaktorer. Upparbetat uran kan antingen blandas med plutonium vid Mox-bränsletillverkning eller anrikas för tillverkning av nytt uranbränsle. Sedan uran och plutonium separerats återstår övriga aktinider, klyvningsprodukter och vissa aktiveringsprodukter. Dessa ämnen bildar ett vätskeformigt, högaktivt och långlivat avfall som förglasas för att det ska få en hanterlig och stabil form som är lämplig för slutförvaring. Efter separationen återstår resterna av bränslestavarnas metallkapsling. Detta är ett fast avfall som innehåller små mängder långlivade ämnen. För att bearbeta de olika avfallstyperna till en form som är lämplig för slutförvaring krävs anläggningar för detta. Vidare krävs lager och slutförvar för de olika avfallstyperna. Anläggningar för upparbetning av använt kärnbränsle från lättvattenreaktorer finns i Frankrike, Storbritannien, Ryssland och Japan. Även USA, Kina och Indien har anläggningar för upparbetning av kärnbränsle. I vissa anläggningar upparbetas bränsle både från det egna landet och från länder som har valt att upparbeta sitt använda kärnbränsle utan att ha egna anläggningar.

Resultatet av upparbetning med återföring av uran och plutonium är alltså att det ursprungliga använda kärnbränslet har omvandlats till högaktivt förglasat avfall, använt Mox-bränsle och en del annat radioaktivt avfall. Fördelat på den energi som produceras innebär återvinning av uran och plutonium att den totala mängd aktinider som ska slutförvaras minskar, liksom den totala mängd plutonium som ska tas om hand som avfall. I princip krävs dock ett likartat system för att ta hand om det använda Mox-bränslet och det högaktiva förglasade avfallet som vid direkt deponering av använt kärnbränsle.

Mox-bränsle användes på försök första gången år 1963. Kommersiellt har det använts sedan 1980-talet. I dag används Mox-bränsle i mer än 30 reaktorer i Europa. I Sverige har Oskarshamn kärnkraftverk fått tillstånd från regeringen att använda bränslet i reaktorerna 2 och 3.

### 3.6.2.2 Separation och transmutation

Transmutation av ett grundämne innebär att det genom en kärnreaktion, till exempel kärnklyvning eller radioaktivt sönderfall, övergår till ett annat grundämne. Kärnklyvning i dagens lättvattenreaktorer är en form av transmutation. I allmänhet avses dock med transmutation omvandling av långlivade ämnen, andra än uran och plutonium, till stabila eller mindre långlivade ämnen.

Det man främst vill uppnå med transmutation är att minska mängden av de så kallade transuranerna, det vill säga ämnen tyngre än uran. Dessa bildas i kärnreaktorer genom att en eller flera neutroner infångas av uranatomer, som sedan via radioaktiva sönderfall omvandlas till neptunium, plutonium, americium eller curium. Några enstaka långlivade klyvningsprodukter (bland andra teknetium-99 och jod-129) kan också vara av intresse för transmutation. De långlivade radionukliderna kan omvandlas till mer kortlivade eller stabila nuklider genom kärnfysikaliska processer. Flera sådana processer är möjliga, men den enda process som hittills använts för transmutation i större skala är bestrålning med neutroner. Neutroner kan klyva kärnor i transuranatomer så att dessa omvandlas till andra nuklider. Transmutation i stor skala av transuraner från använt kärnbränsle måste ske i en anläggning som liknar en kärnreaktor och eftersom kärnklyvningsprocessen frigör stora energimängder kommer anläggningen att likna en kraftreaktor. Vilken typ av avfall som uppkommer och i vilka mängder bestäms av separationsprocesserna, transmutationen och antalet återcyklningar. Innehållet av långlivade radioaktiva ämnen minskar radikalt, men det kommer alltid att kvarstå en viss mängd högaktivt, långlivat avfall som ställer likartade krav på omhändertagande som vid direktdeponering av använt kärnbränsle. Tillämpning av separation och transmutation för att effektivt minska mängden långlivade ämnen som behöver slutförvaras innebär att kärntekniska anläggningar måste finnas i drift under mycket lång tid – över 100 år.

En förutsättning för transmutation genom neutronbestralning är att de nuklider som ska transmuteras har separerats från andra nuklider i det använda bränslet. I synnerhet måste man avlägsna kvarvarande uran för att undvika att det bildas mer plutonium och andra transuraner. Separation av de olika ämnena kan åtminstone i princip åstadkommas med mekaniska och kemiska processer. I befintliga uppberedningsanläggningar kan man separera uran och plutonium från varandra och från övriga ämnen i använt kärnbränsle. Pågående forskning om separation har som mål att finna och utveckla processer som är lämpliga för separation av tyngre transuraner och eventuellt även vissa klyvningsprodukter i industriell skala. Målet för pågående forskning om transmutation är att definiera, undersöka och utveckla anläggningar som är lämpliga för transmutation av de nämnda långlivade radionukliderna i industriell skala.

En nödvändig förutsättning för de processer och anläggningar som kan bli resultat av denna forskning och utveckling är att de accepteras av samhället. De måste därför möta mycket höga krav på säkerhet, strålskydd och miljöskydd. De måste vara ekonomiskt försvarbara och ge god säkerhet mot spridning av klyvbart material. För att ekonomin ska bli rimlig bör de stora energimängder som frigörs i transmutationsprocessen utnyttjas, till exempel för elproduktion.

SKB:s bedömning är att separation och transmutation inte är ett realistiskt alternativ för att ta hand om använt kärnbränsle från dagens svenska reaktorer. Däremot är det rimligt att Sverige deltar i den internationella utvecklingen och upprätthåller kompetens inom landet, åtminstone så länge som en väsentlig del av landets elproduktion baseras på kärnenergi. Kompetens som utvecklas vid forskning på separation och transmutation är värdefull, inte enbart för att bedöma utveckling och potential inom detta område utan också för utveckling av säkerhet och bränsleförsörjning vid existerande reaktorer. SKB avser därför att även fortsättningsvis följa och stödja forskningen inom området.

### 3.6.3 Övervakad lagring

Övervakad lagring sker i såväl våta som torra lager. Våt lagring innebär att bränslet förvaras i bassänger där vattnet ger strålskydd och kylning. Vid torr lagring förvaras bränslet i speciella luftkylda behållare. Både våt och torr lagring kräver övervakning och underhåll för att uppfylla säkerhetskraven.

Erfarenheter finns av både våt och torr mellanlagring under en begränsad tid, upp till ett femtiotal år, i många länder. Clab utgör ett exempel på övervakad våt mellanlagring av använt kärnbränsle, se figur 3-6.

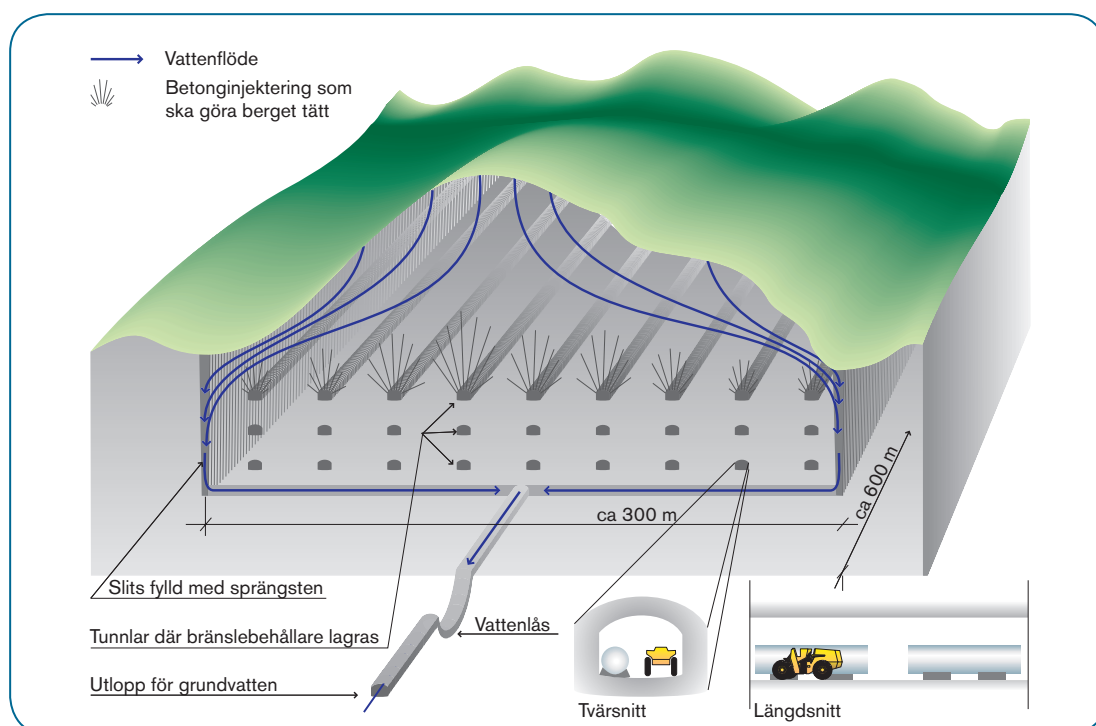


Figur 3-6. Övervakad våt mellanlagring av använt kärnbränsle i Clab.

Miljö-, säkerhets- och strålskydds krav kan uppfyllas så länge mänsklig övervakning och kontroll upprätthålls. Då kan såväl torr som våt lagring troligen pågå i minst hundra år utan att säkerheten äventyras. I ett längre tidsperspektiv blir osäkerheterna större.

Övervakad lagring tillgodoser inte kraven som ställs på slutförvaring, utan medför bara en senareläggning av en slutlig lösning.

En variant av torr lagring, DRD (Dry Rock Deposit), är avsedd för lagring under mycket lång tid, upp till flera tusen år, se figur 3-7. I DRD-konceptet placeras behållare med bränsle i ett självdränerande berggrum, som byggs i en bergformation som skjuter upp över omgivande dalsänkor. Efter deponering stängs berggrummet. Inga insatser krävs för läns pumpning eller kylning /3-13/. Tanken är att minimera behovet av underhåll och övervakning, så att lagringen kan ske under lång tid. Någon form av övervakning behövs trots allt, till exempel för att motverka olovlig befattning med det använda bränslet. Vidare är det sannolikt att det med jämna mellanrum skulle behövas underhåll av behållare, bergförstärkningar och dylikt. SKB:s bedömning är att DRD-konceptet inte fyller kraven på ett slutförvar eftersom övervakning och underhåll kommer att krävas.



Figur 3-7. Principskiss över DRD (Dry Rock Deposit), en variant av torr övervakad lagring.

### 3.6.4 Övriga metoder

Andra metoder som SKB har studerat och avfärdat är utskjutning i rymden, havsdumping, deponering i djuphavssediment samt dumpning under inlandsisar.

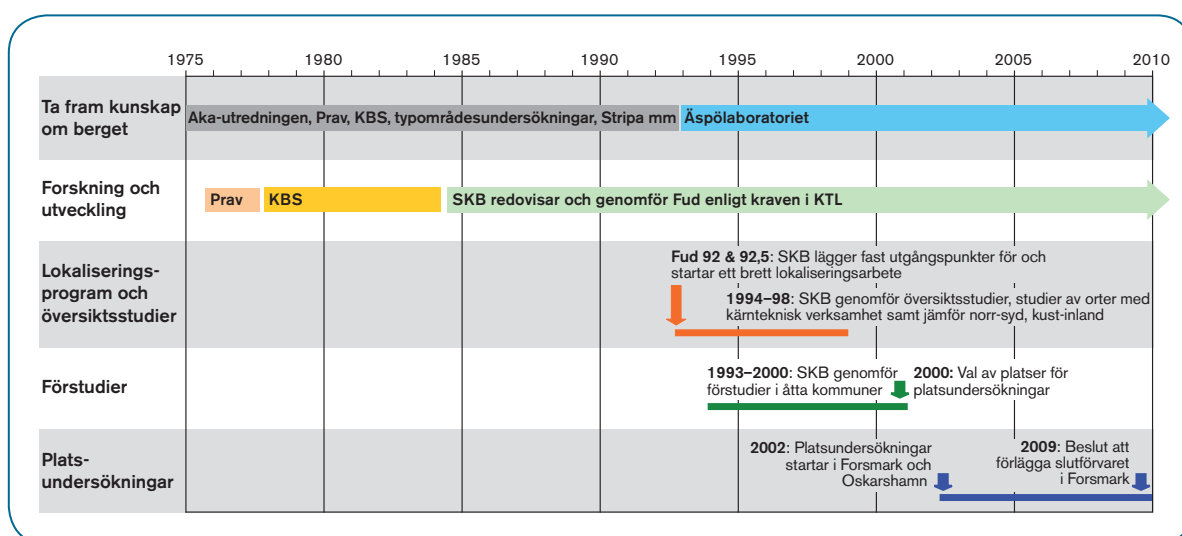
Utskjutning i rymden studerades i USA i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet som en metod för att bli kvitt det använda kärnbränslet för all framtid. Säkerheten bygger på att bränslet kan skjutas ut till en plats i universum och aldrig mer komma i kontakt med människan och miljön på jorden. Energibehoven och kostnaderna för att åstadkomma detta är närmast oöverblickbara. Säkerheten vid uppskjutningen är inte heller fastställd.

Säkerhetsanalyser visar att deponering i djuphavssediment skulle kunna vara ett säkert alternativ, men internationella överenskommelser innebär att varken världshaven eller havsbotten får utnyttjas för att deponera avfall.

Att deponera under en inlandsis på exempelvis Antarktis strider mot det så kallade Antarktiskfördraget. Dessutom är nuvarande kunskap om inlandsisar eller framtida klimat förändringar inte tillräckligt stor för att kunna avgöra om detta är ett säkert alternativ.

## 3.7 Lokaliseringsarbetet

Arbetet med att komma fram till en lämplig metod och plats för slutförvaring av det använda kärnbränslet har pågått i mer än 30 år, se figur 3-8. Utvecklingsinsatser och undersökningar som gjordes från starten under 1970-talet och fram till början av 1990-talet genererade en kunskapsbas som fick stor betydelse för upplägget och genomförandet av det lokaliseringsförfarande som sedan initierades i och med att SKB presenterade Fud-program 92 /3-14/. Det omfattande arbete som därefter genomförts för att finna en lämplig lokalisering av en anläggning för slutförvaring av det använda kärnbränslet har förutom SKB engagerat även kommuner, myndigheter och andra statliga instanser, forskarsamhället, miljörörelsen och regeringen /3-15/. De avsnitt som följer ger en översikt över lokaliseringsförfarandet, fram till slutförandet av platsundersökningarna. Det avslutande steget, med valet mellan de två alternativen Forsmark och Laxemar, redovisas i avsnitt 5.2.3.1. Informationen i avsnitt 3.7 och 3.8 är hämtad ur /3-16/.



Figur 3-8. Huvudsleden och passerade milstolpar i arbetet att finna en lämplig plats för slutförvaring av använt kärnbränsle.

### 3.7.1 Perioden 1973-1985

Den första samlade insatsen gjordes av Aka-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall) som regeringen tillsatte vid årsskiftet 1972-73 och som redovisade sitt slutbetänkande år 1976.

Utredningen rekommenderade en slutlig förvaring av radioaktivt avfall i urberg. En av huvuduppgifterna i inledningsskedet blev därför att skaffa sig god kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att kravet på säker slutförvaring skulle kunna uppnås. De studier som Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) gjorde på utredningens uppdrag visade att Sverige har gynnsamma geologiska förutsättningar för sådan förvaring.

Geologiska studier genomfördes sedan under en lång period över hela landet och i olika geologiska miljöer. Valet av områden för undersökningar baserades i första hand på följande kriterier:

- Flack berggrundstopografi.
- Låg sprickfrekvens i hälltytor.
- Glest mellan större sprickzoner.
- Enhetlig sammansättning och struktur på bergmassan.
- Områden med låg seismisk aktivitet.
- Dokumenterat låg vattenföring i bergmassan.

Prav (Programrådet för radioaktivt avfall), som regeringen tillsatte 1975, fortsatte och utvidgade de geologiska studier som Aka-utredningen påbörjade, närmast med avsikt att identifiera områden med berggrund som kunde vara lämplig för slutförvaring av förglasat avfall från uppberedning av använt kärnbränsle.

Riksdagens beslut år 1977 om villkorslagen blev en viktig utgångspunkt för det fortsatta arbetet. Villkorslagen krävde att reaktorinnehavarna redovisade hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet (efter uppberedning) eller det använda kärnbränslet (utan uppberedning) kunde ske, för att de skulle få regeringens tillstånd att starta de reaktorer som höll på att färdigställas eller var under planering. Kärnkraftföretagen initierade då KBS-projektet (KärnbränsleSäkerhet) som senare kom att införlivas i SKB:s verksamhet och som hade till uppgift att uppfylla villkorslagens krav. Inom KBS-projektet utfördes ett intensivt arbete med provborrningar och forskningsinsatser.

I en första fas gjordes provborrningar och undersökningar på tre platser: Sternö (Karlshamns kommun), Kråkemåla (Oskarshamns kommun) samt Finnsjön (Tierps kommun). Resultaten från dessa undersökningar ingick i den redovisning till regeringen som låg till grund för tillstånd att starta reaktorerna Ringhals 3 och Forsmark 1 samt Ringhals 4 och Forsmark 2. Senare tillkom liknande undersökningar på ytterligare fyra platser: Fjällveden, Gideå, Kamlunga och Svartboberget. KBS-projektet avslutades i och med att KBS-3-metoden redovisades och regeringen gav tillstånd att starta reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

De platser som under KBS-projektet var föremål för mera omfattande undersökningar kom att benämnas typområden, se figur 3-9. Ytterligare ett typområde – Klipperås – tillkom efter avslutningen av KBS-projektet. Typområdesundersökningarna avslutades år 1985 och därefter inledde SKB undersökningar för berglaboratoriet på Äspö i Oskarshamns kommun.

En huvudslutsats från typområdesundersökningarna och andra studier av berggrunden var att lämpliga, respektive mindre lämpliga, områden inte kan hänföras till någon speciell landsdel eller någon speciell geologisk miljö inom urbergsområdet. Det är i stället lokala förhållanden som har störst betydelse. En annan lärdom var att lokaliseringsarbetet måste bygga på en acceptans och ett förtroende från dem som berörs lokalt. På flera håll väckte undersökningarna lokal opinion och protester, och i några fall fick arbetet avbrytas. Att driva lokaliseringsförfarandet vidare i ett sådant lokalt samhällsklimat såg inte SKB som någon framkomlig väg. Dessa slutsatser blev centrala utgångspunkter för det program för lokalisering av slutförvaret som togs fram i början av 1990-talet.



Figur 3-9. Platser i landet där SKB med flera utfört undersökningar för att få kunskap om den svenska berggrunden.

### 3.7.2 Perioden 1985–2000

En viktig milstolpe för arbetet med hantering och slutförvaring av kärnavfallet var när kärntekniklagen trädde i kraft år 1984. Enligt den ska innehavare av reaktorer vart tredje år upprätta ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som krävs för en säker

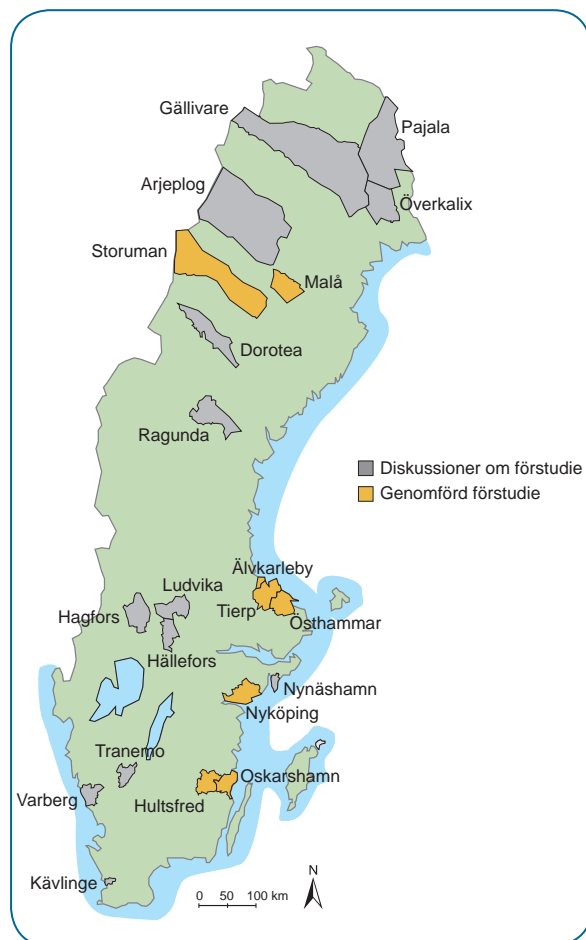
hantering och slutförvaring av kärnavfall. Denna uppgift lade reaktorinnehavarna på SKB. Det första programmet lämnades år 1986 till berörd myndighet för granskning och utvärdering.

Det egentliga arbetet med att hitta en lämplig plats för slutförvaret inleddes när SKB hösten 1991 formerade ett lokaliseringsprojekt. SKB redovisade sina planer för ett brett upplagt lokaliseringsarbete i Fud-program 92. Baserat på kunskapen att det finns en betydande frihet att finna förvarsområden med lämpliga geologiska förhållanden menade SKB att det var rimligt och realistiskt att vända sig till kommuner som både kunde bedömas ha lämpliga förutsättningar och som själva önskade medverka, eller på annat sätt visade ett intresse, för att närmare utreda potentialen för en lokalisering.

Fud-program 92 kompletterades efter krav från regeringen, varefter regeringen i ett beslut 1995-05-18 angav att ”de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”. Av regeringsbeslutet framgick att ansökningarna om tillstånd att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på fem till tio platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser.

Under perioden 1992–2000 förde SKB mer eller mindre långtgående diskussioner om förstudier med ett tjugotal kommuner i olika delar av landet, se figur 3-10. I åtta fall, Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred, ledde detta till att en förstudie genomfördes. I övriga fall avslutades diskussionen, antingen därför att SKB fann att en förstudie inte var motiverad, eller för att den aktuella kommunen valde att avstå.

Syftet med förstudierna var att bedöma om det fanns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett slutförvar i den aktuella kommunen, samtidigt som kommunen och dess invånare gavs möjlighet att utan förpliktelser bilda sig en uppfattning om slutförvarsprojektet och en eventuell fortsatt medverkan. En huvuduppgift var att identifiera områden med berggrund som kunde vara lämpliga för ett slutförvar. Geologiska studier utgjorde därför en huvudkomponent. Studierna baserades på befintligt underlag, men några borrhningar gjordes inte. Även tekniska, miljömässiga och samhälleliga förutsättningar utreddes. Inom ramen för förstudierna hade SKB också en omfattande, aktiv dialog med såväl allmänhet som kommun och länsstyrelse.



Figur 3-10. Kommuner där SKB genomfört eller fört diskussioner om en förstudie.

Förstudierna genomfördes enligt det program och med de lokaliseringsfaktorer som redovisades i SKB:s komplettering till Fud-program 92, vilket innebar att framför allt följande frågor behandlades:

- Vilka är de allmänna förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar till kommunen?
- Var kan det finnas lämpliga platser för ett slutförvar med hänsyn till geovetenskapliga och samhälleliga förhållanden?

- Hur kan transporter ordnas?
- Vilka är de viktiga miljö- och säkerhetsfrågorna?
- Vilka konsekvenserna, positiva och negativa, bli för miljö, ekonomi, turism och annat näringsliv inom kommunen och regionen?

Förstudierna utmynnade i redovisningar som innefattade svar på dessa frågor och värderingar av eventuella lokaliseringalternativ som identifierats.

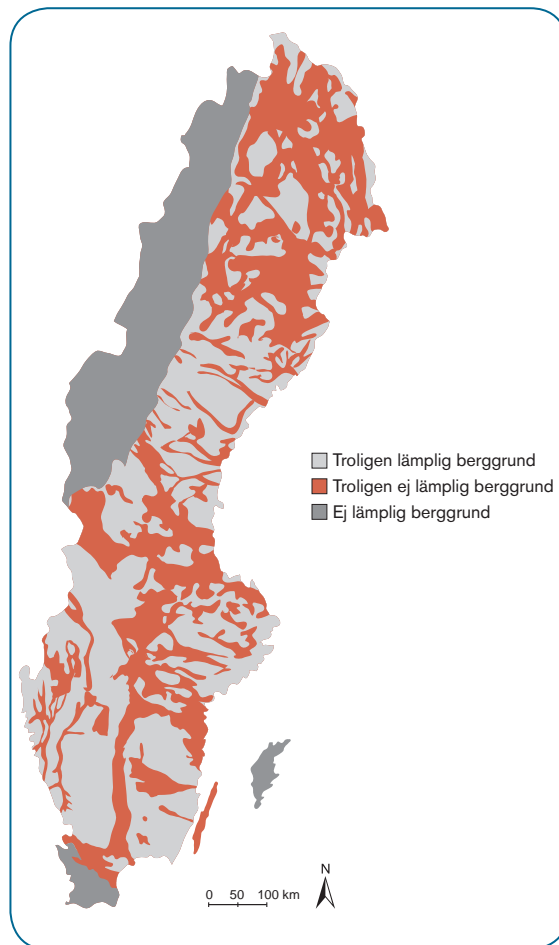
De första förstudierna gjordes i Storumans och Malå kommun, efter att dessa visat intresse och SKB:s preliminära bedömningar pekade på potentiellt gynnsamma förhållanden. Förstudierna bekräftade dessa bedömningar, men lokala folkomröstningar ledde i båda fallen till att fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen avvisades. I enlighet med utgångspunkterna för lokaliseringsarbetet uteslöt SKB därmed fortsatta studier i dessa kommuner.

Parallellt med de första förstudierna studerade SKB översiktligt förutsättningarna för att lokalisera slutförvaret till någon av de kommuner i landet som har kärntekniska anläggningar, det vill säga Oskarshamn, Nyköping, Östhammar, Varberg och Kävlinge. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och tydde på goda lokaliseringsmöjligheter. SKB föreslog och genomförde förstudier i dessa kommuner. SKB förordade också en förstudie av Varbergs kommun, men kommunen avböjde. För Kävlinge kommun blev SKB:s bedömning att en förstudie inte var motiverad med hänsyn till bland annat de geologiska förutsättningarna.

Ytterligare tre förstudier genomfördes, i Tierps, Älvkarleby och Hultsfreds kommuner. Motiven var, liksom för de tidigare, att SKB:s preliminära bedömningar pekade på potentiellt gynnsamma förutsättningar, i kombination med ett intresse från kommunerna.

Vid sidan av förstudierna, och efter regeringens beslut med anledning av Fud-program 95, gjordes även andra lokaliseringstudier för att på olika sätt komplettera underlaget. I slutet av 1990-talet presenterade SKB länsvisa översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland). Studierna fokuserade på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden, men omfattade även översiktliga kartläggningar av miljöfaktorer, befintlig industri och transportförutsättningar. Huvudslutsatsen var att det i samtliga studerade län finns berggrund som kunde motivera vidare studier rörande lokaliseringen av slutförvaret, se figur 3-11. Samtidigt identifierades stora områden som troligen är olämpliga.

SKB utredde också för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till norra respektive södra Sverige, samt förläggning vid kusten respektive i inlandet. Studierna gjordes på begäran av regeringen. Den viktigaste slutsatsen var att det, utifrån generella jämförelser och överväganden i översiktlig skala, inte går att prioritera vare sig den norra eller den södra delen av landet. Bedömningar av lämpligheten för en lokalisering måste i stället grundas på studier av lokala förhållanden. Samma slutsats gäller för jämförande värderingar av lokaliseringsförutsättningar i kustområdet respektive i inlandet.



Figur 3-11. En av slutsatserna från översiktsstudierna var att det finns goda förutsättningar för lokalisering av ett slutförvar på många platser i svenskt urberg.

### 3.7.3 Val av områden för platsundersökningar

Med resultaten från förstudierna och andra studier som grund bedömde SKB år 2000 att underlaget fanns för att gå vidare till nästa fas av lokaliseringsarbetet, med platsundersökningar för prioriterade lokaliseringalternativ. SKB redovisade platsval och program för platsundersökningsskedet i den komplettering till Fud-program 1998 som presenterades hösten 2000 – den så kallade Fud K-rapporten.

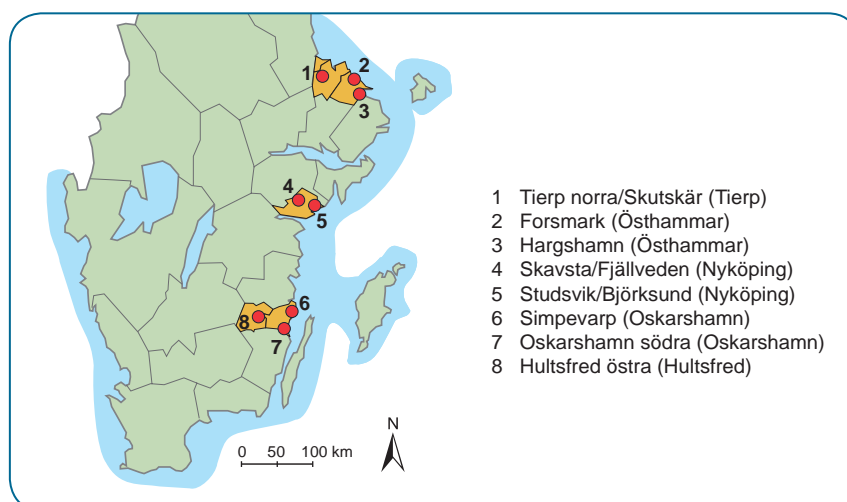
Storuman och Malå hade efter slutförda förstudier tackat nej till fortsatt medverkan i lokaliseringsarbetet, med hänvisning till utfallet av kommunala folkomröstningar.

Slutsatsen från de övriga sex förstudierna var att det i alla kommuner utom Älvkarleby finns områden där berggrunden bedömdes som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Översiktliga lösningar på hur anläggnings- och transportfrågor kunde lösas hade tagits fram för ett antal alternativ.

För att komma fram till vilka lokaliseringalternativ som kunde ingå i ett underlag för valet av platser för platsundersökningar värderades dessa resultat med avseende på:

- Berggrunden. Berggrundens egenskaper avgör förutsättningarna för långsiktig säkerhet och de tekniska förutsättningarna för att bygga och driva slutförvarets underjordsdelar. Säkerhetskraven och de krav dessa i sin tur ger på berget skiljer slutförvaret från andra berganläggningar.
- Industrietableringen. Slutförvarsprojektet måste kunna genomföras som industriprojekt betraktat. Det ställer krav på att bygge och drift ska kunna fungera väl rent tekniskt, att resurser finns tillgängliga och att alla krav på skydd och varsamhet mot människa och miljö kan uppfyllas. I dessa avseenden skiljer sig inte slutförvaret på något väsentligt sätt från annan industriverksamhet.
- Samhällsfrågan. För att slutförvarsprojektet ska bli genomfört krävs ett politiskt och opinionsmässigt stöd för detta. SKB måste bedöma det som sannolikt att den berörda kommunen samt miljödomstolen och regeringen kommer att acceptera lokaliseringen. I praktiken innebär det att det krävs ett brett förtroende i samhället för SKB och för kärnavfallsprogrammet.

Genomgången resulterade i att totalt åtta lokaliseringalternativ, fördelade på fem kommuner, identifierades. Figur 3-12 visar beteckningar och lägen. Värderade var för sig, och med avseende på de krav och önskemål som kunde kontrolleras i detta skede, bedömdes alla tillräckligt lovande för att kunna rekommenderas för fortsatta studier.



Figur 3-12. Urvalsunderlag inför platsundersökningsskedet.



SKB gjorde bedömningen att de åtta lokaliseringalternativ som identifierats gav ett tillräckligt omfattande, allsidigt och lovande urvalsunderlag för en värdering med syfte att jämföra alternativen och prioritera ett mindre antal för vidare studier, inklusive platsundersökningar. Jämförelsen gjordes med avseende på de ovan angivna aspekterna, det vill säga berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan. Parallellt med förstudierna hade också metodiken för utvärdering av lokaliseringsunderlaget vidareutvecklats, med stöd av aktuell kunskap från bland annat geovetenskaplig forskning och säkerhetsanalys. Metodiken presenterades i samband med att de sista förstudierna slutfördes och i SKB:s samlade redovisning inför övergången till platsundersökningsskedet. Då redovisades en uppsättning vägledande krav och önskemål för olika lokaliseringsfaktorer. Kraven och önskemålen var i första hand avsedda som verktyg för vägledning av de platsundersökningar som förutsågs och för att tydliggöra hur resultaten från undersökningarna skulle komma att värderas. Vissa krav och önskemål kunde dock användas som stöd vid den jämförande värderingen av alternativen i urvalsunderlaget från förstudierna.

Givet att samtliga alternativ bedömdes uppfylla de krav som kunde kontrolleras i detta skede handlade värderingarna om osäkerheterna i dessa bedömningar, samt i vad mån alternativen uppfyllde de önskemål som formulerats. Osäkerheterna gällde framför allt berggrunden, där data från förvarsdjup i de flesta fall saknades och bedömningarna var preliminära. Av det skälet var det inte möjligt att rangordna alternativen med avseende på berggrundens lämplighet. För övriga faktorer kunde alternativen i viss mån rangordnas. Osäkerheterna i det geologiska underlaget talade för ett brett program med undersökningar på flera platser med olika förutsättningar, något som dock måste vägas mot kraven på rimliga insatser av resurser och tid.

Tabell 3-2 sammanfattar grundläggande förutsättningar för de åtta alternativen samt SKB:s samlade bedömning och prioriteringar. SKB konstaterade att alternativen Simpevarp och Forsmark hade tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt. Prognosen var gynnsam även för berggrunden, men det kunde bara verifieras med platsundersökningar. Mot denna bakgrund var det svårt att se några argument för att inte gå vidare med dessa två alternativ.

Forsmark och Simpevarp framstod alltså som ur alla aspekter givna för platsundersökningar. Ett program med den omfattningen skulle också tillgodose den förväntan som regeringen gett uttryck för att lokaliseringsunderlaget skulle inkludera material från platsundersökningar på minst två platser. SKB ansåg dock att ett bredare program var motiverat, med fortsatta studier av ytterligare alternativ som visade på goda förutsättningar men med andra förhållanden än Forsmark och Simpevarp. Av de återstående alternativen var det i första hand Tierp norra och Fjällveden som kunde bidra till större bredd på det geologiska underlaget. För Tierp norra/Skutskär bedömdes en platsundersökning i det aktuella området i Tierps kommun vara motiverad. För alternativet Fjällveden föreslogs vidare utredningar, eftersom osäkerheterna i första hand gällde industriella etableringsförutsättningar, medan data om berggrunden fanns tillgängliga från borrhningar under 1980-talet. För övriga lokaliseringalternativ gjorde SKB bedömningen att det varken fanns några skäl att påbörja platsundersökningar eller att avskriva möjligheten. Hargshamn sågs som ett möjligt alternativ, om undersökningar i Forsmark inte skulle kunna påbörjas eller av något skäl skulle visa att berggrunden inte klarade kraven. På motsvarande sätt sågs Oskarshamn södra och Hultsfred som möjliga alternativ till Simpevarp.

Sammanfattningsvis omfattade SKB:s program för platsundersökningsskedet därmed följande:

- En platsundersökning i Forsmarksområdet i Östhammars kommun.
- En platsundersökning i Simpevarpsområdet (inklusive det område som senare kommit att betecknas Laxemar) i Oskarshamns kommun.
- En platsundersökning i ett område i norra delen av Tierps kommun.
- Fortsatt utredning av lokaliseringsförutsättningarna i Fjällvedenområdet i Nyköpings kommun.

Tabell 3-2. Grundläggande egenskaper hos de åtta lokaliseringalternativ som ingick i urvalsunderlaget inför platsundersökningsskedet, samt SKB:s bedömningar av dessa.

Lokaliseringalternativ	Grundläggande förutsättningar (berggrund, miljö för markförlagda anläggningar, transport av använt kärnbränsle)	SKB:s bedömning samt prioriteringar inför platsundersökningsskedet
<b>Tierp norra/Skutskär</b> Tierp och Älvkarleby kommuner	Stort granitmassiv norr om Tierps tätort. Nyetablering på skogsmark. Transporter på järnväg från Skutskärs hamn i Älvkarleby kommun.	Bidrar till geologisk bredd på urvalsunderlaget. Området i Tierps kommun ger, tillsammans med hamnen i Skutskär goda etableringsförutsättningar. Prioriterat för platsundersökning.
<b>Forsmark</b> Östhammars kommun	Gnejsgranit (tektonisk lins) sydost om Forsmarks kärnkraftverk. Etablering på industrimark i anslutning till kärnkraftverket. Transporter på väg från Forsmarks hamn.	Klara fördelar med avseende på industrietablering och samhällsförutsättningar. God prognos för berggrunden. Prioriterat för platsundersökning.
<b>Hargshamn</b> Östhammars kommun	Gnejsgranit (tektonisk lins). Troligen nyetablering på skogsmark nära Hargshamn. Transporter på väg från hamnen i Hargshamn.	Liknande geologisk miljö som Forsmark, men inte lika gynnsamma förutsättningar i övrigt. Inte prioriterat för platsundersökning, men av möjligt intresse om Forsmark skulle falla ifrån.
<b>Skavsta/Fjällveden</b> Nyköpings kommun	Sedimentådergnejs i Fjällveden/Tunsätterområdet norr om Nyköping. Etablering eventuellt i anslutning till Skavsta flygplats. Transporter på järnväg eller väg från Oxelösunds hamn.	Bidrar till geologisk bredd på urvalsunderlaget. Bergförhållanden förhållandevis väl kända från tidigare undersökningar, god prognos. Tveksamheter beträffande transporter och industriella etableringsförutsättningar i övrigt. Prioriterat för vidare studier av genomförbarheten av en etablering.
<b>Studsvik/Björksund</b> Nyköpings kommun	Gnejsgranit i kommunens östra kustområde, väster om Studsviksanläggningen. Etablering i anslutning till Studsviks-anläggningen. Transporter på väg från Studsviks hamn.	God prognos för berggrunden, men också väsentliga geologiska frågetecken. Både fördelar och betydande osäkerheter med avseende på industriella etableringsförutsättningar. Inte prioriterat för platsundersökning.
<b>Simpevarp</b> Oskarshamns kommun	Granit (Smålandsgranit) mot väster från Simpevarpshalvön (inkluderar det område som nu betecknas Laxemar). Etablering på industrimark i anslutning till kärnkraftverket och Clab huvudalternativ. Eventuellt kort vägtransport från planerad inkapslingsanläggning.	Klara fördelar med avseende på industrietablering och samhällsförutsättningar. God prognos för berggrunden. Prioriterat för platsundersökning.
<b>Oskarshamn Södra</b> Oskarshamns kommun	Granit (Smålandsgranit) söder om Oskarshamn. Etablering i anslutning till hamnen i Oskarshamn. Transport på järnväg alternativt i tunnel från hamnen i Oskarshamn.	Liknande geologisk miljö som Simpevarp, men inte lika fördelaktigt i övrigt. Inte prioriterat för platsundersökning, men av möjligt intresse om Simpevarp skulle falla ifrån.
<b>Hultsfred östra</b> Hultsfreds kommun	Granit (Smålandsgranit) öster om Målilla. Nyetablering på skogsmark. Transport på järnväg från hamnen i Oskarshamn.	Liknande geologisk miljö som Simpevarp, men inte lika fördelaktigt i övrigt. Inte prioriterat för platsundersökning, men av möjligt intresse om Simpevarp skulle falla ifrån.

### 3.7.4 År 2001 – Regeringen ger klartecken

I enlighet med hanteringsgången för Fud-programmen blev SKB:s samlade redovisning inför övergången till platsundersökningsskedet föremål för remisshantering. Efter yttranden från Statens kärnkraftinspektion (SKI) samt från Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) fattade regeringen i november 2001 ett beslut som innebar klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnats. Redan innan regerings beslut hade Nyköpings kommun tillkännagivit sin avsikt att inte medge att SKB fortsatte lokaliseringsstudierna i kommunen. Fjällveden-alternativet var därmed inte längre aktuellt. Regeringen hade inget att invända mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra/Skutskär.

I och med regerings klartecken för platsundersökningar återstod ställningstaganden från de berörda kommunerna. I Östhammar beslöt kommunfullmäktige i december 2001 att samtycka till en platsundersökning vid Forsmark. Motsvarande beslut angående en platsundersökning vid Simpevarp fattades av kommunfullmäktige i Oskarshamn i mars 2002. Tierps kommun avböjde däremot i april 2002 fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen för slutförvaret. Grannkommunen Älvkarleby, som skulle beröras av transporter till ett eventuellt slutförvar i Tierp, ställde sig positiv till att platsundersökningen genomfördes. Utfallet av beslutsprocessen blev alltså att SKB kunde inleda platsundersökningar i Simpevarp och Forsmark. SKB såg detta som ett fullt godtagbart underlag för att fortsätta lokaliseringsarbetet.

### 3.7.5 Riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall

Med stöd av 3 kap 8 § miljöbalken beslutade SKI (numera Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM) i december 2004 att de områden i Forsmark och Oskarshamn där SKB bedriver platsundersökningar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. SKI angav i sitt beslut att slutförvarsintresset därmed har samma status i en tillståndsprövning som andra riksintressen.

### 3.7.6 Lokalisering vid kusten eller i inlandet

I samband med valet av platser för platsundersökningar aktualiserades åter frågan om eventuella för- och nackdelar med kust- respektive inlandslokaliseringar. Mer specifikt gällde det huruvida långa strömningsvägar (och långa cirkulationstider) för grundvatten från inlandslägen kan ge fördelar ur säkerhetssynpunkt och om detta i så fall kan tas tillvara vid lokaliseringen.

Under 2005 initierade SKB ett omfattande modelleringsarbete för att utvärdera konceptuella förenklingar och osäkerheter vid modellering av grundvattenströmning i regional skala. Resultaten ökade förståelsen för grundvattenflödets mönster i olika skalor och hur flödesmönstret principiellt påverkas av viktiga systemegenskaper. En slutsats var att huvuddelen av den grundvattencirkulation som berör förvarsdjup sker inom lokala flödesceller. Studien visade också att flödesförhållanden i regel är gynnsamma (små flöden, långa genombrottstider) i bergarter med låg konduktivitet. Samtidigt poängterades att vattengenomsläppligheten i lokal skala i realiteten kan variera inom vida gränser och att grundvattenflödet är starkt beroende av dessa variationer. För enskilda platser bedömdes detta kunna påverka flödets storlek och fördelning betydligt mer än de variationer av systemparametrar som analyserades inom ramen för studien.

Analyserna granskades gemensamt av dåvarande SKI och SSI. Granskningen gav stöd för att arbetet hade bidragit till den vetenskapliga förståelsen för olika faktors inverkan på flödesmönstret. Samtidigt påpekades att konsekvenserna av ett antal antaganden och modellförenklingar ansågs ofullständigt utredda, samt att det fanns ofullständigheter i utvärderingen av vissa resultat. SSI ansåg därför att studien borde kompletteras i dessa avseenden, inför SKB:s tillståndsansökan. På uppdrag av SKB har därför kompletterande studier genomförts. Känslighetsanalyser har gjorts för att belysa hur angivna modellantaganden, randvillkor med mera kan påverka de slutsatser som dragits i tidigare skeden. Sammanfattningsvis är den påverkan på resultaten som dessa faktorer ger inte av den dignitet att det förändrar de generella slutsatser som presenterats tidigare.

SKB:s samlade slutsats är att det inte går att påvisa någon systematisk skillnad mellan kust- och inlandslägen vad gäller förekomsten av gynnsamma strömningsförhållanden. Huvudskälet är att undersökningar och analyser har visat att med avseende på grundvattenströmning är lokala förhållanden, främst berggrundens vattengenomsläpplighet, avgörande för om en plats är lämplig för ett slutförvar eller ej. Platsundersökningarna i Laxemar och Forsmark har befast denna uppfattning.

## 3.8 Platsundersökningarna

Platsundersökningarna inleddes år 2002 och pågick under drygt fem års tid i Forsmark, Östhammars kommun, och i Laxemar/Simpevarp, Oskarshamns kommun (då benämnt endast Simpevarp, se avsnitt 3.7.3). Undersökningar och analyser var indelade i två huvudetapper, inledande platsundersökning respektive komplett platsundersökning. Motsvarande etappindelning gäller för den platsanpassade utformningen av slutförvarets anläggningar där två versioner, betecknade D1 respektive D2, togs fram. Data från den inledande platsundersökningen har legat till grund för D1-versionen och för säkerhetsanalysen SR-Can. På motsvarande sätt kom data från den kompletta platsundersökningen att ligga till grund för version D2 av utformningen och för säkerhetsanalysen SR-Site. Själva datainsamlingen på plats har skett med flera avstämningpunkter, så kallade datafrysar. Dessa gäller de olika versioner av platsbeskrivningar som tagits fram.

Platsundersökningarna kunde starta utifrån en gedigen kunskapsbas vad avser geovetenskapliga undersökningar. Som en följd av de delvis unika behoven har strategier, metoder och instrument för ytbaserade undersökningar utvecklats och tillämpats sedan starten av kärnavfallsprogrammet. Etableringen av Äspölaboratoriet innebar en uppdatering av tekniken och en direkt generalrepetition inför platsundersökningarna.

Ämnesområdet ytnära ekosystem ingick varken i typområdesundersökningarna eller i undersökningarna för att bygga Äspölaboratoriet. Inför platsundersökningarna gjordes därför ett omfattande arbete för att identifiera vilka förhållanden och egenskaper hos de ytnära ekosystemen som behövde bestämmas.

### 3.8.1 Platsundersökningen i Forsmark

Platsundersökningen i Forsmark inleddes år 2002 och avslutades under sommaren 2007. Inför starten upprättades ett undersökningsprogram som i huvudsak omfattade den inledande delen av undersökningen. Programmet utgick från det cirka tio kvadratkilometer stora området sydost om Forsmarks kärnkraftverk som tidigare rekommenderats för en platsundersökning, det så kallade platsundersökningsområdet, se figur 3-13. Området utgör den nordvästra delen av en så kallad tektonisk lins, där berggrunden förväntades ha bevarats förhållandevis ostörd i en regional omgivning med stora deformationszoner. Mot sydost bestämdes avgränsningen av naturreservatets gräns. Fokus för undersökningarna låg på att besvara generella och platsspecifika frågor som sågs som avgörande för att bedöma platsens lämplighet.

När den inledande undersökningsetappen hade genomförts, och en preliminär platsbeskrivande modell tagits fram, gjordes en avstämning av kunskapsläget mot de grundläggande krav som redovisats innan platsundersökningarna inleddes. Kraven måste kunna visas vara uppfyllda för att en plats ska vara av intresse för slutförvaret. Slutsatsen blev att platsen uppfyllde kraven och att fortsatta undersökningar därmed var motiverade, något som senare verifierats av säkerhetsanalysen SR-Can. Avstämningen gav också underlag för att identifiera kvarstående databehov, liksom strategi och program för fortsatta undersökningar.

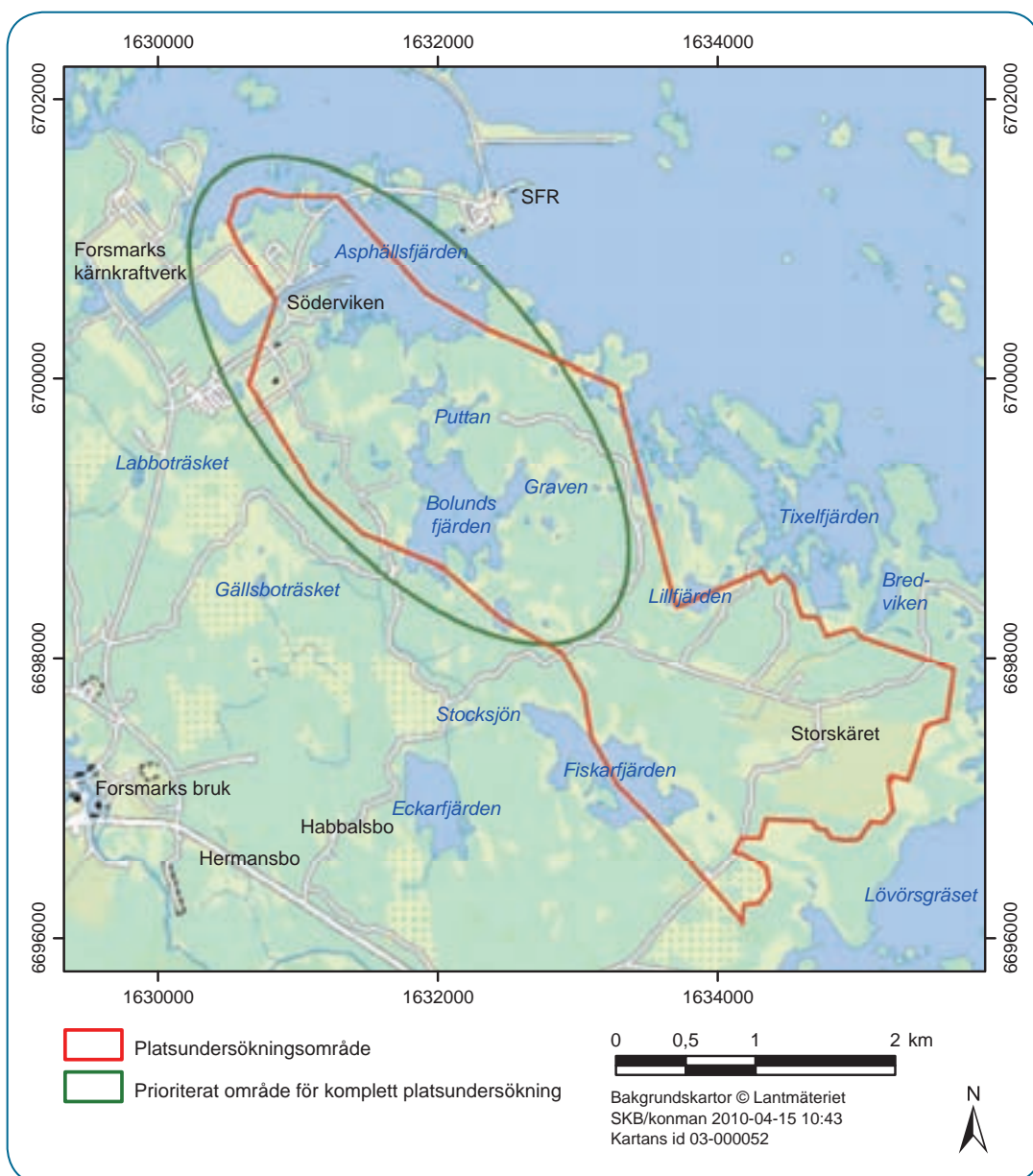
Med detta som grund upprättades ett program för den avslutande delen av platsundersökningen. Den strategi som valdes innebar att den nordvästra delen av platsundersökningsområdet prioriterades, se figur 3-13 och 3-14. Undersökningarna hade redan i ett tidigt skede indikerat att såväl den nordvästra som den sydöstra delen av området hade berggrund som motiverade

fortsatta undersökningar. Den skillnad som ändå kunde noteras var en högre frekvens av flacka, vattengenomsläppliga sprickzoner i den sydöstra delen. Huvudmotiven för att då prioritera den nordvästra delen var att:

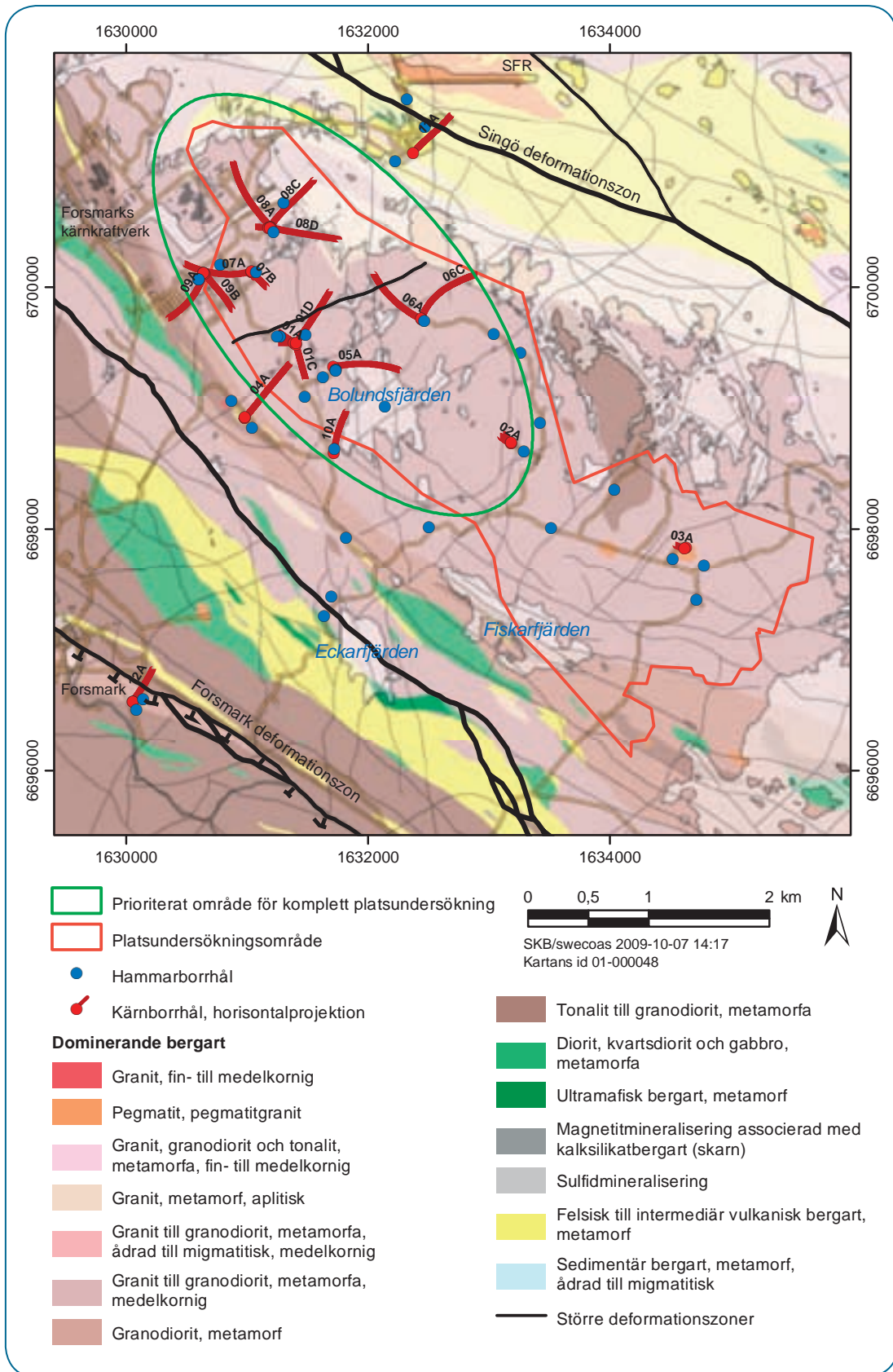
- Preliminära studier av utrymmesbehov och möjliga lägen visade att ett förvar med stor sannolikhet kunde inrymmas inom den nordvästra delen.
- Läget möjliggjorde en utformning med markförlagda anläggningar på befintlig industrimark. Detta bedömdes ge en rad tekniska och miljömässiga fördelar.

Programmet för platsundersökningens avslutande del inriktades på att:

- Bestämma de geologiska gränserna för tillgänglig bergvolym på förvarsdjup.
- Karakterisera tillgänglig bergvolym till den omfattning och detaljeringsnivå som krävs.
- Karakterisera den prioriterade platsens hydrauliska randområden.



Figur 3-13. Platsundersökningsområde och prioriterat område för komplett platsundersökning i Forsmark.

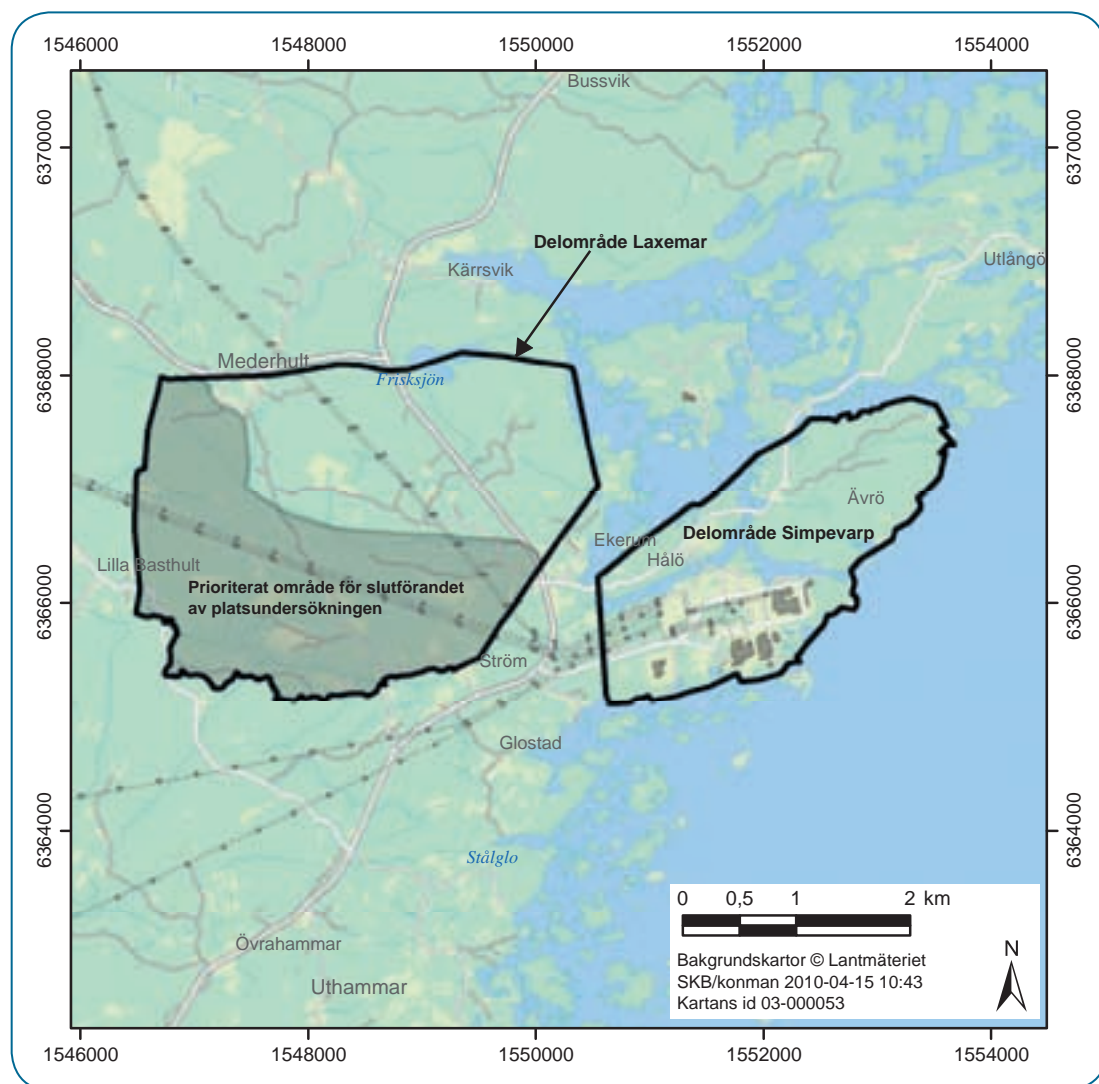


Figur 3-14. Platsundersökningsområde, prioriterat område för komplett platsundersökning och borrhållägen i Forsmark.

### 3.8.2 Platsundersökningen i Laxemar/Simpevarp

Platsundersökningen i Laxemar/Simpevarp avslutades under första kvartalet 2008. Det område som efter förstudien rekommenderades för platsundersökning omfattade cirka 60 kvadratkilometer och inkluderade såväl Simpevarpshalvön som Laxemarområdet väster därom, se figur 3-15. I slutfasen koncentrerades undersökningarna till ett cirka sex kvadratkilometer stort område inom Laxemar som prioriterades för ett eventuellt slutförvar. Det prioriterade området blev resultatet av successiva avgränsningar som gjordes under arbetets gång.

Platsundersökningen inleddes med borrhningar på Simpevarpshalvön. Det begränsade utrymmet på halvön motiverade emellertid att området utökades till att omfatta även Ävrö, Hålö och närliggande vattenområden ("delområde Simpevarp", enligt figur 3-15), varefter en inledande platsundersökning av detta område fullföljdes. Resultaten indikerade bergförhållanden som kunde uppfylla kraven för ett slutförvar.



Figur 3-15. Delområden för inledande platsundersökning samt prioriterat område för slutförandet av platsundersökningen i Laxemar. (Området där slutförandet av platsundersökningarna genomförts benämns även fokuserat område i underliggande dokumentation för platsundersökningen i Laxemar, men för att få en konsekvent benämning mellan Forsmark och Laxemar benämns området prioriterat område i denna MKB).

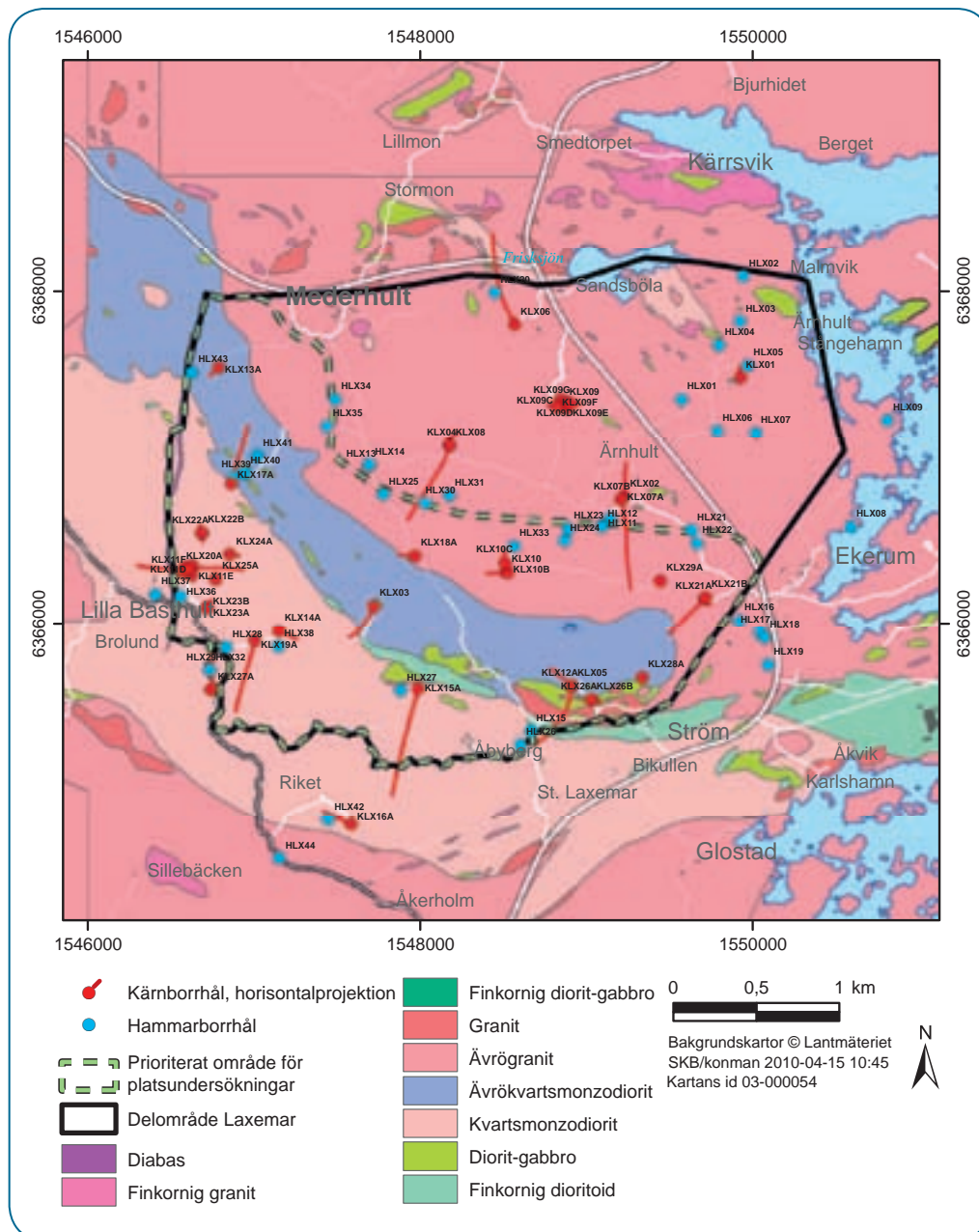
Väster om Simpevarp startade undersökningarna med helikopterburna geofysiska mätningar samt fältkontroller över ett väsentligt större område än det som visas i figur 3-15. Med detta som underlag identifierades ett flertal områden med bergförhållanden som bedömdes motivera fortsatta undersökningar och stora nog att med god marginal inrymma ett slutförvar. Delområde Laxemar i figur 3-15 är cirka nio kvadratkilometer stort och prioriterades inför fortsättningen. Flera andra områden bedömdes likvärdiga ur geologisk synpunkt. Närheten till Simpevarpshalvön var huvudargumentet för att då välja delområde Laxemar. Med start i början av år 2004 genomfördes en inledande platsundersökning på delområde Laxemar, sedan överenskommelser kunnat träffas med berörda markägare.

Nästa milstolpe var att prioritera ett av delområdena Simpevarp eller Laxemar, för en komplett platsundersökning. I samband med att de inledande undersökningarna slutfördes prioriterades preliminärt Laxemarområdet. Det underlag för jämförelser som senare tillkom i form av platsbeskrivningar, projekteringsresultat (skede D1) och säkerhetsbedömningar för båda områdena ändrade inte den preliminära bedömningen och ett definitivt beslut att gå vidare med Laxemar kunde fattas. Huvudargumenten för att välja Laxemarområdet var följande:

- Båda områdena kunde troligen inrymma ett förvar, men i fallet Simpevarp var marginalerna små. I fallet Laxemar fanns gott om utrymme och därmed stora marginaler. Detta gav flexibilitet för framtida förändringar av förvarslayouten och goda möjligheter att hantera eventuella geologiska överraskningar, även i sena skeden.
- De säkerhetsbedömningar som redovisats indikerade att båda områdena uppfyller kraven. Den mera homogena berggrund som präglar delar av Laxemarområdet kunde dock ge fördelar i form av jämförelsevis låg sprickfrekvens och låg vattenföring. Den större flexibiliteten i fallet Laxemar bidrog också till möjligheterna att anpassa ett förvar så att alla säkerhetskrav kunde uppfyllas.
- Ett förvar i Laxemar innebär nyetablering av markförlagda anläggningar och infrastruktur på skogsmark, med åtföljande påverkan på miljön. Simpevarp är däremot planlagd industri- och miljö präglas av den befintliga industriverksamheten. Å andra sidan är tillgången på lämpligt belägen mark inom industriområdet begränsad och för andra delar av delområde Simpevarp finns naturskyddsintressen som begränsar exploateringsmöjligheterna. Områdenas för- och nackdelar med avseende på miljöförhållanden är svåra att jämföra, men båda alternativen bedömdes vara fullt godtagbara.

Inför den kompletta platsundersökningen krävdes en reducering av undersökningsområdets storlek inom delområde Laxemar, men informationen om berggrundens egenskaper var inte tillräckligt detaljerad för detta. Därför genomfördes först undersökningar för att få fram det underlag som behövdes. Därefter upprättades ett program för de fortsatta undersökningarna i det prioriterade området. Undersökningarna hade successivt inriktats mot områdets södra och västra delar, se figur 3-15. Skälet var variationer i berggrundsförhållanden inom området. I söder och väster dominerar berggrund som visat sig vara mera homogen och sprickfattig än den som dominerar områdets norra och östra delar. Figur 3-16 visar lägen för de undersökningshål som borrats i Laxemarområdet.





Figur 3-16. Delområde Laxemar med prioriterat område för slutförandet av platsundersökningen samt borrhållslägen.

## 4 Samråd

Samråd ska, enligt 6 kap miljöbalken, avse den sökta verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan, samt miljökonsekvensbeskrivningens innehåll och utformning. Syftet med samråd är att förbättra beslutsunderlaget samt ge möjlighet till insyn och påverkan. Alla som vill engagera sig ska ges tillfälle till detta, såväl allmänhet och organisationer som kommuner och myndigheter.

SKB påbörjade samråden år 2002 med tidiga samråd för slutförvarsanläggningen i både Oskarshamn och Östhammar och har därefter bedrivit samråd parallellt i båda kommunerna. Samråden har omfattat prövningen av inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen enligt både kärntekniklagen och miljöbalken. Från och med maj 2007 lyftes det fram mer tydligt att samråden även omfattar det befintliga mellanlagret Clab. Samråden avslutades i maj 2010, förutom samrådet med länderna runt Östersjön enligt Esbo-konventionen. Till skillnad från det samråd som bedrivits med svenska aktörer fortsätter samrådet enligt Esbokonventionen efter att ansökan lämnats in. Den andra och avslutande delen av detta samråd planeras påbörjas tidigast hösten 2011 och behandlar det färdiga MKB-dokumentet. Den avslutande delen av samrådsförfarandet avser inte innehållet i MKB:n utan är en del av prövningen av densamma. Naturvårdsverket kommer att samordna de synpunkter som inkommer från samrådet och ge in dem till miljödomstolen inom ramen för miljödomstolens ordinarie remisshantering av ansökan.

Samråden har omfattat totalt cirka 60 samrådstillfällen i olika former, dels allmänna möten i respektive kommun, dels möten med MKB-forum i Oskarshamn respektive Samråds- och MKB-grupp Forsmark. I anslutning till de allmänna samrådsmötena har även skriftliga samråd genomförts. Dessutom har det inkommit frågor och synpunkter via SKB:s webbplats.

Ett stort antal frågor och synpunkter har framkommit i samråden. Dessa kommenteras i samrådsredogörelsen /4-1/. Alla frågor och synpunkter som framkommit i samråden, samt SKB:s svar och kommentarer till dessa, redovisas i sin helhet i den samlade dokumentationen från samråden.

### 4.1 Inbjudan, annonsering och underlag

Inbjudan till allmänna samrådsmöten har huvudsakligen skett via annonsering i lokala tidningar cirka tre veckor före mötena, med upprepning en vecka före. I Oskarshamn har annonseringen skett i Oskarshamns-Tidningen och i Nyheterna. I Östhammar har annonseringen skett i Upsala Nya Tidning, Östhammars Nyheter och Annonsbladet samt från och med samrådsmötet 1 juni 2006 även i Upplands Nyheter. Några möten har även annonserats nationellt i Göteborgs-Posten, Dagens Nyheter, Svenska Dagbladet, Sydsvenska Dagbladet, Västerbottens-Kuriren och Post- och Inrikes Tidningar.

Skriftlig inbjudan skickades senast två veckor före respektive möte till berörda myndigheter och verk, berörd kommun, samt de organisationer som får bidrag från Kärnavfallsfonden för att följa samråden. Med de skriftliga inbjudningarna bifogades ett underlag inför mötet. Samtliga underlag har också funnits att tillgå via SKB:s webbplats och på platsundersökningskontoren i Forsmark och Simpevarp. Underlaget inför mötet om preliminär MKB skickades ut fem veckor före mötet. Datum för möten med MKB-forum i Oskarshamn respektive Samråds- och MKB-grupp Forsmark bestämdes av parterna. SKB bjöd in till varje möte via e-post. Från och med november 2005 var samtliga möten i båda forumen öppna för allmänheten. Innan dess var cirka ett möte per år i Oskarshamn öppet för allmänheten. Inbjudan till de öppna mötena annonserades på samma sätt som de allmänna samrådsmötena.

## 4.2 Dokumentation

Alla samrådstillfällen, både i form av möten och i form av skriftväxlingar, har dokumenterats. Från mötena med MKB-forum i Oskarshamn respektive Samråds- och MKB-grupp Forsmark upprättades protokoll av SKB, som deltagande parter justerade. Fram till och med det gemensamma mötet den 5 december 2007 förvaltades protokollen av respektive länsstyrelse, därefter tog SKB över förvaltningen. Även efter allmänna samrådsmöten upprättades protokoll av SKB, från och med samrådsmötet i Oskarshamn den 5 april 2005. Protokollen justerades av justeringspersoner, vilka utsågs av mötet. Tidigare skrev SKB anteckningar som inte justerades.

Efter de allmänna samrådsmötena fanns det möjlighet att lämna frågor och synpunkter inom ramen för aktuellt möte under ytterligare två veckor. Samrådet om preliminär MKB i februari 2010 var öppet för synpunkter fyra veckor efter mötet. De frågor och synpunkter som diskuterades under ett samrådsmöte, samt de som inkom inom utsatt tid efter mötet, redovisas i dokumentationen från det mötet. Där framgår även SKB:s svar och kommentarer. Vissa frågor ledde till kompletterande utredningar och vidare diskussion. En del frågor bedömdes ligga utanför arbetet med MKB för aktuella anläggningar och avfördes från samråden. Motivering gavs då till detta.

När frågor ställdes på själva mötena framgår det vanligtvis inte av anteckningar eller protokoll vem som ställde frågan. För skriftliga frågor och synpunkter finns en notering om vem som har lämnat dem. I bilagor till protokollen finns inkomna skriftliga synpunkter i sin helhet.

SKB har årligen sammanställt genomförda samråd. I årsböckerna finns samtliga frågor, synpunkter samt SKB:s svar och kommentarer, grupperade i följande kategorier:

- Mellanlagret och inkapslingsanläggningen (mellanlagret lyftes fram i kategorin år 2007).
- Slutförvarsanläggningen.
- Gemensamt.

All dokumentation från samråden, underlag, anteckningar och protokoll med bilagor samt alla inkomna synpunkter, har gjorts tillgängliga via SKB:s webbplats.

## 4.3 Teman för samråd

Omhändertagandet av det använda kärnbränslet är ett omfattande projekt som genererat mycket material att behandla i samråden. Det har inte varit möjligt att samråda om allt som rör projektet vid några enstaka tillfällen. SKB har därför bjudit in till samråd kring olika teman allt eftersom olika utredningar varit klara, se tabell 4-1. Frågor och diskussioner vid samrådsmötet har dock inte varit begränsade till detta tema, utan fokuserat på deltagarnas frågor och synpunkter. Alla frågor som rör mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle har kunnat tas upp. Möten med MKB-forum i Oskarshamn respektive Samråds- och MKB-grupp Forsmark har inte haft specifika teman.

Därutöver hölls totalt 30 möten med MKB-forum och Samråds- och MKB-grupp Forsmark, varav 18 var öppna för allmänheten.

Tabell 4-1. Teman och möten i samråden.

Tema	Tidsperiod	Antal möten
Avgränsning, innehåll och utformning av MKB	Nov 2003 – maj 2004	6
Lokalisering och utformning av slutförvar och inkapslingsanläggning	Nov 2004 – juli 2005	4
Preliminär MKB för inkapslingsanläggningen	Nov 2005 – jan 2006	2
Metod, lokalisering, framtid	Maj – aug 2006	4
Säkerhet och strålskydd	Maj – juni 2007	2
Lokalisering, gestaltning och transporter	Okt 2008 – feb 2009	2
Preliminär MKB för slutförvarssystemet	Dec 2009 – mars 2010	4
Vattenverksamhet	Dec 2009 – april 2010	2
Säkerhetsanalysens roll i miljökonsekvensbeskrivningen	Maj 2010	1

## 4.4 Inkomna synpunkter och SKB:s svar

Huvuddelen av de frågor som ställdes och de synpunkter som inkom på respektive möte besvarades direkt på mötet eller i dokumentationen från mötet. De frågor och synpunkter som inkom skriftligt i anslutning till respektive möte besvarades i dokumentationen från mötet. Vissa frågor kunde inte besvaras förrän i ett senare skede, till exempel frågor som behandlar avsänkning av grundvatten, lokalisering av slutförvaret och långsiktig säkerhet. Denna typ av frågor har besvarats av SKB då det varit möjligt, vilket framgår av SKB:s svar och kommentarer. Det finns även frågor som har resulterat i kompletterande utredningar. Totalt har cirka 2 000 frågor och synpunkter inkommit. Övergripande kan sägas att intressenterna har fokuserat på olika områden:

- Närboende: Trafikmängd, buller, grundvattenavsänkning.
- Kommuner: Infrastruktur, lokala miljöfrågor, säkerhet såväl under drift som efter förslutning.
- Miljöorganisationer: Val av plats och metod, långsiktig säkerhet.
- Myndigheter: Miljöpåverkan, långsiktig säkerhet, kriterier för platsval, möjligheter till, och effekter av, återtagande av kapslar.
- Grannländer: Gränsöverskridande miljöpåverkan via luft och vatten, vid ordinarie drift och vid olyckor.

Med hänsyn till att samråden har pågått under många år är SKB:s svar på vissa frågeställningar som tagits upp i samråden inte längre aktuella. Till exempel har SKB ändrat ansökningsförfarandet och justerat planeringen för vissa arbeten. Vidare har SKB utvecklat ett mer konsekvent och tydligt system för var olika utredningar och resultat kommer att redovisas. I inledningskedet av samråden var det inte tydligt vilka resultat och bedömningar som skulle redovisas i själva MKB-dokumentet och vilka som skulle redovisas i annan dokumentation i samband med ansökningarna. Att strukturen på redovisningen ändrats innebär inte att det finns frågor som inte har besvarats eller information som inte redovisas. Det handlar i stället om i vilken dokumentation och vid vilken tidpunkt i processen som redovisningen skett.

Formaliafrågor kring samrådsprocessen har tagits upp vid ett flertal tillfällen, vilket har bidragit till att SKB undan för undan har förändrat formerna för mötena. Exempel på detta är att mer tid har avsatts för diskussioner och frågor samt att mötesledare utan direkt anknytning till SKB har anlitats.

I de följande avsnitten kommenteras frågor och synpunkter från samråden på omfattningen av alternativredovisningen i MKB:n, de frågor som föranlett kompletterande utredningar samt säkerhetsanalysens roll i miljökonsekvensbeskrivningen.

### 4.4.1 Alternativredovisningen i MKB:n

Samråd ska, som tidigare nämnts, avse den sökta verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan, samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. Av miljöbalken framgår också att MKB:n ska innehålla en redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar.

Redovisningen av alternativa metoder har diskuterats vid flera samråd. SKB ger i samband med ansökningarna en fullständig redovisning av de olika sätt och metoder för att slutligt omhänderta använt kärnbränsle som framkommit i samråden och i Fud-processen. Inledningsvis planerade SKB att göra detta i själva MKB-dokumentet, men har i stället beslutat att sammanställa separat dokumentation i anslutning till ansökningarna. Vid samrådsmötet i Oskarshamn 4 februari 2009 förtydligade SKB att redovisningen av alternativ till och motiv för valet av KBS-3-metoden kommer att finnas i MKB-dokumentet. Samtidigt klargjordes också att frågan kommer att belysas bland annat i den bilaga till ansökningarna som behandlar verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna /4-2/ samt framför allt också i en särskild bilaga /4-3/. Som underlag till denna har rapporter tagits fram som behandlar utvecklingen av KBS-3-metoden /4-4/, principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle /4-5/ och jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål /4-6/.

Även frågan om hur lokaliseringsprocessen har gått till och var redovisningen av den ska ske har behandlats upprepade gånger i samrådet. SKB:s budskap har varit att MKB:n skulle innehålla en redovisning av lokaliseringsprocessen, inklusive alla platser som ingått i arbetet. Vidare har SKB i samråden sagt att MKB:n kommer att innehålla en sammanhållen beskrivning av faktorer som påverkar en förläggning av slutförvaret till kusten respektive inlandet.

En sammanfattning av lokaliseringsarbetet finns i MKB:n samt i bilagan om verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna. En utförligare redovisning av hela lokaliseringsförfarandet, inklusive SKB:s ställningstaganden och beslut i olika skeden av arbetet och motiven för dessa, ges i en annan bilaga till ansökningarna /4-7/.

#### 4.4.2 Kompletterande utredningar

MKB:n ska innehålla en beskrivning av den miljöpåverkan som bedöms vara betydande. Buller är en av de lokala miljöaspekter som diskuterats mycket i samrådet. I samband med presentationen av MKB:n för inkapslingsanläggningen (2005) framfördes synpunkten att MKB:n inte behandlade lågfrekvent buller. Det är en miljöpåverkan som SKB inte bedömer vara betydande, men diskussionen i samrådet resulterade i att frågan om lågfrekvent buller inkluderades i de bullerutredningar som då pågick. Oskarshamns kommun önskade också att SKB utredde en förbättrad hantering av dagvattnet vid Clink, vilket har gjorts och inkluderats i projekteringsunderlaget.

Andra frågor som SKB bedömt inte ger betydande miljöpåverkan men som har utretts och ingår i miljökonsekvensbeskrivningen, med anledning av att de lyfts upp i samråden, är effekter av ljussken och risker för trafikolyckor.

#### 4.4.3 Säkerhetsanalysens roll i MKB:n

Analysen av den långsiktiga säkerheten för slutförvaret, SR-Can, som var ett förberedande steg för säkerhetsanalysen SR-Site, utgjorde en viktig del av underlaget inför samrådet våren 2007 och diskuterades på mötet. SKB hänvisade under detta och efterföljande samråd till att SR-Site kommer att besvara många av de frågor om långsiktig säkerhet som ställts. Samråden avslutades innan SR-Site blev klar. Vid det som var tänkt att vara de sista samrådsmötena (februari 2010) framfördes önskemål till SKB om att en utförlig redovisning av den långsiktiga säkerheten borde ingå i MKB:n och även tas upp i samrådet. Med anledning av detta bjöd SKB in till ytterligare ett samrådsmöte i maj 2010 om analysen av slutförvarets långsiktiga säkerhet och dess roll i MKB:n.

På mötet redogjorde SKB för säkerhetsredovisningens, där analysen av den långsiktiga säkerheten ingår, plats i ansökansdokumentationen. Vidare presenterades preliminära resultat inom tre områden som är viktiga för den långsiktiga säkerheten. Ett gällde omfattningen av erosion av den bentonitlera som omger kapslarna, en risk som inte kunde uteslutas i den tidigare analysen SR-Can. Ett annat gällde omfattningen av korrosion av kopparkapslarna och det tredje området var risken för att framtida jordskalv skulle kunna skada kopparkapslarna.

SR-Site ingår i sin helhet som en bilaga i föreliggande ansökningar. De resultat som är relevanta för bedömningen av miljökonsekvenser redovisas även i MKB:n.

## 5 Sökt verksamhet och alternativ

En miljökonsekvensbeskrivning ska, förutom att beskriva den sökta verksamheten, innehålla en redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar. Det ska också finnas en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd, det så kallade nollalternativet. Här ges övergripande beskrivningar av sökt verksamhet och alternativa lokaliseringar och utformningar. I kapitel 8–11 finns utförligare beskrivningar samt bedömningar av påverkan, effekter och konsekvenser av den sökta verksamheten och alternativen.

### 5.1 Sökt verksamhet

SKB ansöker om tillstånd att få fortsätta verksamheten med mottagning och mellanlagring av använt kärnbränsle vid Clab på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun, samt att vid Clab uppföra och driva en anläggning för inkapsling av använt kärnbränsle inför placering i slutförvar. Clab och inkapslingsanläggningen ska tillsammans fungera som en integrerad anläggning, benämnd Clink. SKB ansöker vidare om tillstånd för att få anlägga och driva en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun. Ansökningarna avser slutförvaring av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden.

SKB ansöker även om tillstånd för vattenverksamhet enligt 11:e kapitlet miljöbalken. Vattenverksamheterna består bland annat av bortledande av grundvatten från befintligt Clab och senare från Clink och slutförvarsanläggningen, samt skadebegränsande åtgärder genom återinfiltration av vatten.

Slutförvarsanläggningen medför även andra vattenverksamheter i form av igenfyllnad av vattenområden inom driftområdet, nyttjande av bergmassor från piren vid SFR, schaktning under grundvattenytan vid grundläggning av byggnader i driftområdet, anläggande av bro över kylvattenkanalen samt reglering av vattenområdet Tjärnpussen. För Clab och Clink utgör även kylvattenuttag vattenverksamhet.

Vattenverksamheterna beskrivs mer detaljerat i underbilagor till MKB:n /5-1, 5-2, 5-3/.

#### 5.1.1 Clab

Clab är en befintlig anläggning belägen i anslutning till Oskarshamns kärnkraftverk på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun, se figur 5-1. I Clab mellanlagras det använda kärnbränslet i bassänger. Under mellanlagringen avtar kärnbränslets radioaktivitet och värmeavgivning, vilket underlättar fortsatt hantering. SKB ansöker om att fortsätta den befintliga driften av Clab. Clab har i dag tillstånd enligt kärntekniklagen och miljöskyddslagen. Tillstånden enligt miljöskyddslagen anses vara meddelade enligt 9 kap miljöbalken. Motiv för val av plats för Clab beskrivs i avsnitt 5.2.1.

Clab består av byggnader på markytan och en förvaringsdel under markytan. Byggnaderna på markytan består av kontorsbyggnad, el- och hjälpsystemanläggningar samt av en mottagningsdel. I mottagningsbyggnaden tas det använda kärnbränslet emot och placeras i kassetter. Kassetterna förs sedan till en bergförlagd förvaringsdel för mellanlagring i förvaringsbassänger. Förvaringsdelen är belägen 30 meter under markytan och består av två bergrum med vardera fem bassänger. Bergrummen ligger med cirka 40 meters avstånd och bassängerna förbinds med en vattenfylld transportkanal. Vattnet i bassängerna skyddar mot strålningen och kyler samtidigt ner bränslet. Den tillåtna kapaciteten är sammanlagt 8 000 ton uran.

#### 5.1.2 Clink

SKB ansöker om att få placera inkapslingsanläggningen intill Clab, se figur 5-2. Clab och inkapslingsanläggningen ska tillsammans fungera som en integrerad anläggning, benämnd Clink. Vid sammanbyggnaden av de två anläggningarna till en, kommer befintliga system och funktioner i Clab att samutnyttjas där det är möjligt. Motiv till valet av plats beskrivs i avsnitt 5.2.2.1.



Figur 5-1. Clab är beläget på Simpevarpshalvön. Oskarshamns kärnkraftverk syns i bakgrunden.



Figur 5-2. Inkapslingsanläggningen placeras i direkt anslutning till Clab (fotomontage). De röda markeringarna anger vad som är fotomontage.

I inkapslingsanläggningen kapslas använt kärnbränsle in för att möjliggöra en slutlig förvaring i ett slutförvar i berggrunden. Byggnaden, där inkapslingsverksamheten kommer att bedrivas, utförs i tre våningsplan under mark och sju våningsplan över marknivå. I anläggningsdelarna ovan mark kommer utrymmen för process, service och transporter att finnas. I berget kommer en bassängdel att finnas med lägsta botten på cirka 15 meter under mark. Bassängdelen kommer att ligga ovanför de bergrum som inrymmer Clabs bassänger.

Innan kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har det mellanlagrats i Clab för att radioaktivitet och värmeavgivning ska minska. Kärnbränslet transporteras upp från förvaringsbassängerna i Clab till hanteringsbassängen i inkapslingsanläggningen via befintlig bränslehiss. I hanteringsbassängen sker sortering av kärnbränslet varefter det torkas. Det torkade kärnbränslet placeras i en insats av segjärn i en kopparkapsel. När kapseln är fylld monteras ett lock av stål på insatsen. Därefter svetsas ett kopparlock på kapseln, med friktionssvetsning.

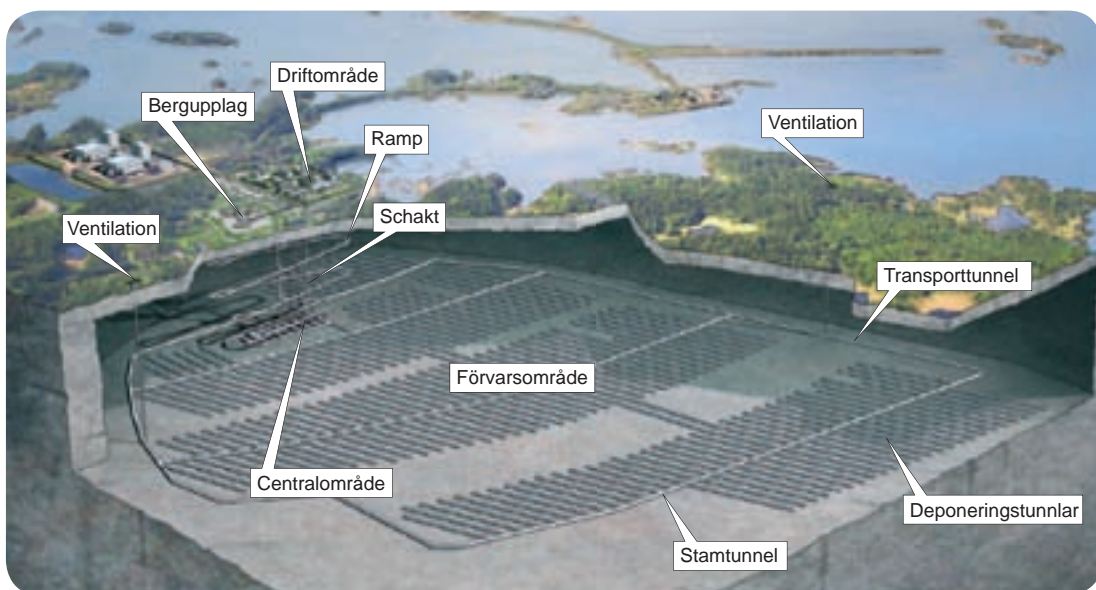
Kapseln är en cylindrisk behållare bestående av ett hölje av koppar och en tryckbärande gjuten insats av segjärn. Insatsen är försedd med kanaler för placering av bränsleelement. Kapslarna, som är cirka fem meter långa och har en diameter på cirka en meter, anländs färdigtillverkade till inkapslingsanläggningen. Slutprodukten från inkapslingsanläggningen är en fylld kopparkapsel placerad i en transportbehållare och förberedd för transport till slutförvarsanläggningen.

### 5.1.3 Slutförvarsanläggningen

SKB ansöker om att få placera slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle i Östhammars kommun i norra Uppland. Förlägningsplatsen benämns Söderviken och ligger inom Forsmarks industriområde i närheten av kärnkraftverket och SFR, se figur 5-3. Motiv till valet av plats beskrivs i avsnitt 5.2.3.1.



Figur 5-3. Slutförvarsanläggningen placeras vid Söderviken i Forsmark (fotomontage). Forsmarks kärnkraftverk skymtar till vänster. De röda markeringarna anger vad som är fotomontage. Ytan längst ner i bild är bergupplaget.



Figur 5-4. Slutförvarsanläggningen med ovanmarks- och undermarksdel.



Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle består av en ovanmarksdel och en undermarksdel, se figur 5-4. Huvuddelen av anläggningsdelarna ovan mark är samlade i ett driftområde som är uppdelat i en yttre och en inre del. Inom det inre driftområdet bedrivs den kärntekniska delen av verksamheten ovan mark, medan det yttre driftområdet innehåller annan verksamhet kopplad till anläggningens drift. Förutom driftområdet ingår i ovanmarksdelen ett bergupplag samt ventilationsstationer.

Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde, samt förbindelser till ovanmarksdelen i form av schakt för hissar och ventilation, och en ramp för fordonstransporter. Centralområdet innehåller utrymmen med funktioner för driften av undermarksdelen. I förvarsområdet ska kapslarna slutförvaras. Undermarksdelen ingår i sin helhet i den kärntekniska anläggningen, liksom även ventilationsstationerna som ansluter till förvarsområdet genom ventilations-schakt. I förvarsområdet finns stamtunnlar och deponeringstunnlar med deponeringshål.

### 5.1.3.1 Referensutformning – KBS-3V

SKB:s referensutformning, KBS-3V, är ett KBS-3-förvar med vertikal deponering av kapslarna i enskilda deponeringshål som utgår från en deponeringstunnel som är 200 till 300 meter lång. Deponeringshålen, som placeras med ett avstånd av sex till åtta meter från varandra, har diametern 1,75 meter och är cirka åtta meter djupa. Avståndet mellan deponeringshålen är beroende av bland annat bergets värmeledningsförmåga på den aktuella platsen och kapslarnas initiala resteffekt. När kapslarna har deponerats i en deponeringstunnel återfylls denna med svällande lera samt pluggas vid anslutningen till stamtunneln.

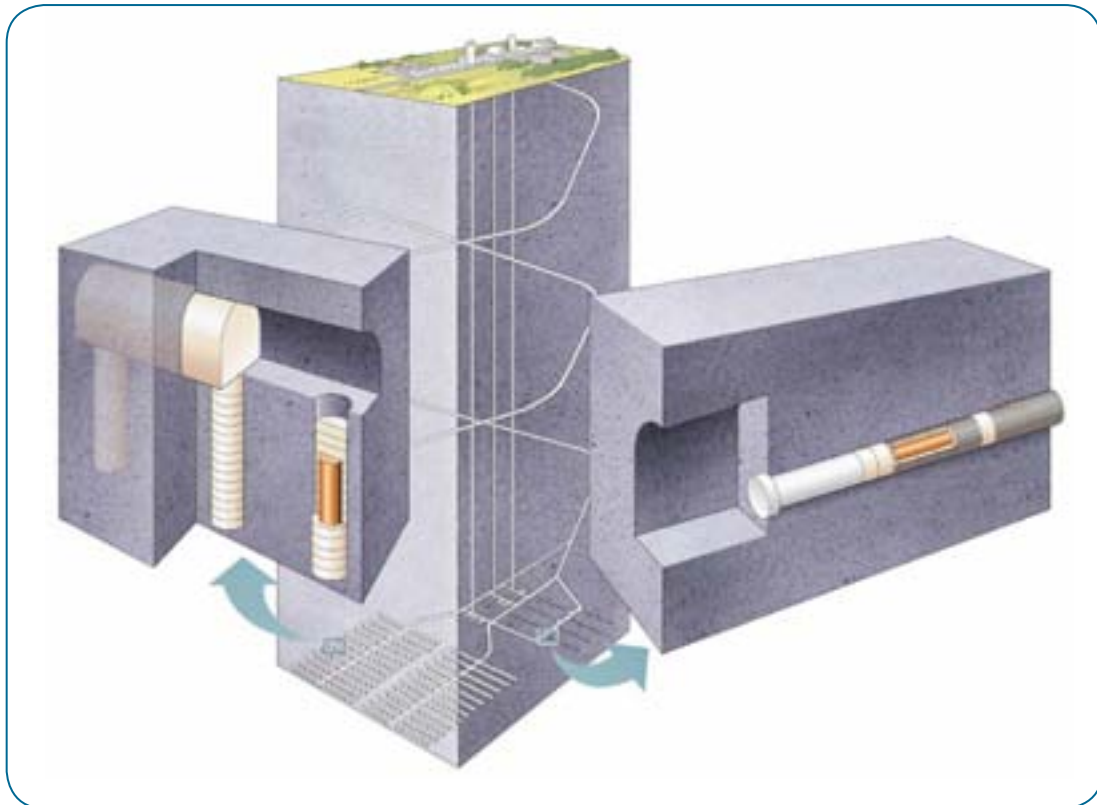
Kapslarna omges av en buffert av bentonit som skyddar dem, men som även fungerar som ett filter och förhindrar att radioaktiva ämnen från en eventuellt otät kapsel sprids i omgivningen. Det omgivande berget skyddar kapseln och bufferten från påverkan utifrån och fördröjer transporten av eventuell frigjord aktivitet till markytan. Bergets barriärfunktion ersätts av återfyllning i de tunnlar där deponeringen av kapslar har gjorts.

### 5.1.3.2 KBS-3H – en variant av KBS-3-metoden

KBS-3H är en variant av KBS-3-metoden som innebär att kapslarna deponeras i horisontella deponeringshål i stället för i de vertikala deponeringshål (KBS-3V) som är SKB:s referensutformning. Under 1990-talet började SKB utreda förutsättningarna för horisontell deponering som en del i arbetet med att optimera utformningen av slutförvarsanläggningen. SKB och Posiva (Finlands mot-svarighet till SKB) har därefter gemensamt arbetat med att utreda förutsättningarna och utveckla teknik för horisontell deponering. Tekniken är i dag inte tillräckligt utvecklad för att vara tillgänglig. Betydande insatser återstår för att avgöra om den kan användas. Det är först om, eller när, det finns en säkerhetsanalys som visar att man kan byta till KBS-3H med bibehållen eller ökad säkerhet som det kan bli aktuellt att överväga en övergång till horisontell deponering.

### 5.1.3.3 Likheter och skillnader mellan KBS-3V och KBS-3H

Det finns många likheter mellan KBS-3V och KBS-3H, se figur 5-5. I båda varianterna är bränslet det samma, liksom barriärerna kapsel, buffert och berg. Stora delar av anläggningarna ovan och under mark är identiska eller liknande. I KBS-3H behövs däremot inga deponeringstunnlar, utan 100–300 meter långa horisontella deponeringshål borrar direkt från stamtunneln. Deponeringstekniken skiljer sig åt, i deponeringshålen för KBS-3H deponeras paket (så kallade supercontainers) bestående av en kapsel omgiven av bentonitbuffert och en perforerad stålbehållare. Mellan varje supercontainer placeras distansblock av bentonitlera för att täta tunneln, så att vattenflödet längs tunneln förhindras och för att inte temperaturen i bufferten ska bli för hög. En förslutningsplugg installeras i deponeringshålens mynning. Pluggen håller supercontainrar och distansblock på plats tills stamtunneln återfylls. Deponeringshålen kan ha ett inbördes avstånd av 25–40 meter, beroende på bergets egenskaper /5-4/.



Figur 5-5. Deponering i vertikala hål (KBS-3V) och horisontella hål (KBS-3H). Varianterna har stora likheter då bränsle, kapsel, buffert och berg är desamma och stora delar av ovanmarks- och undermarksdel är identiska.

Skillnaderna i utformning mellan de båda varianterna gör att miljöpåverkan skiljer sig åt något, se nedan. Andra aspekter som kan skilja sig åt är arbetsmiljö och säkerhet under drift. De långa horisontella deponeringshål i KBS-3H innebär en besvärande arbetsmiljö vid injektering och andra arbeten i deponeringshål. Förflyttningen av supercontainers och distansblock är förknippad med ett antal risker.

### Miljöpåverkan

Den tydligaste skillnaden i miljöpåverkan mellan KBS-3H och KBS-3V är hanteringen av bergmassor och lera. I KBS-3H saknas deponeringstunnlar, vilket medför att mängden bergmassor som behöver tas ut minskar med cirka 50 procent samt att mängden lera för återfyllnad minskar.

Den minskade hanteringen av bergmassor och lera medför att antalet tunga transporter till och från slutförvarsanläggningen minskar till cirka en tredjedel i förhållande till KBS-3V. Ett mindre bergguttag leder också till att mängden lakvatten från bergupplag som behöver renas, från framför allt kväve, minskar. Eventuella skillnader i grundvattensänkning har inte kunnat bedömas eftersom KBS-3H innebär förändringar i anläggningens utformning och det återstår mycket arbete innan underlag finns framme. Om en övergång till KBS-3H sker efter det att anläggningen är driftsatt, så kommer delar redan att vara utformade för KBS-3V. Tidpunkten för en eventuell övergång till KBS-3H avgör därför hur stor skillnaden i miljöpåverkan blir till slut.

### Långsiktig säkerhet

En preliminär analys av den långsiktiga säkerheten för KBS-3H har genomförts under ledning av Posiva /5-4/. Analysen gjordes för ett slutförvar i Olkiluoto, Finland, och baseras på platsdata därifrån samt på en preliminär referensutformning för KBS-3H. De huvudsakliga slutsatserna från

analysen, som fokuserats på de egenskaper och processer som är specifika för KBS-3H, är att varianten KBS-3H erbjuder en möjlighet att uppfylla kraven på säkerhet för ett slutförvar i Olkiluoto. Det krävs dock ytterligare forskning, utveckling och demonstration för att en heltäckande säkerhetsanalys ska kunna göras.

I det fortsatta utvecklingsarbetet med KBS-3H kommer en platsspecifik säkerhetsanalys att göras för Forsmark. Syftet är att kunna jämföra säkerheten för de två varianterna (KBS-3V och KBS-3H) på den valda platsen för slutförvaret. SKB:s arbete med KBS-3H bedrivs och redovisas inom ramen för Fud-programmet och varianten redovisas inte mer ingående i tillståndsansökningarna.

## 5.2 Motiv för lokalisering och utformning

I detta avsnitt ges motiv till vald lokalisering och utformning för Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen. Lokaliseringen av anläggningarna utgår från krav i tillämpliga lagar och föreskrifter. Miljöbalken anger som övergripande princip att den plats som väljs ska vara lämplig med hänsyn till att ändamålet med verksamheten ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Platsen måste också vara tillgänglig och kravet på minsta intrång och olägenhet ska vägas mot rimligheten i de insatser som krävs.

### 5.2.1 Clab

Inför det att Clab skulle byggas studerade SKB alternativa lagringsmöjligheter för använt kärnbränsle. De alternativ som studerades var:

- Utökning av lagringskapacitet i befintliga bassänger vid kärnkraftverken.
- Anläggande av lokalt lager vid varje kärnkraftverk.
- Anläggande av centralt lager för samtliga kärnkraftverk.

Vid varje kärnkraftverk finns en förvaringsbassäng för använt kärnbränsle, dels för att reaktorn ska kunna tömmas på bränsle vid behov, dels för förvaring av det använda kärnbränslet innan det sänds till mellanlagring. En utökning av lagringskapaciteten i befintliga bassänger vid kärnkraftverken har skett genom att installera mer utrymmesbesparande bränsleställ, men det gav en förhållandevis liten kapacitetsökning.

Att anlägga nya förvaringsbassänger i anslutning till befintliga bassänger vid reaktorerna ansågs vara komplicerat. Lokala lager vid kärnkraftverken skulle därför behöva utformas som separata anläggningar, med liknande utförande som ett centralt lager, fast med mindre kapacitet.

Kostnaden för ett centralt lager beräknades bli betydligt lägre än den sammanlagda kostnaden för lokala lager vid varje kärnkraftverk. Fasta installationer, som mottagningsstation för transportbehållare och huvuddelen av hjälpsystemen, vilka var dominerande kostnadsposter, behövde bara byggas en gång. Det fanns också samlagringsvinster i fråga om bassängstorlek. Ett centralt lager krävde däremot en dyrare transportutrustning, men denna utgjorde en mindre del av totalkostnaden.

Inför val av lokaliseringsort studerades ett antal faktorer som bedömdes vara väsentliga:

- Riktlinjer i fysisk riksplanering.
- Förutsättningar för samlokalisering med annan kärnteknisk verksamhet.
- Sysselsättning och kommunal service.
- Regionalpolitisk planering.
- Tekniska och ekonomiska förutsättningar.
- Lämplig berggrund.

Det konstaterades att en samförläggning med reaktorer hade klara fördelar, bland annat genom att hamnar, vägar, el- och vattenförsörjning, avfallshantering samt kontroll och bevakningsfunktioner kunde samutnyttjas. En samlokalisering skulle också minska transportarbetet mellan

kärnkraftverken och Clab. En lokalisering vid kärnkraftverken Ringhals och Barsebäck valdes bort. I Ringhals saknades utrymme för ett mellanlager eftersom expansionsmöjligheterna i området begränsades av naturreservat och befintlig bebyggelse. I Barsebäck var berget olämpligt för bergbrumsbyggen. De alternativ som återstod och utreddes vidare var därför Forsmark i Östhammars kommun, Studsvik i Nyköpings kommun och Simpevarp i Oskarshamns kommun. De tre alternativa lokaliseringarna bedömdes bland annat utifrån tillgång till mark, geologiska förutsättningar, hamnkapacitet, förhållanden i farled samt möjlighet till teknisk försörjning och avfallshantering. Utifrån genomförd förstudie bedömdes alla tre lokaliseringsalternativen vara lämpliga. Investeringskostnaderna bedömdes vara likvärdiga vid lokalisering till Forsmark och Simpevarp, medan en högre investeringskostnad krävdes för Studsvik. Från berggrundssynpunkt bedömdes Simpevarp ha bättre byggnadstekniska förutsättningar för att anlägga det aktuella bergrummet varför SKB ansökte om – och fick – regeringens tillstånd att uppföra Clab i Oskarshamn.

I dag lagras cirka 5 000 ton uran i Clabs bassänger och den tillåtna kapaciteten uppgår till 8 000 ton. Det finns en fungerande logistik för att transportera det använda kärnbränslet till Clab. Verksamheten har bedrivits inom ramen för de befintliga tillstånd och villkor som finns för anläggningen. Att uppföra en ny anläggning på annan plats för mellanlagring av hela eller delar av den lagringskapacitet som finns i Clab skulle medföra miljöpåverkan under uppförandeskedet, och om använt kärnbränsle skulle behöva flyttas till den nya anläggningen skulle detta innebära ökade stråldoser till personal. Transporterna skulle också medföra miljöpåverkan i form av utsläpp till luft och buller. Det skulle också bli två anläggningar att riva efter det att mellanlagren tömts och det använda kärnbränslet placerats i slutförvarsanläggningen, vilket också skulle leda till ökade mängder av rivningsavfall som måste tas om hand.

SKB anser därför att någon annan lösning än att behålla Clab som mellanlager för använt kärnbränsle inte är miljömässigt motiverad eller ekonomiskt försvarbar.

## 5.2.2 Inkapslingsanläggning

### 5.2.2.1 Motiv till sökt lokalisering

Platser som SKB bedömt vara rimliga alternativ för placering av en inkapslingsanläggning är antingen i anslutning till Clab, där det använda kärnbränslet finns i dag, eller i anslutning till den framtida slutförvarsanläggningen. På så sätt kan transportbehovet minimeras och ianspråktagande av mark och miljöpåverkan begränsas. Vid den tidpunkt då SKB valde att placera inkapslingsanläggningen intill Clab var det ännu inte avgjort var SKB avsåg att placera slutförvarsanläggningen. Det konstaterades att placeringen var rimlig, oavsett var man i framtiden beslutar att slutförvarsanläggningen ska placeras. Vid Clab kan även den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen tas tillvara samtidigt som SKB kan nyttja flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab även för inkapslingsanläggningen. En lokalisering vid Clab innebär att överföringen av använt kärnbränsle från mellanlagring till inkapsling kan ske direkt via en bränslehis. Transport utanför anläggningen, till slutförvaret, blir endast aktuell för inkapslat använt kärnbränsle. Nu när SKB har valt att ansöka om att få placera slutförvarsanläggningen i Forsmark kvarstår bedömningen att en placering av inkapslingsanläggningen i anslutning till Clab är den bästa.

### 5.2.2.2 Motiv till sökt utformning

#### Hanteringsmetod

För den sökta lokaliseringen av inkapslingsanläggningen intill Clab är det våt hantering av bränslet i bassäng som är aktuell, medan det i en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle vara en torr hantering.

Att anlägga en bassäng i inkapslingsanläggningen innebär en något större miljöpåverkan under uppförandeskedet, eftersom sprängning och krossning av berg behöver genomföras i samband med anläggande av bergschakt. Borttransporter av berg medför också att antalet tunga transporter ökar under uppförandeskedet. Fördelen med våt hantering är att det använda kärnbränslet kan överföras från bassängerna i Clab till inkapslingsanläggningen via en förbindelsebassäng.

En torr hantering av bränsle mellan Clab och en inkapslingsanläggning, oberoende av inkapslingsanläggningens lokalisering, innebär en utökad hantering av bränslet och därmed även något högre stråldoser till personal.

Med hänvisning till ovanstående har SKB funnit att våt hantering är mer fördelaktig i inkapslingsanläggningen. Miljökonsekvensbeskrivningen utgår därför från en våt hantering av bränslet i bassäng i inkapslingsanläggningen vid Clab.

## Svetsmetod

Svetsmetoden för att försluta kopparkapslarna påverkar inkapslingsanläggningens utformning och verksamhet. SKB har parallellt utvecklat två alternativa svetsmetoder, elektronstrålesvetsning och friktionssvetsning.

Under år 2005 beslutades att friktionssvetsning är den referensmetod som ska användas i projekteringen av inkapslingsanläggningen. De främsta skälen är att metoden har klara fördelar avseende bland annat repeterbarhet och stabilitet i processen samt tillförlitlighet hos svetsystemet.

Miljöpåverkan var ett av kriterierna vid utvärdering av metoderna. Det konstaterades att förbrukningen av material är något högre vid friktionssvetsning, på grund av verktygens korta livslängd. Dessutom åtgår en större mängd koppar eftersom ett tjockare kopparlock krävs. Energiförbrukningen är också något högre vid friktionssvetsning. Det förekommer emellertid inga utsläpp till luft. Elektronstrålesvetsning ger upphov till små utsläpp av kopparånga till luft samt avfall i form av filter innehållande koppar. Tillförlitligheten hos svetsystemen gör att det även kan komma att bli färre kasserade kapslar om friktionssvetsning används. Den lägre andelen kasserade kapslar är fördelaktig ur resursförbrukningssynpunkt. Den högre tillförlitligheten är också positiv från strålskyddssynpunkt, eftersom det minskar sannolikheten för att bränslefyllda kapslar behöver åtgärdas. Friktionssvetsning har därför sammantaget bedömts vara den bästa möjliga tekniken för att sammanfoga kopparlocket med kopparkapseln.

## 5.2.3 Slutförvarsanläggning

### 5.2.3.1 Motiv till sökt lokalisering

Syftet med slutförvaret är att åstadkomma en långsiktigt säker förvaring av det använda kärnbränslet. Den grundläggande förutsättningen på den plats som väljs för slutförvarsanläggningen är därför att den måste ha en berggrund som medger detta. För att platsen ska vara tillgänglig och projektet genomförbart på ett bra sätt måste det också finnas en politisk och allmän acceptans i den berörda kommunen och bland närboende.

Dessa grundläggande förutsättningar har varit vägledande för ett mångårigt och stegvis genomfört lokaliseringsförfarande, där sista steget har varit en jämförande värdering av lokaliseringalternativen Forsmark och Laxemar /5-5/. Kravet på lokal acceptans har SKB bedömt vara väl uppfyllt för båda alternativen, och detta har därmed inte utgjort en skiljande faktor i det slutliga valet. Det som stått i centrum är förutsättningarna för att uppnå långsiktigt säker förvaring men även andra aspekter, såsom anpassningen till den omgivande miljön och effektiviteten i genomförandet av projektet, har beaktats. SKB:s strategi inför valet mellan Forsmark och Laxemar kan således sammanfattas:

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

För att kunna tillämpa denna strategi har platserna jämförts med avseende på alla faktorer som kan ha betydelse för den samlade värderingen. Figur 5-6 visar den uppsättning lokaliseringsfaktorer, indelade i fyra huvudgrupper, som bildade grund för denna jämförelse. Det bör understrykas att faktorerna i sig inte ger någon vägledning om vad SKB värderade som mer eller mindre viktigt,

## SKB:s lokaliseringsfaktorer



Figur 5-6. Faktorer som utgjort grund för jämförelse av lokaliseringsalternativ inför platsvalet.

vad som avgjorde platsvalet, eller på vilket sätt. Lokaliseringsfaktorerna ska ses som ramverket för strukturerade jämförelser mellan platserna, där olika aspekter jämfördes var för sig och på ett systematiskt sätt.

Sammantaget har jämförelserna med avseende på lokaliseringsfaktorerna i figur 5-6 gett ett heltäckande underlag för en samlad värdering och platsval. Med stöd av detta underlag har SKB:s dragit slutsatsen att Forsmark ger klart bättre förutsättningar för att säkerhet på lång sikt ska uppnås i praktiken än Laxemar. Den enskilda faktor som bidrar mest till Forsmarks fördelar är en väsentligt lägre frekvens av vattenförande sprickor i berget på förvarsdjup. Detta ger tydligt utslag i de jämförande bedömningar av den långsiktiga säkerheten som gjorts /5-6/. Bergförhållandena i Forsmark ger också förutsättningar för ett robustare och mer effektivt genomförande än i Laxemar. I enlighet med den första punkten i den angivna strategin har SKB därför valt att förlägga slutförvaret till Forsmark.

De industriella förutsättningarna för att etablera och driva slutförvaret på ett bra sätt bedöms vara mycket goda för båda platserna. De skillnader som finns har inte haft någon avgörande betydelse för platsvalet. Skillnaderna i påverkan på miljö och människors hälsa är också små. En beskrivning av konsekvenser för miljö och hälsa av en slutförvarsanläggning i Forsmark respektive i Laxemar finns i kapitel 10.

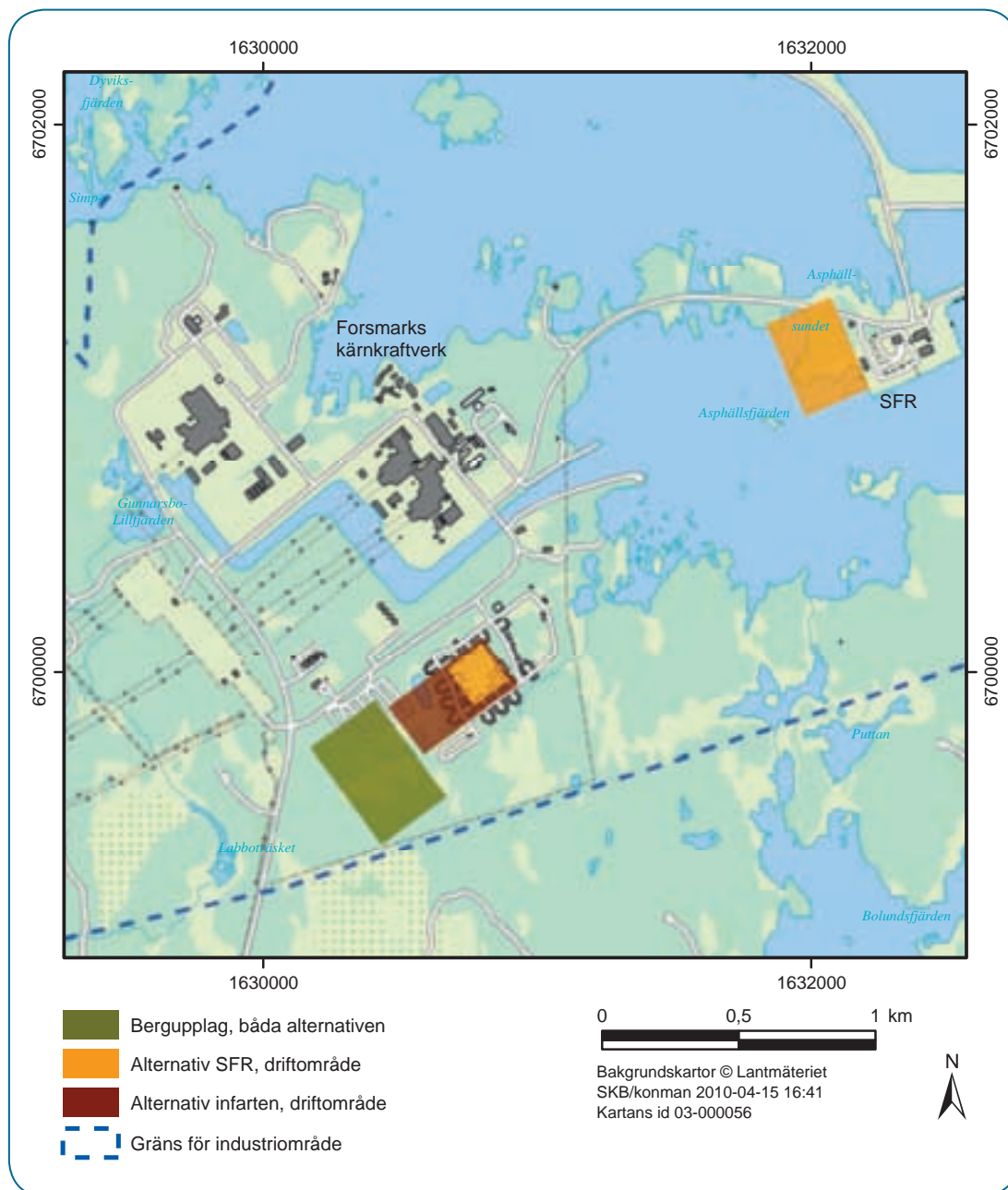
### 5.2.3.2 Motiv till sökt utformning

Utformningen av slutförvarsanläggningens undermarksdelar i Forsmark bygger i grunden på att alla anläggningsdelar ska inrymmas inom den del av den så kallade tektoniska linsen som pekades ut inför platsundersökningen. Motivet är att bergförhållandena inom linsen är gynnsamma, till skillnad från dess omgivning som till delar kännetecknas av kraftigt deformerad berggrund. Platsundersökningen gav underlag för en utformning där alla anläggningsdelar under mark inrymmas inom den nordvästra delen av det inledningsvis undersökta området, se avsnitt 3.8.1. Utrymmet där bedömdes vara tillräckligt och möjliggjorde en utformning där anläggningarna ovan mark kunde förläggas på befintlig industrimark.

Med det huvudsakliga läget för undermarksdelen av anläggningen som utgångspunkt har platsanpassningen av slutförvarsanläggningen genomförts i två etapper, benämnda D1 respektive D2. För systemutformningen, det vill säga lägena för anläggningsdelar ovan mark och lösningar

för kommunikationen mellan dessa och förvaret under mark, togs två alternativa förslag fram i etapp D1. I det ena förlades huvuddelen av anläggningarna i anslutning till SFR. I det andra alternativet samlades anläggningsdelarna ovan mark till ett driftområde öster om infarten till Forsmark, på den södra delen av industriområdet (där det i dag finns en barackförläggning för tillfälligt boende), se figur 5-7. Efter en jämförande värdering prioriterades läget vid infarten.

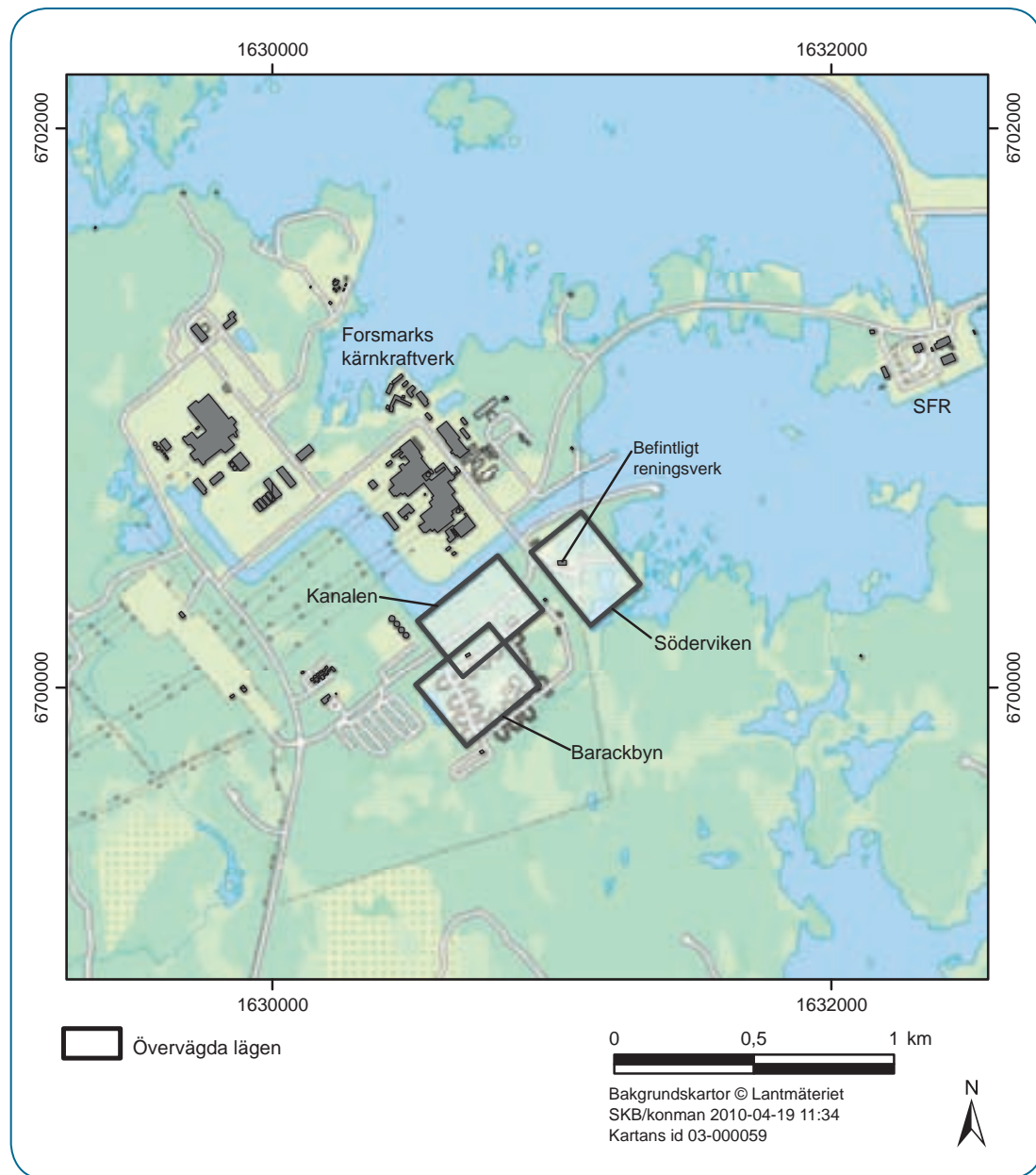
Ett viktigt argument för att prioritera läge infarten var att detta område ligger "rätt" i förhållande till förvarets centralområde för att bergtransporter ska kunna ske via ett vertikalt skipschakt. Detta ger betydande driftstekniska fördelar i förhållande till en utformning där alla tunga transporter måste gå via ramp. Andra argument för valet var bättre tillgång till ytor så att hantering och temporär lagring av bergmassor kan ske i direkt anslutning till driftområdet, samt att all verksamhet kan samlas till ett driftområde. Det medför totalt sett mindre transportbehov /5-7/.



Figur 5-7. Lägen för infarten och SFR. För alternativet SFR behövdes två driftområden (gula rutor i figuren, varav den ena överlappar med driftområdet för läge infarten) medan alternativet infarten kunde samla alla anläggningar till ett driftområde (rödbrun ruta i figuren). Läge infarten prioriterades efter jämförande värdering.

I projekteringskede D2 reviderades och detaljutformades förvarets alla delar med beaktande av de data som tillkommit. En förändring blev att förvarsdjupet ökades från 400 meter till 450–500 meter. Motivet för detta var dels att bergspänningsgradienten bedömdes öka mindre mot djupet än vad som tidigare antagits, dels att frekvensen vattenförande sprickor minskar radikalt under 400 meters djup.

Med starten av projekteringskede D2 gjorde det förbättrade geologiska underlaget det möjligt att optimera läge och utformning av ett driftområde inom det tidigare utpekade, större området vid infarten. Detta ledde till att tre möjliga placeringar identifierades, Kanalen, Barackbyn och Söderviken, med olika lägen för nedfarter och centralområde. Se figur 5-8. Skillnaderna i förvarslayout i övrigt var marginella och berörde endast den nordvästra delen av förvaret. Förutsättningarna för långsiktig säkerhet bedömdes därmed vara likvärdiga.

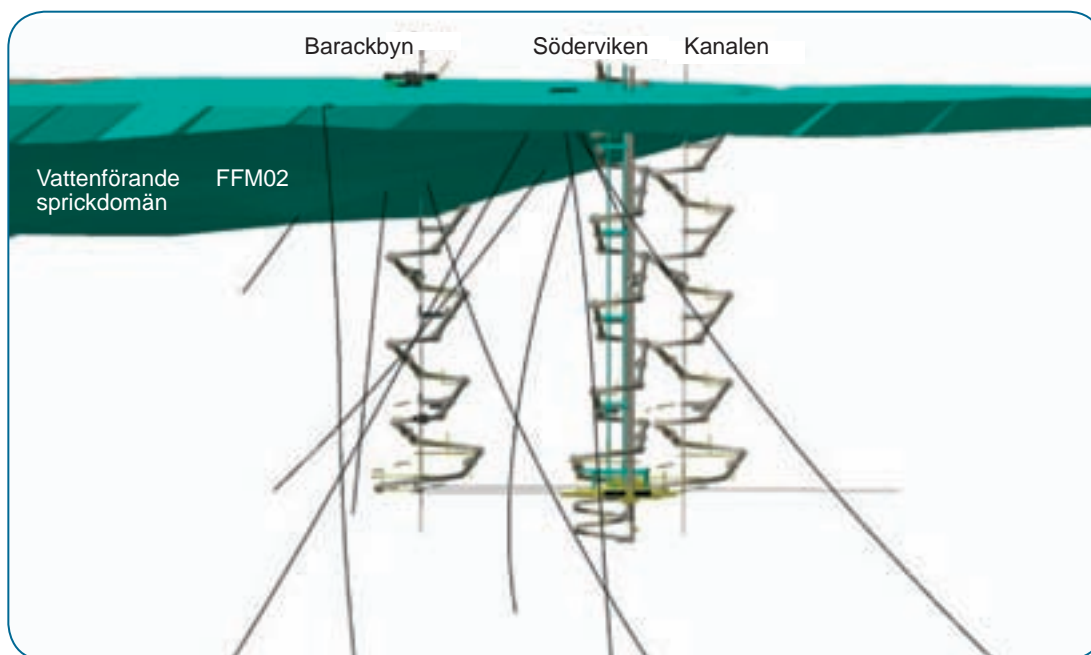


Figur 5-8. Karta med övervägda lägen Kanalen, Barackbyn och Söderviken inom läge infarten i Forsmark.



Huvudmotivet för att överväga olika alternativ inom läge infarten var bedömningen att den övre delen av berggrunden (benämnd sprickdomän FFM02 i figur 5-9) är lokalt kraftigt vattenförande, och att mäktigheten på den vattenförande sprickdomänen minskar mot norr och nordost. I läge Barackbyn är därför mäktigheten av denna del av berggrunden större än för de övriga två lägena, Kanalen och Söderviken, se figur 5-9.

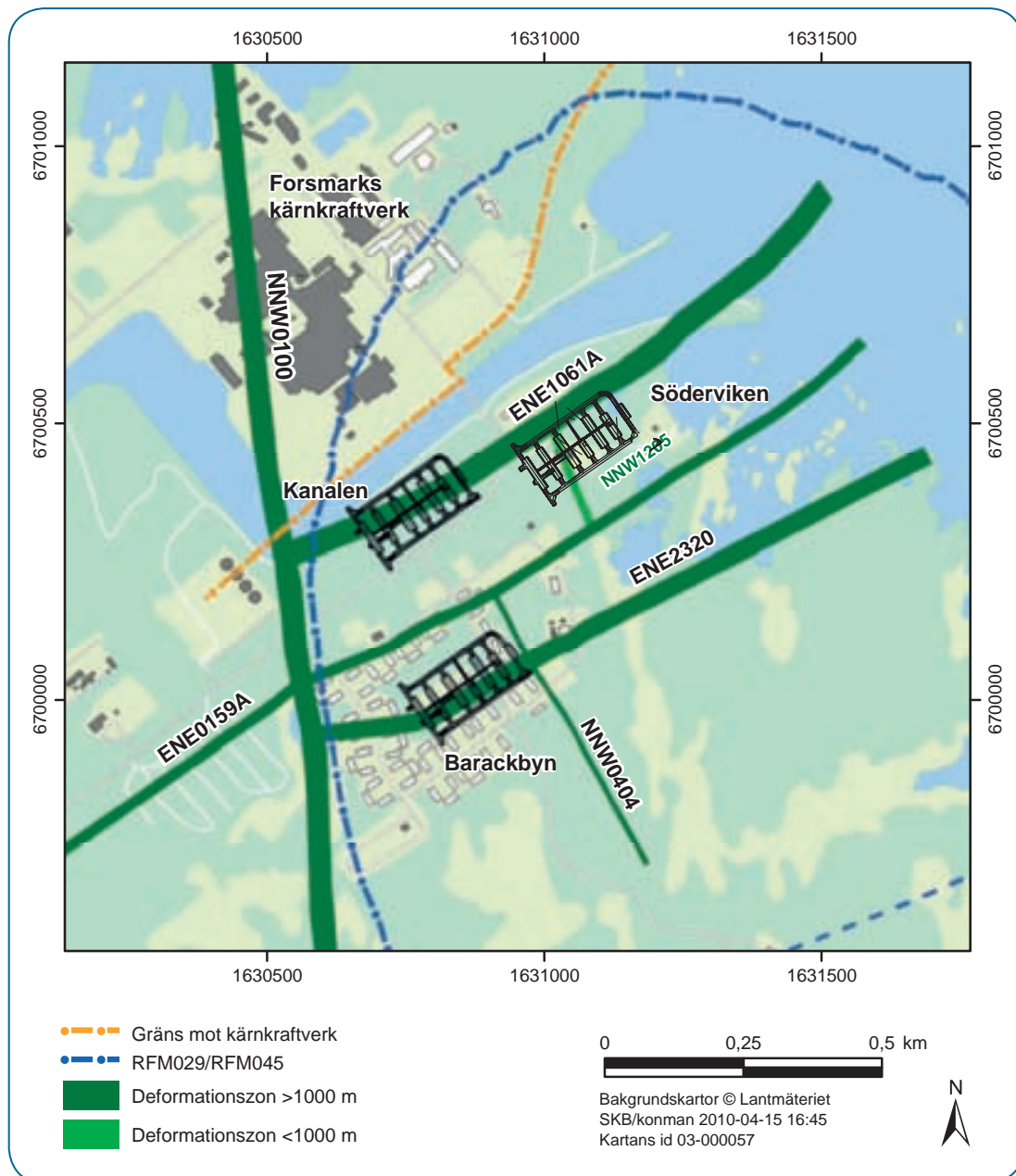
En placering av nedfarterna vid Barackbyn skulle innebära en längre passage genom den vattenförande sprickdomänen FFM02, vilket skulle kräva större insatser för att tätta berget och begränsa inläckaget av vatten än för övriga två lägen. Det innebär också större risker för tekniska problem, förseningar och fördyringar. Kanalen och Söderviken bedömdes alltså klart gynnsammare än Barackbyn. Motsvarande slutsats gällde för bergstabilitet och förstärkningsbehov. Även här har Kanalen och Söderviken fördelar, främst därför att den sträcka av rampen som behöver byggas i den vattenförande ytliga sprickdomänen blir kortare.



Figur 5-9. Lägen för schakt och ramp för de tre alternativa placeringarna av slutförvarsanläggningens delar ovan mark i förhållande till den vattenförande sprickdomänen FFM02. Vy från nordost.

Kanalen och Söderviken skiljer sig också åt på olika punkter. Under mark innebär Kanalen flera passager genom den brantstående deformationszonen som benämns ENE1061A i figur 5-10, medan layouten för Söderviken endast tangerar denna deformationszon i anslutning till centralområdet /5-8/. Som illustreras i figur 5-10 är Söderviken det läge som bäst undviker områdets brantstående deformationszoner med fördelar för byggarbetet som följd. En annan nackdel med Kanalen är just närheten till kylvattenkanalen med en ökad risk för hydrologisk kontakt inom sprickdomän FFM02 och därmed inläckage från kylvattenkanalen. Ovan mark har Kanalen andra nackdelar i förhållande till Söderviken genom närheten till kanalen, oljedepån och kärnkraftverkets anläggningar tvärs över kanalen. Det innebär svårbedömda risker för ömsesidiga störningar och beroenden. Den ursprungliga planeringen av området påverkas negativt och ingrepp krävs i befintlig infrastruktur.

Den sammanvägda bedömningen av förutsättningar ovan och under mark visar att Söderviken är det mest fördelaktiga läget med avseende på funktion och genomförande, och valdes därför av SKB för placering av slutförvarsanläggningen. Valt läge bedöms dock inte medföra någon betydande skillnad i miljöpåverkan i förhållande till övervägda lägen. De övervägda lägen som redovisats i detta avsnitt beskrivs därför inte vidare i MKB:n.



Figur 5-10. Lokalisering av centralområdet under mark i förhållande till områdets deformationszoner och bergdomänerna RFM029 och RFM045.

Läge Söderviken utnyttjar befintlig infrastruktur på ett bra sätt, men ger ändå en klar uppdelning mellan kärnkraftverkets verksamhet och slutförvarsanläggningens. Verksamheterna kan därmed utvecklas oberoende av varandra och störningsriskerna minimeras. En tillkommande bro närmare kanalmyningen gör transporter mellan slutförvarsanläggningen/bergupplaget och SFR oberoende av den befintliga bron. Reningsverket och kommunikationsmasten måste flyttas för att ge plats åt slutförvarsanläggningen, men SKB:s och Forsmarks Kraftgrupps (FKA:s) gemensamma bedömning är att detta är tekniskt hanterbart och ekonomiskt överkomligt. En nackdel är behovet av utfyllnader för etableringen av driftområdet. Utfyllnaden kommer delvis att ske i ett vattenområde och den strandnära miljön kommer att påverkas. Konsekvenserna av detta, samt åtgärder för att minska miljöpåverkan av ingreppet, beskrivs i konsekvensbedömningen av den sökta verksamheten, avsnitt 10.1.4.

## 5.3 Alternativ lokalisering och utformning

I detta avsnitt beskrivs kortfattat de alternativa lokaliseringar och utformningar som har övervägts. De flesta av de alternativa lösningar som SKB har övervägt utgör detaljutformningar, sett utifrån KBS-3-systemet som helhet, och bedöms inte, i miljöbalkens mening, utgöra alternativa utformningar i förhållande till sökt verksamhet. Viktiga vägval beskrivs därför i en annan bilaga till ansökningarna, /5-9/, och motiveras utifrån miljöbalkens bestämmelser om tillämpande av ”bästa möjliga teknik” (BAT).

### 5.3.1 Clab

Inför uppförandet av Clab utreddes placeringen i en förstudie som presenterades år 1977 /5-10/. Förstudien resulterade i tre alternativ som utreddes vidare: Simpevarp i Oskarshamns kommun, Forsmark i Östhammars kommun och Studsvik i Nyköpings kommun. Clab uppfördes åren 1980 till 1985 i Simpevarp.

Någon konsekvensbedömning av övervägda alternativ för lokalisering av Clab redovisas inte i denna MKB.

### 5.3.2 Inkapslingsanläggningen

SKB har utrett en placering av inkapslingsanläggningen i närheten av kärnkraftverket i Forsmark, vilket innebär att Clab och inkapslingsanläggningen ligger på två olika platser. Den föreslagna platsen har justerats något i förhållande till den som redovisades som alternativ lokalisering i den miljökonsekvensbeskrivning för inkapslingsanläggningen som SKB lämnade in i samband med ansökan enligt kärntekniklagen år 2006. Det beror bland annat på att FKA planerar en byggnad för temporär lagring av radioaktivt avfall inom området. I det nya läget är förslaget att inkapslingsanläggningen skulle placeras nordost om kärnkraftverkets reaktorblock 3. Vid en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle bränslemottagningen ske torrt, för att undvika att behöva bygga en bassäng i Forsmarksanläggningen med de renings-, kyl- och avfallshanteringssystem som det medför. Det använda kärnbränslet skulle i stället torkas i Clab innan det transporterades till inkapslingsanläggningen.

Inkapslingsanläggningens utformning vid en placering i Forsmark, samt dess påverkan, effekter och konsekvenser, redovisas i avsnitt 9.2.

### 5.3.3 Slutförvarsanläggningen

Som tidigare beskrivits i avsnittet om platsundersökningar (3.8) har SKB genomfört en komplett platsundersökning även i Laxemar i Oskarshamns kommun. Inom det undersökta området har SKB studerat ett antal lägen för placering av driftområde ovan mark, med tillhörande centralområde under mark, för en slutförvarsanläggning. Den plats som SKB utrett i Laxemar valdes för att den har goda berggrundsförhållanden för uppförande av schakt och tunnelramp samt skulle ge kort avstånd till inkapslingsanläggningen. Laxemar är därför det lokaliseringalternativ till slutförvaret i Forsmark som beskrivs och konsekvensbedöms i denna miljökonsekvensbeskrivning. Slutförvarsanläggningens utformning vid en placering i Laxemar samt dess påverkan, effekter och konsekvenser redovisas i avsnitt 10.2.

## 5.4 Nollalternativ

Nollalternativet beskriver trolig utveckling om inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd, vilket skulle innebära att det använda kärnbränslet även fortsättningsvis behöver lagras i Clab. Konsekvenser av nollalternativet redovisas i kapitel 11.

Beskrivningen av nollalternativet baseras på ett referensscenario med 50 års drift av reaktorerna i Forsmark och Ringhals samt med 60 års drift av reaktorerna i Oskarshamn. Den mängd använt kärnbränsle som produceras i referensscenariot kommer inte att rymmas inom befintlig anläggning och eventuella förseningar i uppförandet av inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen kräver att åtgärder genomförs. Kapaciteten i Clab kan ökas till 10 000 ton genom att kompaktkassetter, liknande de som i stor utsträckning redan finns i Clab i dag, används för allt bränsle. Att öka kapaciteten kräver dock en ändring i drifttillståndet samt en utbyggnad av kylkedjan. Med hjälp av detta skulle Clab kunna ta emot bränsle i ytterligare cirka 10 år. Möjligheten finns även att bygga ut Clab med ett tredje bergtrum med lagringsbassänger om detta skulle visa sig vara nödvändigt. En sådan utbyggnad är tekniskt möjlig. Att förvara det använda kärnbränslet i Clab kräver övervakning och underhåll. Om detta upprätthålls bedöms Clabs livslängd vara 100–200 år, förutsatt att vissa installationer successivt byts ut /5-11/.

I svensk lagstiftning finns övergripande krav på hantering av använt kärnbränsle. I kärntekniklagen anges att den som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet ska se till att uppkommet kärnavfall *slutförvaras* på ett säkert sätt. Slutförvaret ska bygga på passiva barriärer och inte kräva övervakning och underhåll. En fortsatt lagring i Clab tillgodoser inte kraven som ställs på slutförvaring, utan medför bara en senareläggning av en slutlig lösning.

Sverige har undertecknat den gemensamma konventionen av den 5 september 1997 om säkerheten vid hantering av kärnbränsle och säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (avfallskonventionen) /5-12/. Enligt denna ska, som framgår av avsnitt 2.1, anslutna länder vidta lämpliga åtgärder för att sträva efter att undvika att lägga otillbörliga bördor på kommande generationer. SKB har, vilket också har stöd i Sveriges tredje rapport under konventionen, tolkat åtagandet som att kärnavfallsfrågan till alla väsentliga delar ska lösas av de generationer som har haft nytta av elproduktionen från kärnkraften.

Generationsaspekten och kraven som ställs på ett slutförvar gör att en fortsatt lagring i Clab inte utgör ett reellt genomförandealternativ. Nollalternativet ska därför endast betraktas som ett jämförelsealternativ i förhållande till övriga alternativ som beskrivs i MKB:n.

Om ansökningarna avslås kommer teknikutvecklingsarbete att fortsätta bedrivas på SKB för att hitta nya lösningar på frågan om slutförvaring av använt kärnbränsle, varefter en ny ansökan sannolikt lämnas in. Vilken inriktning och tidshorisont ett sådant utvecklingsarbete skulle ha är i dag inte möjligt att överblicka och än mindre konsekvensbedöma. En fortsatt lagring i Clab är därför den utveckling som bedömts vara rimlig och möjlig att beskriva och konsekvensbedöma inom ramen för nollalternativet.

Beskrivningen av nollalternativets effekter och konsekvenser omfattar en redovisning av dels fortsatt normal drift av Clab, dels ett hastigt övergivande. Motivet till att beskriva effekter och konsekvenser vid ett hastigt övergivande är att illustrera vad som händer om Clab av någon anledning i framtiden plötsligt måste överges utan möjlighet att vidta skyddsåtgärder.

Nollalternativet omfattar också en beskrivning av trolig utveckling inom planerade lokaliseringsområden (för inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen med tillhörande bergupplag och tillfartsvägar) om anläggningarna inte kommer till stånd. Beskrivningen görs med utgångspunkt från att nuvarande markanvändning fortsätter, vilket är i linje med gällande kommunala planer. Tidsramen för beskrivningen av platsens utveckling är 60 år, vilket motsvarar den tidsperiod som slutförvarssystemet planeras drivas.

## 6 Avgränsningar

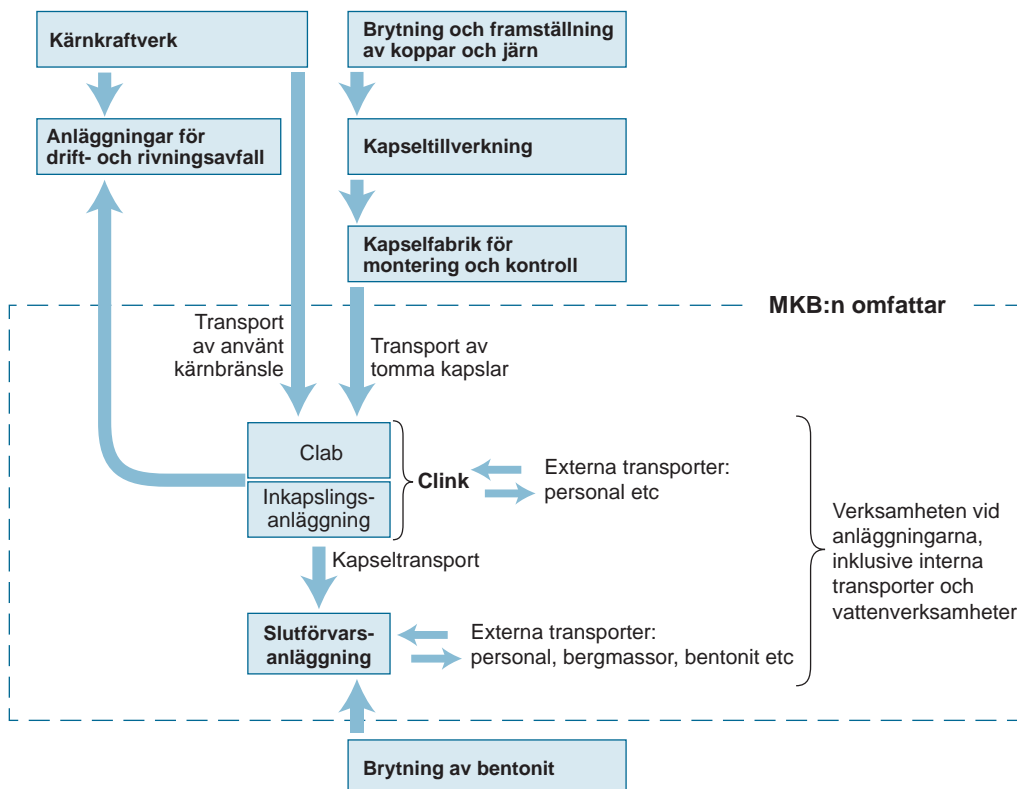
I detta kapitel anges vilka avgränsningar i tid, rum och sak som gjorts i MKB-arbetet. Avgränsningarna styrs av de planerade verksamheterna och deras lokalisering samt av övervägda alternativ.

### 6.1 Avgränsning av verksamhet

MKB:n omfattar mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle samt de anläggningar som finns eller planeras för ändamålet (Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen).

Vid prövningen av verksamheterna ska man enligt 16 kap 7 § miljöbalken även ta hänsyn till följdverksamheter som är behövliga för att den sökta verksamheten ska kunna bedrivas på ett ändamålsenligt sätt. Det måste dock göras en rimlig avgränsning så att endast följdverksamheter som har ett omedelbart samband med den tillståndsprövade verksamheten beaktas. Baserat på detta har MKB:n avgränsats till att omfatta följdverksamhet i form av transporter till och från anläggningarna samt vattenverksamheter, se figur 6-1. Verksamheter som inte ingår i MKB:n, kärnkraftverken, brytning av koppar och järn för tillverkning av kapslar, kapseltillverkning, brytning av bentonit till slutförvarsanläggningen samt anläggningar för att ta hand om drift- och rivningsavfall (SFR samt slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall), kommenteras i avsnitt 6.1.1 till 6.1.3.

I avsnittet om kumulativa effekter (avsnitt 12.2) beskrivs de verksamheter som redan finns i anslutning till de tilltänkta anläggningarna för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle, samt de som kan förutses tillkomma på platsen inom den tidsrymd som anläggningarna uppförs och drivs. Med kumulativa effekter avses i MKB-sammanhang hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter påverkar miljön i ett område.



Figur 6-1. Avgränsning av verksamheter och anläggningar som beskrivs inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen.

## 6.1.1 Kärnkraftverken

Kärnkraftverken, varifrån det använda kärnbränslet levereras, ingår inte i MKB:n eftersom de har egna tillstånd och det är andra verksamhetsutövare som ansvarar för den verksamhet som bedrivs.

## 6.1.2 Råvaror och kapseltillverkning

Brytning av koppar och järn för kapseltillverkning, liksom själva kapseltillverkningen, ingår inte i MKB:n. Produktion och kontroll av kapseln sker i kapselfabriken som kommer att byggas i Oskarshamns kommun. Kapselfabriken hanteras senare i en separat process enligt miljöbalken. Leverantörer av kapselkomponenter kommer att väljas i samband med att uppförandet av inkapslingsanläggningen startar.

Brytning av bentonit ligger också utanför avgränsningen för MKB:n, likaså båttransport av material, till exempel bentonit från brytningsområde, till hamnanläggning i Sverige.

## 6.1.3 Anläggningar för drift- och rivningsavfall

Kortlivat låg- och medelaktivt avfall uppstår under driften av Clab och inkapslingsanläggningen samt vid rivning av dessa anläggningar.

Det lågaktiva avfallet förs till befintligt markförvar för lågaktivt avfall (MLA), som ligger intill Äspös tunnelpåslag på Simpevarpshalvön. Det kortlivade radioaktiva avfallet förs till SFR i Forsmark. SFR ska byggas ut för att även rymma rivningsavfall. Anläggningarna för drift- och rivningsavfall har egna tillståndsprocesser och behandlas inte i denna MKB.

Lokaliseringen och uppförandet av anläggningen för förvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall ligger långt fram i tiden och behandlas inte i denna MKB.

## 6.2 Avgränsning av påverkan, effekter och konsekvenser

Begreppen **påverkan**, **effekt** och **konsekvens** är centrala i miljökonsekvensbeskrivningar. En miljöpåverkan är en fysisk förändring av miljön. Förändringen kan leda till en försämring i miljö-kvalitet (en miljöeffekt) som i sin tur kan ge följdverkningar för någon eller för något intresse, en miljökonsekvens /6-1/. I det följande ges ett exempel på hur de tre begreppen påverkan, effekt och konsekvens används i denna MKB:

**Påverkan** är den fysiska förändring som en anläggning ger upphov till, exempelvis genom att grundvatten behöver bortledas, vilket orsakar en grundvattensänkning.

**Effekten** av denna grundvattensänkning blir dränering av ovanliggande våtmarker, vilket förändrar livsmiljön för de djur och växter som finns i våtmarken.

**Konsekvensen** är en värdering av effekten när man tar hänsyn till vad denna betyder för olika intressen. Värderingen baseras på storlek och varaktighet av påverkan och effekten, samt på förekomsten av skyddsvärda intressen i det område som berörs. I exemplet med grundvattensänkningen värderas den berörda våtmarken utifrån om det är en sällsynt livsmiljö, om den hyser skyddsvärda arter samt utifrån dess betydelse för naturmiljön och den biologiska mångfalden i det område där den förekommer.

Både direkta och indirekta effekter ingår i bedömningen, även om dessa inte benämns specifikt som direkta eller indirekta i denna MKB. Indirekta effekter uppstår antingen som en följd av en direkt effekt eller som resultatet av en följdverksamhet.

Påverkan, effekter och konsekvenser som beskrivs i MKB:n baseras på en bedömning av vad som kan ge upphov till betydande miljöpåverkan. Grundvattensänkning är en typ av påverkan som kan förväntas bli betydande. I andra fall kan det finnas risk för betydande miljöpåverkan, till exempel genom bullerstörningar, varför detta utreds i MKB:n för att man ska kunna bedöma om betydande miljöpåverkan kan uppstå. Vidare har de frågeställningar som framkommit i samråden, som utgör en del i MKB-processen, styrt delar av innehållet i MKB:n. Det gör att en del miljöaspekter, som till exempel påverkan från ljussken, beskrivs i MKB:n trots att miljöpåverkan enligt SKB:s uppfattning inte är betydande.

MKB:n omfattar beskrivning av påverkan, effekter och konsekvenser under normala förhållanden och vid möjliga störningar och olyckor. De senare beskrivs i särskilda avsnitt om risk och säkerhet som behandlar såväl radiologiska som icke-radiologiska aspekter.

Den påverkan och de effekter och konsekvenser som bedömts vara relevanta att beskriva i MKB:n anges i tabell 6-1.

Tabell 6-1. Avgränsning vid beskrivning av påverkan, effekter och konsekvenser samt risk och säkerhet för Clab, Clink och slutförvarsanläggning.

	Clab	Clink	Slutförvar
<b>Påverkan</b>			
Ianspråktagande av mark		●	●
Påverkan på grundvattennivå	●	●	●
Buller och vibrationer	●	●	●
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen	●	●	●
Utsläpp av övriga ämnen till luft	●	●	●
Utsläpp av övriga ämnen till vatten	●	●	●
Ljussken		●	●
Resursförbrukning	●	●	●
<b>Effekter och konsekvenser</b>			
Naturmiljö	●	●	●
Friluftsliv och rekreation			●
Kulturmiljö		●	●
Landskapsbild	●	●	●
Boendemiljö och hälsa	●	●	●
<b>Risk och säkerhet</b>			
Icke-radiologiska risker	●	●	●
Radiologiska risker under drift	●	●	●
Långsiktig säkerhet			●

Ianspråktagande av mark beskrivs inte för Clab eftersom ingen ny mark tas i anspråk. Inga betydande konsekvenser förväntas uppstå för kulturmiljö och landskap eller för friluftslivet. Konsekvenser för naturmiljön beskrivs med tanke på den bullerpåverkan och de utsläpp till vatten som sker från anläggningen. För slutförvarsanläggningen kan noteras att utsläpp av radioaktiva ämnen under normal drift avser radon som frigörs från berggrunden. Det använda kärnbränslet kommer att vara inkapslat och orsakar inte några radioaktiva utsläpp till omgivningen. Extraordinära händelser analyseras för driftskedet och efter förslutning av slutförvaret (långsiktig säkerhet).

## 6.3 Geografisk avgränsning

Den geografiska avgränsningen anger det område som kan komma att påverkas av planerade verksamheter.

### 6.3.1 Lokaliseringsområde

Lokaliseringsområdet är det område där anläggningarna placeras samt de omgivande markområden där det finns risk för direkt fysisk störning i samband med anläggningsarbeten. Ianspråktagande av mark kan medföra konsekvenser för kultur- och naturmiljö. Inom lokaliseringsområdet har därför detaljerade utredningar i form av arkeologisk utredning och naturinventering genomförts som underlag för konsekvensbedömningen.

## 6.3.2 Påverkansområde

Påverkansområdet definieras som det område där störningar av olika slag (grundvattensänkning, buller, vibrationer, ljussken, utsläpp till luft och vatten) kan påverka omgivningen. Påverkansområdet är olika stort för olika typer av påverkan. Viss påverkan, som grundvattensänkning och buller från anläggningarna, uppstår i omgivningen kring lokaliseringsområdet. Annan typ av påverkan uppstår på längre avstånd från anläggningarna. Detta kan vara vattenområden som är mottagare av utsläpp från anläggningarna eller vägar som används för transporter till och från anläggningarna. Transportvägarna ingår i påverkansområdet genom att transporterna ger upphov till buller, vibrationer och utsläpp till luft (se avsnitt 6.3.4 om transporter).

För att beskriva den effekt som utsläpp av radioaktiva ämnen har på människan och för att säkerställa att allmänheten får ett fullgott skydd används begreppet kritisk grupp. Begreppet innebär den grupp av människor som på grund av levnadsvanor, ålder eller vistelseort får högre doser än andra till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen. Den kritiska gruppen kan vara verklig eller hypotetisk. Vid utsläppsberäkningar av radioaktiva ämnen vid normal drift av en inkapslingsanläggning vid Clab, har en kritisk grupp antagits finnas på Utlångö och Upplångö, cirka fyra kilometer nordost om inkapslingsanläggningen. Vid beräkning av omgivningspåverkan vid missöden i Clab och inkapslingsanläggningen har dosen beräknats för fem olika avstånd från anläggningarna: 200 respektive 500 meter samt två, tre respektive tio kilometer. För slutförvarsanläggningen planeras inga motsvarande beräkningar för driftskedet, eftersom inga händelser har identifierats som kan ge utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen.

I säkerhetsanalysen SR-Site, som behandlar den långsiktiga säkerheten i slutförvaret, beräknas utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Huvuddelen av beräkningarna är koncentrerade till ett område strax nedströms slutförvaret, men doser beräknas även för hela Öregrundsgrepen, den havsvik som ligger utanför Forsmark.

## 6.3.3 Transporter av använt kärnbränsle

Den geografiska avgränsningen för transporter av använt kärnbränsle innefattar fartygstransporterna från kärnkraftverken till Clab samt av inkapslat bränsle till slutförvarsanläggningen, inklusive de korta landtransporterna.

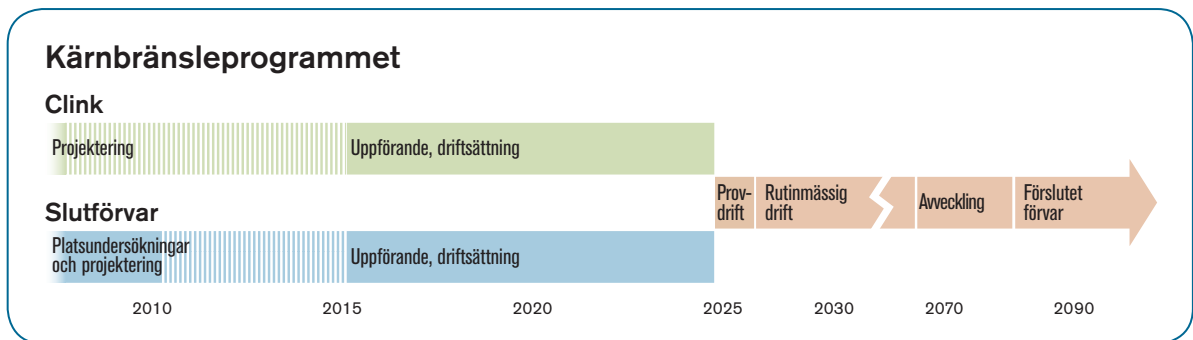
## 6.3.4 Övriga transporter

Utredningar av miljöpåverkan från materialtransporter baseras på att de sker med lastbil /6-2, 6-3/. Utredningarna av transportbuller och utsläpp till luft från material- och persontransporter har fokuserat på sträckorna Forsmark–Hargshamn respektive Laxemar/Simpevarp–Oskarshamn. Spridningsberäkningar för utsläpp till luft samt för buller och vibrationer har gjorts för känsliga avsnitt, till exempel vid passage av tätbebyggt område. För att mängdberäkningar av utsläpp till luft (totala utsläpp per år) ska kunna göras har en genomsnittlig transportlängd på 25 kilometer (enkel resa) antagits. Detta avstånd bestäms bland annat av var personalen bor, vilka entreprenörer som anlitas samt hur den framtida marknaden för avsättning av bergmassor ser ut, varför det finns osäkerhet i antagandet.

## 6.4 Avgränsning i tid

De tidsskeden som beskrivs är de skeden då verksamheten ger konsekvenser. För Clink är det drift- och rivningsskedet. För inkapslingsanläggningen tillkommer uppförandeskedet. För slutförvarsanläggningen omfattar beskrivningen uppförande, drift och avveckling, se figur 6-2. Tiden efter förslutning beskrivs med avseende på långsiktig säkerhet och underlaget har hämtats från analysen av den långsiktiga säkerheten, SR-Site, där scenarierna för förvarets utveckling sträcker sig en miljon år framåt i tiden.





Figur 6-2. Tidsplan för uppförande, drift och aveckling av Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning.

De årtal som anges i miljökonsekvensbeskrivningen är exempel på typiska år för projektets olika skeden och är beroende av när tillstånd ges för att uppföra och driva anläggningen. Det gör att den uppskattade påverkan kan komma att inträffa vid en annan tidpunkt, beroende på projektets fortskridande. År 2015 speglar ett år under uppförandeskedet med lägre intensitet för slutförvaret och högre intensitet för inkapslingsanläggningen, medan år 2018 speglar ett år med högre intensitet för slutförvaret och lägre intensitet för inkapslingsanläggningen. Åren 2030 och 2075 speglar driftskedet respektive avecklingsskedet.

Då avecklingen ligger långt fram i tiden beskrivs avecklingsskedet och dess miljökonsekvenser endast översiktligt i MKB:n.





# Platsspecifika förutsättningar

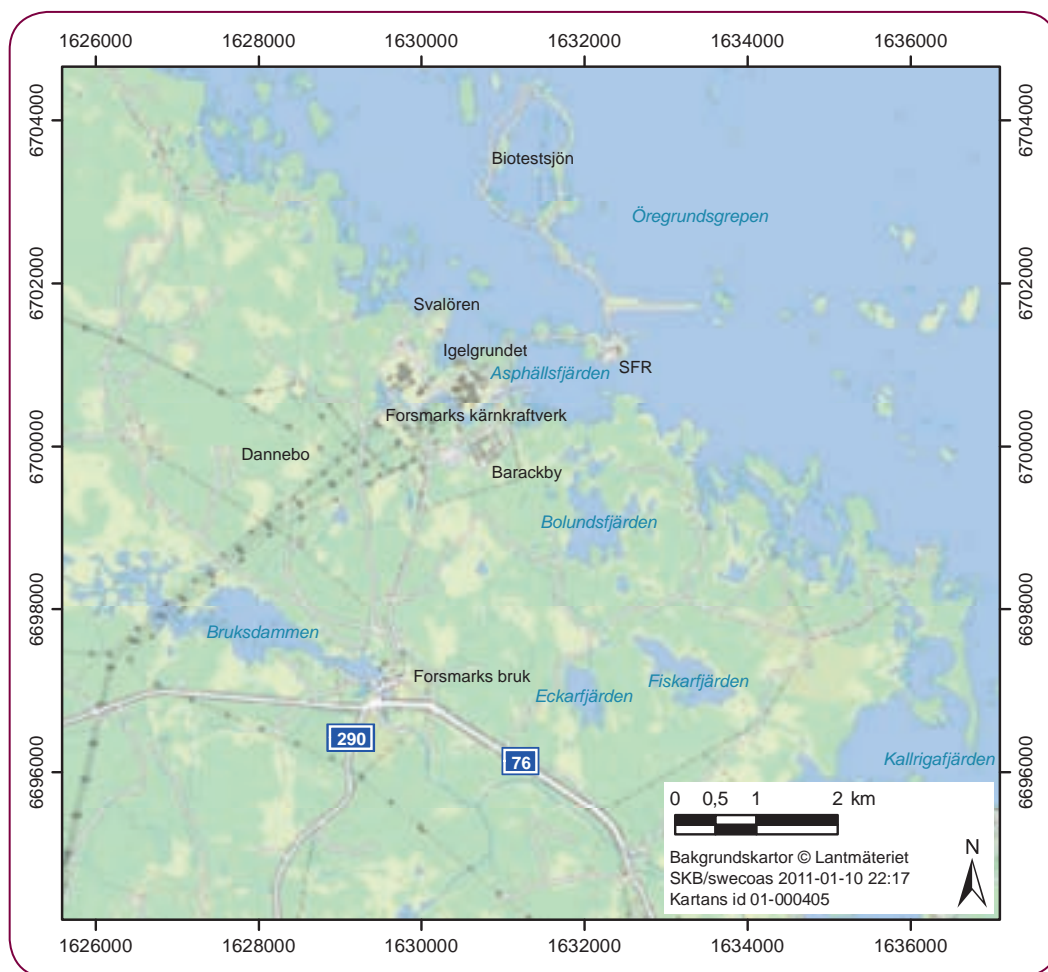
## 7 Platsförutsättningar

De platsspecifika förutsättningarna utgör, tillsammans med de sökta verksamheternas påverkan, grunden för bedömningen av effekter och konsekvenser. Forsmark är den sökta platsen för slutförvarsanläggningen samt den övervägda lokaliseringen för inkapslingsanläggningen. Laxemar/Simpevarp är den sökta platsen för Clab och inkapslingsanläggningen (Simpevarp) samt den övervägda lokaliseringen för slutförvarsanläggningen (Laxemar).

De avsnitt som är mest centrala med hänsyn till den långsiktiga säkerheten är de som behandlar geologi och hydrogeologi, avsnitt 7.1.3 (Forsmark) respektive 7.2.3 (Laxemar/Simpevarp).

### 7.1 Forsmark

Forsmarks industriområde är beläget nordost om Forsmarks brukssamhälle och riksväg 76 i Östhammars kommun, se figur 7-1. Inom industriområdet ligger Forsmarks kärnkraftverk med tre reaktorer, som ägs av Forsmarks Kraftgrupp (FKA). Där finns även kringverksamheter som krävs för driften av kärnkraftverket, bland annat vattenverk, avloppsreningsverk, oljedepå, kraftledningar och Svalörens markförvar för lågaktivt avfall. Öster om kärnkraftverket ligger även SKB:s slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR), cirka 50 meter under havets botten. I SFR deponeras låg- och medelaktivt driftavfall från de svenska kärnkraftverken, industrin och sjukvården. Biotestsjön, som är belägen norr om kärnkraftverket, uppfördes genom att vallar byggdes av överskottsberg mellan ett antal öar i Forsmarks skärgård. Till Biotestsjön pumpas uppvärmt kylvatten från kärnkraftverket.



Figur 7-1. Forsmarksområdet i Östhammars kommun, översiktskarta.

## 7.1.1 Planförhållande, befolkning och infrastruktur

### 7.1.1.1 Översiktsplan

Gällande översiktsplan för Östhammars kommun (ÖP 2000) antogs av kommunfullmäktige år 2003. Området söder om Forsmark utpekades i översiktsplanen som potentiellt gynnsamt för anläggning av djupförvar (tidigare benämning på slutförvar) av använt kärnbränsle. Översiktsplanens inriktning är att kommunen upprätthåller en beredskap för att möjliggöra en eventuell lokalisering av ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmarks- eller Hargshamnssområdet.

### 7.1.1.2 Detaljplan

Gällande detaljplan för Forsmarksverket antogs av kommunfullmäktige 1992 och vann laga kraft 1994. Planen omfattar ett relativt stort land- och vattenområde, som inbegriper bland annat Forsmarks kärnkraftverk, markförvaret för lågaktivt avfall, avloppsreningsverket, SFR och Biotestsjön samt Forsmarks hamn (belägen vid SFR). Planen ger huvudsakligen förutsättningar för produktion av

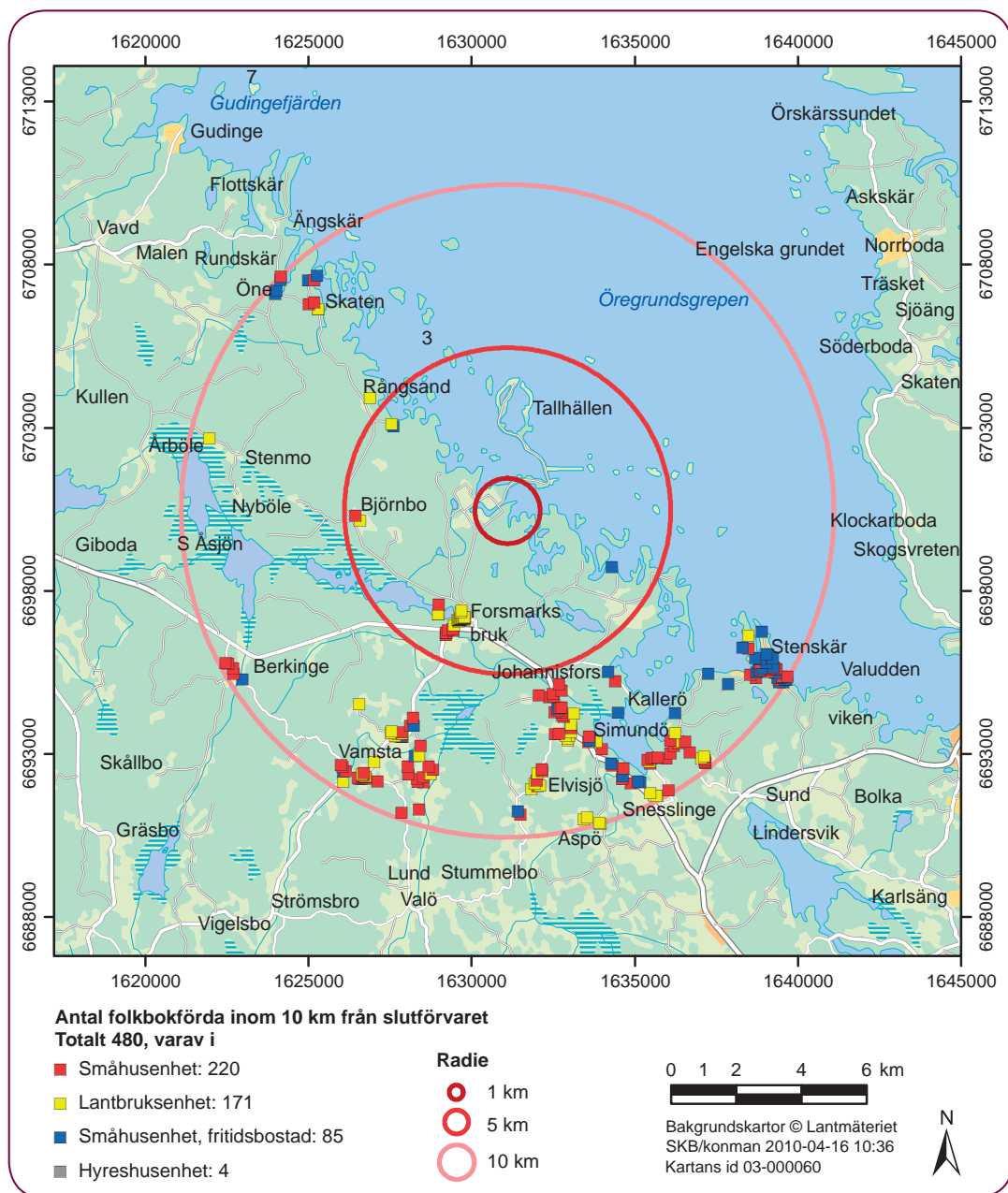


Figur 7-2. Områden som omfattas av detaljplaner som medger slutförvarets anläggningar.

elektrisk kraft, energiproduktion och energiteknisk verksamhet. Ändringar antogs i den befintliga planen 2008 för att bland annat möjliggöra en slutförvarsanläggning under delar av planområdet. Samtidigt antogs en ny detaljplan för området sydost om den befintliga planen, som medger ovanrespektive undermarksanläggningar för slutförvaret. Den nya planen ersatte också delar av planen för Forsmarksverket, se figur 7-2. Planerna vann laga kraft i april 2008.

### 7.1.1.3 Befolkning

Närområdet saknar i stort sett bostadsbebyggelse. Närmaste samlade bostadsbebyggelse ligger runt Forsmarks bruk, ungefär fyra kilometer från kärnkraftverket. Konsulter och entreprenörer med flera bor periodvis i FKA:s anläggning för tillfällig logi i närheten av kärnkraftverket (Barackbyn). Inom ett avstånd av en kilometer från Forsmarks industriområde finns i övrigt inga boende. Inom fem kilometer bor knappt 100 folkbokförda personer. Därutöver finns också ett tiotal fastigheter för fritidsboende. Inom tio kilometer bor knappt 500 folkbokförda personer, se figur 7-3 och tabell 7-1 /7-1/.



Figur 7-3. Antal boende (folkbokförda) år 2008 inom tio kilometer från den planerade slutförvarsanläggningen.

Tabell 7-1. Antal boende (folkbokförda) år 2008 inom olika avstånd från Forsmarks industriområde.

Avstånd	Boende totalt	varav småhus	varav fritidshus	varav lantbruk	varav hyreshus
0–1 km	0				
1–5 km	84	20	5	59	
5–10 km	396	200	80	112	4
0–10 km totalt	480	220	85	171	4

### 7.1.1.4 Vägar och konventionella transporter

Vägar som ansluter till Forsmarksområdet är länsväg 290 från Uppsala via Österbybruk och riksväg 76 från Norrtälje och Gävle, se figur 7-4. Från Östhammar leder länsväg 288 till Uppsala. Dessa vägar har högsta bärighetsklass. Från Forsmarks industriområde finns en enskild väg med hög bärighet, som ägs och sköts av FKA, ut mot riksväg 76. Avståndet från Forsmark till Uppsala är cirka 80 kilometer och till Stockholm cirka 150 kilometer. Länsväg 288 är den viktigaste förbindelsen mellan nordöstra Uppland och Uppsala med sina anslutningar till Europaväg 4 (E4) och riksväg 55. Riksväg 76 har störst betydelse för boende och arbetande i Östhammar, Öregrund och Hargshamn.

Trafikbelastningen i Östhammars kommun är årstidsberoende. Sommartid ökar trafiken markant i kommunen på grund av ett stort antal sommarboende. Sysselsättningen inom kommunen har legat på en tämligen konstant nivå, medan antalet förvärsarbetande med bostad inom kommunen har vuxit. Omkring två tredjedelar av pendlingen går mot Uppsala. Enligt Vägverkets förstudie för länsväg 288 Hov–Gimo från år 2005 utgör inpendlingen till kommunen cirka 1 600 personer per dygn medan utpendlingen uppgår till strax under 2 900 personer per dygn. En fortsatt ökad in- och utpendling förväntas i kommunen.



Figur 7-4. Huvudvägar och järnväg i och omkring Forsmarksområdet.

Trafiken på riksväg 76 i området kring Forsmarks bruk uppgick år 2006 till cirka 2 000 fordon per dygn, varav cirka tio procent utgjorde tung trafik /7-2/. Trafiken på infartsvägen till Forsmarksverket var cirka 520 fordon per dygn /7-3/.

Utöver normala persontransporter tillkommer tillfällig arbetskraft som sysselsätts i de årliga revisionerna samt i olika utvecklingsprojekt vid kraftverket. En normal revision omfattar cirka två månader för hela kärnkraftverket och berör cirka 500 personer. Ett år med stora ingrepp, såsom exempelvis turbinbyte, kan antalet uppgå till över 700. Flertalet av dessa bor i Barackbyn vid kraftverket.

Vad gäller pendlingsmönstret till och från FKA konstateras att år 2003 var nio procent av de anställda bosatta i Gävle medan sex procent var bosatta i Uppsala. Andelen bosatta i Östhammars kommun var 66 procent, med tyngdpunkt på orterna Östhammar, Öregrund och Österbybruk. Med förbättrade vägförbindelser, goda pendlingsmöjligheter och snabbare kollektivtrafik mot Uppsala kommer Alunda och Gimo sannolikt att få en ökad betydelse för tillväxten i länet /7-2/.

### 7.1.1.5 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

SKB äger och driver ett system för transporter av använt kärnbränsle från kraftverken till Clab i Oskarshamn, samt av låg- och medelaktivt driftavfall till SFR i Forsmark. Sjötransporter sker med m/s Sigyn som regelbundet anlöper hamnen vid SFR. Landtransporter sker med långsamgående terminalfordon inom industriområdet. Det använda kärnbränslet och driftavfallet är under transport inneslutet i transportbehållare.

### 7.1.1.6 Järnväg

Kommunen genomkorsas av en järnväg för godstrafik. Den utgår från Hallstavik, passerar Hargshamn och går sedan via Gimo och Österbybruk vidare västerut och ansluter till Norra stambanan vid Örbyhus. Banan är inte elektrifierad och ingen persontrafik förekommer. Järnvägen utnyttjas i varierande grad för transporter av fastbränslen till/från Hargshamn samt för transporter till pappersbruket i Hallstavik. En upprustning av banan är planerad i samband med att driften av Dannemora gruva återupptas.

### 7.1.1.7 Hamnar och farleder

I kommunen finns två hamnar som är aktuella för SKB:s transporter /7-2/, Forsmarks hamn och Hargshamns hamn.

#### Forsmarks hamn

Forsmarks hamn ligger drygt två kilometer öster om kärnkraftverket. I direkt anslutning till hamnen finns driftområde och anläggningar för SFR. Hamnen ägs och drivs av FKA och används nästan uteslutande för transporter av radioaktivt avfall med SKB:s fartyg m/s Sigyn, men även för enstaka transporter för kärnkraftverkets räkning. Djupgåendet är begränsat till 5,5 meter. Hamnen skyddas av vågbrytare mot sjögång och ispressning från norr. Från hamnen leder en väg som är speciellt byggd för tung trafik till kraftverket.

#### Hargshamns hamn

Hargshamns hamn är en industri- och bulkhamn som ägs av Hargs Hamn AB. Den är belägen cirka tio kilometer söder om Östhammars tätort och cirka 30 kilometer söder om Forsmark. Hamnen är länets viktigaste djuphamn, numera en renodlad godshamn med fyra olika kajlägen. I Hargshamns hamn sker i dag bergutlastning för export. Farleden till Hargshamn är väl lämpad för större fartyg och tillräcklig för fartyg med 8,5 meters djupgående och största längd 175 meter.

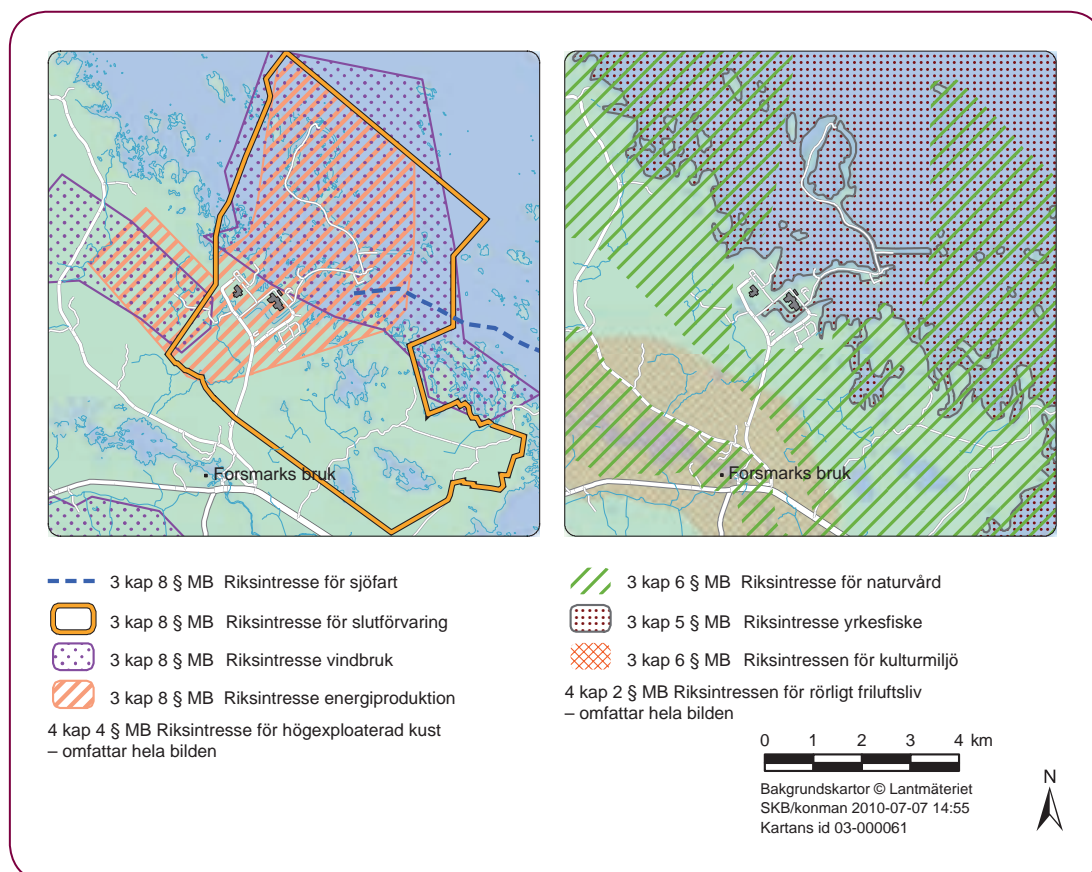


Hamnen har trafikerats med fartyg upp till 50 000 ton dödsvikt på dellast, vilket är väsentligt större än de fartyg som antas bli aktuella för transporter till slutförvarsanläggningen. Hargs Hamn AB planerar att justera farledens sträckning samt lokalt utvidga och fördjupa farleden för att kunna betjäna större fartyg. Med anledning av detta inledde Hargs Hamn AB år 2007 en tillståndsprocess.

Från Hargshamn leder länsväg 292 ut till riksväg 76 och vidare i västlig riktning. Vägen har högsta bärighetsklass och en bredd över åtta meter. Hargshamn har också enkelspårig järnväg som anknyter till Norra stambanan.

## 7.1.2 Riksintressen och skyddade områden

Det område som kan bli aktuellt för slutförvarets anläggningar har pekats ut som riksintresse för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. En stor del av området är också av riksintresse för energiproduktion och en del av området är av riksintresse för naturvården. Hela området ingår i riksintresse enligt de särskilda hushållningsbestämmelserna för högexploaterade kuststräckor enligt 4 kap 1–4 §§ miljöbalken. Området av riksintresse för slutförvaring gränsar i sydväst till Forsmarks bruk, som är av riksintresse för kulturmiljövården. Forsmark och dess omgivning är också av riksintresse för rörligt friluftsliv. Områden av riksintresse för vindbruk (vindkraft) finns både på land och till havs. Öregrundsgrepen utgör riksintresse för yrkesfisket. Utanför området finns tre Natura 2000-områden varav två även utgör naturreservat. Områden av riksintresse för naturvård samt Natura 2000-områden är markerade i figur 7-17, se avsnitt 7.1.5 Naturmiljö. Farleden till Forsmarks hamn är av riksintresse för sjöfart. Samtliga områden av riksintresse är markerade i figur 7-5.



Figur 7-5. Riksintressen i Forsmarksområdet.

## 7.1.3 Geologi

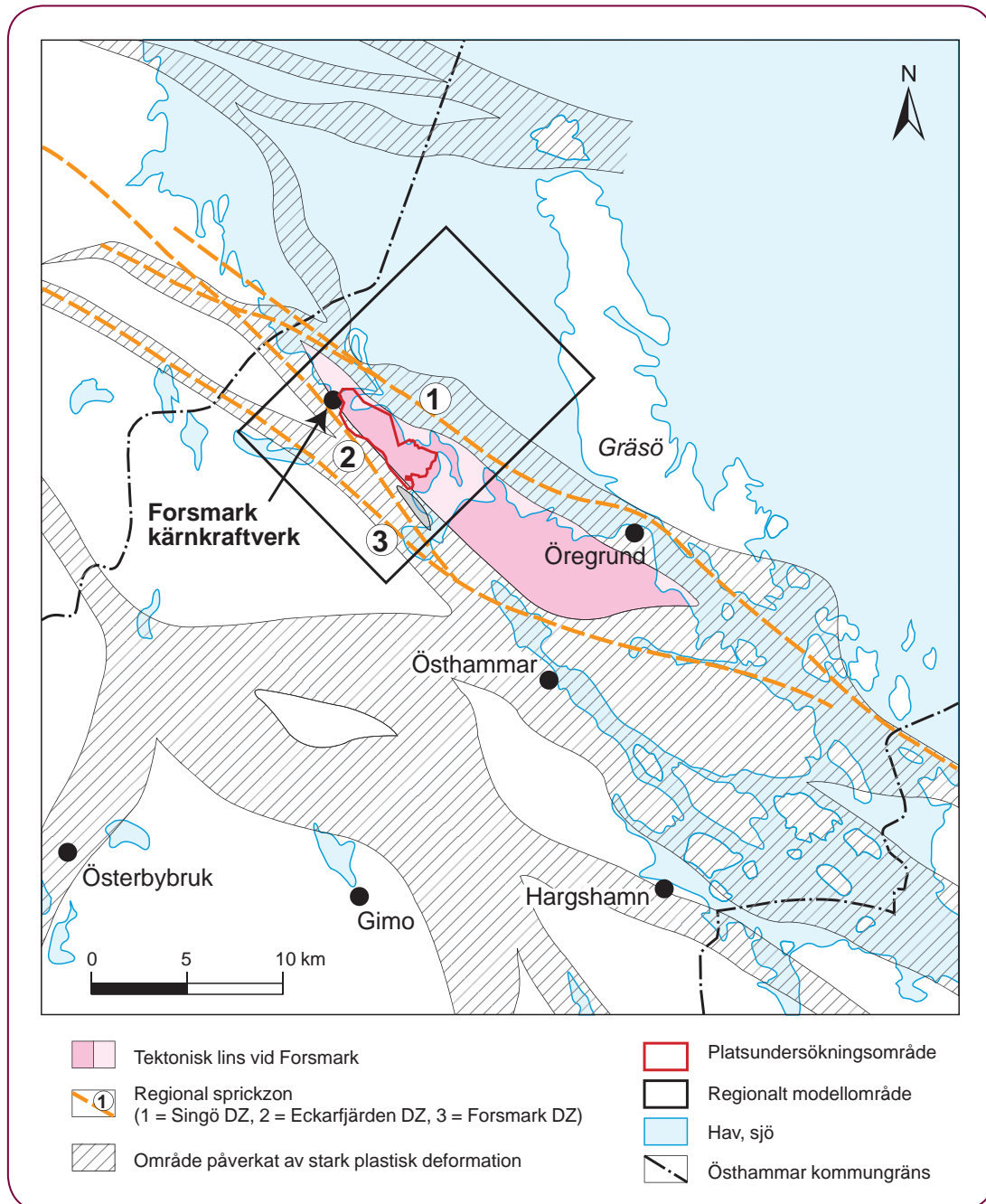
Under platsundersökningen har stora resurser lagts ner på att i fält samla in data om berggrundsgeologi, bergmekanik, bergets termiska egenskaper, hydrogeologi, hydrogeokemi, bergets transportegenskaper och egenskaper i det ytnära systemet, omfattande bland annat ekosystemen på land, i sjöarna och i havet. För att karakterisera berget har undersökningar på markytan kombinerats med undersökningar i borrhål och studier av borrhämlinor, se figur 7-6. Totalt har platsundersökningen omfattat 25 kärnborrhål (ner till som mest cirka 1 000 meter med en total borrhålslängd på 17 800 meter) och 38 hammarborrhål (total borrhålslängd på 6 500 meter, ingen borrhämlinor). Information och data om jordlagren har inhämtats från cirka 100 jordborrhål. Resultaten från undersökningarna har sammanfattats i en för respektive ämnesområde anpassad modell. Förenklat handlar platsmodellering om att förstå hur en plats fungerar samt om att tolka och överföra den punktvisa information, som tagits fram vid platsundersökningarna i form av mätvärden, till att gälla för ytor och volymer. Totalt hanteras fyra dimensioner (längd, bredd, djup och tid). På så sätt tas det fram en sammansatt bild av området där modellerna för de olika ämnesområdena måste stämma överens. Platsmodellering syftar till att förklara observationer på djupet och på ytan men även till att kunna koppla händelser i det förflutna till de observationer som görs i dag. Inom ramen för modelleringsarbetet redogörs även för de osäkerheter som finns i beskrivningen, och en värdering görs av vad de betyder för helheten. Modellen är en förenklad bild av hela undersökningsområdet. För att avgöra modellens kvalitet valideras den genom att modellens förutsägelser och beteende jämförs med det verkliga systemet och dess beteende. Om inget annat anges är informationen i avsnitt 7.1.3.1–7.1.4 hämtad ur den platsbeskrivande modellen för Forsmark /7-4/.



Figur 7-6. Platsundersökningarna, undersökning av borrhämlinor och borrhål.

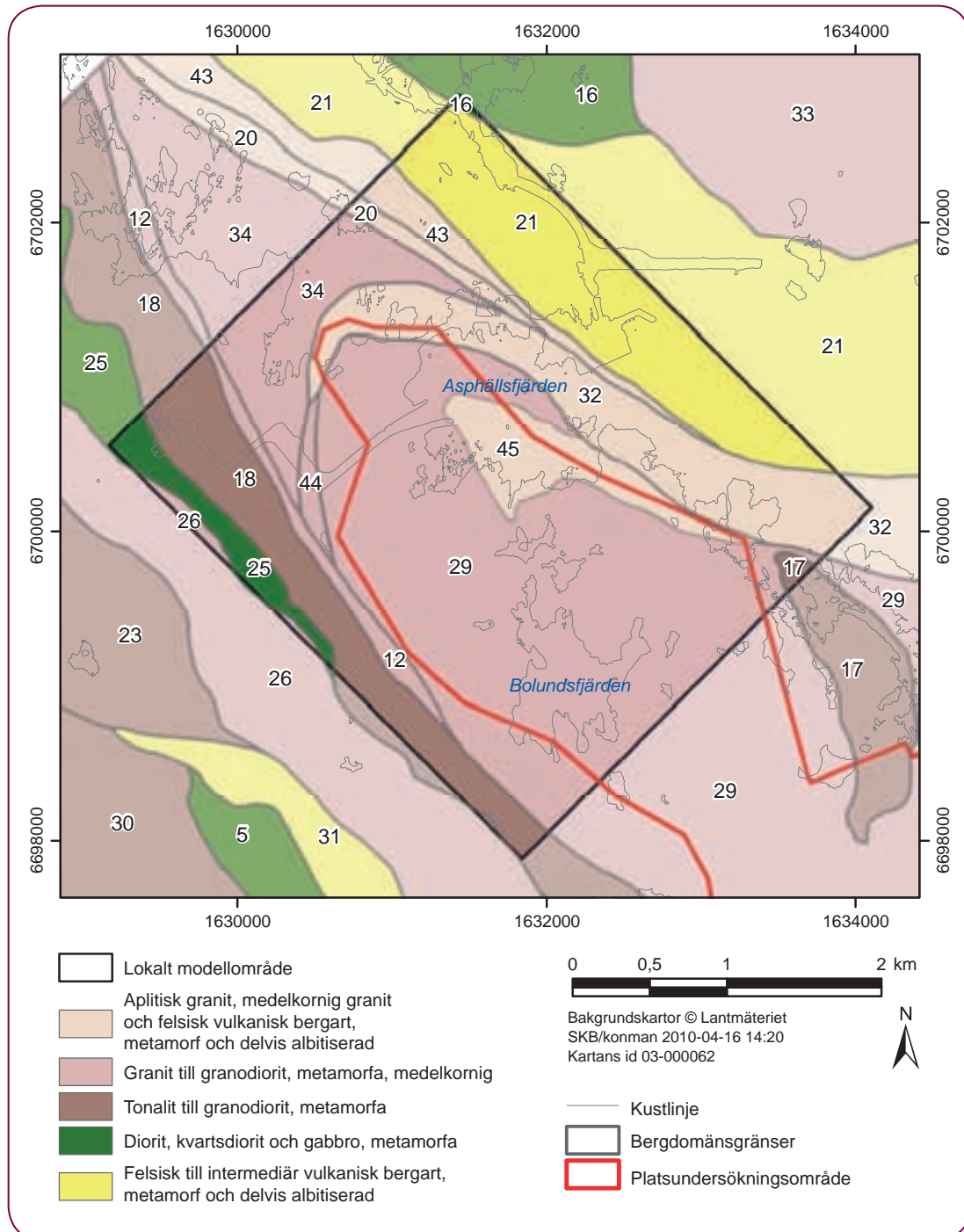
### 7.1.3.1 Berggrunden

Berggrunden i platsundersökningsområdet utgörs av den nordvästra delen av en så kallad tektonisk lins. Linsen sträcker sig längs kusten från Öregrundsområdet i sydost till området nordväst om kärnkraftverket, se figur 7-7. Det prioriterade området för det planerade slutförvaret ligger i den nordvästra delen av platsundersökningsområdet. Berggrunden i denna del av den tektoniska linsen har delats in i två bergdomäner, RFM029 och RFM045, där den största volymen utgörs av bergdomän RFM029, se figur 7-8.



Figur 7-7. Den tektoniska linsen i Forsmark (rosa) är omgiven av starkt plastiskt deformerade bergarter (diagonalrandiga). De streckade linjerna visar regionala spröda deformationszoner. Platsundersökningsområdet (röd konturlinje) ligger i den nordvästra delen av linsen. Det prioriterade området ligger i den nordvästra delen av platsundersökningsområdet.

Bergdomän RFM029, markerad 29 i figur 7-8, domineras av medelkornig metagranit och innehåller underordnade bergarter såsom pegmatit, finkornig granit och amfibolit. Bergdomän RFM045, markerad 45 i figur 7-8, består huvudsakligen av omvandlad (albitiserad) medelkornig metagranit med samma förekomst av underordnade bergarter som i bergdomän RFM029. Berget har högt innehåll av kvarts, hög termisk ledningsförmåga och god hållfasthet.



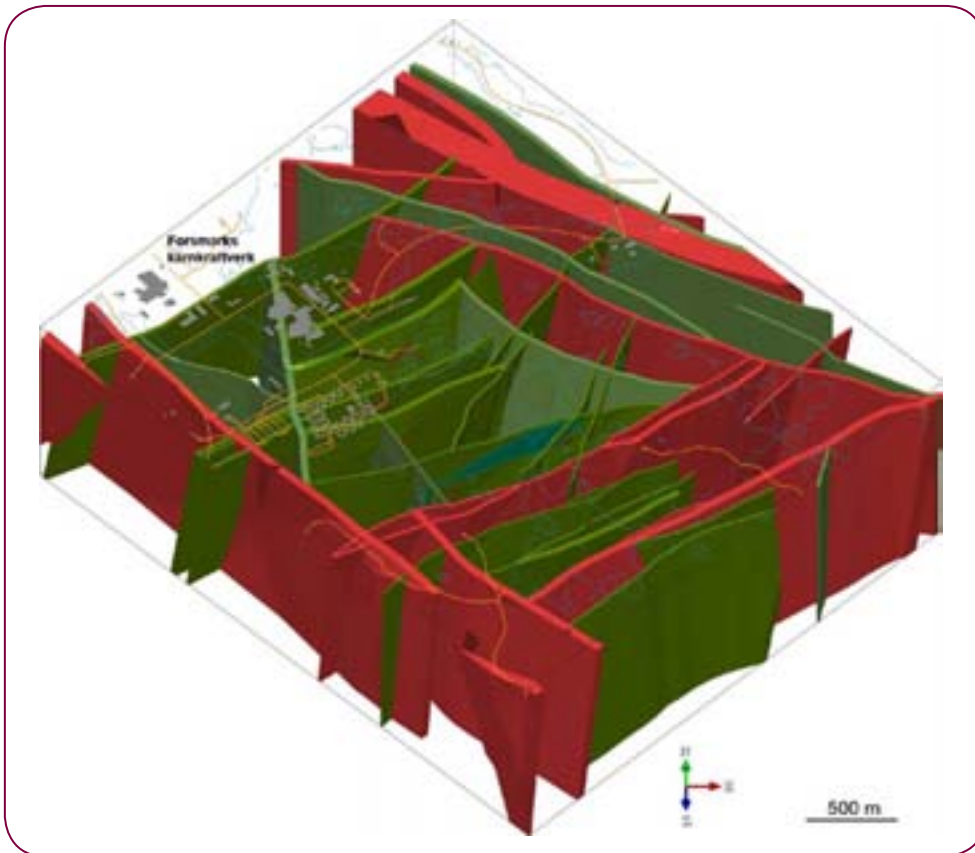
Figur 7-8. Bergdomäner i det prioriterade området.

Deformationen av berggrunden i Forsmark startade djupt nere i jordskorpan för cirka 1,9 miljarder år sedan under hög temperatur. Den koncentrerades till zoner, inom vilka bergarternas struktur förändrades. Berggrunden blev utsatt för plastisk deformation. Mellan de tektoniska banden bildades linsformade områden, så kallade tektoniska linser, där berggrunden inte var lika starkt deformerad. Så länge berget var varmt, på ett stort djup i jordskorpan, var bergmassan i de plastiska deformationszonerna seg och berget kunde röra sig utan att spricka. Då temperaturen i berggrunden sjönk övergick deformationen från att vara plastisk till att bli spröd, och sprickzoner bildades vars sprickor delvis fylldes med mineral och därmed läkte ihop. De mest betydande sprickzonerna följer i stort sett de plastiska deformationszonernas riktning, det vill säga de har nordvästlig riktning och omger den tektoniska linsen. Mindre sprickzoner med nordostlig till ostnordostlig riktning är dominerande inne i linsen, se figur 7-9.

Sprickzonerna har reaktiverats (öppnats upp på nytt) i flera omgångar och läkt ihop med olika typer av mineral i samband med olika geologiska händelser. Åldersdateringar av sprickmineralet adularia visar att en betydande reaktivering av de nordostliga till ostnordostliga sprickzonerna skedde för cirka 1,1 miljarder år sedan. Därefter försiggick geologiska processer av betydelse flera hundra kilometer från Forsmarksområdet, som då hade blivit ett tektoniskt stabilt område med en väl utbildad (tjock) jordskorpa.

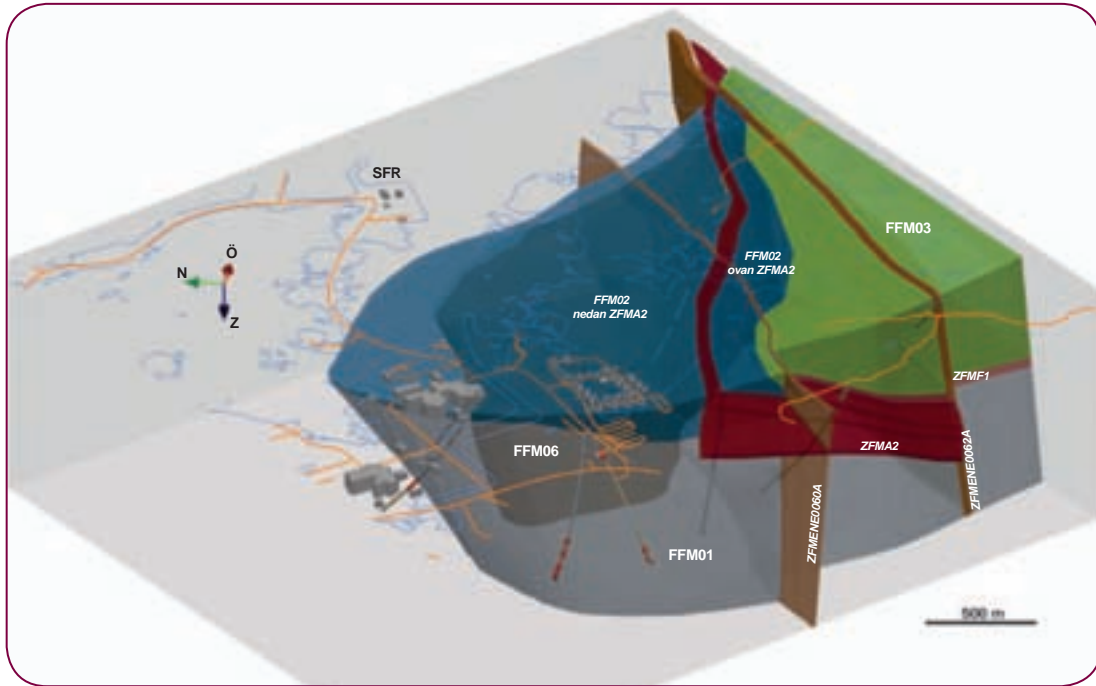
Sprickbildningen i berget under de senaste cirka 600 miljoner åren har skett genom belastning och avlastning av jordskorpan, som mestadels påverkade den översta delen av berggrunden. Förutom olika typer av sediment, som borteroderades och pålagrades, har den snabba avlastningen efter istidens slut (när trycket från isen lättat) bidragit till sprickbildningen i den övre delen av berggrunden.

Både branta och flacka sprickzoner har identifierats inom platsundersökningsområdet. Sprickzonerna innehåller både horisontella och vertikala sprickor, varav de flesta är läkta men vissa fortfarande är öppna.



Figur 7-9. Tredimensionell modell som visar de vertikala och brantstupande deformationszonerna. Modellen betraktas snett uppifrån och norrut. De rödmarkerade zonerna är längre än tre kilometer och de grönmarkerade zonerna är mindre zoner, kortare än tre kilometer.

Mellan sprickzonerna finns ett mer homogent berg. Berggrunden mellan sprickzonerna i det prioriterade området har delats in i sprickdomäner för att särskilja bergvolymerna med olika sprickfrekvens, se figur 7-10. Sprickfrekvensen i sprickdomänerna 1 och 6 (FFM01 och FFM06), inom vilka slutförvaret planeras, är mycket lägre än den för normal svensk berggrund, medan den övre delen av berget, som beskrivs av sprickdomän 2 (FFM02), har betydligt fler sprickor än normal svensk berggrund. I sprickdomän 2 förekommer långa, vattenförande horisontella sprickor, se figur 7-11.



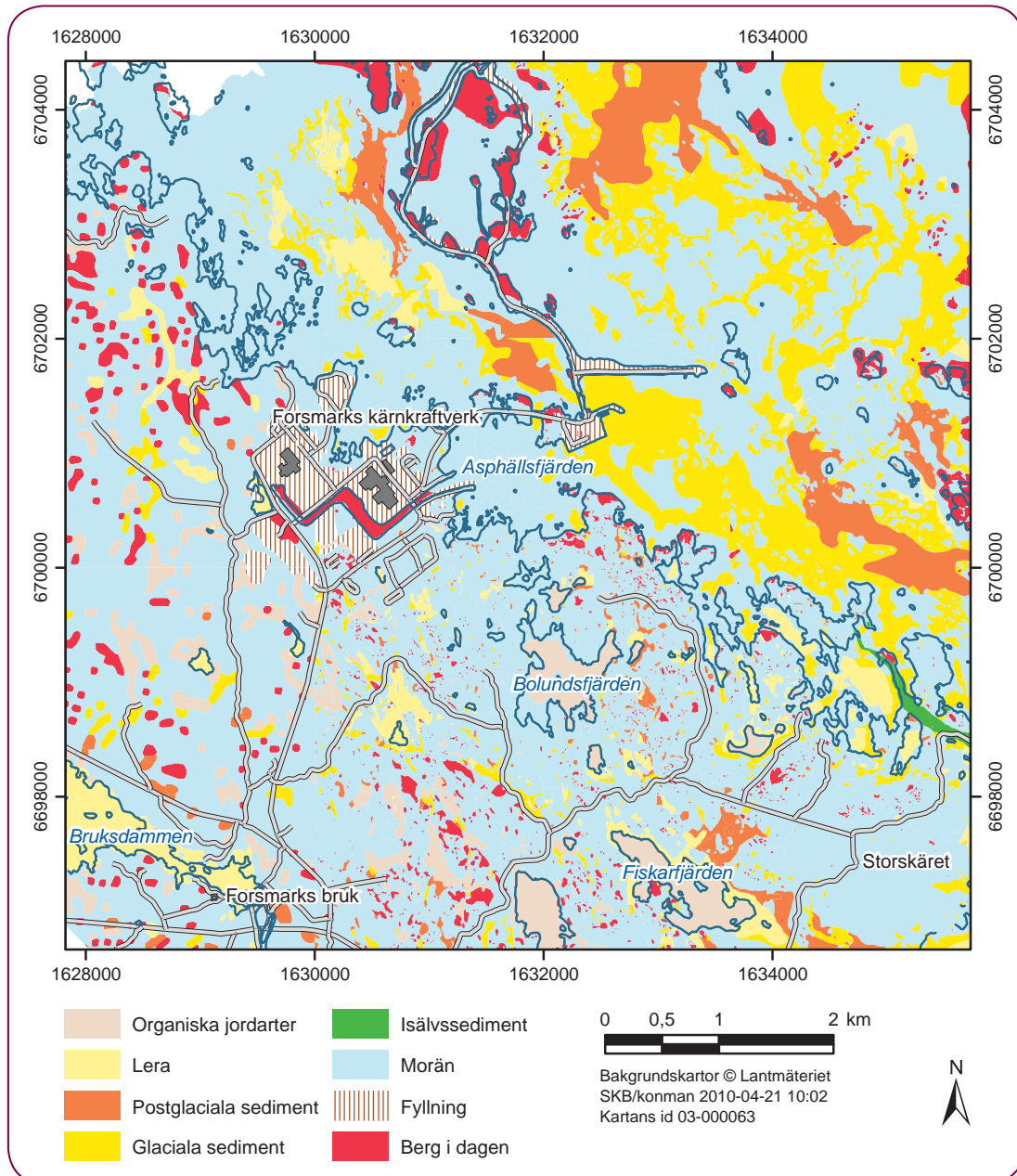
Figur 7-10. Tredimensionell modell av de olika sprickdomänerna i den nordvästra delen av den tektoniska linsen i Forsmark, sedd ovanifrån mot ostnordost. Sprickdomänerna är FFM01, FFM02, FFM03 och FFM06. Modellen visar också flacka subhorisontella sprickzoner (ZFMA2 och F1) och branta deformationszoner (ZFMENE0060A och 0062A).



Figur 7-11. Exempel på hur de horisontella, vattenförande sprickorna i sprickdomän FFM02 ser ut nära ytan. Foto taget vid anläggandet av kylvattenkanalen i Forsmark.

### 7.1.3.2 Bergspänningar

Spänningarna (belastningarna) i berget är generellt högre längre ner i berget än nära markytan. Spänningarna orsakas av både vertikala och horisontella krafter. Den vertikala belastningen utgörs av tyngden från överliggande berg, som givetvis ökar med djupet. De horisontella belastningarna är mer komplexa och kan ytterst hänföras till de krafter som genereras av plattrörelser i global skala. I svensk berggrund är de horisontella spänningarna i regel högre än de vertikala, så även i Forsmark. Lokalt beror spänningarnas storlek även på bergets egenskaper, särskilt förekomsten av sprickor. Ju färre sprickor, desto högre brukar spänningarna vara. I Forsmark är sprickfrekvensen mycket låg på större djup, vilket sannolikt är en bidragande orsak till att de horisontella spänningarna är avsevärt högre än de genomsnittliga bakgrundsvärdena för urbergsmiljö i Sverige.



Figur 7-12. Jordartskarta över Forsmarksområdet.

### 7.1.3.3 Jordarter

Morän, som är en blandad jordart vilken uppkom i samband med istider, är den dominerade jordarten i Forsmarksområdet. Moränen är rik på kalk som härstammar från avlagringar av sedimentär kalksten på havsbotten utanför Gävlebukten och har transporterats söderut av inlandsisen. Berg i dagen förekommer frekvent, men utgör endast cirka fem procent av ytan. Svallad sand och grus, lera, gyttjeler och torv täcker en mindre del av ytan. Börstilåsen är den enda isälvsavlagringen i området. Den uppkom i samband med den senaste inlandsisens avsmältning och går i nord-sydlig riktning längs med kusten. Figur 7-12 visar den jordartskarta som tagits fram utifrån de platsundersökningar som gjorts i området.

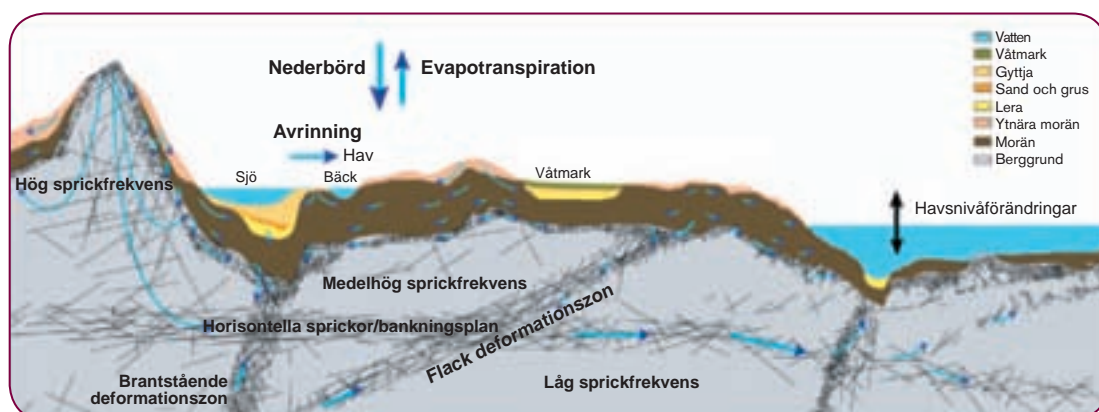
Tre områden med olika typer av morän har urskiljts. De västra och norra delarna av Forsmarksområdet domineras av sandig morän, medan det finns lerig morän i de sydöstra delarna vid Storskäret och öster om sjön Fiskarfjärden. I de östra delarna av området, nära Börstilåsen, har moränen hög blockfrekvens, vilket innebär att den har en högre vattengenomsläpplighet. Jordlagren är generellt tunna, vanligen med en mäktighet mindre än fem meter. Jordlagren är mäktigare i sydöst, i områden med lerig morän.

### 7.1.3.4 Hydrogeologi

Inom de övre cirka 150 metrarna av berget i det prioriterade området förekommer långa, vattenförande horisontella sprickor. Bergets vattengenomsläpplighet minskar påtagligt med djupet. På djup större än 400 meter är medelavståndet mellan vattenförande sprickor mer än 100 meter. Den dominerande delen av grundvattenflödet på cirka 500 meters djup sker inom (längs med) de brantstående sprickzonerna, se figur 7-13. Den största delen av grundvattenutbytet mellan berget och jordlagren bedöms ske i de begränsade områden där de brantstående zonerna har sitt utgående vid bergytan.

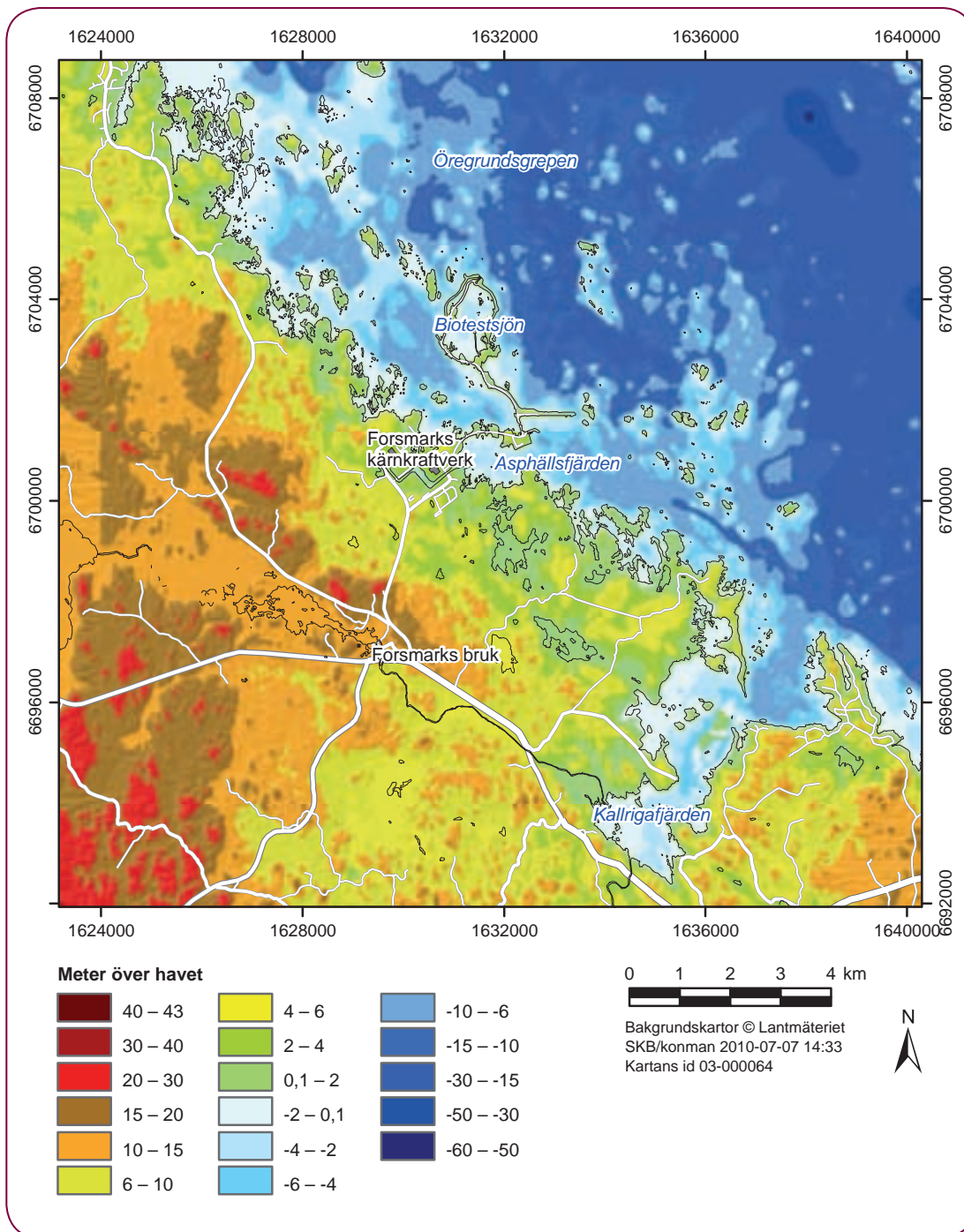
Största delen av Forsmarksområdet är beläget lägre än 20 meter över havets nivå, se figur 7-14. Den flacka topografin i kombination med kontrasten mellan jordlagrens/det övre bergets och det underliggande bergets vattengenomsläpplighet innebär att den största delen av grundvattenflödena i området sker relativt nära markytan. Detta yt nära flödessystem med lokala in- och utströmningsområden överlagras djupare och mer storskaliga flödessystem i berget. Vattenomsättningen i det yt nära systemet har uppskattats vara i storleksordningen 1 000–10 000 gånger högre än den i bergets djupare flödessystem, beroende på nivå.

Mätdata från platsundersökningsområdet tyder på ett komplext utbyte mellan sjö- och grundvatten. Jämförelser mellan vattennivåer i sjöarna och grundvattennivåer under sjöarna visar generellt på förekomst av täta sjösediment. De organiska sedimenten under våtmarkerna kan förekomma direkt ovanpå moränen, eller underlagras av sand och lera ovanpå moränen /7-5/.



Figur 7-13. Konceptuell tvärsnitt som illustrerar begreppet "ytlig bergakvifer" och dess tänkta inverkan på grundvattenflödena i berget.





Figur 7-14. Topografisk karta över Forsmarksområdet.

I Forsmarksområdet är grundvattenytan belägen nära markytan, i genomsnitt en meter under markytan. Tidsserier visar att grundvattennivåerna varierar mellan 1 och 1,5 meter under året i de flesta observationsrören. Moränen är kalkrik, vilket gör att ytvattnet och det ytliga grundvattnet i området har högt pH och höga koncentrationer av kalcium och bikarbonat /7-4, 7-5/.

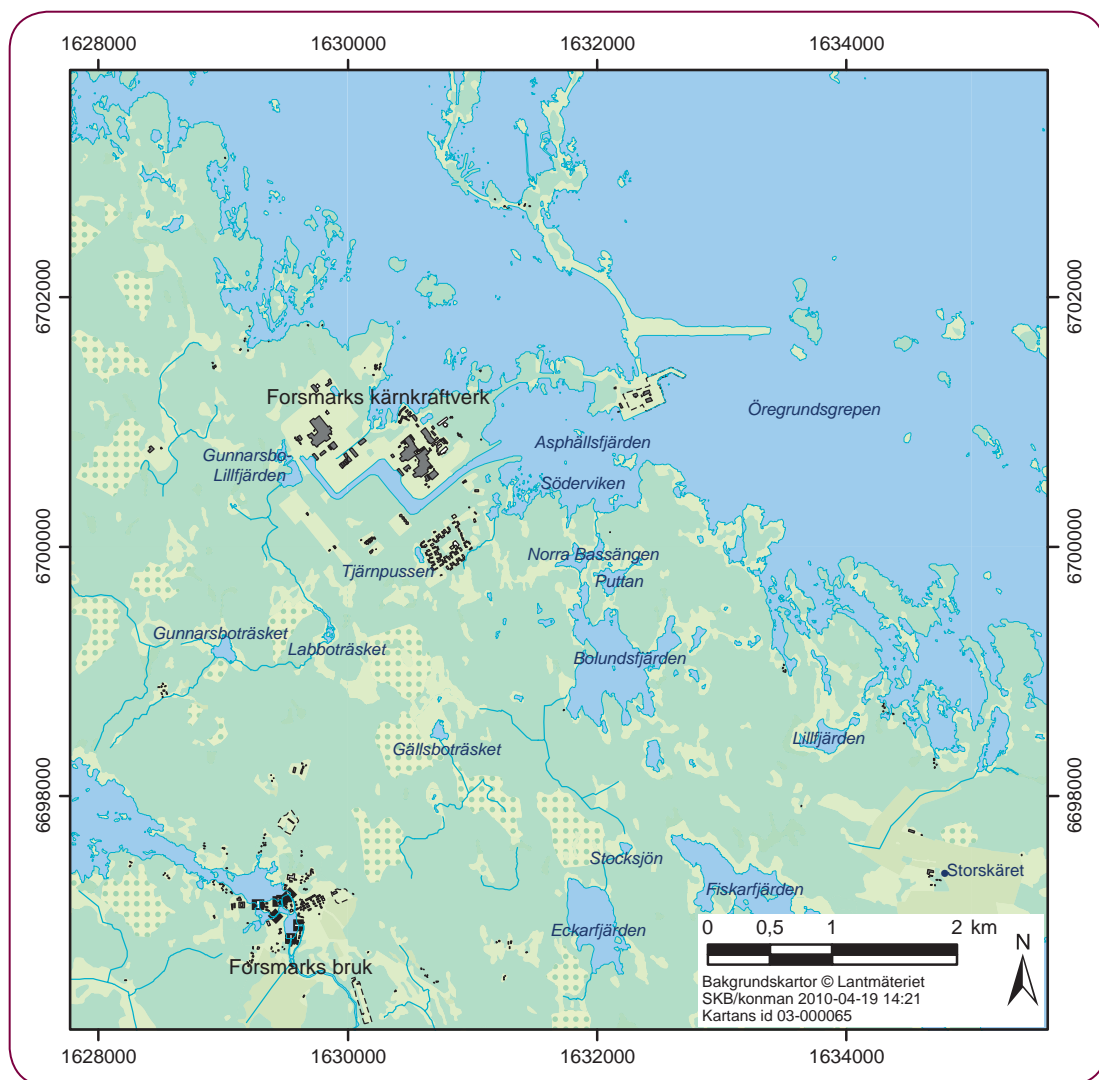
Undersökningar har visat att ungt grundvatten företrädesvis förekommer över 200 meters djup. Djupare ner finns flera tusen år gammalt grundvatten som härstammar från Littorinahavet (ett förstadium till Östersjön), mer än 10 000 år gammalt glacialt vatten från istiden samt ännu äldre och mycket salt grundvatten. Vattnets salthalt ökar gradvis mot djupet och redan vid 100–150 meters djup är kloridhalten högre än i havet utanför Forsmark (Littorinahavet var två till tre gånger saltare än nuvarande havsvatten i Öregrundsgrepen). Vid mellan 200 och 600 meters djup

är kloridhalten ganska konstant i intervallet 5 000–6 000 milligram per liter (mg/l), det vill säga knappt en procent salt. Grundvattnet i det mycket täta berget mellan sprickzonerna består av väldigt gammalt vatten med en kloridhalt mellan 4 000 och 10 000 mg/l. Inga extremt salta vatten (med en kloridhalt på mer än 20 000 mg/l), har påträffats inom undersökningsområdet. På försvarsdjup råder syrefria förhållanden.

## 7.1.4 Hydrologi och meteorologi

Enligt beräkningar med data från SMHI för referensnormalperioden 1961–1990 hade området en årsnederbörd på cirka 560 millimeter. Medelvärdet på den årliga specifika avrinningen är cirka 150–160 millimeter per år. Den verkliga evapotranspirationen, vilket är den del av nederbörden som avdunstar eller transpireras från växter, har skattats till cirka 400–410 millimeter per år /7-5/.

I Forsmarksområdet finns det 25 kartlagda sjöar, varav de flesta är mycket små. De största sjöarna i området är Fiskarfjärden (0,75 kvadratkilometer), Bolundsfjärden (0,61 kvadratkilometer), Eckarfjärden (0,28 kvadratkilometer) och Gällsboträsket (0,19 kvadratkilometer), se figur 7-15. Sjöarna är grunda, med medeldjup och största djup på 0,1–1 meter respektive 0,4–2 meter. Sjöarna är kalkoligotrofa, det vill säga vattnet i sjöarna är kalkrikt och näringsfattigt. Fosfor begränsar produktionen i sjöarna. Havsvatteninträngning förekommer till Norra bassängen, Puttan och Bolundsfjärden under perioder med höga havsnivåer.



Figur 7-15. Sjöarna i Forsmarksområdet.

Våtmarker förekommer frekvent inom platsundersökningsområdet. Det finns inga större vattendrag inom de centrala delarna av området, men ett antal dikesliknande bäckar som tidvis torkar ut finns nedströms sjöarna Gunnarsboträsket, Eckarfjärden och Gällsboträsket. Recipient för vatten från området är Öregrundsgrepen som utgör en vik i Bottenviken.

### 7.1.5 Naturmiljö

Forsmarksområdet har en för Uppland ovanlig vildmarkskaraktär och består till största delen av skogsklädda moränmarker med enstaka hållpartier. Området hyser höga naturvärden, vilket beror på samverkan mellan ett flertal olika faktorer:

- Landhöjningen bidrar till en strandlinjeförskjutning som ständigt skapar nya miljöer.
- Området är mycket flackt och små variationer i topografin ger förutsättningar för en mosaik av olika naturtyper.
- Marken är kalkrik.
- Området ligger i en gränzonen mellan nordliga och sydliga naturtyper.
- Området runt kärnkraftverket är relativt ostört.

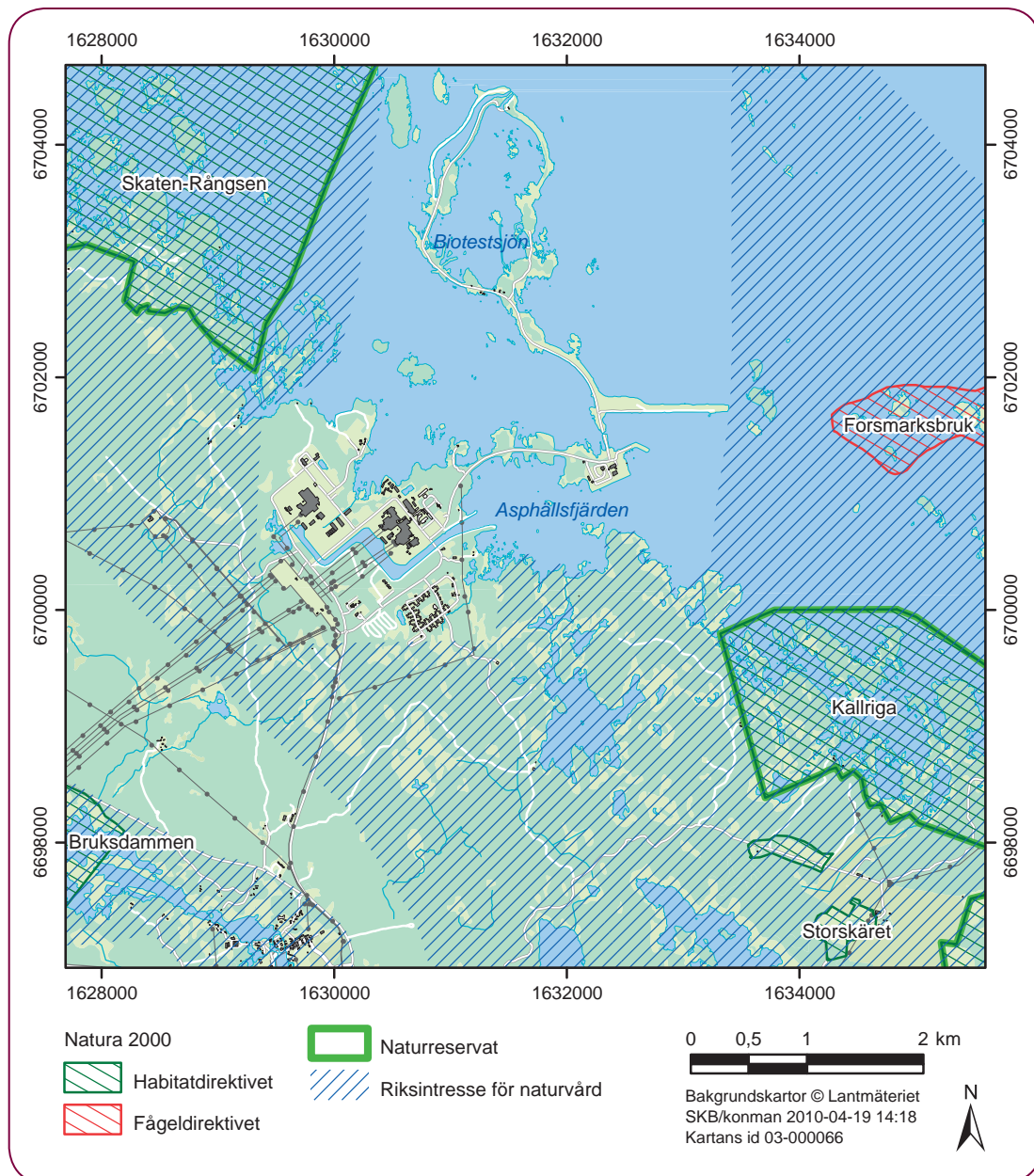
Forsmarksområdet har en hög andel våtmarker jämfört med Uppland i övrigt, till stor del beroende på områdets flacka topografi i kombination med landhöjningen, se figur 7-16. Våtmarkerna är ofta små och varierande i sin öppenhet.

Området runt kärnkraftverket utgör till stor del riksintresse för naturvärden (Forsmark-Kallrigafjärden) samt omges av tre Natura 2000-områden, varav två även utgör naturreservat. Natura 2000 är EU:s nätverk för skyddad natur.



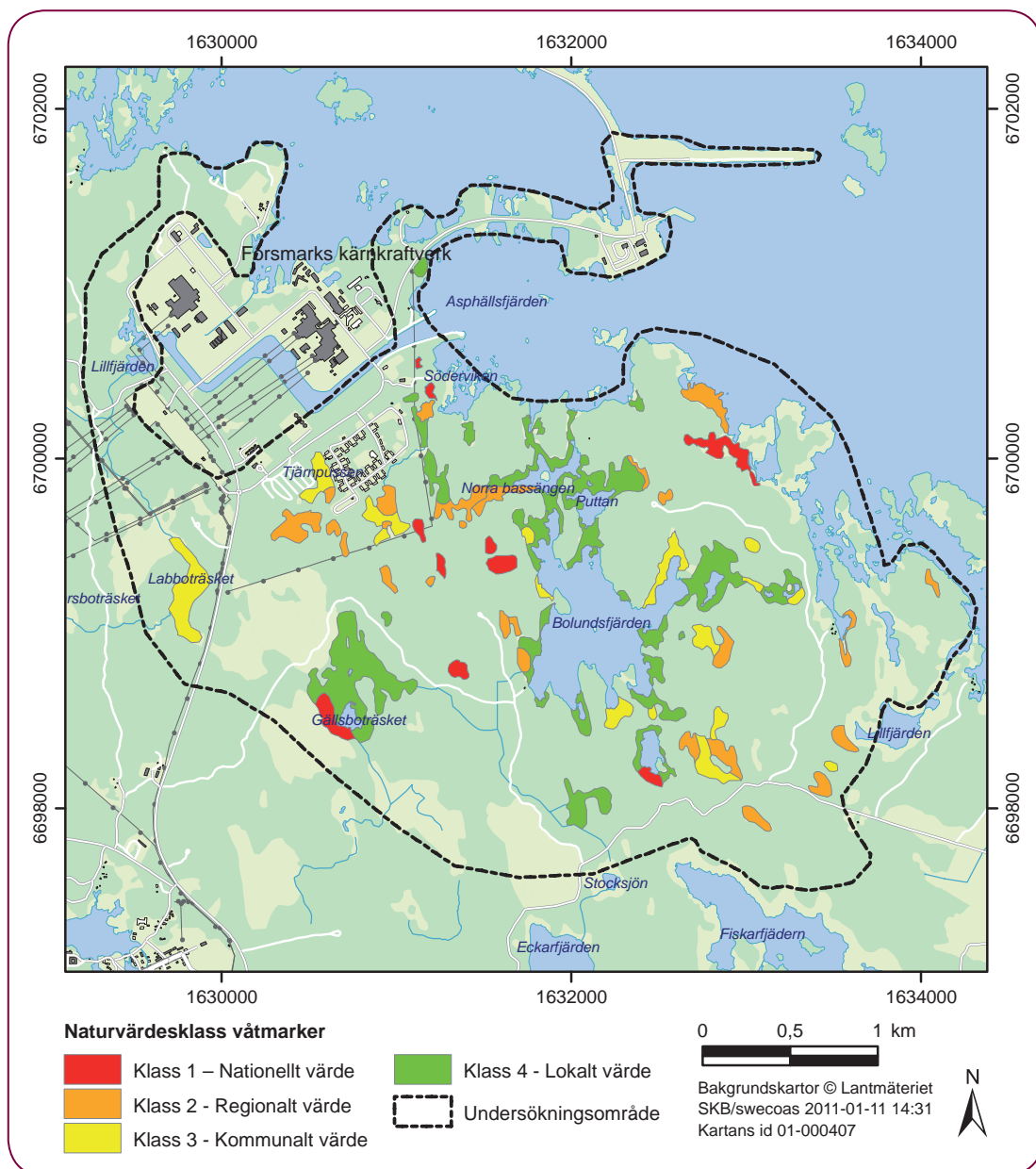
Figur 7-16. Nya sjöar bildas i det låglänta kustområdet genom att grunda havsvikar snörs av från havet.

I sydost finns Kallriga naturreservat som även utpekats som Natura 2000-område. Kallriga är mycket värdefullt för kulturmarkernas flora och fågellivet, särskilt under flyttningstider då stora mängder sjöfågel rastar i området. Öster om SFR ligger viktiga fågelöar som också utpekats som Natura 2000-område (Forsmarksbruk). Norr om kärnkraftverket ligger Natura-2000-området Skaten-Rängsen, som bland annat är ett viktigt lekområde för fisk /7-6/. Riksintressen för naturvård och övriga skyddade områden kring Forsmark presenteras i figur 7-17. Naturvärdena i områdena utgörs bland annat av landhöjningsmiljöer med höga botaniska och ornitologiska värden, kustvattenmiljöer, olika former av rikkärr och gölar, naturskogar samt bruks- och skärgårdsbygd med betesmarker. Större delen av området har även klassats av Länsstyrelsen i Uppsala län som av länsintresse, klass 2. Ett mindre område norr och öster om Bolundsfjärden har av Länsstyrelsen klassats som nationellt intresse, klass 1.

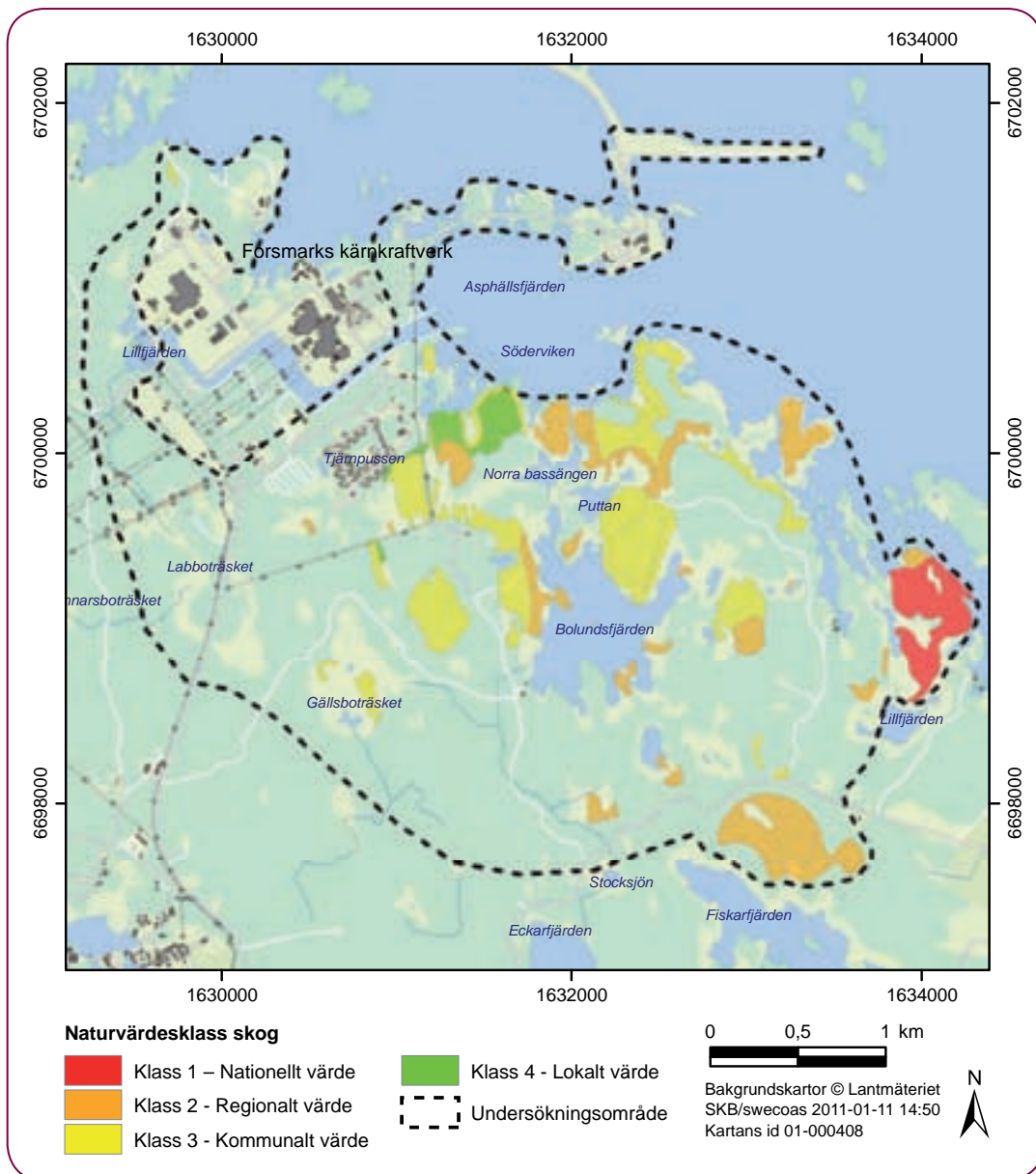


Figur 7-17. Naturskydd i Forsmarksområdet.

Ett större område runt kärnkraftverket, som framgår av figurerna 7-18 och 7-19, inventerades under vegetationsperioden 2008 på förekomst av värdefulla naturmiljöer /7-6/. Naturvärden har klassats enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik och delats in i fyra klasser, nationellt, regionalt, kommunalt och lokalt värde. Området söder om kärnkraftverket har i inventeringen bedömts innehålla en rad värdefulla naturobjekt, särskilt kring Bolundsfjärden. De utgörs främst av olika rikkärrsmiljöer samt kalkrika gölar med förekomst av rödlistade arter. Även örtrika barrskogsmiljöer på kalkrik mark förekommer, varav en del är av naturskogskaraktär. Många av dessa naturobjekt, särskilt våtmarksmiljöerna, bedöms ha mycket höga naturvärden. Vissa av objekten innehåller naturtyper som omfattas av EU:s habitatdirektiv, vars yta Sverige har förbundit sig att inte minska /7-6/. I samband med inventeringarna har rödlistade arter av däggdjur, fladdermöss, insekter, kräldjur och kärlväxter, mossor, svampar och fiskar påträffats inom undersökningsområdet, bland annat gölgröda, gulyxne, kalkkärrgrynsnäcka och loppstarr. Gölgrödan, se figur 7-20, finns i Sverige bara utmed den norra delen av Upplandskusten, och miljöerna söder om Forsmark är en viktig del av gölgrödans totala livsmiljö i landet. Flera av gölarna hyser även en intressant trollsländefauna med arter som citronfläckad kärrtrollslända och pudrad kärrtrollslända /7-6, 7-7/.



Figur 7-18. Identifierade naturvärden i form av våtmarker i Forsmarksområdet.



Figur 7-19. Identifierade naturvärden i form av skog i Forsmarksområdet.

Förutom att områdets våtmarker har höga naturvärden var för sig förstärker de även varandras värden. Spridningssamband finns för de flesta rikkärrsväxter, men är särskilt viktiga för hotade arter. Gölgrodans spridningssamband är av stort intresse, då arten är beroende av lämpliga våtmarks-miljöer för sin fortplantning. Populationen i Forsmark är avskild från andra populationer i norr (Hållnäs) och på Gräsö och är därmed mer känslig för försämringar av spridningssambanden i området. Värdefulla spridningssamband finns även för områdets örtrika barrskogar och de arter som har dessa skogar som sina livsmiljöer, till exempel kalkgynnade marksvampar /7-5/.

Inventeringar av nyckelbiotoper och andra naturvärden i skogsmark genomförs av Skogsstyrelsen och storskogsbruk (markägare med mer än 5 000 hektar mark plus staten, kommunerna, landstingen och stiftet oavsett storleken på innehavet). SKB har genomfört ytterligare inventeringar enligt Skogsstyrelsens metodik. Skogarna i området är kraftigt påverkade av kommersiellt skogsbruk. En konsekvens av skogsbruket i området är de många kalhyggarna som förekommer i olika igenväxningsstadiet. Trots inverkan av skogsbruk förekommer det även äldre skogsbestånd, vissa med så höga naturvärden att de klassats som skogliga nyckelbiotoper eller objekt med naturvärde (områden som på sikt kan nå upp till nyckelbiotopsstatus). I skogsmiljöerna har över 20 rödlistade svamparter påträffats, varav majoriteten är knutna till örtrika kalkbarrskogar.



Figur 7-20. Den rödlistade gölgradan förekommer i flera gölar i Forsmarksområdet.

Området kring Forsmark är mycket fågelrikt och en rad rödlistade fåglar förekommer. I skogsmiljöerna finns arter som järpe, tjäder och tretåig hackspett, och i kustområdet finns bland annat skräntärna. Större rovfåglar som bivråk, havsörn och slaguggla förekommer också i området, se figur 7-21. Samtliga dessa arter finns upptagna i EU:s fågeldirektiv. I Asphällsfjärden, som bedöms vara av kommunalt intresse för naturmiljön, finns ett flertal värdefulla fågelskär, och de grunda och vegetationsrika södra delarna av viken är troligen också värdefulla som uppväxtområde för fisk /7-6/. Enligt Fiskeriverkets provfiskningar i området, som pågått sedan 1980-talet, dominerar abborre fångsterna och utgör cirka 75 procent av alla fångade individer /7-4/. Några av områdets sjöar, såsom Norra bassängen och Bolundsfjärden, är också av betydelse för lekande fisk /7-8/.

### 7.1.6 Kulturmiljö och landskap

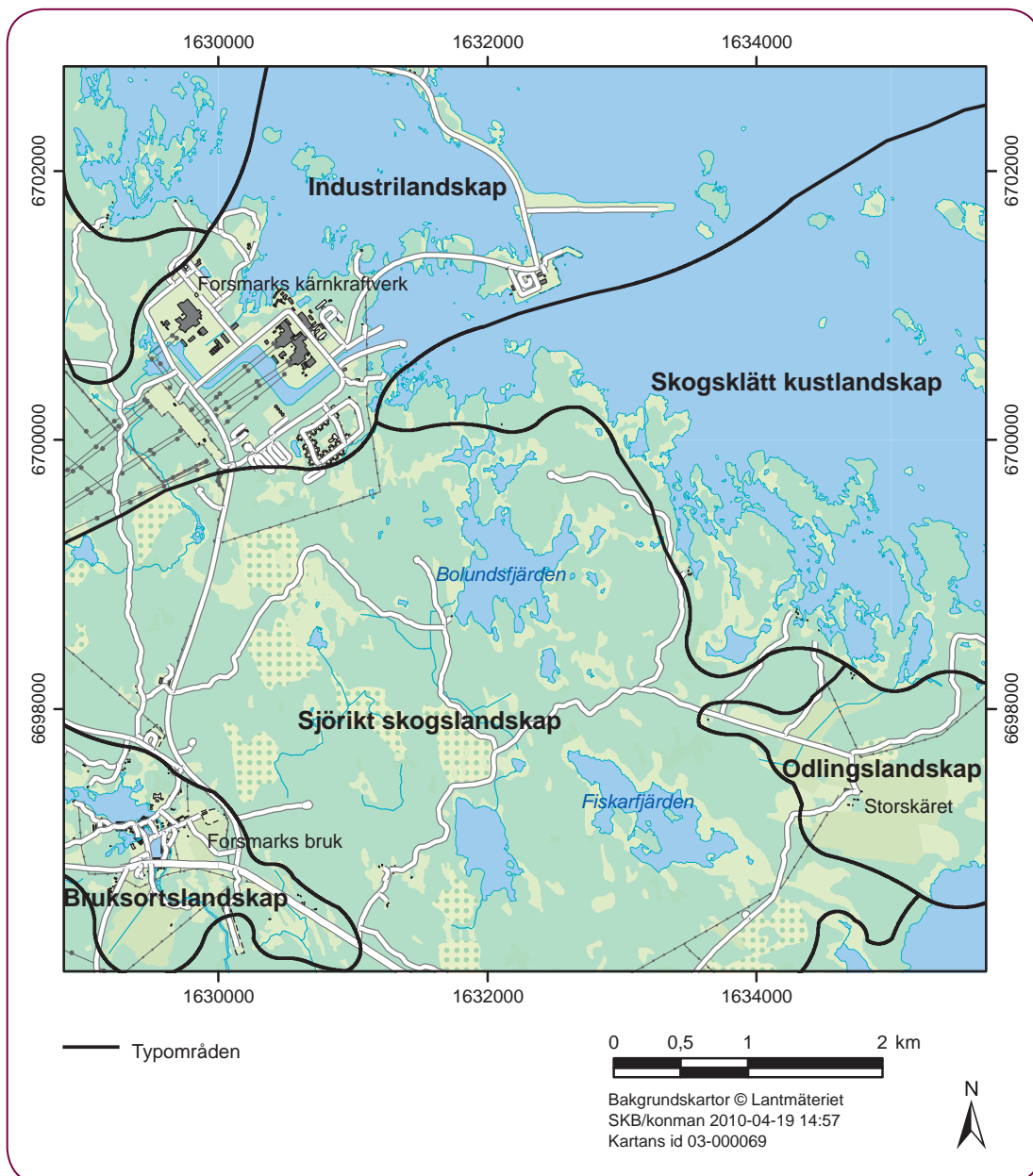
Inom området har en kulturmiljöanalys samt en arkeologisk utredning genomförts. I samband med dessa har även en landskapsbildanalys tagits fram som utgått från den visuella upplevelsen av landskapet. Utredningarna sammanfattas i /7-9/.



Figur 7-21. Havsörn i Forsmarksområdet.

Enligt landskapsbildanalysen kan Forsmarksområdet indelas i fem olika landskapstyper, skogsklätt kustlandskap, industrilandskap, sjörikt skogslandskap, odlingslandskap samt bruksortslandskap, se figur 7-22.

Forsmarksområdet har stora och intressanta kontraster. Den nya tidens industriella och storskaliga formspråk kring kärnkraftverket speglas mot det mjukare formspråket kring Forsmarks bruk. Det finns också en kontrast mellan den dominerande sjörika barrskogen och Storskärets öppna jordbruksmiljö. Skogen möter havet längs en fläck men flikig kustlinje där de små kringlutna vikarna till sin karaktär liknar sjöarna längre inåt land. Skogen går ända ner till strandlinjen. Tack vare skogens variation och vattnets närvaro är detta landskap rikt och upplevs som småskaligt och intimt. I de äldre skogbestånden finns också en känsla av orördhet och av att naturen råder.



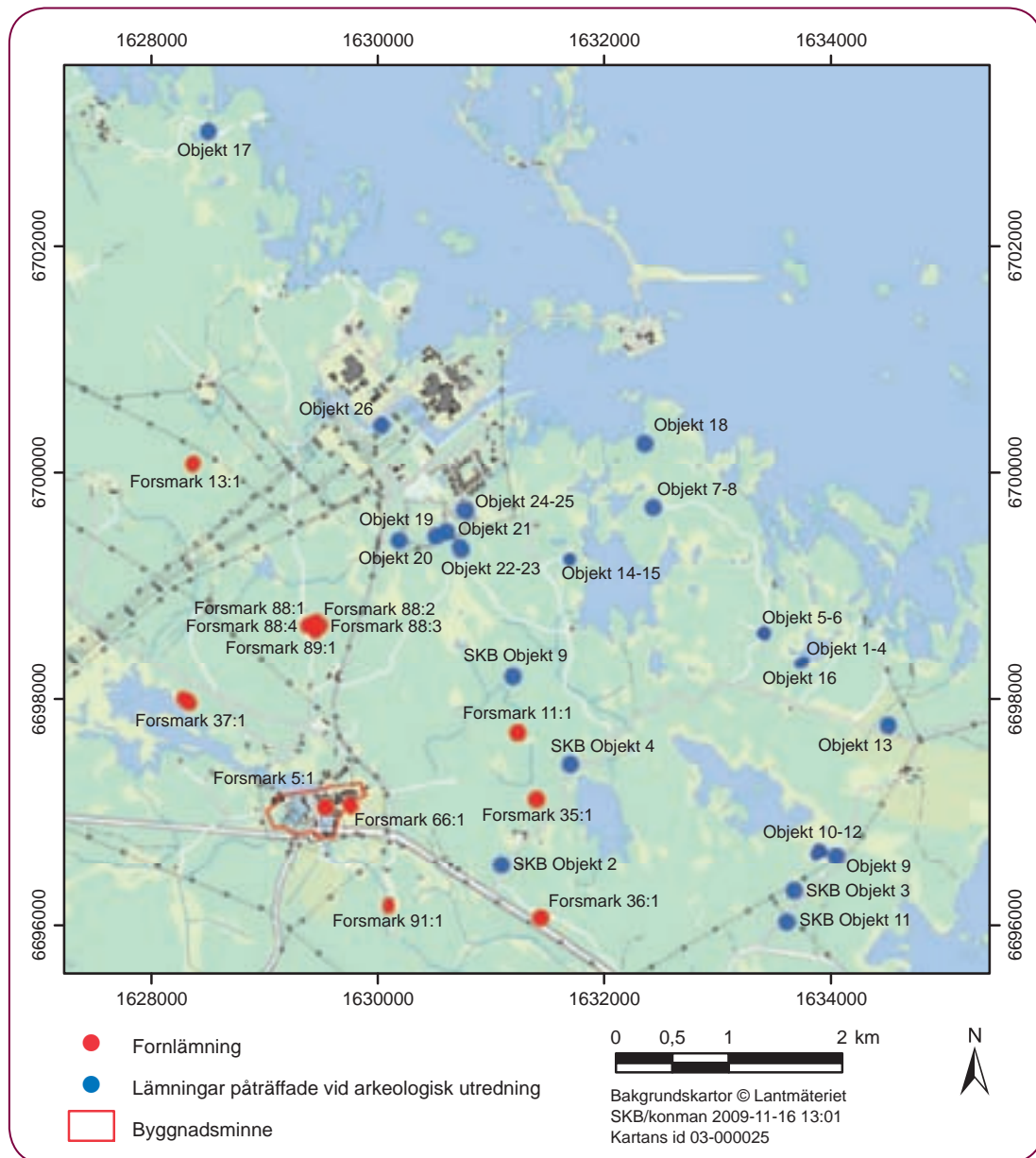
Figur 7-22. Förekommande landskapstyper i Forsmarksområdet (området innanför kusten i nordväst tillhör landskapstypen sjörikt skogslandskap).



Området söder om kraftverket är av riksintresse för kulturmiljövården, Forsmarks bruk. Här ryms, förutom bruksmiljön, även odlingslandskap, torpmiljöer och förhistoriska gravar samt fossil åkermark. Själva bruksområdet är sedan 1975 förklarad som byggnadsminne genom att det hör till landets arkitekturhistoriskt mest värdefulla bruksmiljöer, med enhetlig och påkostad bebyggelse från 1700- och 1800-talen och en unik engelsk parkanläggning.

Vid Storskäret finns hävdade ängs- och hagmarker som utgör ett bevarandeområde av nationellt intresse. Forsmarks kyrka omfattas av landskapsbildsskydd (§ 19 naturvårdslagen, miljöbalken).

Kulturmiljön i området karakteriseras av sina tre främsta naturresurser; havet, skogen och järnet. Stora delar av Forsmarksområdet tillhörde bruket, och markanvändningen kom att anpassas till brukets behov, främst för energi till järnugnarna (träkol) och näring åt bruksfolket (fiske, boskapshållning och åkerbruk). Vid Storskäret uppstod ett jordbruk som drevs av bruksarbetare. I områdets sydvästra del finns även några gruvhål som tillsammans med kolbottnar, rester efter kolarkojor och bruksvägar i skogsmiljö är de konkreta spåren efter brukseran i området.



Figur 7-23. Karta över registrerade kulturmiljöobjekt runt Forsmark. Objekt 1–4 utgörs av fornlämningar. Övriga objekt utgörs av övriga kulturhistoriska lämningar. "SKB Objekt" är objekt som observerats vid geologiska undersökningar som utförts av SKB.

Det finns spår av andra skeden inom området som inte är lika framträdande som bruksepoken. Eftersom stora delar av Forsmarksområdet har blivit land först under de senaste tusen åren saknas förhistoriska och tidigmedeltida lämningar i skärgård och kustnära områden. I skogsmarkerna finns dock enstaka förhistoriska gravar som indikerar att det kan finnas kustboplatser från järnålder inom de högre liggande delarna av området.

Inom området för kulturmiljöanalysen, som framgår av figur 7-23, har fyra fornlämningar identifierats i form av lämningar efter ett fiskeläge (båtlämning och tre husgrunder). Inom området finns också ett flertal kulturhistoriska lämningar i form av ett fiskeläge, husgrunder, kolar-kojor och kolbottnar, torplämningar, gränsmärken, en brunn/kallkälla, en varphög eller gravröse, en källargrop, ett sentida röse samt fossil åkermark.

### 7.1.7 Rekreation och friluftsliv

Området runt Forsmark har dominerats av en stor markägare, och marken runt kärnkraftverket var länge ganska svårtillgänglig. Friluftslivet i området är därför mindre utbrett än längs med andra delar av ostkusten. Värde för friluftslivet i området ligger framför allt i den orörda naturen, djurlivet och fågellivet, se figur 7-24. Rekreation i form av jakt och fiske är viktiga inslag. I anslutning till kärnkraftverket finns möjlighet till motion och rekreation, såsom idrottshall, tennisbana, elljusspår och badplatser /7-10/.



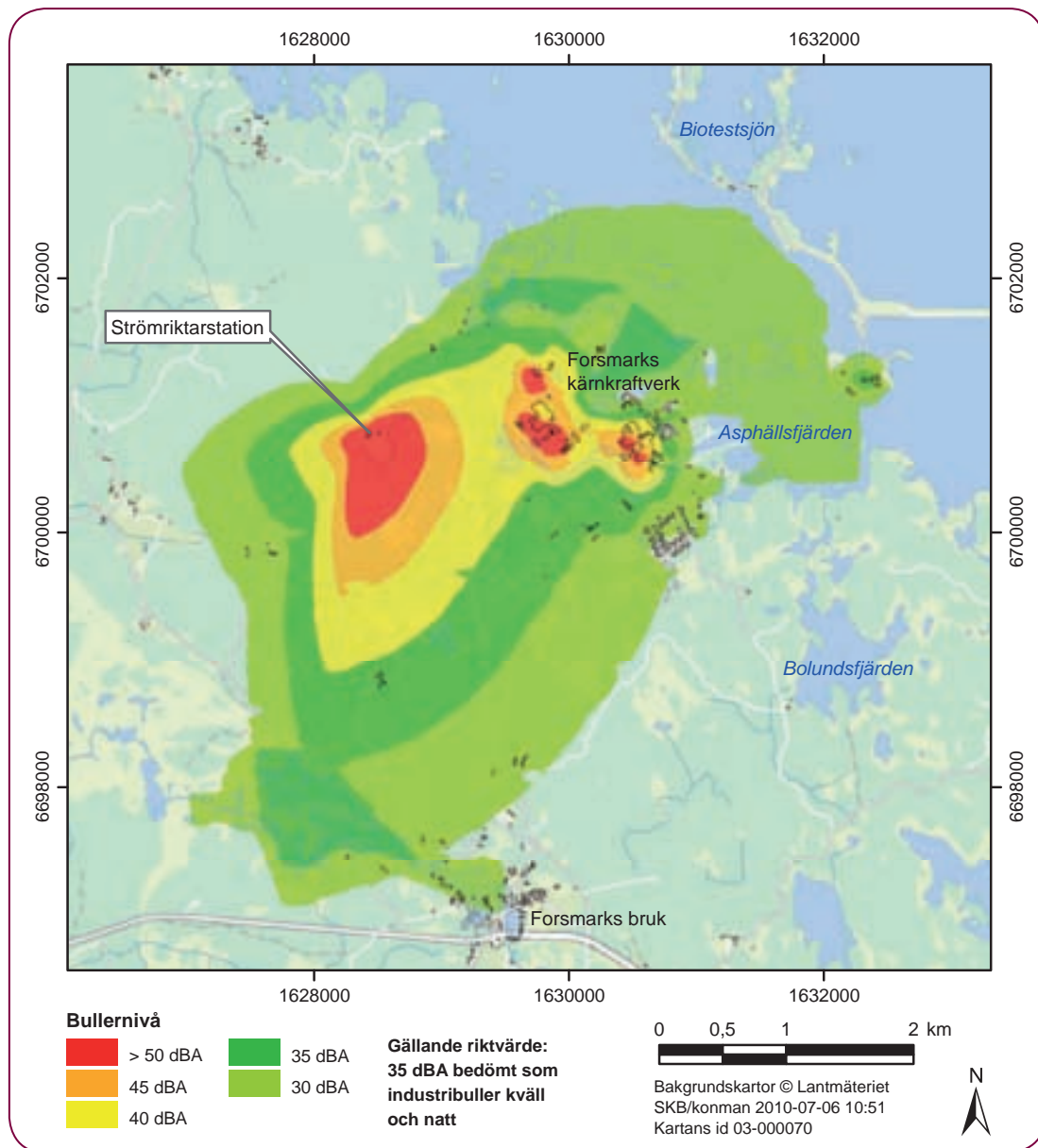
Figur 7-24. Forsmarksområdet är mycket fågelrikt och välbesökt av fågelskådare året om.

## 7.1.8 Buller

Befintliga verksamheter och transporter påverkar ljudnivån kring kärnkraftverket och tillfartsvägarna. För att kartlägga de befintliga ljudförhållandena har en kombination av mätningar och beräkningar av ljudnivå utförts i området runt kärnkraftverket /7-3/. Mätningarna genomfördes under 2004 under en vår/sommarperiod, en höstperiod och en vinterperiod. Mätpositionerna valdes i anslutning till områden där människor normalt vistas utan att detta ska påverka mätresultaten. Positionerna valdes också för att täcka in olika vindriktningar i förhållande till kraftverket.

De uppmätta ljudnivåerna uppvisar stora variationer och skiljer sig åt mellan årstiderna. De lägsta ljudnivåerna har registrerats under en period med nysnö. Nattetid har så låga ljudnivåer som under 20 dBA registrerats, vilket innebär "absolut" tystnad. Övriga mätperioder är ljudnivån 25–30 dBA under natten, se figur 7-25. Vid soluppgången ökar ljudnivån i samtliga mätpositioner i samband med fågelsång, vilket gör att ljudnivån i skogen ökar med 15–20 dBA under några timmar /7-11/.

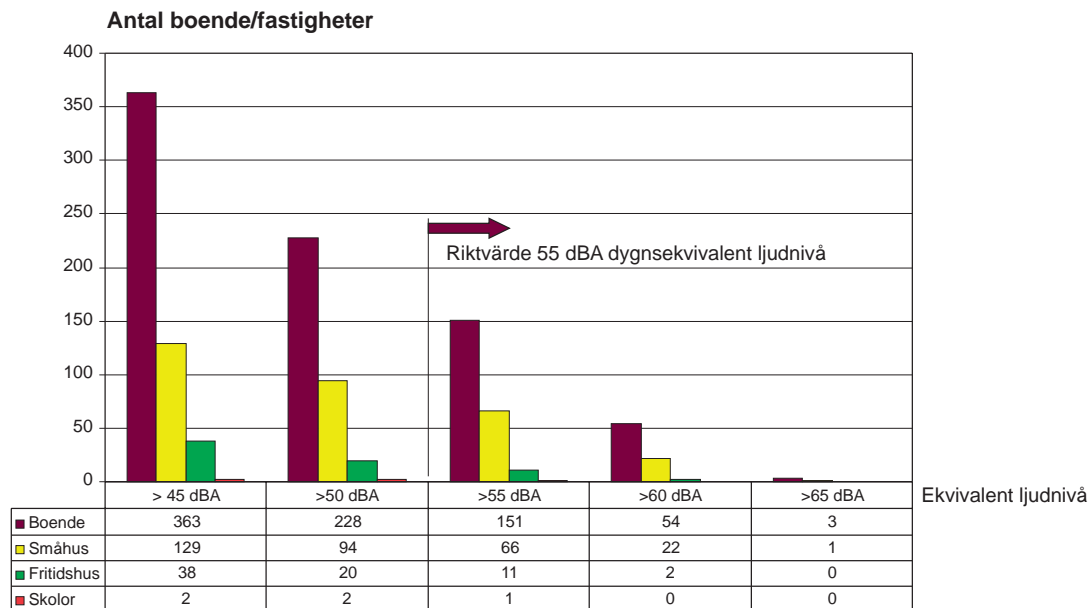
De beräkningar som genomförts för området visar ljudutbredningen vid medvind i alla riktningar samtidigt, vilket kan betraktas som ett "värsta fall". Beräkningarna och mätningarna (bakgrundsnivån) stämmer relativt bra överens. Både beräkningar och mätningar visar att den mest betydande



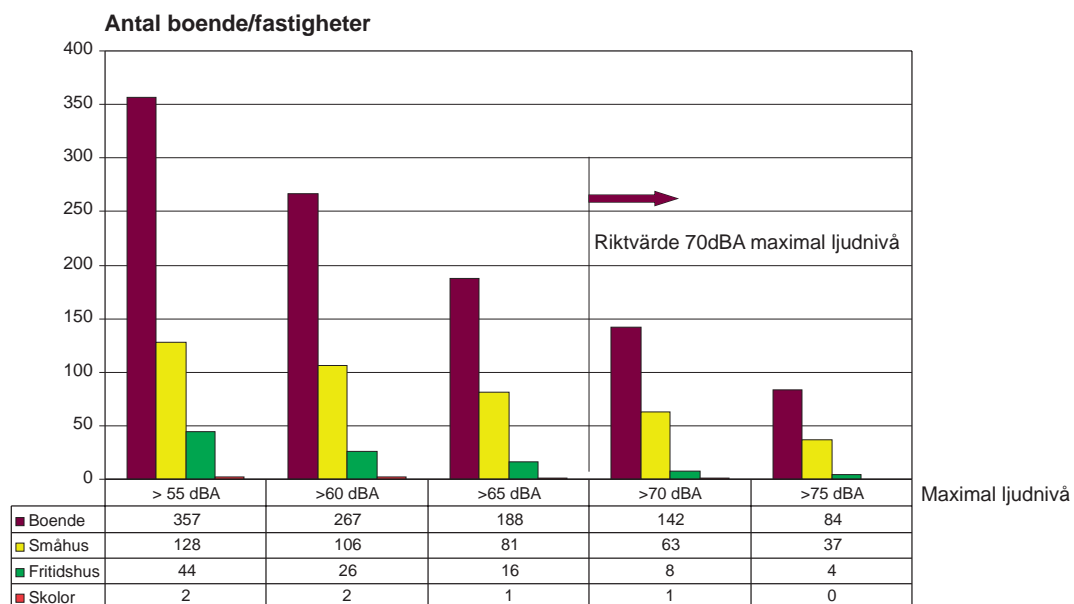
Figur 7-25. Beräknad ekvivalent ljudnivå under nattperioden.

bullerkällan i området är Dannebo strömriktarstation, belägen cirka en kilometer väster om kärnkraftverket. Även kärnkraftverket ger upphov till en del buller, i första hand orsakat av fläktar och transformatorer. Inga permanentboende exponeras för ljudnivåer över 35 dBA, vilket är riktvärdet för industribuller. Inom området för tillfälligt boende, Barackbyn, varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 35 dBA /7-3/.

Vägtrafikbullret har studerats utefter riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn. Vägen har en förhållandevis hög trafikbelastning samtidigt som många bostäder ligger nära vägen. Kring Johannisfors och Norrskedika upplevs i dag buller från vägtrafiken som ett stort problem. Beräkningarna visar att många boende har ett trafikbuller som överstiger de riktvärden som finns fastställda för ekvivalent och maximal ljudnivå, se figurerna 7-26 och 7-27.



Figur 7-26. Antal boende och fastigheter exponerade för dygnsekvivalent ljudnivå över 45 dBA längs med vägen mellan Forsmarks kärnkraftverk och Hargshamn år 2006.



Figur 7-27. Antal boende och fastigheter exponerade för maximal ljudnivå över 55 dBA längs med vägen mellan Forsmarks kärnkraftverk och Hargshamn år 2006.

## 7.1.9 Utsläpp till luft

Mätningar av föroreningshalter i luft saknas i Forsmarksområdet. Utifrån befintliga haltdata på ostkusten vid mätstation Järinge i närheten av Forsmark (kvävedioxid, NO<sub>2</sub>) samt Aspveten utanför Stockholm (partiklar, PM10) har regionala bakgrundshalter för NO<sub>2</sub> och PM10 uppskattats /7-12/. Med regionala bakgrundshalter avses föroreningshalter i luft som är opåverkad av närliggande utsläppskällor. Då mätning av dygnsmedelvärden saknas vid Järinge har mätdata från Råö utanför Göteborg använts för att uppskatta dygnsmedelvärden för bakgrundshalter av NO<sub>2</sub> (98-percentil dygn) i Forsmark. Med 98-percentil menas att luften har en högre halt två procent av tiden och en lägre halt 98 procent av tiden. Uppskattad regional bakgrundshalt av NO<sub>2</sub> i Forsmark är två mikrogram per kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>) som årsmedel och åtta µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (98-percentil dygn). Mätningar på timbasis saknas på bakgrundshalt i Sverige.

Uppskattad regional bakgrundshalt av partiklar (PM10) i Forsmark är 12 µg/m<sup>3</sup> som årsmedel, 19 µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (90-percentil dygn) samt 30 µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (98-percentil dygn). Jämfört med andra luftföroreningar uppvisar PM10 förhållandevis höga bakgrundshalter både på landsbygd och i tätort. En orsak till den höga bakgrundshalten, som förekommer i hela Sverige, är intransporten av finare partiklar från kontinenten. De kommer främst från Europa och bildas vid förbränning.

År 2004 låg koldioxidutsläppen i länet på 1,2 miljoner ton per år. Koldioxidutsläppen har minskat i länet sedan 1990, främst till följd av uppvärmningssektorns omställningsarbete mot förnybara bränslen, men minskningen motverkas av att koldioxidutsläppen från trafiken ökar. Länets utveckling är bättre än den nationella utvecklingen när det gäller minskning av växthusgaser.

Luftföroreningar deponeras till mark och vegetation via olika processer. Gaser kan tas upp direkt av växter eller adsorberas på olika ytor som till exempel blad, stammar eller föremål. Även partiklar avsätts direkt på marken, växter eller föremål. Denna typ av deposition kallas torrdeposition. Gaser och partiklar kan också tvättas ur atmosfären med nederbörden, så kallad våtdeposition. Totaldepositionen (våt + torr) av kväve kring Forsmark uppgår till cirka 0,6 g/m<sup>2</sup>.

## 7.1.10 Radiologiska förutsättningar

Radiologiska mätningar utförs fortlöpande kring de kärntekniska anläggningarna i Forsmark, både direkt på utgående processvatten och luft och i form av radiologisk omgivningskontroll, med provtagning av vatten, växter och djur. Huvuddelen av den uppmätta strålningen är naturlig bakgrundsstrålning. Den främsta källan till konstgjord radioaktivitet i Östersjön härrör från olyckan i Tjernobyl 1986. Andra källor är nedfall från de atmosfäriska kärnvapentester som genomfördes under slutet av 1950- och början av 1960-talet, samt utsläpp från uppberedningsanläggningarna Sellafield i England och La Hague i Frankrike. Den radioaktivitet som avgår från de befintliga kärntekniska anläggningarna (kärnkraftverket och SFR) till omgivningen, med processvattnet och genom ventilationssystemet, medför ett mycket litet bidrag till den totala radioaktiviteten i Östersjön. Utsläppen till luft domineras av ädelgaser, som inte deponeras på marken eller vegetationen. Kontrollprover från landekosystemen uppvisar därför sällan några detekterbara halter, förutom av kobolt-60, som förekommer sporadiskt i en rad provslag, och cesium-137, som till stor del kommer från de atmosfäriska provsprängningarna och från Tjernobylolyckan. Förhöjda halter av radionuklider i den akvatiska miljön syns tydligare, halter i sediment varierade under åren 2002 till 2004 mellan 2,2 och 1 100 Bq/kg torrsvikt för cesium-137 och mellan 13 och 4 200 Bq/kg torrsvikt för kobolt-60. Halterna i sedimentens yttskikt och i blåstång av kobolt-60, som är den mest frekventa radionukliden med ursprung från kärnkraftverket, avtar med avståndet från utsläppskällan.

Utsläpp av radioaktiva ämnen från de kärntekniska anläggningarna ger upphov till mycket låga stråldoser till människa, långt under de gränsvärden som SSM anger. Den årliga dosen till kritisk grupp från kärnkraftverket och SFR ligger på cirka 2·10<sup>-4</sup> mSv, vilket utgör ungefär en femhundradel av gällande gränsvärde och ungefär en femtusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen /7-13, 7-14/.

## 7.1.11 Naturresurser

### 7.1.11.1 Jord- och skogsbruk

Skogsbruk är den dominerande markanvändningen inom Forsmarksområdet. Aktivt jordbruk bedrivs endast vid Storskäret, cirka två kilometer sydöst om det prioriterade områdets sydöstra gräns.

### 7.1.11.2 Vattenresurser

All kommunal dricksvattenförsörjning, som förser 70 procent av Östhammars kommuns invånare, baseras på grundvatten från större åsformationer. Den närmast Forsmark belägna åsformationen är Börstilåsen, från vilken uttag sker för vattenförsörjning till tätorterna Östhammar, Norrskedika, Öregrund och Hargshamn. Det uttagsområde i Börstilåsen som ligger närmast lokaliseringsområdet för slutförvarsanläggningen är beläget cirka åtta kilometer sydöst om den östra delen av lokaliseringsområdet. I den kommunala översiktsplanen utpekade ytterligare potential för uttag i Börstilåsen, dock ej i åssträckan norr om Östhammars tätort.

I dagsläget har 30 procent av kommunens invånare enskild vattenförsörjning. Information har samlats om befintliga enskilda brunnar i ett område inom tre kilometer från den planerade slutförvarsanläggningen. Informationen har hämtats från en av SKB genomförd brunnsinventering i Forsmarksområdet år 2001, från en uppföljande inventering i slutet av år 2009 samt från SGU:s brunnsarkiv. Sammanlagt har 14 enskilda brunnar som är i bruk identifierats inom det aktuella området. Av dessa är fyra jordbrunnar, nio bergbrunnar och en är av okänd brunnstyp (uppgift saknas). Av de fyra jordbrunnarna är en kompletterad (ersatt) med en bergborrad brunn på samma fastighet och en jordbrunn används för bevattning, matlagning och tvätt. En av jordbrunnarna används för närvarande inte. Av de nio bergbrunnarna används en som energibrunn och en används för bevattning, matlagning och tvätt. En bergbrunn finns i brunnsarkivet men har trots bistånd från fastighetsägaren (FKA) inte kunnat lokaliseras.

Bergbrunnen i SFR är belägna i berg under havets botten nära Forsmarks hamn. För länshållning av SFR pumpas i dagsläget totalt cirka sex liter per sekund (0,006 kubikmeter per sekund). En utbyggnad av SFR är planerad.

För dränering under reaktorbyggnaderna vid kärnkraftverket pumpas i dagsläget cirka 1–2 liter per sekund (motsvarar 0,001–0,002 kubikmeter per sekund) bort. Enligt gällande vattendom innehar FKA tillstånd att för vattenförsörjning bortleda 85 liter per sekund (motsvarar 0,085 kubikmeter per sekund) från Bruksdammen i Forsmarksån vid Forsmarks Bruk. Vidare innehar FKA vattendom på uttag av 200 kubikmeter kylvatten per sekund från havet via kylvattenkanalen samt utsläpp av uppvärmt kylvatten i Biotestsjön /7-5/.

### 7.1.11.3 Yrkesfiske

Öregrundsgrepen utgör riksintresse för yrkesfisket. Enligt Fiskeriverket finns det i Östhammars kommun elva licensierade fiskare (maj 2009), vilka bedriver småskaligt kustnära fiske.

### 7.1.11.4 Malmfyndigheter

En stor del av Östhammars kommun ligger inom Bergslagens malmprovins. Ett hundratal järnmalmfyndigheter har brutits under historisk tid. De flesta fyndigheter är eller har varit små. Det är bara Dannemora gruva som varit av större betydelse och planer finns på att återuppta driften av gruvan. Andra fyndigheter som brutits i större omfattning är Ramhäll, Vigelsbo, Rörberg och Norrskedika gruvor. Det finns fortfarande gott om järnmalm i regionen. Malmerna ligger dock i vulkaniska bergarter, inte i graniter av den typ som finns inom det prioriterade området. Det prioriterade området innehåller inte några malm- eller andra värdefulla mineraltillgångar /7-4/. Vid platsundersökningen påträffades en järnoxidmineralisering sydväst om platsundersökningsområdet. Fyndigheten bedömdes dock vara för liten för att den ska vara ekonomiskt lönsam att bryta i dag eller i framtiden.

## 7.2 Laxemar/Simpevarp

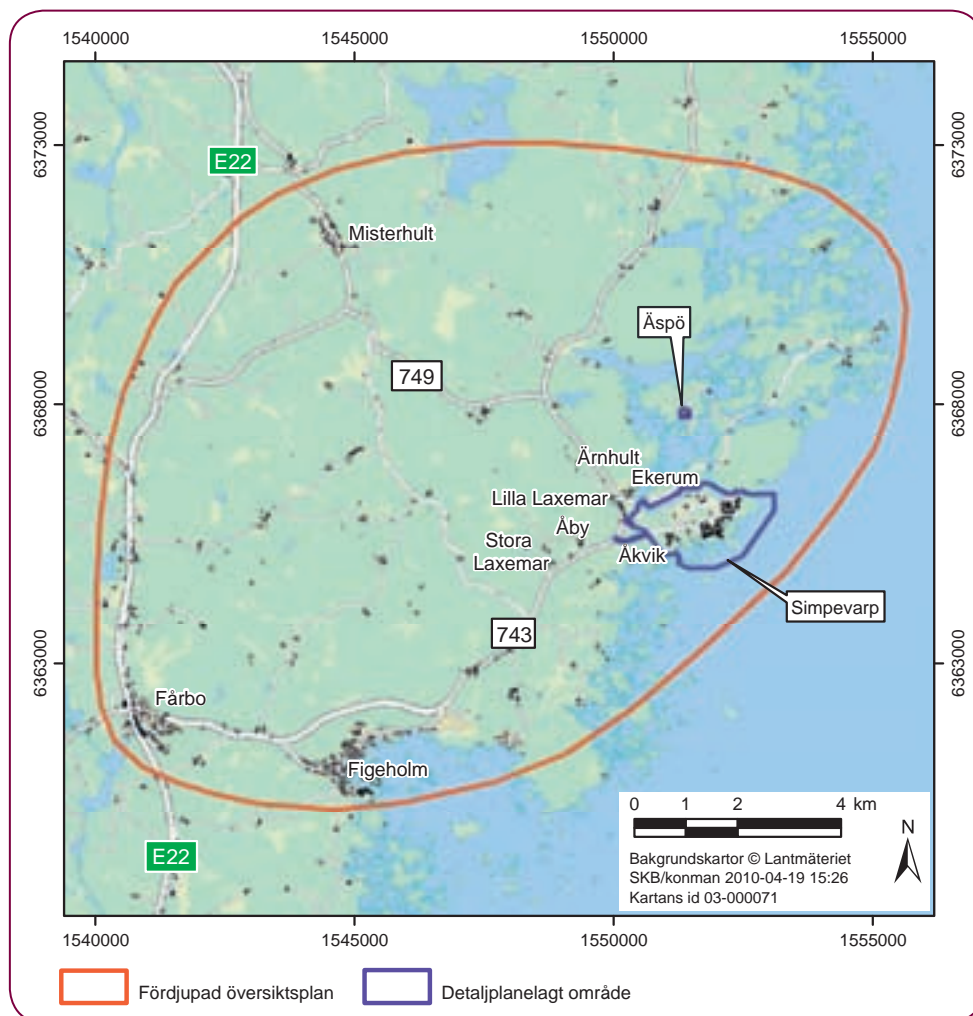
Nedan beskrivs både Simpevarp, där Clab är beläget och inkapslingsanläggningen planeras, samt Laxemar, som är den övervägda lokalisering som utretts för slutförvarsanläggningen. De två områdena Laxemar och Simpevarp är belägna intill varandra i anslutning till kustvägen (länsväg 743).

På Simpevarpshalvön finns Oskarshamns kärnkraftverk med tre reaktorer som drivs av OKG. I anslutning till kärnkraftverket finns bland annat även ett markförvar för lågaktivt avfall (MLA) och ett bergrum för låg- och medelaktivt avfall (BFA). På halvön ligger också, förutom Clab, SKB:s platsundersökningskontor och nedfartstunneln till SKB:s berglaboratorium på Äspö samt Simpevarps hamn.

### 7.2.1 Planförhållande, befolkning och infrastruktur

#### 7.2.1.1 Översiktsplan

Översiktsplan 2000 för Oskarshamns kommun antogs av kommunfullmäktige 2003. I översiktsplanen redovisas ett stort område mellan Europaväg 22 (E22) och kärnkraftverket som lämpligt för fördjupade undersökningar för slutförvarsanläggningen. Ett mindre utvecklingsområde väster om Clab redovisas som lämpligt om ytterligare mark behövs inför ett eventuellt uppförande av en slutförvarsanläggning.



Figur 7-28. Detaljplanelagt område i Simpevarp.

### 7.2.1.2 Fördjupad översiktsplan

En fördjupning av kommunens översiktsplan, Översiktsplan 2000, Simpevarps- och Laxemarområdet med mera, antogs av kommunfullmäktige 2007, se figur 7-28. Syftet med planen var att påbörja kommunens fysiska planering inför ett eventuellt uppförande av en slutförvarsanläggning i Laxemarområdet och en inkapslingsanläggning i anslutning till Clab. Fördjupningen av översiktsplanen ersätter, för de områden den omfattar, den tidigare kommuntäckande översiktsplanen.

### 7.2.1.3 Detaljplan

En detaljplan för Oskarshamnsverkets verksamhetsområde fastställdes 1988, se figur 7-28. Detaljplaner finns även för Äspölaboratoriet (fastställdes 2001) samt OKG, Clab och andra verksamheter inom området (fastställdes 2006). Den senast fastställda och laga kraftvunna detaljplanen för Clab med mera medger uppförandet av inkapslingsanläggningen vid Clab.

### 7.2.1.4 Befolkning

I Laxemar/Simpevarpsområdet är bebyggelsen gles. Inom en kilometer från Clab bor färre än fem personer, inom fem kilometer bor cirka 115 personer och inom tio kilometer bor cirka 1 300 personer, se figur 7-29 och tabell 7-2 /7-15/. Närmaste bebyggelse vid Simpevarvshalvön finns i Åkvik, cirka 600 meter sydväst om Clab. Inom en kilometer från Laxemarområdet bor cirka 15 personer, inom fem kilometer bor cirka 150 personer och inom en mil bor knappt 2 000 personer, se tabell 7-3. Bebyggelsen i Laxemarområdet består av några mindre byar i nordväst (Mederhult), centralt i Laxemar (Årnhult) samt byar längs med länsväg 743, framför allt Lilla och Stora Laxemar, Ström och Åby. Närmast belägna samhälle är Figeholm som är beläget cirka åtta kilometer sydväst om Simpevarvshalvön. Konsulter och entreprenörer med flera bor periodvis i OKG:s anläggning för tillfällig logi i närheten av kärnkraftverket.

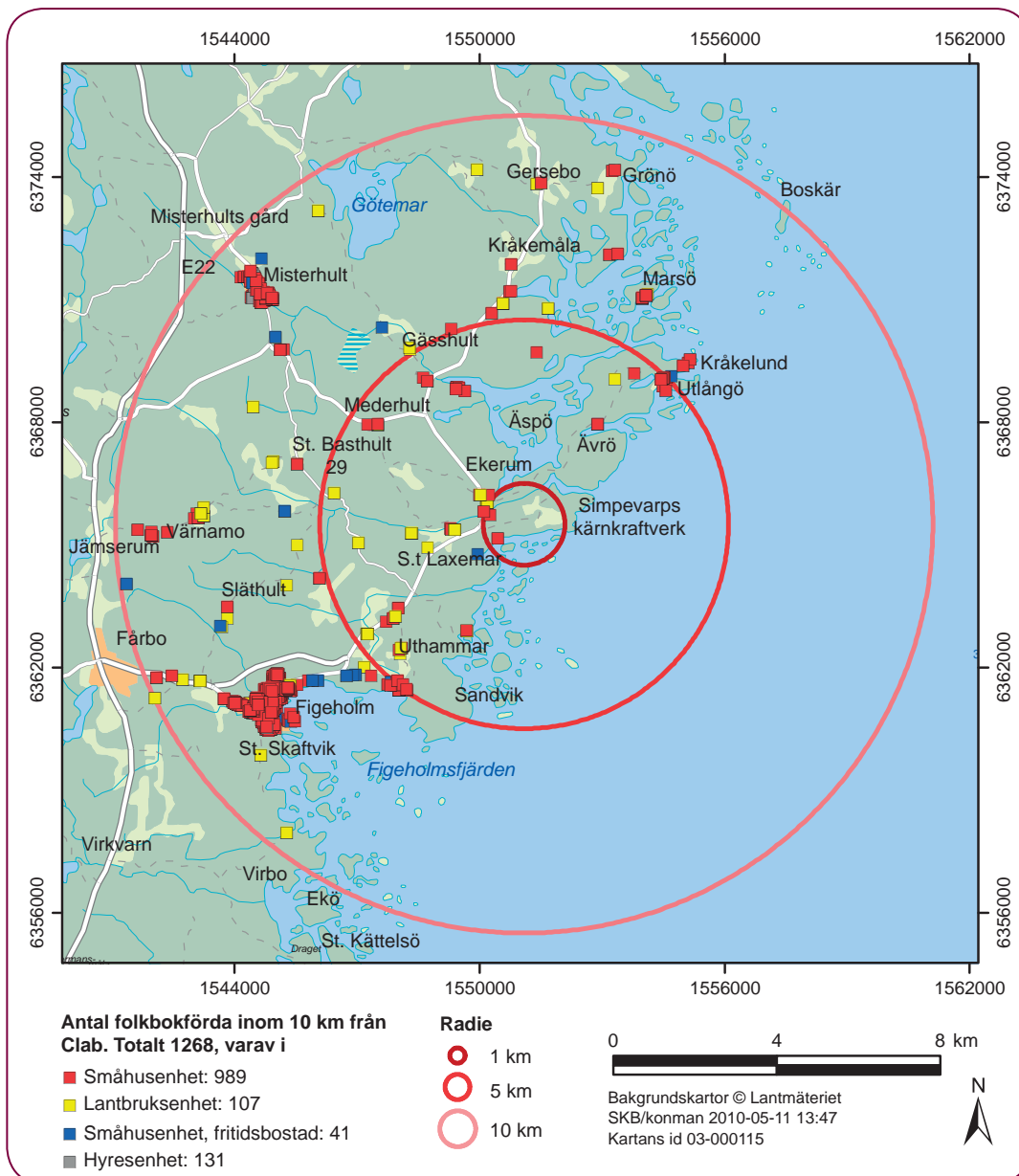
Tabell 7-2. Antal boende (folkbokförda) år 2009 inom olika avstånd från Clab.

Avstånd	Boende totalt	varav småhus	varav fritidshus	varav lantbruk	varav hyreshus	övriga boende
0–1 km	3	3				
1–5 km	113	67	5	41		
5–10 km	1 162	913	32	73	131	13
0–10 km totalt	1 278	983	37	114	131	13

Tabell 7-3. Antal boende (folkbokförda) år 2009 inom olika avstånd från Laxemarområdet.

Avstånd	Boende totalt	varav småhus	varav fritidshus	varav lantbruk	varav hyreshus	övriga boende
0–1 km	16	4		12		
1–5 km	129	75	16	38		
5–10 km	1 827	1 517	30	111	169	13
0–10 km totalt	1 972	1 596	42	161	169	13





Figur 7-29. Antal boende (folkbokförda) år 2009 inom tio kilometer från Clab.

### 7.2.1.5 Vägar och konventionella transporter

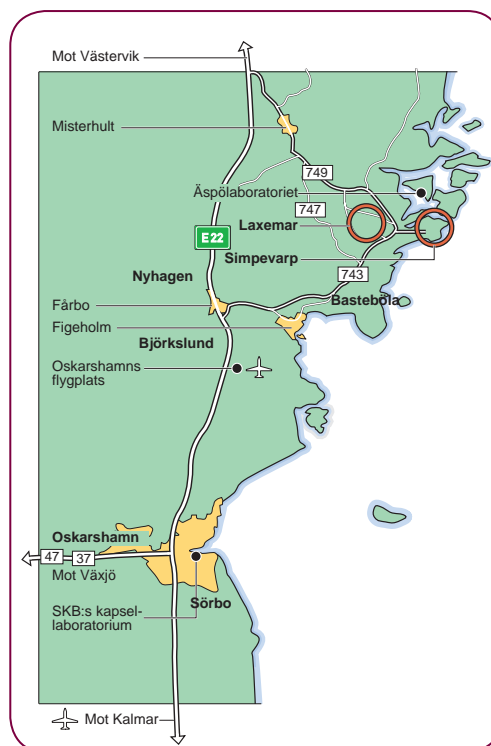
Genom kommunen går E22. Länsväg 743 förbinder E22 med kusten och utgör, tillsammans med en cirka en kilometer lång väg, förbindelselänken till Oskarshamnsverket, se figur 7-30. Anslutning norrut mot E22 finns även via länsväg 749 förbi Misterhult. Samtliga dessa vägar har högsta bärgningsklass. Länsväg 743 är till stor del smal, endast 5,7–6,6 meter och har hög enkelriktad trafikbelastning morgnar och kvällar. En förbifart runt Fårbo byggdes år 2005, vilket har lett till klara förbättringar i Fårbo samhälle som tidigare var drabbat av trafikstörningar. Avståndet mellan Laxemar/Simpevarpsområdet och Oskarshamn är cirka 25 kilometer. Avståndet till Kalmar och Växjö är cirka 95 respektive 150 kilometer.

Den periodvis höga trafikbelastningen på länsväg 743, tillsammans med de många olika typerna av trafikslag – här ska personbilar, lastbilar, bussar, cyklister, gångtrafikanter, traktorer och jordbruksredskap samsas – ger en konfliktfylld miljö för både trafikanter och boende. En idéstudie har tagits fram på uppdrag av SKB. Där presenteras befintlig situation och idéer om framtida förbättringar av länsväg 743 /7-16/.

Trafiken på länsväg 743 i området kring Basteböla uppgick år 2006 till cirka 1 500 fordon per dygn, varav cirka sju procent utgör tung trafik /7-17/. Trafiken på infartsvägen till kärnkraftverket uppgick till cirka 950 fordon per dygn /7-18/.

Utöver de normala persontransporterna tillkommer den tillfälliga arbetskraft som sysselsätts i de årliga revisionerna samt i olika utvecklingsprojekt vid kraftverket. En normal revision omfattar cirka två månader för hela kärnkraftverket och berör cirka 500 personer. Ett år med stora ingrepp, exempelvis turbinbyte, kan antalet uppgå till över 700 personer. Flertalet av dessa bor vid kärnkraftverket eller i någon närliggande stugby, men även hotellen i Oskarshamn märker av när det är tid för revision i kärnkraftverket.

Enligt statistik från 2004 arbetspendlade 2 687 personer till Oskarshamns kommun och 1 229 pendlade ut från kommunen. Överskottet uppgick därmed till 1 458 personer. Över 80 procent av inpendlingen till kommunen kommer från kommuner inom det egna länet, med en klar dominans av Mönsterås kommun (80 procent). Vad gäller pendlingsmönstret till och från OKG saknas uppgifter /7-17/.



Figur 7-30. Huvudvägar som ansluter till Laxemar/Simpevarvsområdet.

### 7.2.1.6 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

Sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall sker med m/s Sigyn som regelbundet anlöper Simpevarvs hamn. Landtransporter sker med långsamtgående terminalfordon inom industriområdet. Det använda kärnbränslet och driftavfallet är under transport inneslutet i transportbehållare.

### 7.2.1.7 Järnväg

Oskarshamn förbinds med det övriga järnvägsnätet via sträckan Oskarshamn–Berga. Persontrafiken till Oskarshamn upphörde våren 2005. I dag körs godstrafik på banan fem dagar i veckan med diesellok, eftersom banan inte är elektrifierad. Regionförbundet i Kalmar län har redovisat olika förslag på en möjlig utveckling av länets kollektivtrafik. I arbetet, där flera alternativ presenteras, framförs en idé om en ny järnväg längs Östersjökusten, ”Smålands kustbana”, mellan Kalmar och Linköping via Oskarshamn–Simpevarp–Västervik. SKB:s bedömning är att en sådan eventuell järnvägssatsning ligger långt fram i tiden.

### 7.2.1.8 Hamnar och farleder

Simpevarvs hamn är anlagd på Simpevarpshalvöns södra del i direkt anslutning till Oskarshamnsverket. Hamnen är inte allmän utan används främst för mottagning av använt kärnbränsle från kärnkraftverken samt för utskeppning av låg- och medelaktivt avfall till slutförvaret i Forsmark. Transporterna sker med m/s Sigyn. Djupgåendet i farleden är begränsat till 5,5 meter och djupet i hamnbassängen är cirka sex meter. Från hamnen leder en väg, som är speciellt anlagd för tung trafik, till Oskarshamnsverket och Clab.

I Oskarshamns hamn hanteras olja, papper, bulk, container, pappersmassa samt sågtimmer. Färjetrafiken till Gotland utgör en viktig del i hamnens verksamhet. Hamnen har i dag sju kajlägen, varav tre för färjetrafik. Farleden till hamnen är upplåten för fartyg med 10,5 meters djupgående. Hamnen har järnvägsanslutning via ett industrispår /7-17/.

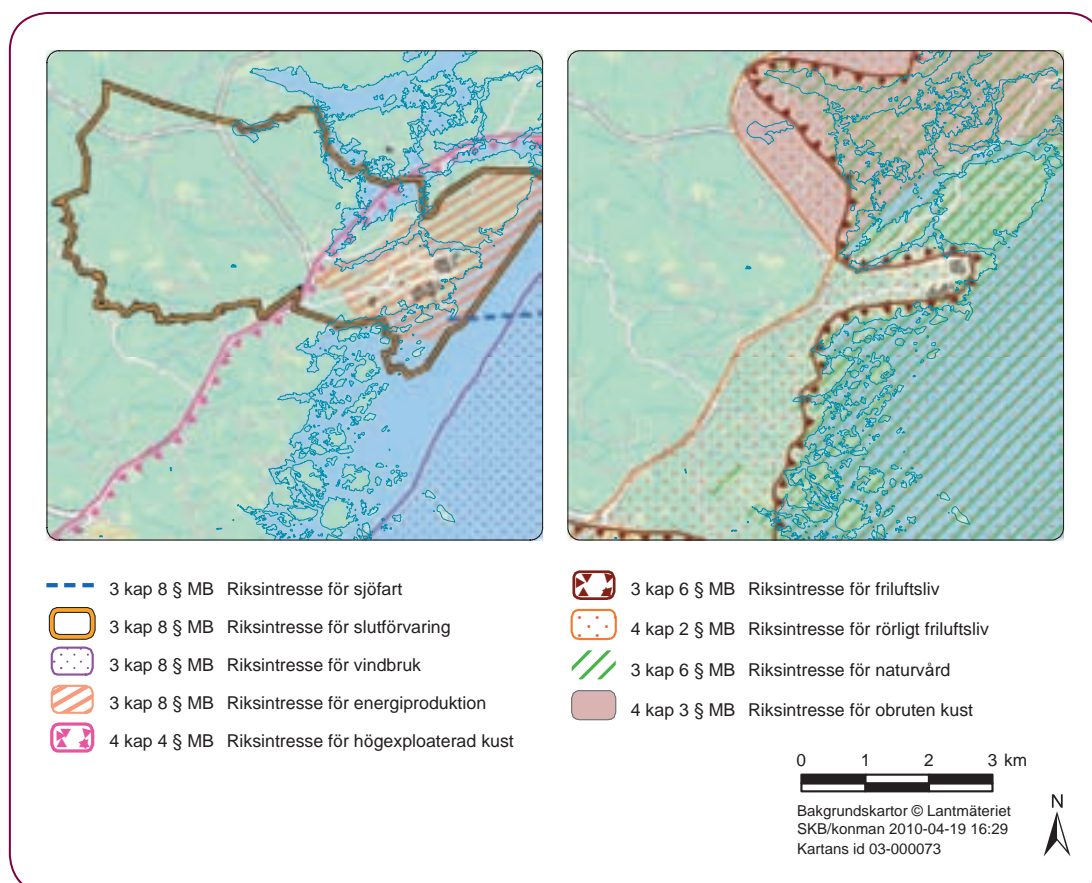
## 7.2.2 Riksintressen och skyddade områden

Inom närområdet finns ett antal riksintressen, vilket illustreras i figur 7-31. Simpevarpshalvön samt större delen av Ävrö och del av Hälö med tillhörande vattenområde, är av riksintresse för energiproduktion samt riksintresse för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Farleden utanför Simpevarps hamn utgör riksintresse för sjöfarten. Västerviks och Oskarshamns skärgårdar är av riksintresse för naturvården och hela norra Smålands skärgård är av riksintresse för friluftslivet. Två områden i havet sydost om Ävrö är av riksintresse för vindbruk.

Hela kust- och skärgårdsområdet ingår i riksintresse enligt de särskilda hushållningsbestämmelserna för högexploaterade kuststräckor enligt 4 kap 1–4 §§ miljöbalken. Bestämmelserna i 2 § anger att turismens och friluftslivets, främst det rörliga friluftslivets, intressen särskilt ska beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploateringsföretag eller andra ingrepp i miljön.

Enligt bestämmelserna i 4 § får kärntekniska anläggningar endast komma till stånd på platser där vissa typer av anläggningar, till exempel kärntekniska anläggningar, redan finns, medan 3 § anger att vissa anläggningar, till exempel kärntekniska anläggningar, inte får komma till stånd över huvud taget. Gränsen mellan kustområden som omfattas av 3 respektive 4 §§ går vid Simpevarp. En utredning av den geografiska gränsdragningen mellan dessa områden visar att området söder om länsväg 743 omfattas av bestämmelserna i 4 § /7-19/.

Ett utredningsområde för naturreservat finns inom området och längs länsväg 743 ligger Natura 2000-området Figeholm. Områden av riksintresse för naturmiljö samt Natura 2000-områden finns utpekade i figur 7-39, avsnitt 7.2.5 Naturmiljö.



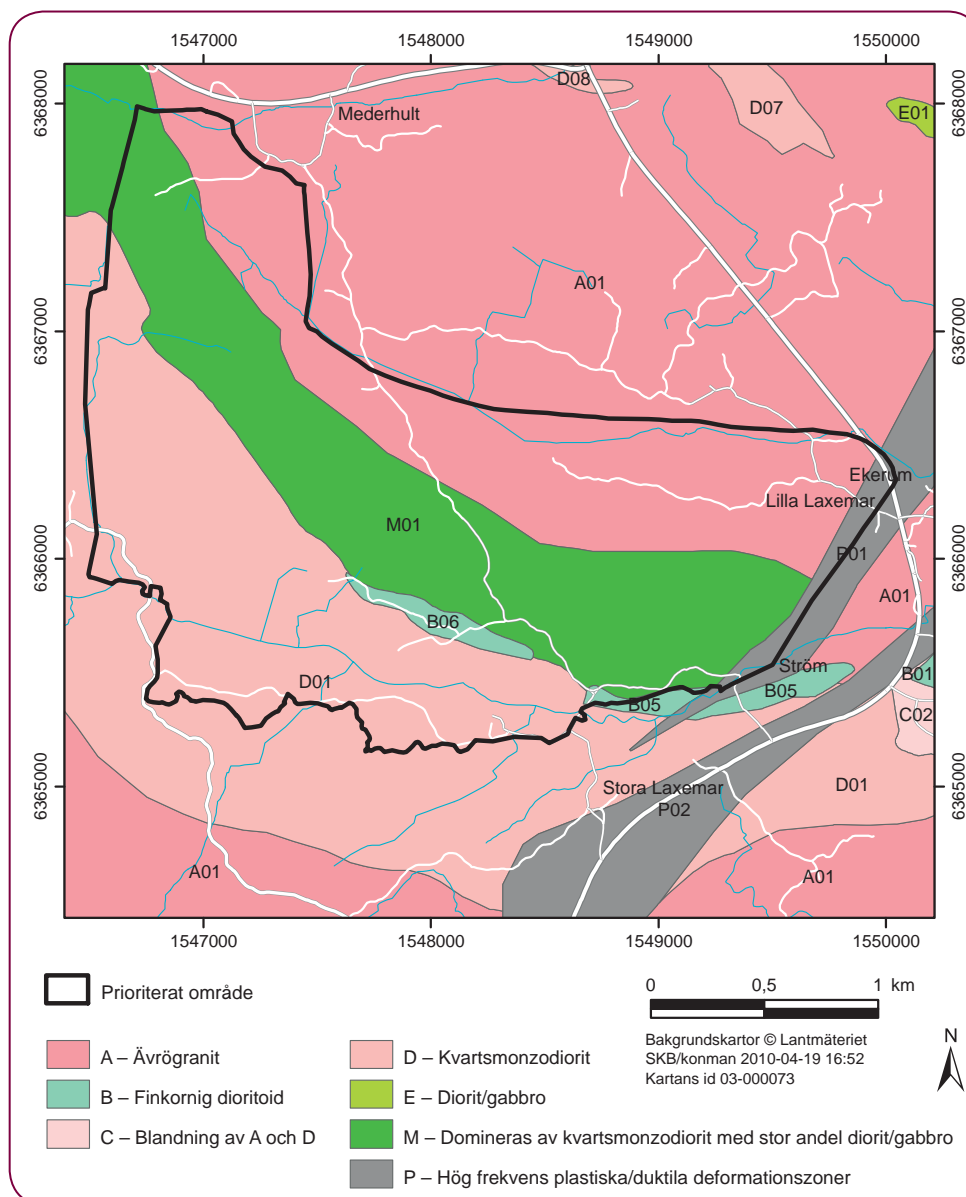
Figur 7-31. Riksintressen i Laxemar och Simpevarp.

## 7.2.3 Geologi

Platsundersökningen i Laxemar/Simpevarpsområdet har genomförts på samma sätt som i Forsmark. Resultaten från undersökningarna har sammanfattats i en för respektive ämnesområde anpassad platsbeskrivande modell /7-20/. Området där slutförandet av platsundersökningarna genomförts benämns även "fokuserat område" i underliggande dokumentation för platsundersökningen i Laxemar. För att få en konsekvent benämning mellan Forsmark och Laxemar benämns detta område "prioriterat område" i denna MKB. Om inget annat anges är informationen i avsnitt 7.2.3.1–7.2.3.4 hämtad ur /7-20/.

### 7.2.3.1 Berggrunden

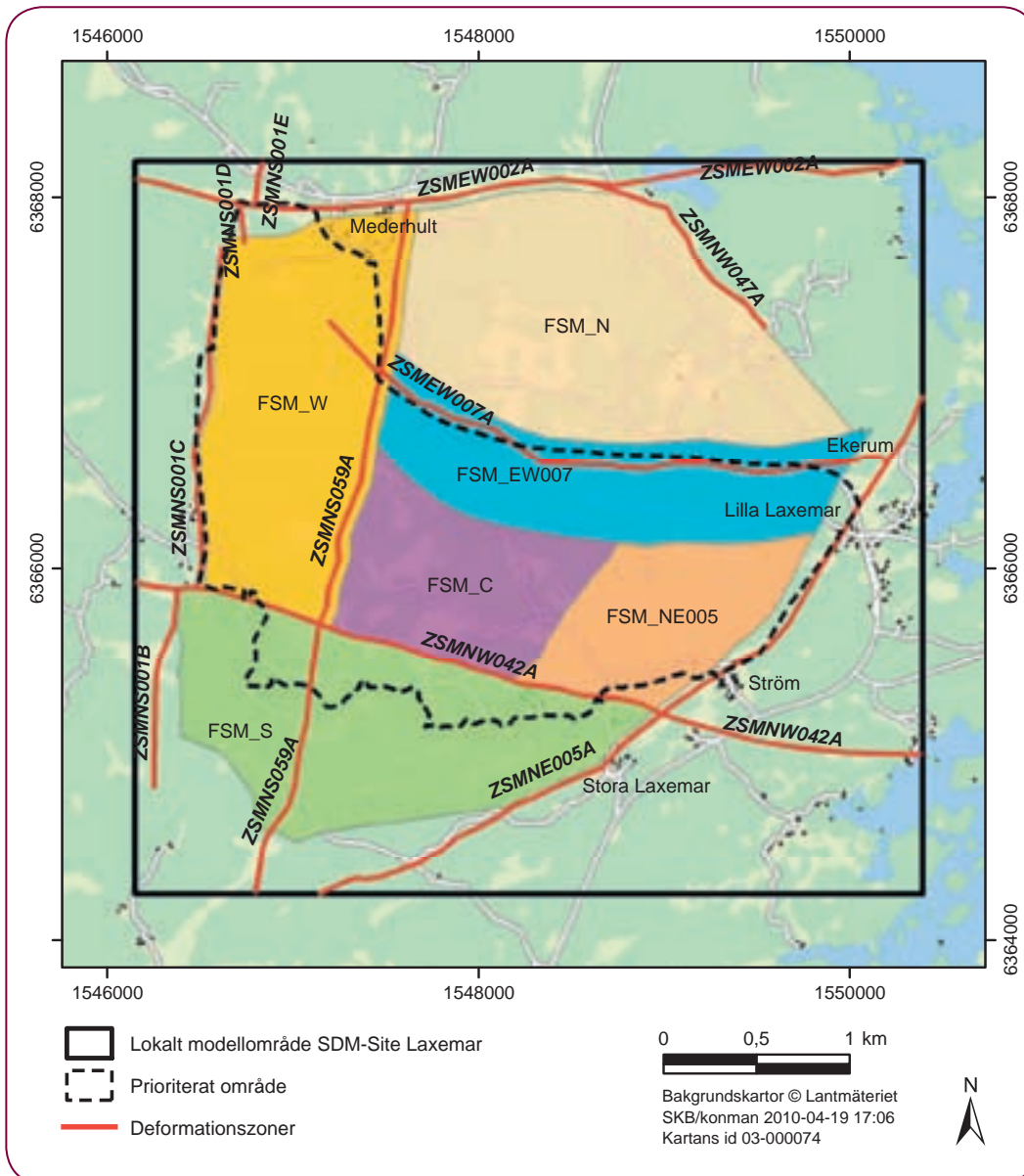
Berggrunden i det prioriterade området har delats in i tre huvudsakliga bergdomäner från norr till söder; RSMA01 (A01), RSM01 (M01) och RSMD01 (D01), där den största volymen utgörs av bergdomän RSMD01, se figur 7-32.



Figur 7-32. Bergdomäner i det prioriterade området i Laxemar.

Bergdomän RSMD01 domineras av kvartsmonzodiorit och innehåller underordnade inslag av bergarter som finkornig granit, finkornig diorit-gabbro, pegmatit och enstaka förekomster av diabas. Bergdomän RSMM01 består huvudsakligen av Ävrö kvartsmonzodiorit med större förekomst av diorit/gabbro än övriga bergdomäner, men i övrigt med likartad förekomst av underordnade bergarter som i bergdomän RSMD01. Bergdomän RSMA01 domineras av Ävrögranit och innehåller underordnade bergarter som finkornig granit, finkornig diorit-gabbro, finkornig dioritoid och kvartsmonzodiorit. Bergarterna kännetecknas generellt av lågt innehåll av kvarts, relativt låg värmeledningsförmåga och varierande hållfasthet.

Deformationen av berggrunden i Laxemar startade djupt nere i jordskorpan i samband med bergarternas bildande för cirka 1,8 miljarder år sedan under hög temperatur, det vill säga på relativt stort djup. Berggrunden utsattes för plastisk deformation som koncentrerades till deformationszoner inom vilka bergarternas struktur förändrades. Två större nordostligt orienterade



Figur 7-33. Projektion på markytan av sprickdomäner (färgade polygoner) och deformationszoner i Laxemar. Det prioriterade området avgränsas av större nordöstorienterade regionala deformationszoner.

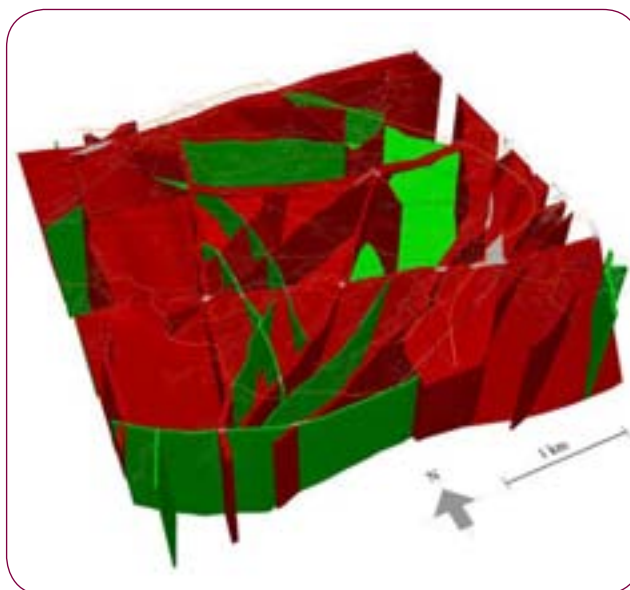
deformationszoner, varav en utgör Äspö skjuvzon, är lokaliserade vid gränsen mot Simpevarpshalvön och Äspö. Ytterligare en större deformationszon finns väster om det prioriterade området. Så länge berget var varmt, på ett stort djup i jordskorpan, var bergmassan i de plastiska deformationszonerna seg och berget kunde röra sig utan att spricka. Då temperaturen i berggrunden sjönk övergick deformationen från att vara plastisk till att bli spröd och sprickzoner bildades vars sprickor delvis fylldes med mineral och därmed läkte ihop. Dessa uppspruckna zoner utgör prefererade flödesvägar för grundvatten. Inom det prioriterade området finns ett flertal tolkade deformationszoner, huvudsakligen grupperade i riktningarna NÖ-SV, NS, ÖV och NV-SÖ samt en flackt stupande grupp av zoner. Deformationszonen ZSMEW007A är ett undantag då den, till skillnad från de flesta andra zoner, enbart uppvisar spröd deformation. Mindre zoner av varierande storlek och riktning finns mellan de större deformationszonerna. En illustration av deformationszonerna finns i figurerna 7-33 och 7-34.

Sprickzonerna har reaktiverats (öppnats upp på nytt) i flera omgångar och läkt ihop med olika typer av mineral i samband med olika geologiska händelser. I deformationszonen ZSMNS001C, som löper längs med Laxemarområdets västra avgränsning, förekommer dessutom diabas. Diabasen har daterats till cirka 900 miljoner år och bildades troligen i samband med att magma trängde upp längs redan existerande deformationszoner i berget. Den senaste betydande reaktiveringen av deformationszoner i området skedde för cirka 400 miljoner år sedan.

Inga större flackt stupande deformationszoner har identifierats inom det prioriterade området. Deformationszonerna innehåller dock både horisontella och vertikala sprickor, varav de flesta är läkta men vissa fortfarande är öppna.

Berggrunden mellan deformationszonerna i det prioriterade området har delats in i sprickdomäner för att särskilja bergvolymerna med olika sprickfrekvens, se figur 7-33. Sex distinkta sprickdomäner identifierades inom det prioriterade området i Laxemar. Sprickfrekvensen i dessa sprickdomäner är normal för svensk berggrund, med undantag av sprickdomän FSM\_EW007 som har en högre sprickfrekvens.

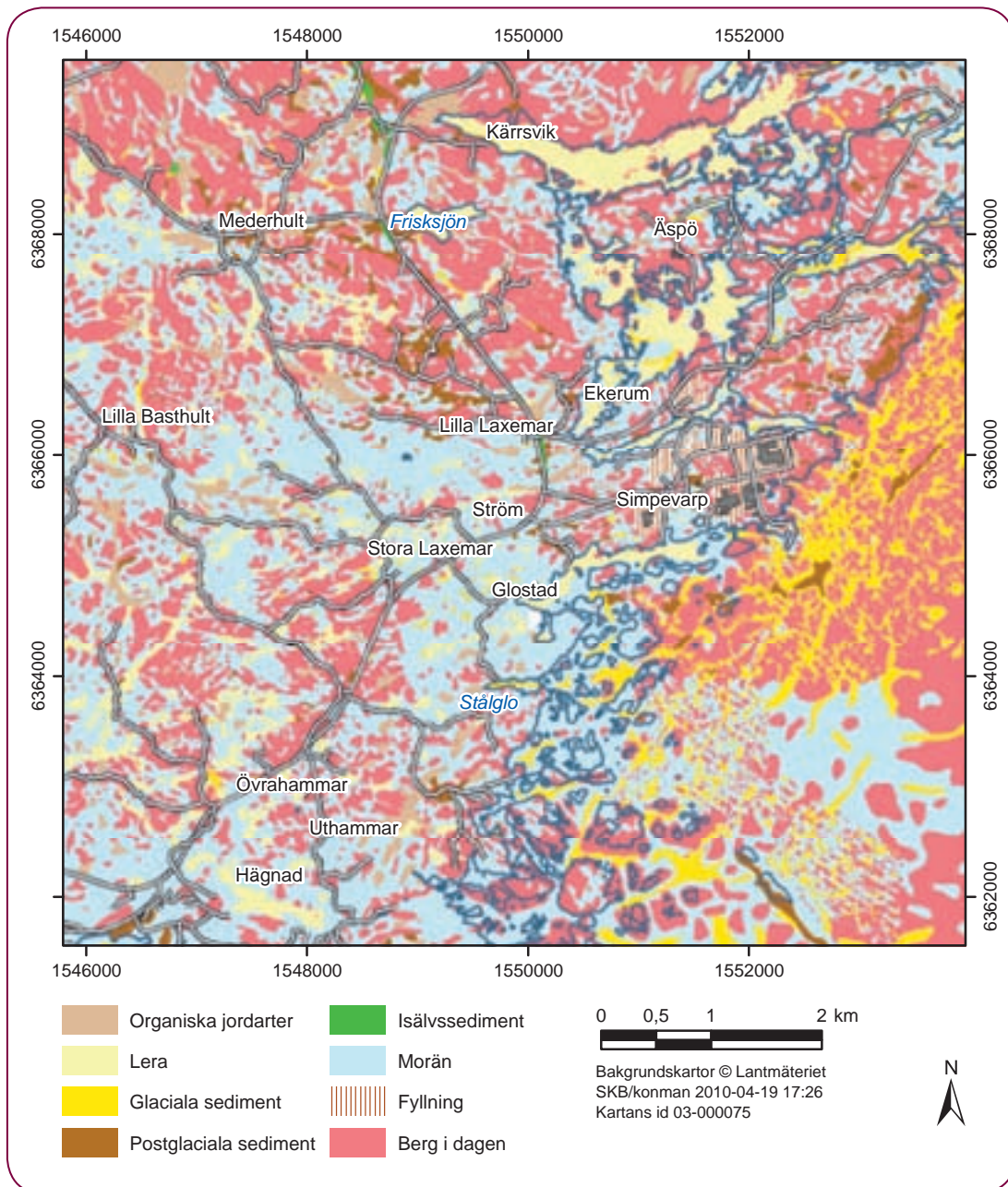
På den södra delen av Simpevarpshalvön, där Clab är beläget, visade platsundersökningarna att bergarten finkornig dioritoid dominerar. Den norra delen av halvön domineras av Ävrögranit och kvartsmonzodiorit. Simpevarpshalvön omgärdas och korsas av ett antal öst-västliga deformations- och sprickzoner. Zonen ZSMNE015A, som har en tolkad längd på två kilometer, är belägen i nära anslutning till Clab. Innan platsundersökningarna påbörjades genomfördes lokala, detaljerade undersökningar av berget vid och närmast omkring Clab i samband med uppförandet av berggrummen Clab 1 och 2. Enligt dessa förekommer brant stående aplit- och pegmatitgångar vid Clab. Undersökningarna visade också att berget närmast berggrummen har en hög sprickfrekvens i storleksordningen 2–6 sprickor per meter. Se även /7-21/.



Figur 7-34. Tredimensionell modell som visar de vertikala och brantstupande deformationszonerna i Laxemar. Modellen betraktas snett uppför och norrut. De rödmarkerade zonerna är deterministiskt modellerade med en hög konfidens och de grönmarkerade zonerna är modellerade med en medelkonfidens.

### 7.2.3.2 Bergspänningar

Spänningarna (belastningarna) i berget är högre längre ner i berget än nära markytan. Spänningarna orsakas av både vertikala och horisontella krafter. Den vertikala belastningen utgörs av tyngden från överliggande berg, som ökar med djupet. De horisontella belastningarna är mer komplexa och kan ytterst hänföras till de krafter som genereras av plattrörelser i global skala. I svensk berggrund är de horisontella spänningarna i regel högre än de vertikala, så även i Laxemarområdet. Lokalt beror spänningarnas storlek även på bergets egenskaper, särskilt förekomsten av sprickor. De bergsspänningar som uppmätts på cirka 500 meters djup i Laxemar är normala för svenskt urberg. Den största horisontella spänningen på detta djup är orienterad i nordväst-sydöstlig riktning. Liknande resultat finns från Äspölaboratoriet, där mätningarna också kunnat verifieras med bland annat storskaliga mätningar kring tunnlar.



Figur 7-35. Jordartskarta över Laxemar/Simpevarpsområdet.

### 7.2.3.3 Jordarter

Laxemarområdet karakteriseras av en relativt flack bergyta som korsas av ett antal sprickdalar. Berg i dagen förekommer frekvent, i synnerhet i områdets norra del. Morän, som är en blandad jordart som uppkom i samband med den senaste istiden, är den dominerande jordarten och överlagras i lågt belägna områden av sand och/eller lera. Block förekommer ofta ovanpå de finkorniga jordarna, ibland även på större djup. Jordlagrens mäktighet är i genomsnitt 2–3 meter och störst i dalgångarna. Strax väster om E22 finns en stor rullstensås. Denna ås, Fårboåsen, är den mest framträdande jordavlagringen i hela området. Det finns dessutom några mindre åsar i områdets norra del.

Simpevarpshalvön domineras av berg i dagen och jordmäktigheterna är generellt måttliga (som mest någon meter). Jordlagren i området närmast Clab domineras av återfyllning och på lite större avstånd förekommer morän, se figur 7-35. Den största delen av återfyllningen består av sprängsten från uppförandet av kärnkraftverket.

### 7.2.3.4 Hydrogeologi

Markytan inom Laxemar/Simpevarpsområdet sluttar från väst till öst, från en nivå på cirka 30 meter över havet i jämnhöjd med E22 till havsnivå vid kusten, se figur 7-36. De övre cirka 150 meterna av berget i det prioriterade området har relativt hög frekvens av vattenförande sprickor, med ett medelavstånd på cirka en meter. I djupintervallet 150 till 400 meter är medelavståndet mellan vattenförande sprickor 2–13 meter (beroende på studerad sprickdomän), medan motsvarande avstånd mellan 400 och 650 meters djup är 4–17 meter. På ännu större djup (> 650 meter), är frekvensen av vattenförande sprickor mycket låg, med ett medelavstånd på mer än 100 meter, men bedömningen är här osäker på grund av begränsad datamängd. Bergets vattengenomsläpplighet, som till stor del beror på frekvensen vattenförande sprickor, minskar generellt mot djupet.

Huvuddelen av grundvattenflödet på förvarsnivå sker inom (längs med) de brantstående sprickzonerna. Den största delen av grundvattenutbytet mellan berget och jordlagren bedöms ske i de begränsade områden där de brantstående zonerna har sitt utgående vid bergytan, främst i dalgångarna. Figur 7-37 visar en konceptuell illustration av en typisk öst-västdalgång i Laxemarområdet där jordarterna och jordlagrens mäktighet varierar längs dalgången.

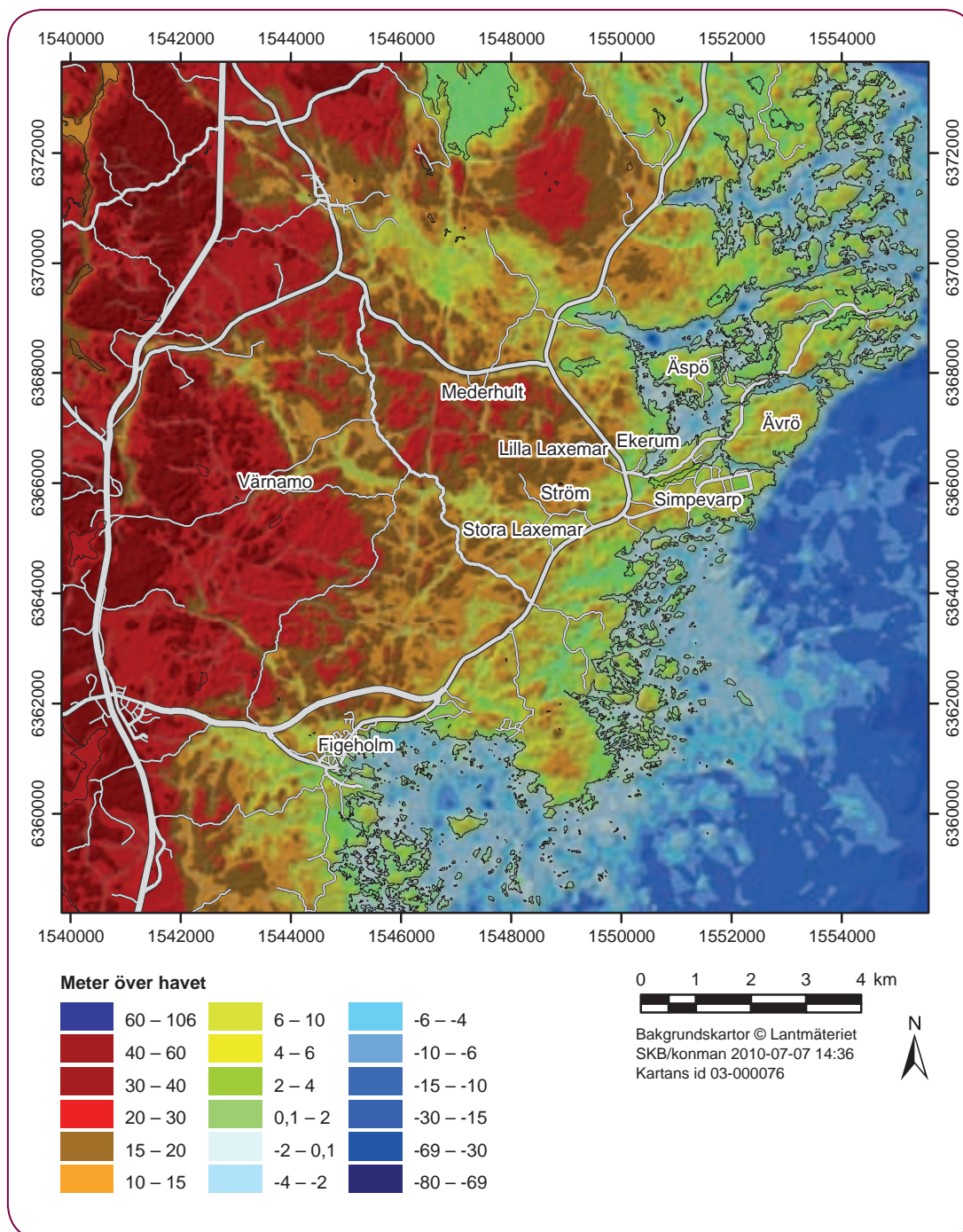
Kontrasten mellan jordlagrens/det övre bergets och det underliggande bergets vattengenomsläpplighet innebär att den största delen av grundvattenflödena i området sker relativt nära markytan. Dalgångarna utgör utströmningsområden för grundvattnen, där även prefererad strömning sker längs zonen i jordlager och det ytliga berget. Detta ytnära flödessystem med inströmningsområden i högre belägen terräng och utströmningsområden i dalgångar och vid kusten överlagras djupare och mer storskaliga flödessystem i berget. Vattenomsättningen i det ytnära berget beräknas vara cirka 400 gånger högre än på förvarsdjup.

Jämförelser mellan vattennivåer i sjöarna och grundvattennivåer under sjöarna indikerar att interaktion mellan sjöarna och grundvatten i underliggande kvartära jordavlagringar främst sker i strandnära områden /7-22/.

Grundvattenytan i Laxemar/Simpevarpsområdet ligger generellt 0,5–2 meter under markytan och följer i regel topografin. Tidsserier visar att variationerna är i storleksordningen en meter under året i de flesta observationsrören. I sammanhanget bör dock noteras att det är en kraftig överrepresentation av grundvattenrör i kanten på dalgångar.

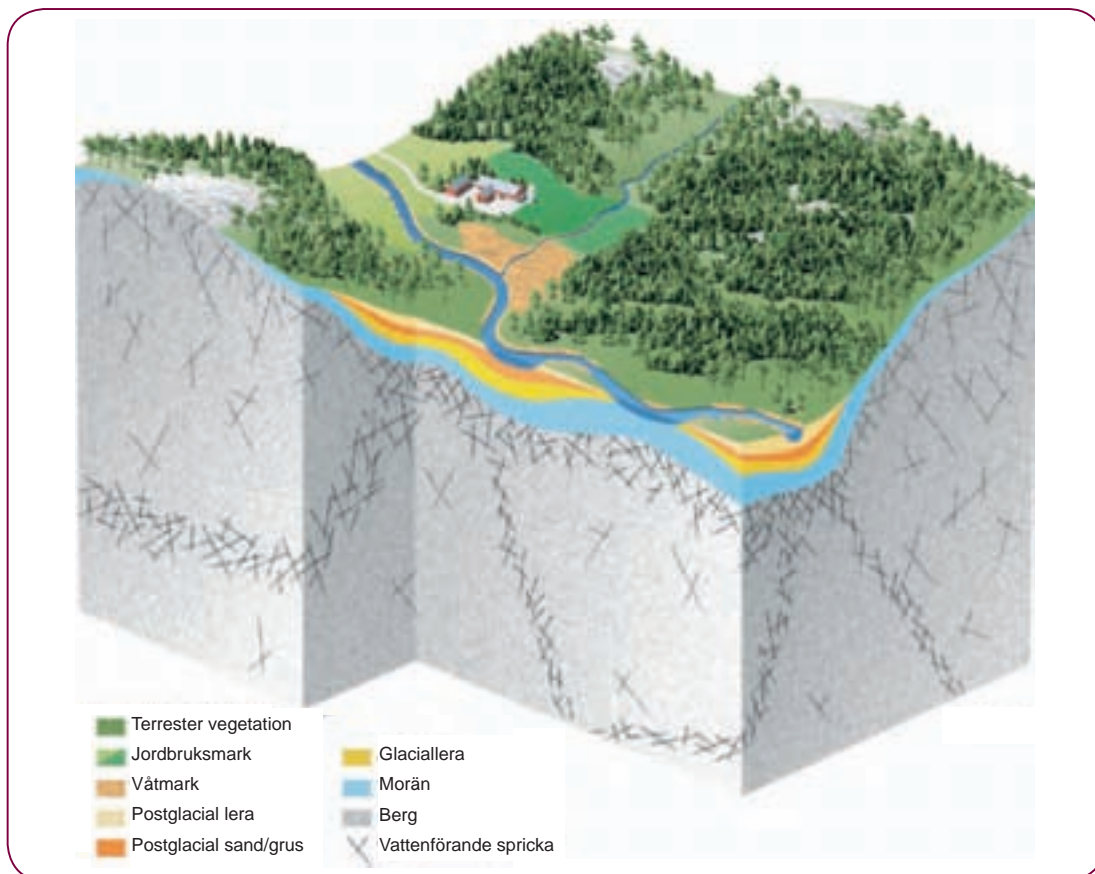
Undersökningar har visat att relativt unga färska (< 900 mg/l klorid) till äldre bräckta grundvatten företrädesvis förekommer ner till 250 meters djup. Djupare ner finns bräckta glaciala vatten från den senaste istiden samt ännu äldre icke marina och mycket saltare grundvatten med omsättningstider på 10 000 år eller mer. Under lägre belägna områden närmare kusten finns spår av flera tusen år gammalt havsvatten som härstammar från Littorinahavet (ett förstadium till Östersjön). Vattnets salthalt i Laxemar ökar gradvis mot djupet och är på 900 meters djup cirka 10 000 milligram per liter (mg/l klorid). Grundvattnet i det sprickfria berget på förvarsdjup är mycket gammalt med en salthalt varierande mellan 5 000 och 8 000 mg/l klorid. Mycket salta vatten med en kloridhalt på mer än 20 000 mg/l har påträffats på djup större än 1 200 meter inom undersökningsområdet. På förvarsdjup råder syrefria förhållanden med ett neutralt till svagt alkaliskt pH.





Figur 7-36. Topografisk karta över Laxemar/Simpevarpsområdet.

På Simpevarpshalvön, där Clab är beläget, genomfördes också hydrauliska tester inom ramen för platsundersökningarna. Det finns en deformationszon i nära anslutning till Clab, som dock bedömdes ha en låg vattengenomsläpplighet. Testerna visade vidare på en mycket låg vattengenomsläpplighet i berget mellan zonerna på Simpevarpshalvön. I samband med uppförandet av Clab genomfördes också hydrauliska tester som visade på en relativt hög vattengenomsläpplighet i de lokala sprickzoner som identifierats närmast Clab. Vid uppförandet av Clab 1 och 2 genomfördes förinjektering av bergrummen för att minska inläckaget av grundvatten. Förutom ett par lokala sprickzoner, var dock många av de sprickor som påträffades under uppförandet av Clab inte grundvattenförande. Se även /7-21/.



Figur 7-37. Konceptuell illustration av en stor dalgång i Laxemarområdet. Illustrationen visar hur jordarterna och jordlagrens mäktighet varierar längs dalgången, vilket innebär att förutsättningarna för vattenutbyte mellan yttnära grundvatten och ytvatten också varierar längs dalgången.

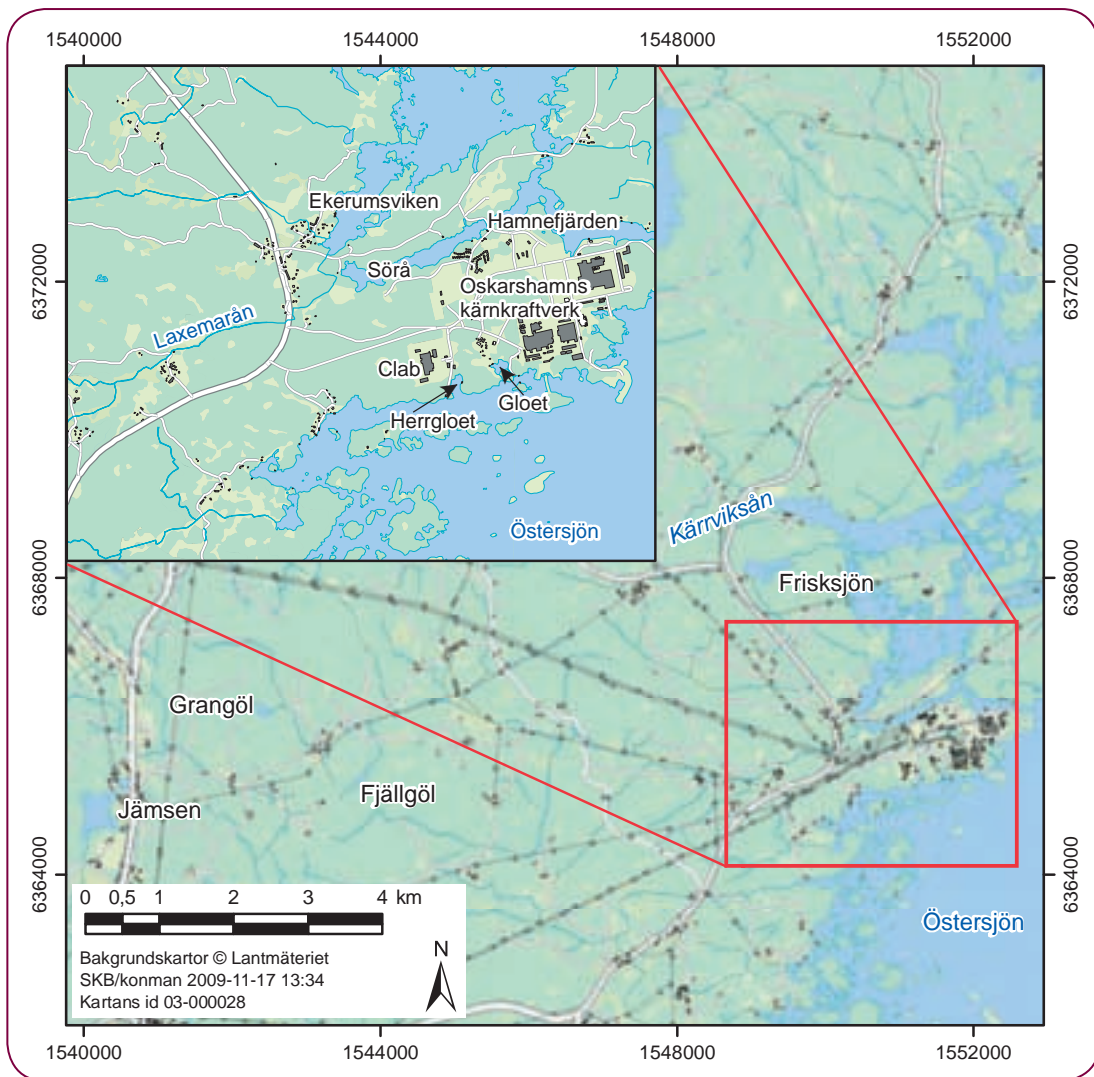
## 7.2.4 Hydrologi och meteorologi

Enligt data från SMHI för referensnormalperioden 1961–1990 har området en årsmedelnederbörd på cirka 600 millimeter. Medelvärdet på den årliga specifika avrinningen är cirka 160–170 millimeter per år (något lägre vid kusten). Den verkliga evapotranspirationen, vilket är den del av nederbörden som binds i växtligheten och avdunstar, har skattats till cirka 430–440 millimeter per år /7-21/.

Sjöarna i Laxemar/Simpevarpsområdet är relativt små (0,03–0,24 kvadratkilometer) och grunda, med ett medeldjup varierande mellan cirka en och fyra meter och största djup varierande mellan cirka två och elva meter. I området finns sex kartlagda sjöar, varav de största är Jämsen och Frisksjön, se figur 7-38. Alla sjöar är belägna flera meter över havsnivån, vilket indikerar att havsvatteninträngning inte förekommer. Det finns flera våtmarker inom området.

Laxemar/Simpevarpsområdet domineras hydrologiskt (med hänsyn till avrinningsområdenas storlek) av vattendragen Kärrviksån och Laxemarån och deras biflöden. Dessa har sin början i den högre belägna terrängen i väster och rinner ut i fjärdar som har direkt kontakt med Östersjön. Mellan dessa åar finns fyra mindre vattendrag, Mederhultsån, Ekerumsån, Pistlanbäcken och Kåreviksån. Oxhagsdiket, som utgör ett biflöde till Laxemarån, avvattnar områdena för den övervägda lokaliseringen av driftområdet för slutförvaret. I stort sett alla vattendrag är påverkade av mänsklig aktivitet (dikning, uträtning med mera). Konstruerade diken/dräneringar är allmänt förekommande i Laxemar/Simpevarpsområdet och det är troligt att om dessa inte fanns, skulle många områden sannolikt vara sjöar eller våtmarker /7-21/.

På Simpevarpshalvön finns inga vattendrag. Sjön Sörå som är belägen cirka 600 meter norr om Clab utgörs av en invallad havsvik (Söråviken) och används i dag av OKG som reservvattentäkt (branddamm).



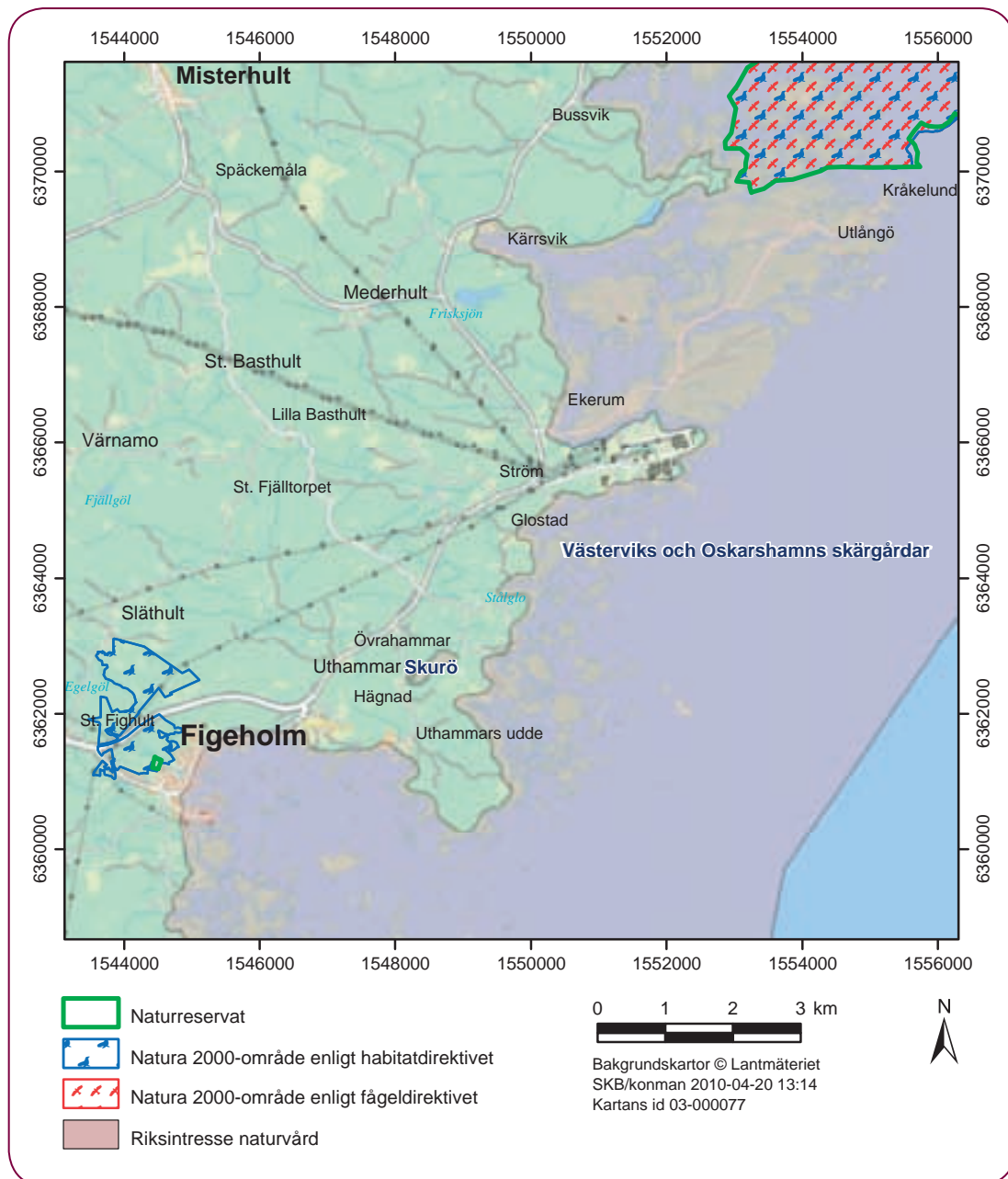
Figur 7-38 Sjöarna i Laxemar/Simpevarpsområdet.

## 7.2.5 Naturmiljö

Laxemar/Simpevarpsområdet ligger i en naturgeografisk region som präglas av ett sprickdalslandskap med små höjdskillnader, hållmarkstallskog, ädellövskog, kala skär och steniga stränder. Skogarna och de många sprickdalarna dominerar landskapet. I sprickdalarna ligger lösa jordar och där finns i dag huvuddelen av den brukade marken. Odlingslandskapet kring Ströms gård och Laxemarån består av en mångfacetterad natur med betesmarker och ädellövskog.

Riksintresset för Västerviks och Oskarshamns skärgårdar ligger delvis inom det undersökningsområde som avgränsats i genomförd naturmiljöutredning /7-23/. Inom det aktuella undersökningsområdet finns inga Natura 2000-områden. Längs länsväg 743 ligger dock Natura 2000-området Figeholm som består av ädellövskog och barrdominerad blandskog med hög förekomst av rödlistade arter och signalarter. Riksintressen för naturvård och övriga skyddade områden kring Laxemar/Simpevarpsområdet presenteras i figur 7-39. I dag finns inte något naturreservat i området, men ett underlag till utredning för ett sådant finns hos länsstyrelsen i Kalmar län. Inga konkreta arbeten har påbörjats och inga beslut finns i dag. Området är ett utpekad kärnområde för ädellövskog som täcker stora delar av undersökningsområdet.

Småvatten, våtmarker, källor och öppna diken i jordbruksmark omfattas av generellt biotopskydd enligt 7 kap 11 § miljöbalken (1998:808) och 5–8 §§ förordningen (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken. Dispens från biotopskyddet måste sökas från länsstyrelsen. Vid Ström finns även ett naturminne i form av två grova ekar.

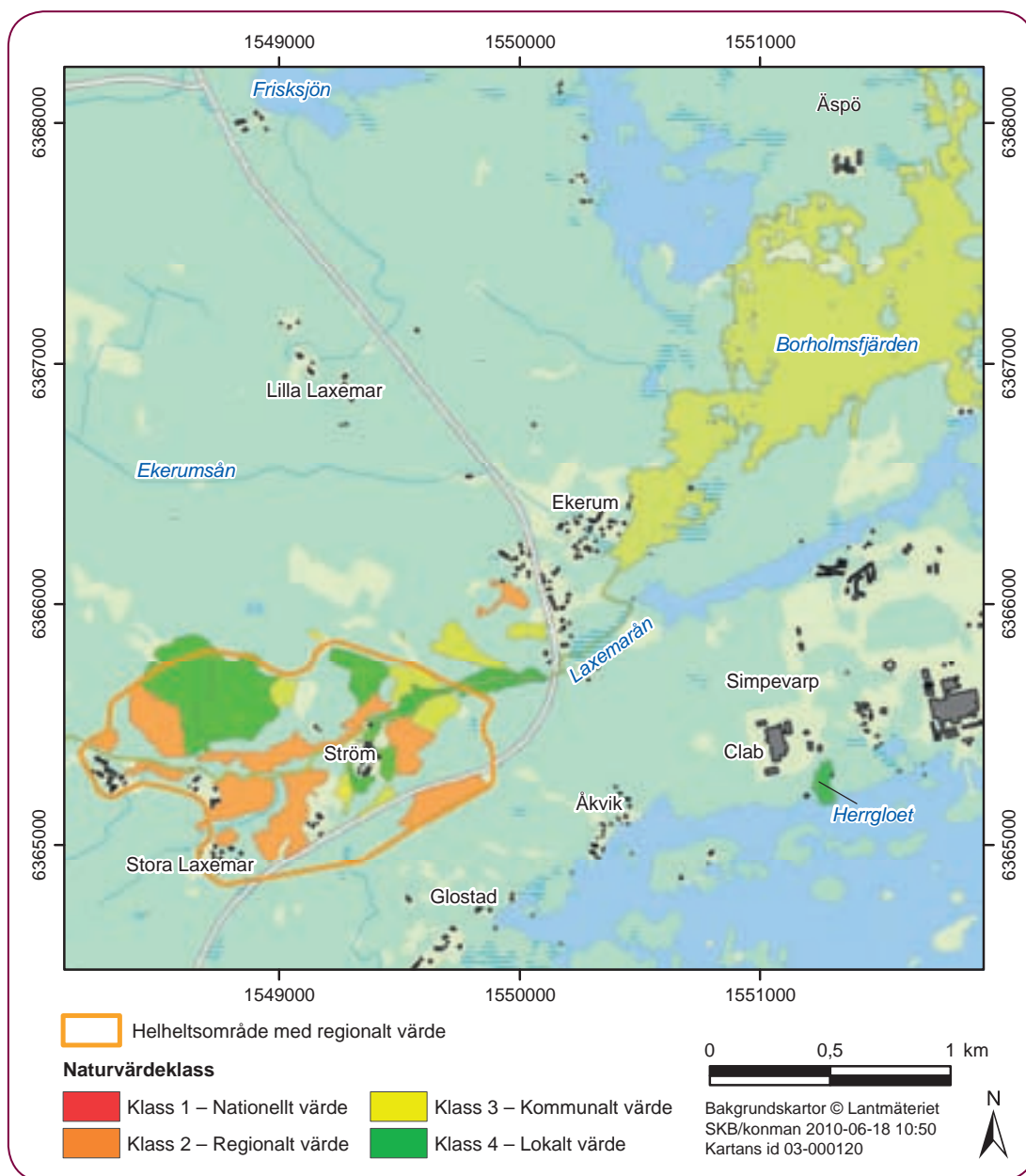


Figur 7-39. Riksintressen för naturvård och skyddade områden kring Laxemar/Simpevarpsområdet.

Naturen i det aktuella undersökningsområdet är varierande men nästan överallt påverkad av tidigare och nuvarande jord- och skogsbruk. De värdefulla naturmiljöer som finns i området är till stor del kopplade till den tidigare markanvändningen i form av hävd, med bete och slåtter, eller till ädellövskog och gamla lövträd. Undersökningsområdet inventerades under vegetationsperioden 2008 på förekomst av värdefulla naturmiljöer. Resultaten från inventeringarna redovisas i /7-23/ och i /7-24/. Naturvärden har klassats enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik och delats in i fyra klasser, nationellt, regionalt, kommunalt och lokalt värde. Identifierade naturvärden finns utpekade i figur 7-40. Merparten av de identifierade naturvärdena är knutna till jordbrukslandskapet ädellövskogar och betesmarker, se figur 7-41, framför allt längs Laxemaråns dalgång. Ett tjugotal exempel på värdefulla ädellövmiljöer finns bland annat längs Laxemarån och söder om ån. Ungefär hälften har regionala naturvärden, övriga har kommunala värden. De höga värdena är bland annat knutna till gamla grova ekar samt lind, ask och lönn som bär spår av hamling (beskärning av träd). Markvegetationen består på många håll av en rik lundflora som till exempel

vippärt, vårärt, lundelm och myskmadra. Vidare förekommer så kallade signalarter av bland annat lavar och svampar, vilka indikerar värdefulla naturmiljöer. Odlingslandskapet bedöms generellt ha höga naturvärden (regionala eller kommunala värden) till följd av bibehållna strukturer och arter (till exempel brudbröd, backnejlika, blåsuga, knölsmörlblomma och stagg) knutna till hävdade miljöer. Landskapet kring Ströms gård och Laxemar finns med i länsstyrelsens bevarandeplan för odlingslandskapet.

Våtmarksmiljöer, vattendrag och sjömiljöer inom utredningsområdet är samtliga tydligt påverkade av mänsklig aktivitet och bedöms generellt hysa begränsade naturvärden. Laxemarån är en sötvattenmiljö som bedöms ha kommunalt värde. Trots påverkan genom bland annat utdikning och uträtning har ån bibehållit en viss grad av naturlighet, med inslag av strömmande vatten och grova botten sediment. Flora och fauna består av vanliga arter. Ån utgör en viktig reproduktionslokal för fiskarten id och är det enda vattendraget i området med vattenföring året om. Laxemarån är ett näringsrikt skogsvattendrag med brunfärgat vatten, vars tidvis låga syrehalter tydligt påverkar bottenfaunans artsammansättning.



Figur 7-40. Identifierade naturvärden i undersökningsområdet och deras klassning.



Figur 7-41. Inom undersökningsområdet finns värdefulla naturvärden som är knutna till ädellövskog och odlingslandskapet.

Ekerumsviken är en marin miljö som bedöms vara av kommunalt värde, framför allt genom sitt ekologiska samband med Laxemarån och Borholmsviken. Ekerumsviken utgör en sammanhållen bassäng med en tröskel ut mot Borholmsfjärden. Vattenvegetationen och bottenfaunan är förhållandevis artfattig till följd av närsaltpåverkan från Laxemarån. Från Ekerumsviken rör sig fiskarterna id och mört upp i Laxemarån för att leka. Även Borholmsfjärden bedöms vara av kommunalt värde. Den har potentiellt viktiga lekplatser för fiskarter som gädda, abborre, strömming med flera. Jämfört med närliggande grundområden utmed kusten kring Oskarshamn bedöms Borholmsfjärden, på grund av närsaltpåverkan från Laxemarån, vara mindre värdefull för fisk och andra artgrupper.

Bivråk, törnskata, mindre hackspett, spillkråka, sparvuggla, orre och trana är exempel på fåglar som påträffats i Laxemarområdet; de häckar och/eller har sitt revir inom området. De är samtliga rödlistade och/eller upptagna i EU:s fågeldirektiv. Inom undersökningsområdet och längs länsväg 743 har även rödlistade arter av fladdermöss, insekter, kräldjur och kärlväxter påträffats. I Borholmsfjärden och Ekerumsviken förekommer troligen ål, men detta är inte belagt /7-23/.

Inventeringar av nyckelbiotoper och andra naturvärden i skogsmark genomförs av Skogsstyrelsen och storskogsbruk (markägare med mer än 5 000 hektar mark plus staten, kommunerna, landstingen och stiftens oavsett storleken på innehavet). SKB har också genomfört ytterligare inventeringar enligt Skogsstyrelsens metodik. Naturvärdet i de flesta av nyckelbiotoperna i undersökningsområdet är knutna till ädellövskogsmiljöer, flera är knutna till asp (framför allt i områdets östra del) och några är knutna till barrblandskogar.

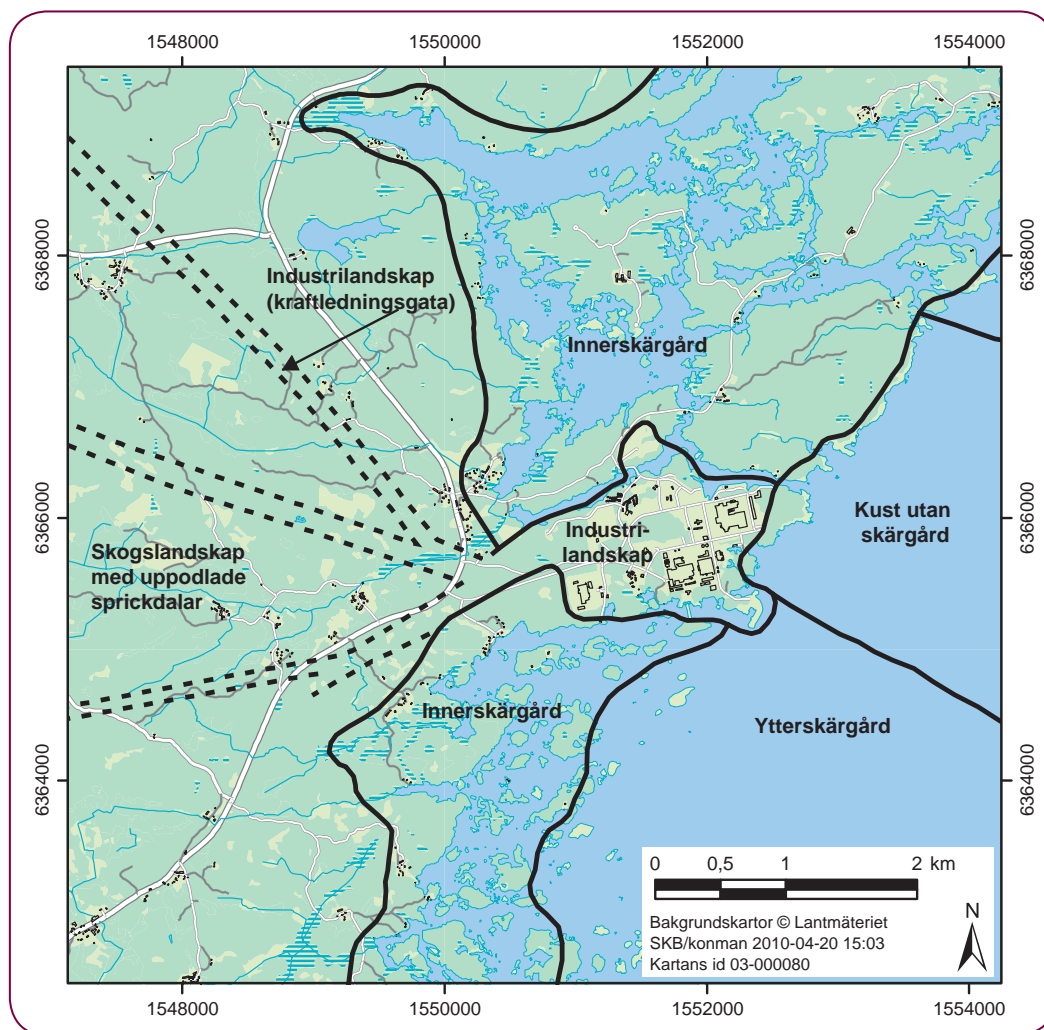
Området runt Clab utgörs huvudsakligen av industriområde och i övrigt av angränsande skogsområde som domineras av hållmarkstallskog. Skogen hyser inga höga naturvärden utom enstaka äldre träd med framtidsvärden. Sydost om Clab finns den lilla viken Herrgloet som bedöms hysa naturvärden av lokalt intresse. Skärgården i öster har en rik och omväxlande vegetation, från de yttersta skären där nästan enbart lavar kan växa, via gräs- och örtbevuxna öar till olika typer av skog på de större öarna. Skärgården har ett rikt fågelliv och de flesta vegetationsklädda bottenarna är viktiga lekplatser för många fiskarter.

## 7.2.6 Kulturmiljö och landskap

Inom Laxemar/Simpevarpsområdet har en kulturmiljöanalys samt en arkeologisk utredning, etapp 1, genomförts. I samband med dessa utredningar har även en landskapsbildanalys tagits fram som utgått från den visuella upplevelsen av landskapet. Utredningarna sammanfattas i /7-25/.

Enligt landskapsbildanalysen kan Laxemar/Simpevarpsområdet indelas i fem olika landskapstyper, industrilandskap, ytterskärgård, kust utan skärgård, innerskärgård samt skogslandskap med uppodlade sprickdalar, se figur 7-42.

Huvuddelen av det analyserade området präglas av ett ganska kargt tallskogsbevuxet hållmarkslandskap. I allt väsentligt präglas skogen av ålderdomlighet och fridfullhet. Skärgårdslandskapet i öster innebär en betydande kontaktyta mot havet genom kustlinjens alla öar och vikar. Den i stort sett oexploaterade kusten och skärgården och det småskaliga och sprickdalspräglade skogslandskapet står i stark kontrast mot den storskaliga industrin kring kärnkraftverket. Då kärnkraftverket etablerades på Simpevarpshalvön genomgick det äldre landskapet där en total omvandling, där både Simpevarps bys odlingsmarker och många av områdets fornlämningar togs bort. Viss anpassning har gjorts till omgivningen genom att ursprunglig hållmarksskog lämnats i en zon närmast stränderna, se figur 7-43. Denna har stort värde för att skärma av den storskaliga miljön från omgivande kulturmiljöer. Kraftledningsgatorna som löper ut från Simpevarpshalvön för ut den industriella karaktären i ett annars enhetligt skogsområde med inslag av traditionellt jordbruk. Påverkan på kulturmiljön inom området är annars förhållandevis begränsad.



Figur 7-42. Förekommande landskapstyper i Laxemar/Simpevarpsområdet.



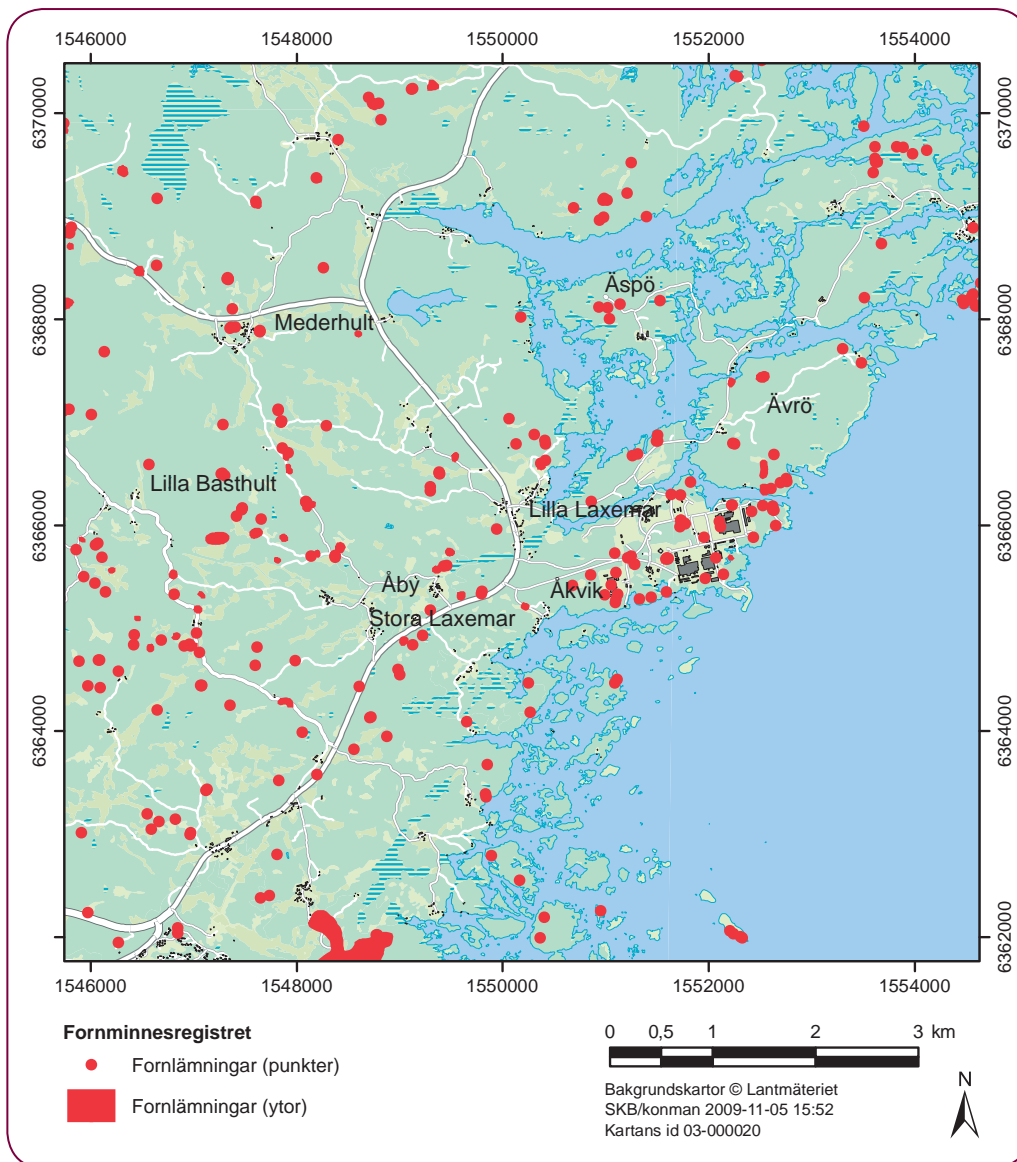
Figur 7-43. Flygfoto av Simpevarpsöarna. En zon av hällmarkstallskog har lämnats nära stränderna för att skärma av den storskaliga kraftindustrin mot omgivande kulturmiljöer.

Byarna i området representerar 1 000 års bruk i en kustbygd. De ligger i ett band innanför kusten och har sedan medeltiden varit navet för både jordbruk och maritima näringar som fiske, jakt, sjöfart, skeppsbyggeri, lotsverksamhet med mera. Genom att bo i skärningen mellan olika landskapstyper har man optimerat närheten till de viktigaste näringskällorna. Här finns arkeologiskt källmaterial som kan användas för att klargöra hur denna skogspräglade kustbygd koloniserades och utvecklades under järnålder och medeltid. Miljöer med småskaliga jordbruk, liknande dem man finner i Misterhultsbygden, finns på flera håll utefter Östersjöns södra skärgårdskust. Det som totalt sett skiljer ut denna del av ostkusten är den låga exploateringsgraden. Därför finns källmaterial och äldre strukturer ännu bevarade.

Inom Laxemar/Simpevarpsområdet finns inga nationella eller regionala intresseområden för kulturmiljön, men fornlämningarna och övriga kulturhistoriska lämningar i området är ganska många, se figur 7-44. Fjorton kända boplatser, ett stort antal rösen och stensättningar och ett flertal gårds- eller byplatser finns inom utredningsområdet. I anslutning till Clab finns kända fornlämningar i form av fem förhistoriska gravar. I närheten av Clab ligger även Simpevarps by, en skärgårdsby med anor från 1700-talet. I dag har OKG en permanent utställning i byn, om kustbygden och om dagens kärnkraftsteknik.

Strandlinjernas förändringar över tiden visar att det kan finnas boplatser från stenåldern i de högst belägna delarna av Simpevarpsområdet och från brons- och järnåldern i slutningarna mot havet i söder. Gravarna i anslutning till Clab indikerar att det kan finnas lämningar av fasta boplatser, men det finns inga givna lägen för var de kan finnas. I områden med lösa, finkorniga jordar i anslutning till gravarna kan det finnas dolda fornlämningar, i form av till exempel förhistoriska boplatser. I Laxemarområdet har inga platser där dolda fornlämningar kan förekomma identifierats.





Figur 7-44. Registrerade kulturmiljöobjekt i Laxemar/Simpevarpsområdet.

## 7.2.7 Rekreation och friluftsliv

Kust- och skärgårdsområdet, som är av riksintresse för turism och friluftsliv, har bedömts ha de högsta värdena för rekreation och friluftsliv inom Laxemar/Simpevarpsområdet. I det kustnära området finns goda förutsättningar för bad, fiske, båtsport, kanoting och dykning. Området nyttjas också för vandring, cykling och jakt. Ostkustleden passerar i närheten och på Simpevarps-halvön finns det två mindre leder, Äspöstigen och Simpevarvet, som ligger i anslutning till Simpevarps by, se figur 7-45. Fågelskådning utövas flitigt vid Kråkelund och på Simpevarps-halvön, som är mycket fågelrika områden. Det varma vattnet i kylvattenutsläppet har gjort Hamnefjärden till en populär plats för bad, paddling och fågelskådning året runt /7-26/. Förstärkningen av det fysiska skyddet runt Oskarshamnsverket som nyligen genomförts har dock inneburit att det i dag är förbjudet att bada och paddla i Hamnefjärden.



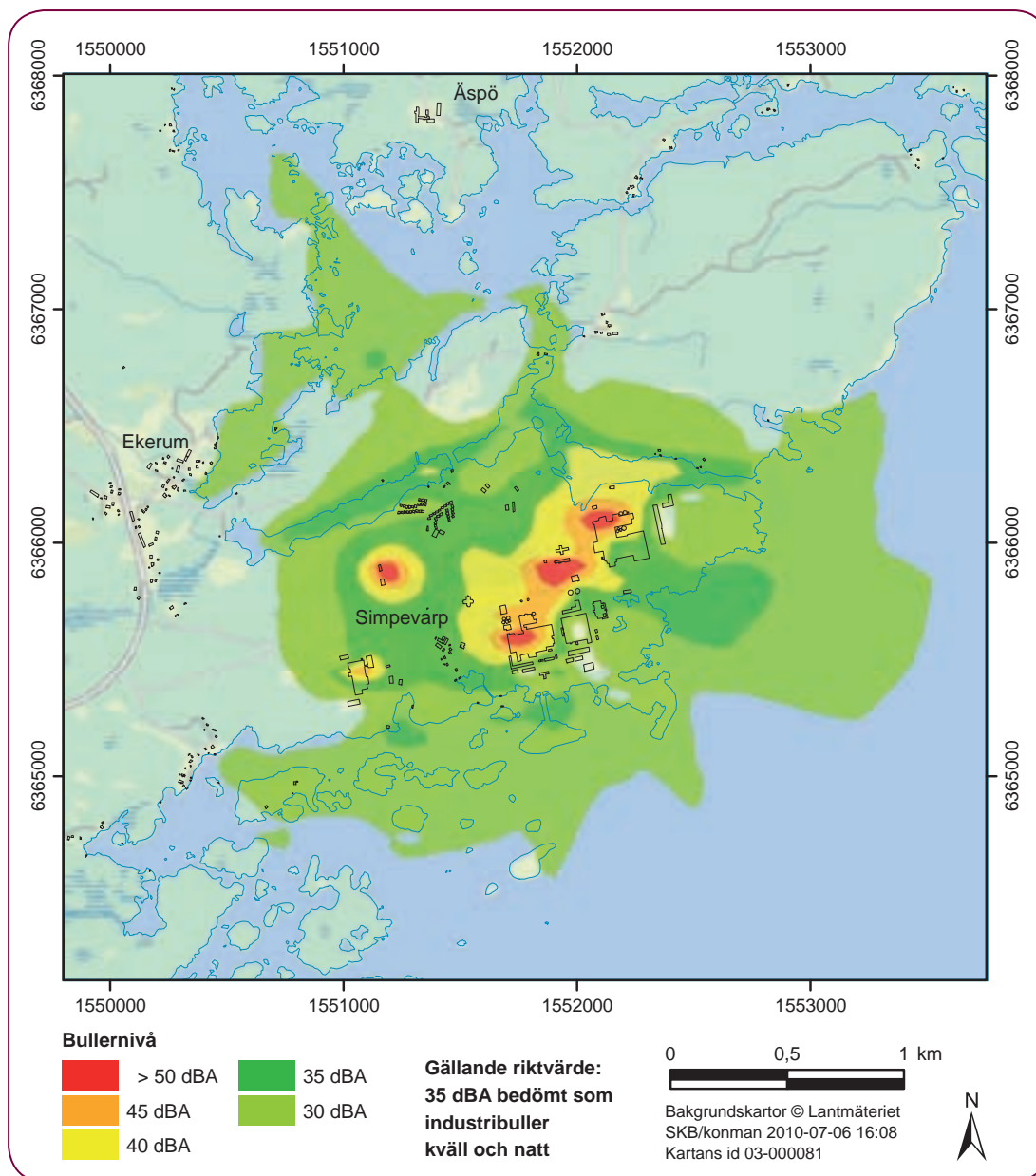
Figur 7-45. Äspöstigen med informationsskyltar.

## 7.2.8 Buller

För att kartlägga de befintliga ljudnivåförhållandena har en kombination av mätningar och beräkningar av ljudnivåer utförts på Simpevarpshalvön /7-18/. Mätningarna genomfördes åren 2004–2005 under en vårperiod, en försommarperiod och en vinterperiod. Mätpositionerna valdes i anslutning till områden där människor normalt vistas utan att detta ska påverka mätresultaten. Positionerna valdes också kring Oskarshamnsverket för att täcka in olika vindriktningar i förhållande till kraftverket.

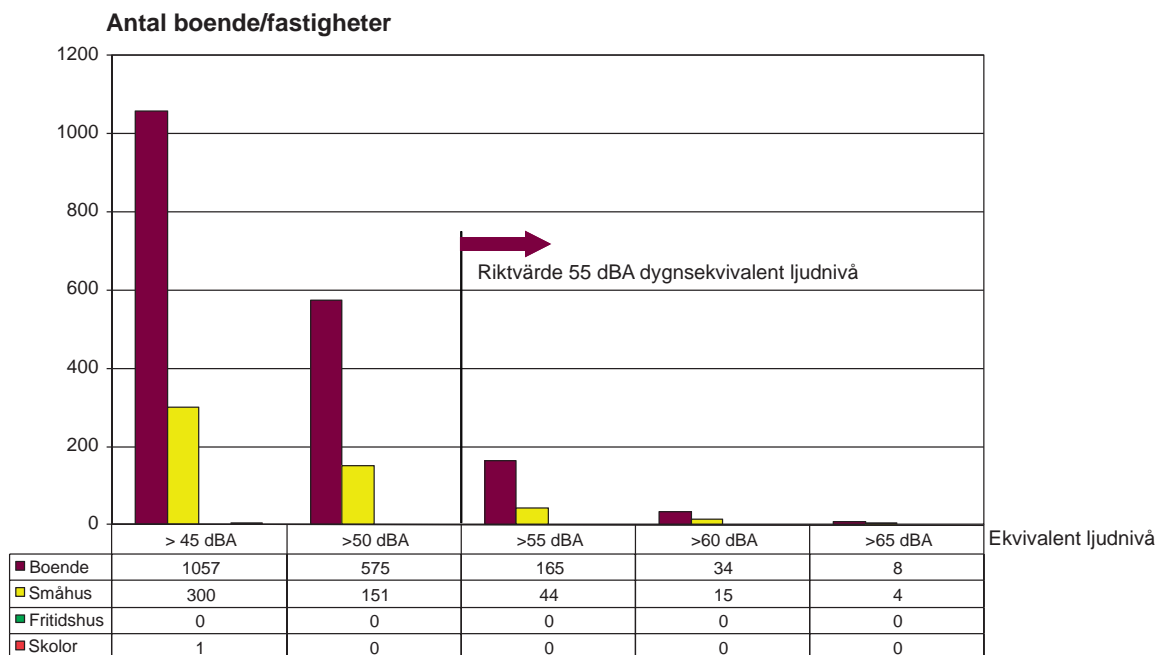
De uppmätta ljudnivåerna visar stora variationer och skiljer sig åt mellan årstiderna. De lägsta ljudnivåerna har registrerats under en period med nysnö. Nattetid har så låga ljudnivåer som under 20 dBA registrerats vilket innebär "absolut" tystnad. Övriga mätperioder är ljudnivån 25–30 dBA under natten, se figur 7-46. Vid soluppgången ökar ljudnivån i samtliga mätpositioner i samband med fågelsång som gör att ljudnivån i skogen ökar med 15–20 dBA under några timmar /7-27/. Genomförda bullermätningar visar att det i första hand är transformatorstationen och fläktar vid kärnkraftverket som ger upphov till buller i området.

De beräkningar som genomförts för området visar ljudutbredningen vid medvind i alla riktningar samtidigt, vilket kan betraktas som ett "värsta fall". Beräkningarna och mätningarna (bakgrundsnivån) stämmer relativt bra överens. Beräkningarna visar att inga permanentboende exponeras för ljudnivåer över 35 dBA, vilket är riktvärdet för industribuller. Inom området för tillfälligt boende varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 40 dBA /7-18/.

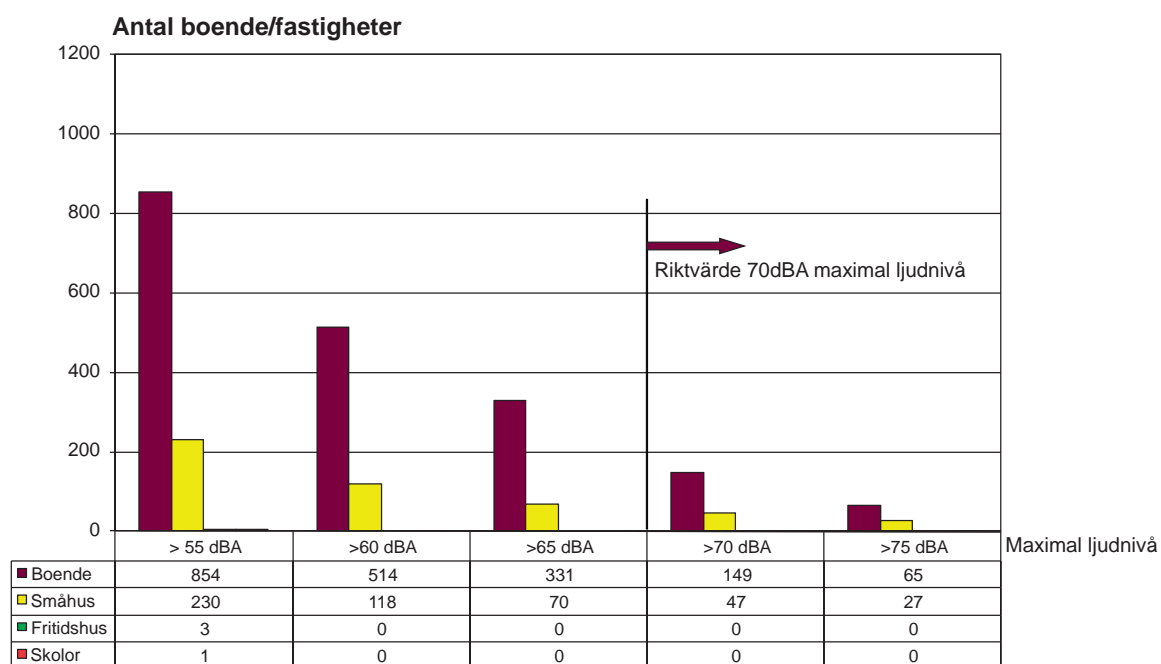


Figur 7-46. Beräknad ekvivalent ljudnivå under nattperioden för nuläget.

Vägtrafikbullret har studerats mellan Simpevarp och Oskarshamns hamn. Av de vägar som studerats finns de största trafikmängderna på vägar genom Oskarshamn och på E22. Vägar kring Simpevarp har förhållandevis låg trafikbelastning. Ny förbifart vid Fårbo har avlastat området kring Fårbo tätort som tidigare var utsatt för höga bullernivåer. Beräkningarna visar att vägtrafikbullret är ett problem. Många boende utsätts för bullernivåer som överstiger de riktvärden som finns fastställda för ekvivalent och maximal ljudnivå, se figur 7-47 och figur 7-48.



Figur 7-47. Antal boende och fastigheter exponerade för dygnsekvivalent ljudnivå över 45 dBA längs med sträckan mellan Oskarshamnsverket och Oskarshamns hamn år 2006.



Figur 7-48. Antal boende och fastigheter exponerade för maximal ljudnivå över 55 dBA längs med sträckan mellan Oskarshamnsverket och Oskarshamns hamn år 2006.

## 7.2.9 Utsläpp till luft

Mätningar av föroreningshalter i luft saknas i Laxemarområdet. Utifrån befintliga haltdata på östkusten vid mätstation Rockneby i närheten av Kalmar (kvävedioxid, NO<sub>2</sub>) samt Aspvreten utanför Stockholm (partiklar, PM10) har regionala bakgrundshalter för NO<sub>2</sub> och PM10 uppskattats /7-28/. Med regionala bakgrundshalter avses halter av föroreningar i luft som är opåverkad av närliggande utsläppskällor. Då mätning av dygnsmedelvärden för NO<sub>2</sub> saknas vid Rockneby har mätdata från Råö utanför Göteborg använts för att uppskatta dygnsmedelvärden för bakgrundshalter (98-percentil dygn) i Laxemarområdet. Med 98-percentil menas att luften har en högre halt två procent av tiden och en lägre halt 98 procent av tiden. Uppskattad regional bakgrundshalt av NO<sub>2</sub> i Laxemar är 2,3 mikrogram per kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>) som årsmedel och åtta µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (98-percentil dygn). Mätningar på timbasis saknas för bakgrundshalt i Sverige.

Uppskattad regional bakgrundshalt av partiklar (PM10) i Laxemar är 12 µg/m<sup>3</sup> som årsmedel, 19 µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (90-percentil dygn) samt 30 µg/m<sup>3</sup> som dygnsmedel (98-percentil dygn). Jämfört med andra luftföroreningar uppvisar PM10 förhållandevis höga bakgrundshalter både på landsbygd och i tätort. En orsak till den höga bakgrundshalten, som förekommer i hela Sverige, är intransporten av finare partiklar från kontinenten. De kommer främst från Europa och bildas vid förbränning.

Den viktigaste växthusgasen som släpps ut i Kalmar län är koldioxid från användning av fossil bränslen. År 2002 släpptes totalt 1,46 miljoner ton fossil koldioxid ut i länet. Bilar, arbetsfordon och industrin är de främsta källorna. Trafiken stod år 2003 för cirka 50 procent av koldioxidutsläppen i länet.

Luftföroreningar deponeras till mark och vegetation via olika processer. Gaser kan tas upp direkt av växter eller adsorberas på olika ytor som till exempel blad, stammar eller föremål. Även partiklar avsätts direkt på marken, växter eller föremål. Denna typ av deposition kallas torrdeposition. Gaser och partiklar kan också tvättas ur atmosfären med nederbörden, så kallad våtdeposition. Totaldepositionen (våt + torr) av kväve kring Laxemar uppgår till cirka 0,5 g/m<sup>2</sup>.

## 7.2.10 Radiologiska förutsättningar

Radiologiska mätningar utförs fortlöpande kring de kärntekniska anläggningarna på Simpevarps-halvön, både direkt på utgående processvatten och luft och i form av radiologisk omgivningskontroll, med provtagning av vatten, växter och djur. Huvuddelen av den uppmätta strålningen är naturlig bakgrundsstrålning. Den främsta källan till konstgjord radioaktivitet i Östersjön härrör från olyckan i Tjernobyl 1986. Andra källor är nedfall från de atmosfäriska kärnvapentester som genomfördes under slutet av 1950- och början av 1960-talet, samt utsläpp från upp-arbetningsanläggningarna Sellafield i England och La Hague i Frankrike. Den radioaktivitet som avgår från de befintliga kärntekniska anläggningarna (kärnkraftverket och Clab) till omgivningen, med processvattnet och genom ventilationssystemet, medför ett mycket litet bidrag till den totala radioaktiviteten i Östersjön. Utsläppen till luft domineras av ädelgaser som inte deponeras på marken eller vegetationen. Kontrollprover från landekosystemen uppvisar därför sällan några detekterbara halter, förutom av kobolt-60, som förekommer sporadiskt i en rad provslag, och cesium-137, som till stor del kommer från de atmosfäriska provsprängningarna och från Tjernobyl-olyckan. Förhöjda halter av radionuklider i den akvatiska miljön syns tydligare, halter i sediment varierade under åren 2002 till 2004 mellan 9 och 530 Bq/kg torrsvikt för cesium-137 och mellan 0,47 och 5 000 Bq/kg torrsvikt för kobolt-60. Halterna i sedimentens ytskikt och i blåstång av kobolt-60, som är den mest frekventa radionukliden med ursprung från kärnkraftverket, avtar med avståndet från utsläppskällan.

Utsläpp av radioaktiva ämnen från de kärntekniska anläggningarna ger upphov till mycket låga stråldoser till människa, långt under de gränsvärden som SSM anger. Den årliga dosen till kritisk grupp från kärnkraftverket och Clab ligger på cirka 4·10<sup>-4</sup> mSv, vilket utgör mindre än en hundradel av gällande gränsvärde och mindre än en tusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen /7-13, 7-14/.

## 7.2.11 Naturresurser

### 7.2.11.1 Jordbruk och skogsbruk

Skogsbruk är den dominerande markanvändningen inom platsundersökningsområdet. Jordbruksmark utgör mindre än tio procent av markytan /7-20/.

### 7.2.11.2 Vattenresurser

Oskarshamns kommuns grundvattentäkt i Fårboåsen förser samhällena Fårbo och Figeholm med dricksvatten. Oskarshamns kommun har tillstånd att ta ut 410 000 kubikmeter grundvatten per år. Ett vattenskyddsområde har upprättats för vattentäkten.

Enskilda brunnar är vanligt förekommande i Laxemarområdet och ett 50-tal enskilda brunnar är belägna nära (inom cirka 500 meter) den övervägda lokaliseringen av slutförvarsanläggningen. SKB har tillstånd till att ta ut grundvatten från borrhålet HLX22 på fastigheten Lilla Laxemar 2:16, för vattenförsörjning till Lilla Laxemar by. Domen medger uttag om högst 7 300 kubikmeter per år. Uttaget från borrhålet har ersatt vattenförsörjningen från 18 enskilda brunnar i Lilla Laxemar.

Dricks- och processvatten (150 000–200 000 kubikmeter per år) pumpas av OKG från sjön Götemaren (cirka åtta kilometer nordnordväst om Laxemarområdet). Vidare innehar OKG tillstånd för överföring av vatten från Laxemaran till sjön Sörå (Söråviken), som används som reservvattentäkt för dricks- och processvatten (pumpning sker endast vid enstaka tillfällen vart eller vartannat år för att bibehålla vattenmängden i sjön). OKG har även tillstånd för uttag av kylvatten (115 kubikmeter per sekund) från havet /7-21/.

För länshållning av SKB:s berganläggningar Clab och Äspölaboratoriet pumpas i dagsläget totalt 25–70 liter per minut (motsvarar 0,0004–0,0012 kubikmeter per sekund) respektive 0,02 kubikmeter per sekund. Villkor med avseende på bortledd vattenmängd saknas i tillstånden. För Clab finns tillstånd för uttag av kylvatten (0,6 kubikmeter per sekund) från havet samt för utsläpp av uppvärmt kylvatten i Hamnefjärden.

Utöver nämnda vattenverksamheter förekommer en omfattande markavvattning som regleras inom olika markavvattnings-/diktningföretag inom Laxemar/Simpevarpsområdet.

### 7.2.11.3 Yrkesfiske

Enligt Fiskeriverket finns det i Oskarshamns kommun tolv licensierade fiskare (maj 2009), vilka samtliga bedriver småskaligt kustnära fiske. Det fiske som hör till Simpevarps och Ävrös byar har genom köp av byarnas jordbruksfastigheter förvärvats av OKG. En del av detta fiske arrenderas av tidigare ägare.

### 7.3.11.4 Malmfyndigheter

Inga kända malmfyndigheter eller mineraliseringar finns i Laxemar/Simpevarpsområdet /7-20/.





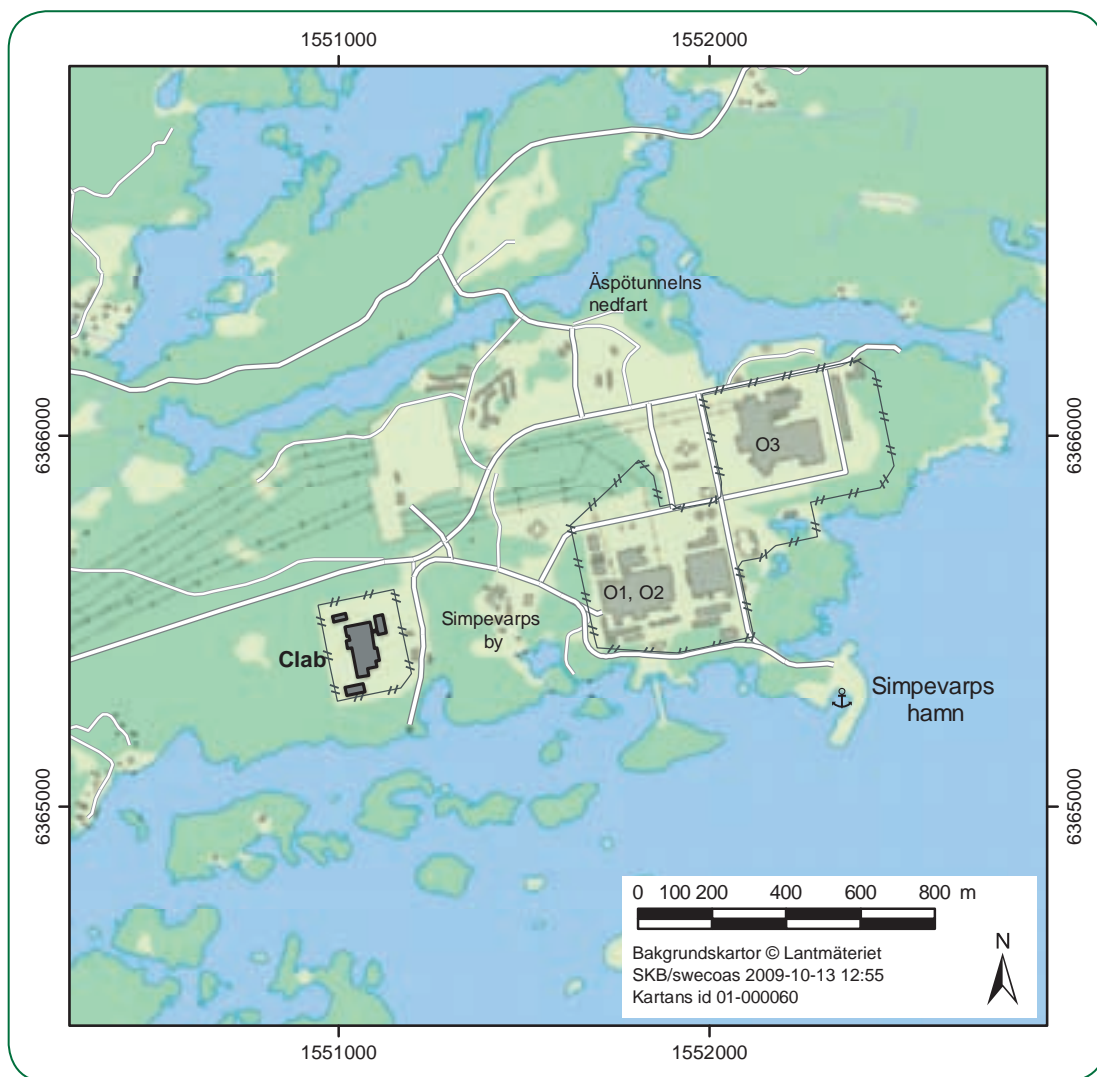
# Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab)



## 8 Clab

Clab, centralt mellanlager för använt kärnbränsle, är en befintlig anläggning lokaliserad i Oskarshamns kommun på Simpevarpshalvön, cirka 700 meter från Oskarshamns kärnkraftverk, se figur 8-1. Clab byggdes mellan åren 1980 och 1985 och togs i drift i juni 1985. Clab byggdes ut mellan 1999 och 2004 och det nya bergrummet togs i drift i början av år 2008.

När inkapslingsanläggningen tas i drift kommer den och Clab att drivas som en integrerad anläggning, benämnd Clink. Fram till dess kommer den befintliga Clab-anläggningen att drivas självständigt. Därför beskrivs i detta kapitel påverkan, effekter och konsekvenser från driften av Clab samt påverkan, effekter och konsekvenser från transporter till och från anläggningen. Clab ska rivas när allt använt kärnbränsle är inkapslat och samtidigt med inkapslingsanläggningen. Detta skede beskrivs i kapitel 9 om Clink.



Figur 8-1. Karta över Simpevarpsområdet med kärnkraftverket och Clab.

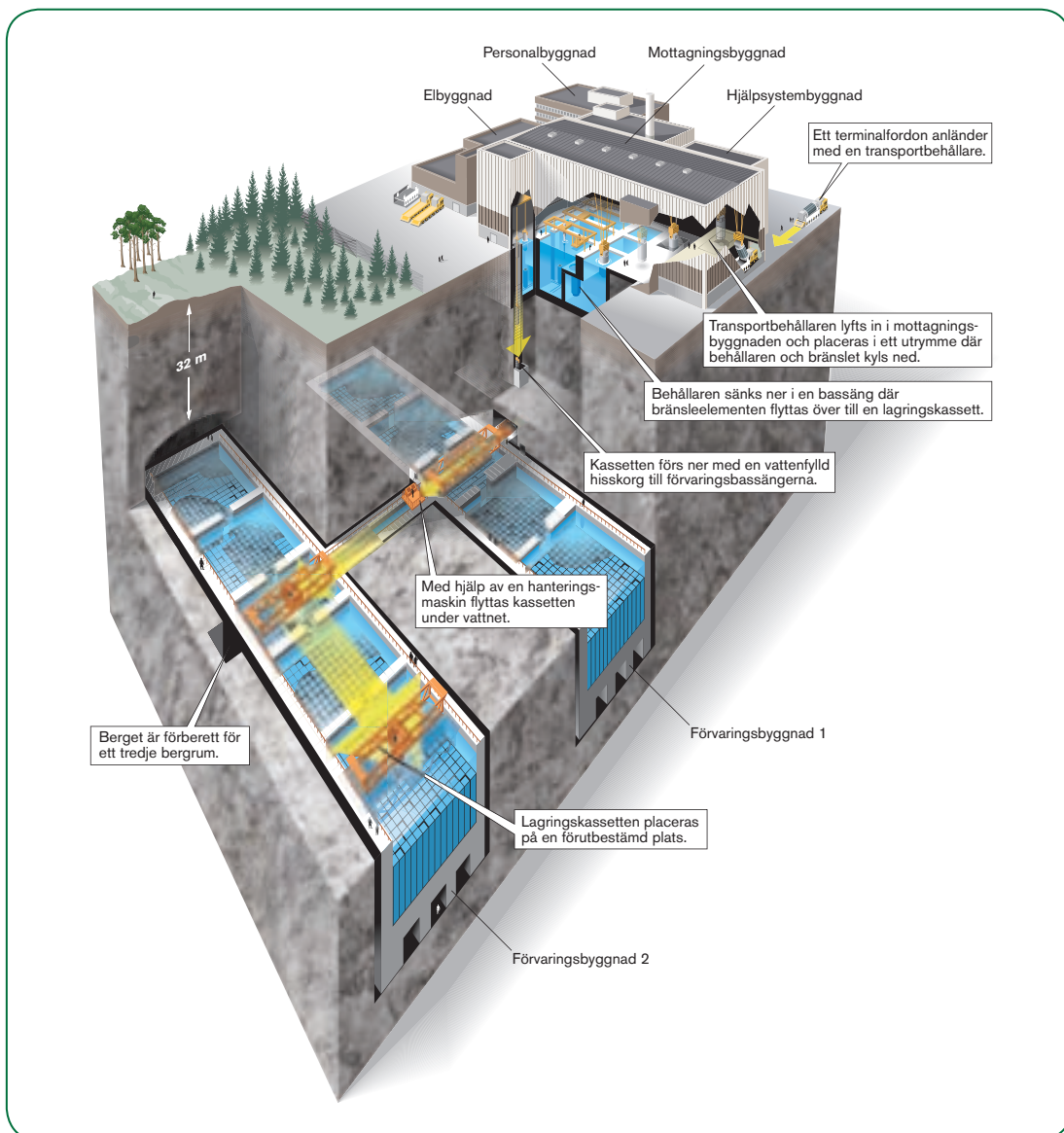
## 8.1 Sökt verksamhet – Befintlig anläggning i Simpevarp

SKB ansöker om tillstånd för att få fortsätta verksamheten med mottagning, hantering och mellanlagring av använt kärnbränsle vid Clab.

### 8.1.1 Anläggningsutformning

Clab består av byggnader ovan mark och en förvaringsanläggning under mark, se figur 8-2. De flesta av Clabs byggnader är inhägnade. Ovan mark består Clab av följande tekniska och administrativa byggnader:

- Mottagningsbyggnad
- Personalbyggnad
- Hjälpssystembyggnad
- Elbyggnad



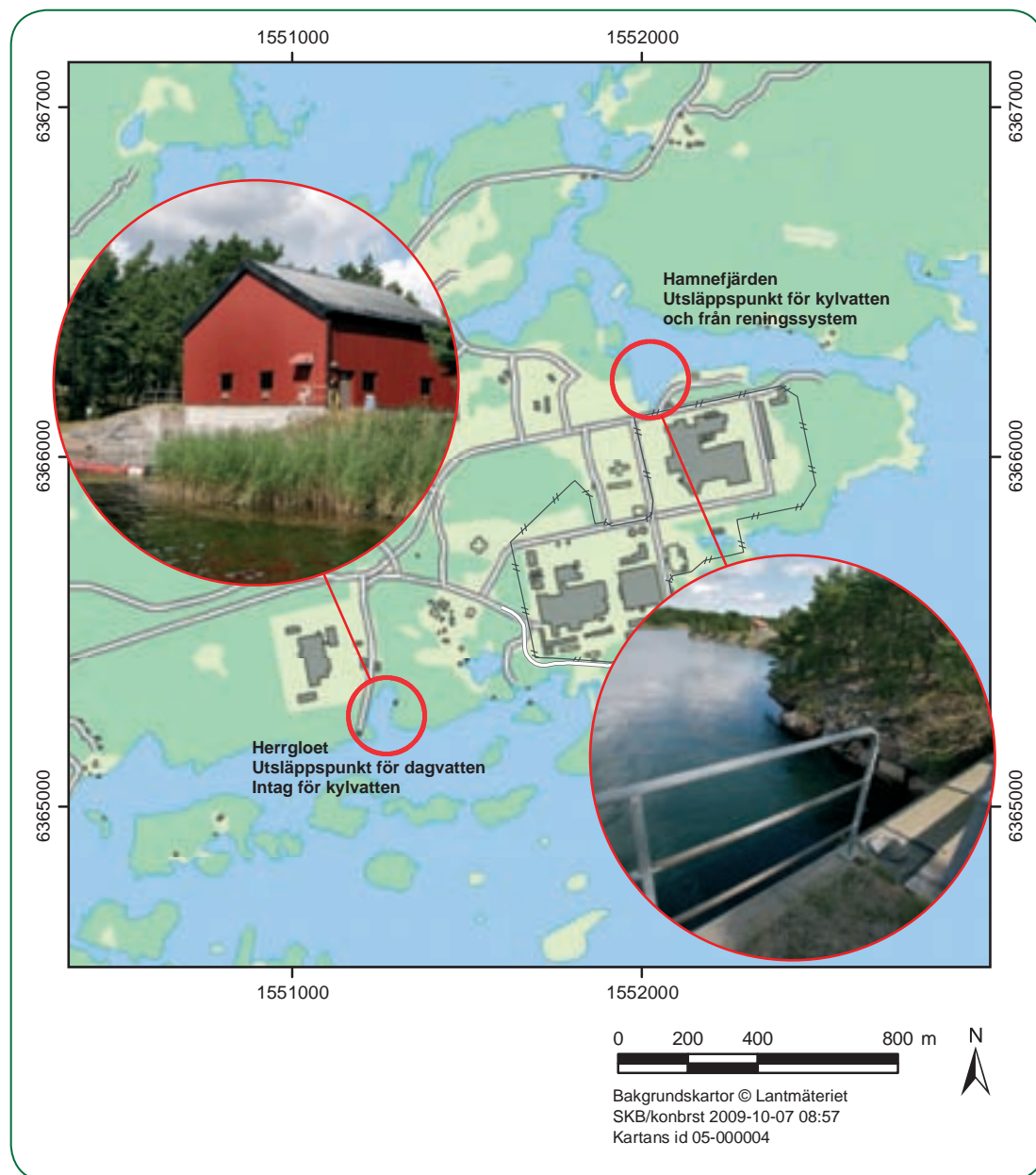
Figur 8-2. Clabs olika byggnader ovan mark samt genomskärning av berget med bergrum och bassänger för hantering och mellanlagring av använt kärnbränsle.

Clabs undermarksdel består av två parallellt utsprängda bergrum, Clab 1 och Clab 2, som ligger cirka 30 meter under markytan. I vardera bergrum finns fem förvaringsbassänger i vilka det använda kärnbränslet lagras. Bassängerna i båda bergrummen rymmer totalt 30 000 kubikmeter vatten, vilket utgör ett skydd mot strålningen och samtidigt kylvatten. Bassängerna är förbundna via en 40 meter lång vattenfylld transportkanal.

Driften av Clab ger upphov till olika vattenströmmar, såsom processvatten, avloppsvatten och dagvatten. Dessa olika vatten behandlas inom anläggningen, leds bort till andra anläggningar för behandling eller leds bort för utsläpp i direkt anslutning till anläggningen, se figur 8-3.

### 8.1.1.1 Rening och utsläpp av vatten från kontrollerat område

I Clab finns det system för att ta emot och behandla processvatten från kontrollerat område, så att det kan återanvändas i processen eller släppas ut till kylvattenkanalen, se figur 8-3.



Figur 8-3. Utsläppspunkter för renat vatten och dagvatten från Clab samt intags- och utsläppspunkt för Clabs kylvatten.

Till systemet för rening av processvatten förs bland annat det vatten som kylvärms bränslet i transportbehållaren samt vattnet som kylvärms och rensas mottagnings- och förvaringsbassängerna. Process- och golvdränagevattnet rensas från partiklar i mekaniska filter och i jonbytare. Processvattnet kan efter godkända prov avseende aktivitet och konduktivitet återanvändas i processen. Golvdränagevattnet samlas upp i tankar där radiologiska och kemiska mätningar utförs, se figur 8-4. Vid godkänt prov pumpas vattnet ut i kylvattenkanalen som mynnar ut i Hamnefjärden, i annat fall går det tillbaka för ytterligare rening.



Figur 8-4. Uppsamlingsstankar för processvatten på Clab.

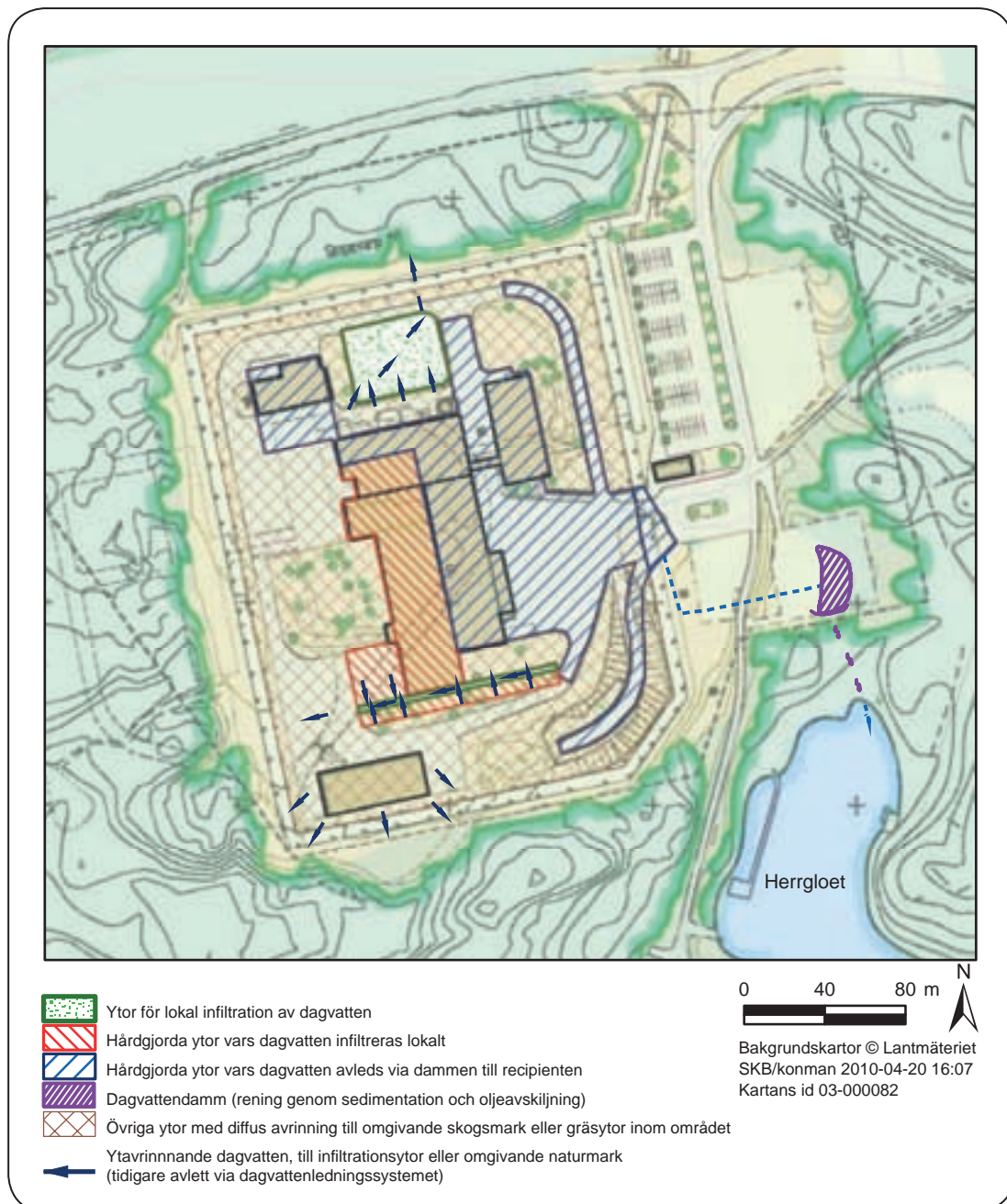
### 8.1.1.2 Dagvatten och länshållningsvatten

Verksamhetsområdet för Clab tar cirka 73 000 kvadratmeter mark i anspråk. En stor del av ytorna är bebyggda eller hårdgjorda och dagvatten uppkommer inom området. Utifrån lokal nederbörd beräknas dagvattenflödet kunna uppgå till 23 000 kubikmeter per år /8-1/. I samband med uppförandet av inkapslingsanläggningen planeras en förbättring av dagvattenhanteringen vid Clab. Det nya dagvattenhanteringssystemet kommer att baseras på en kombination av flera tekniska lösningar, i första hand på principen om lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) /8-1/. Bland annat planeras det för att överföra dagvattnet från västra delen av Clabs huvudbyggnad till dagvattenhanteringssystemet för inkapslingsanläggningen och infiltration i omgivande skogsmark, se figur 8-5. Anläggande av svackdiken (krosstensädda eller gräsbevuxna) för delar av körytorna och infartsparkeringen kommer att minska dagvattenmängden från hårdgjorda ytor. För dagvatten från resterande ytor planeras en damm om ungefär 400 kvadratmeter i en sänka öster om anläggningen för sedimentation och utjämning, i stället för att dagvattnet släpps ut direkt i Herrgloet som fallet är i dag. En dammyta på 400 kvadratmeter motsvarar ungefär tre procent av den hårdgjorda ytan som dagvattnet samlas ifrån och bedöms vara väl avpassad för att uppnå eftersträvd reningseffektivitet.

Länshållningsvatten har sitt ursprung i inläckande grundvatten i bergrummen. Vattnet hålls hela tiden utanför kontrollerat område. I det befintliga systemet samlas och pumpas vattnet upp för att sedan släppas ut i Herrgloet, se figur 8-3. När utjämningsdammen har anlagts kommer länshållningsvattnet att, tillsammans med en del av dagvattnet, ledas mot den så att det blir en stadig ström av vatten till dammen. Det förhindrar stagnation och syrebrist, och bidrar därmed till bättre reningseffekt. I anslutning till de anläggningsdelar där olja förekommer, till exempel i verkstaden, finns oljeavskiljare installerade i Clabs dagvattensystem.

### 8.1.1.3 Kylsystem

Resteffekten från det använda kärnbränslet alstrar värme. För att kyla bränslet används havsvatten. Tillåtet kylvattenuttag för Clab är, enligt vattendom /8-2/, 0,6 kubikmeter havsvatten per sekund och under år 2009 pumpades i genomsnitt 0,16 kubikmeter havsvatten per sekund. Intagsbyggnaden för kylvatten är placerad omedelbart väster om Herrgloet, se figur 8-3. Efter att ha passerat en värmeväxlare i anläggningen leds det uppvärmda kylvattnet via en kulvertförlagd rörledning till kylvattenutloppet från kärnkraftverkets reaktorblock 1 och tillbaka ut i havet. Clabs framtida kylvattenförsörjning är för närvarande under utredning.



Figur 8-5. Förslag till förbättrad dagvattenhantering för Clab.

### 8.1.1.4 Vattenförsörjning och sanitärt avlopp

Råvatten tas från sjön Götemaren, cirka åtta kilometer nordnordväst om Simpevarp, och leds till OKG:s vattenverk. Här renas vattnet som används för Clabs verksamhet, både bruksvatten och avjoniserat vatten.

Det spillvatten som kommer från Clab behandlas i OKG:s avloppsreningsverk på Simpevarps-halvöns nordöstra del vid Hamnefjärden, för att efter rening släppas ut i recipienten utanför Hamnefjärden, se figur 8-6.

Efter att reaktorerna i Oskarshamnsverket stängts av kan alternativa lösningar för vattenförsörjning och rening av spillvatten bli aktuella eftersom Clabs (och så småningom inkapslingsanläggningens) behov är små i proportion till OKG:s behov.

### 8.1.1.5 Värme

Värme från kylvattnet återvinns i dag med flera värmeväxlare. Intagsluften till ventilationssystemet värms av det uppvärmda vattnet innan det går tillbaka till havsvattenkyllningen. Värme återvinns också ur ventilationsluften innan den lämnar byggnaden via ventilations-skorstenen. En modernisering av det befintliga värmesystemet för Clab planeras i samband med uppförandet av inkapslingsanläggningen för att ta vara på värmen från förvaringsbassängerna ännu bättre.



Figur 8-6. Utsläppsrör från reningsverket vid Hamnefjärden.

## 8.1.2 Verksamhetsbeskrivning

I Clab mellanlagras använt kärnbränsle tills det lastas ut för inkapsling och deponering i ett slutförvar. Syftet är dels att kyla bränslet och dels att på ett säkert sätt lagra bränslet i väntan på deponering. Bränslet anländer till Clab inneslutet i en transportbehållare och går sedan igenom flera hanteringssteg innan det slutligen lagras i vattenbassängerna. Clab tar emot cirka 100 transportbehållare per år. Följande hanteringssteg sker:

- Nedkylning: Transportbehållaren och dess innehåll kyls ner med vatten tills både temperatur och aktivitet stabiliseras under fastställda gränser.
- Urlastning: Börjar i behållarbassängen och fortsätter i urlastningsbassängen där bränsleelementen lyfts ut från transportbehållaren för att sedan placeras i en bränslekassett.
- Urlastning i servicebassäng: Servicebassängen används för urlastning av transportbehållare som inte är anpassade till anslutningen i behållarbassängen.
- Uttransport av tom transportbehållare: Efter urlastning kopplas den tomma transportbehållaren till ett renings- och kylsystem. Vid behov kan en yttre rengöring ske.
- Förvaring: Efter att bränslet är placerat i en bränslekassett förs det ner till förvaringsbassängerna via en bränslehiss, se figur 8-7.



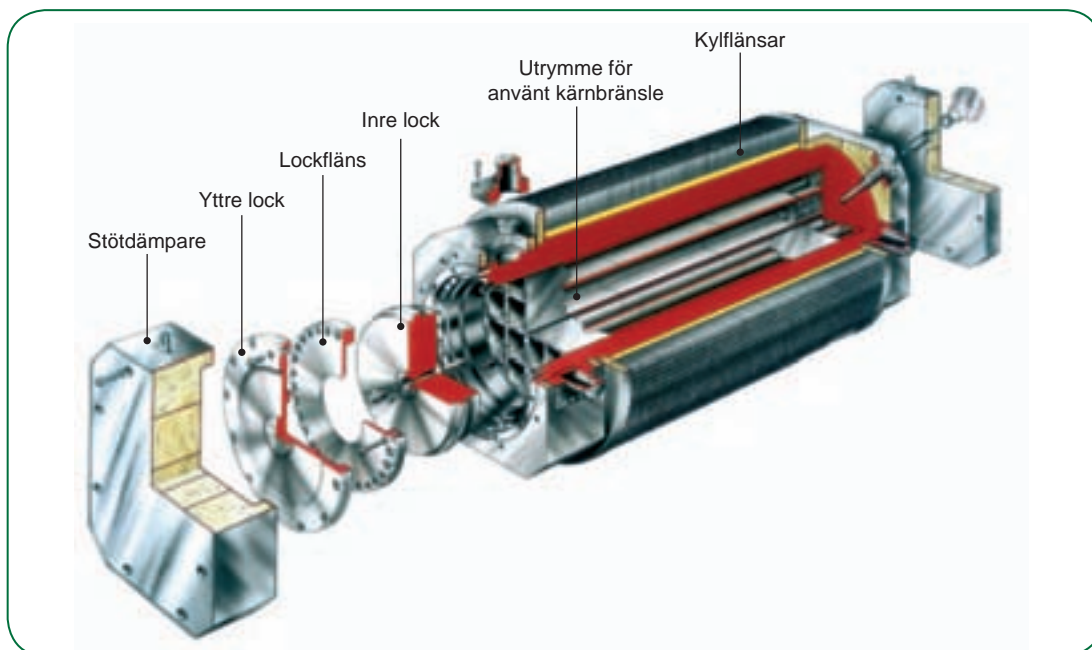
Figur 8-7. Förvaringsbassäng i Clab.

I dag lagras cirka 5 000 ton uran i Clabs bassänger och den tillåtna kapaciteten uppgår till 8 000 ton. Kapaciteten kan ökas till 10 000 ton om kompaktkassetter används. I nuvarande driftscenario för kärnkraftverken blir den genomsnittliga lagringstiden cirka 45 år. Förutom använt kärnbränsle hanteras även det radioaktiva driftavfall som Clab ger upphov till i anläggningen. Detta lagras dock inte utan förpackas och skickas till SFR. Även hårdkomponenter förvaras tillfälligt i Clab i väntan på transport till lämplig slutförvaring.

Vid Clab arbetar cirka 100 personer och anläggningen är bemannad dygnet runt.

### 8.1.2.1 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

Använt kärnbränsle och hårdkomponenter transporteras inneslutet i transportbehållare som kyls via själv-cirkulation och konvektion. Transportbehållaren är licensierad enligt IAEA:s krav för typ B-behållare. Det innebär att den uppfyller särskilda krav vad gäller hållfasthet, strålskydd och skydd mot påfrestningar vid olika händelser /8-3/. Transportbehållaren ska även leda ut den avgivna resteffekten så att varken kapseln eller behållarens yta blir för varm, se figur 8-8. Under transporten är bränslet torrt och behållarens inre är fyllt med kvävgas vid undertryck.

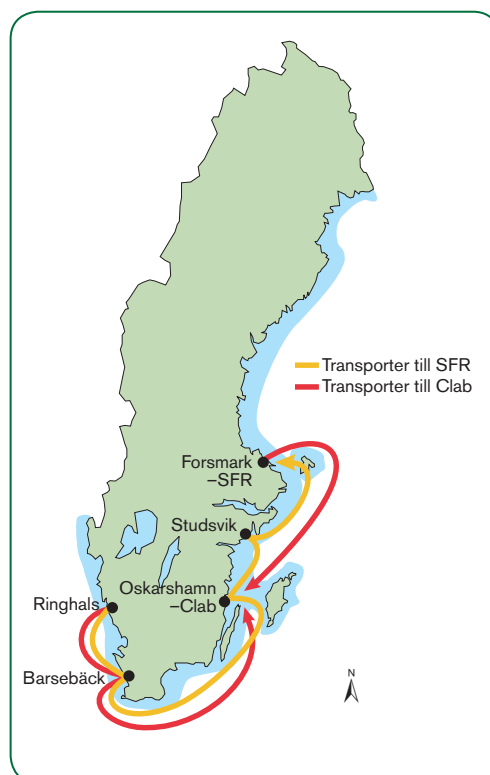


Figur 8-8. Transportbehållare för använt kärnbränsle i genomskärning.

Använt kärnbränsle och kärnavfall transporteras till havs med fartyget m/s Sigyn från Forsmark, Ringhals och Barsebäck till Clab, se figur 8-9.

Transporterna mellan fartyget förtöjt i hamn och de olika anläggningarna – kärnkraftverken och Clab – sker med ett specialanpassat terminalfordon, se figur 8-10. Från OKG:s anläggningar i Simpevarp hämtas transportbehållarna direkt av terminalfordonen. Fordonen är specialkonstruerade för att kunna bära tunga laster och deras flak kan höjas och sänkas hydrauliskt. Motorerna är utrustade med avgasrening avseende koloxid, kolväten och partiklar.

M/s Sigyn, se figur 8-11, är specialkonstruerat för att transportera använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Det byggdes år 1982 och började användas för transporter till Clab år 1985. Fartyget har en längd på 90 meter, en största bredd på 18 meter och ett djupgående med full last på fyra meter. Det är byggt för oinskränkt oceantrafik och har förstärkt skrov utformat för gång i is. Fartyget har dubbel bordläggning och dubbelbotten och är uppdelat i ett flertal vattentäta sektioner. Det har en lastkapacitet på 1 400 ton. Bränsleförbrukningen vid normal fart uppskattas till 40 liter diesel per distansminut.



Figur 8-9. Sjötransporter från kärnkraftverken till Clab och SFR.

Sträckan mellan Simpevarp och Forsmark är 240 distansminuter (cirka 440 kilometer) och tar cirka 20 timmar. Mellan Ringhals och Simpevarp är det 380 distansminuter (cirka 700 kilometer) och sträckan tar ungefär 35 timmar. Årligen görs 20 till 30 resor tur och retur för transporter till Clab, och fem till tio resor tur och retur för transporter till SFR, med variationer från år till år. Transporterna går i allmän farled.

M/s Sigyn kommer att ersättas av ett nytt fartyg, som kommer att svara upp till de behov som SKB har för transporter av det radioaktiva avfallet.



Figur 8-10. Terminalfordon som svarar för landtransporterna mellan anläggningarna, kärnkraftverken och Clab, och m/s Sigyn.



Figur 8-11. Fartyget m/s Sigyn.

### 8.1.2.2 Övriga transporter

Driften av Clab ger upphov till persontransporter för både anställda och besökare samt gods-transporter till anläggningen, se tabell 8-1 /8-4/.

Tabell 8-1. Material- och persontransporter till och från Clab, tur och retur.

	Antal resor (ToR)/dag
Medarbetare på Clab (personbilar)	50 st
Besökare till Clab (personbilar)	1 st
Besökare till Clab (bussar)	3 st per vecka
Godstransporter	5 st

## 8.1.3 Påverkan

### 8.1.3.1 Påverkan på grundvattennivå

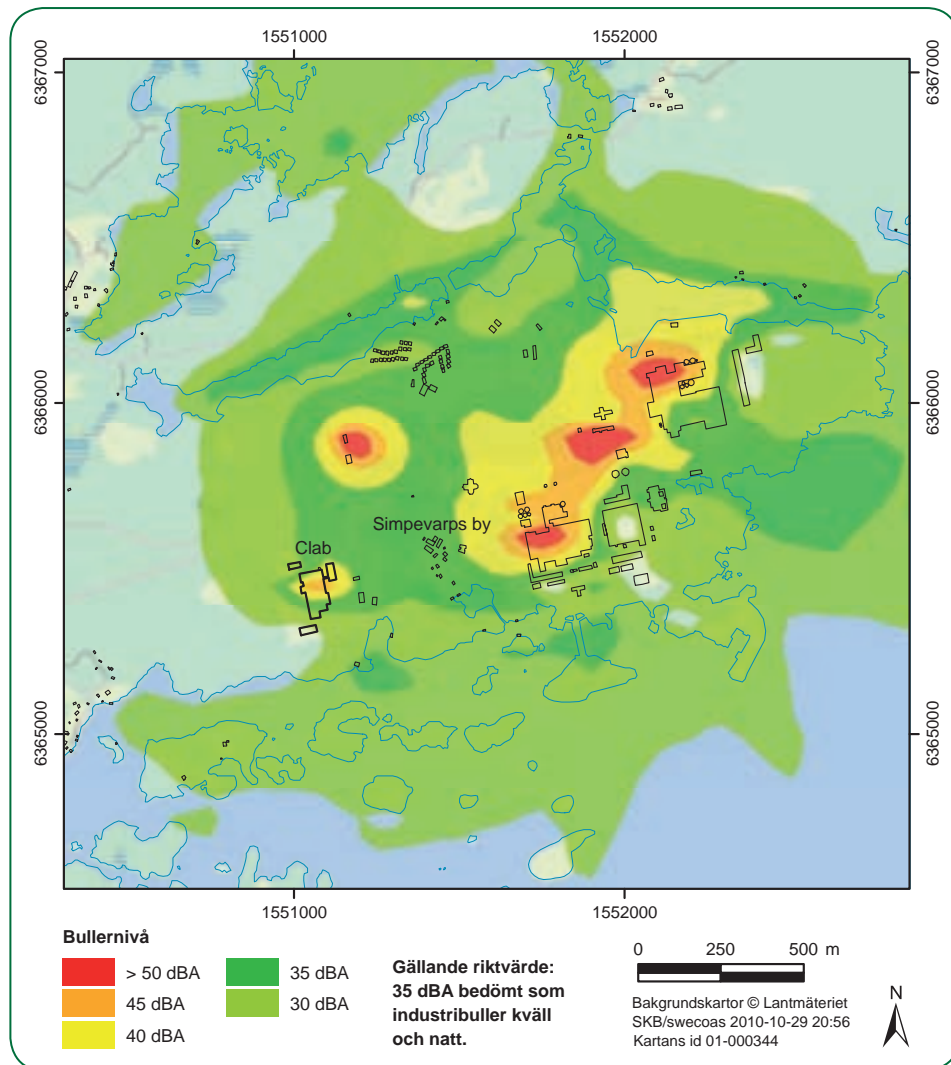
Uppförandet av Clabs berggrum resulterade i en förändring av grundvattennivån vid anläggningen. Clabs bassänger och det resulterande inläckaget orsakar en sänkning av grundvattnet i berget medan grundvattnet i jordlagren påverkas i mindre utsträckning /8-5/. Detaljer om hydrogeologiska effekter av Clab 1 och Clab 2, i form av inläckage och grundvattennivåförändringar, redovisas i /8-6/. Sedan år 1998 har grundvattennivåer och elektrisk konduktivitet (ledningsförmåga) mätts i borrhål kring Clab inom ramen för kontrollprogrammet för uppförandet av Clab 2 /8-7/. Ett antal privata brunnar, lokaliserade vid Åkvik ungefär 600 meter sydväst om Clab, kontrolleras regelbundet och har inte visat signifikanta nivåändringar efter att Clab 2 byggdes. Det är endast i de borrhål som är i direkt anslutning till Clab som mätningarna visar på en förändring i grundvattennivån. Detta bekräftar också att påverkan är begränsad, då flertalet kontrollpunkter inte visar tecken på ändrade grundvattennivåer. Mätningar av elektrisk konduktivitet tyder på relativt höga kloridhalter, som förklaras av ett troligt inflöde av havsvatten från områden söder och öster om Clab. Inläckaget innan Clab 2 byggdes hade stabiliserats till cirka 30–40 liter per minut (l/min) och ökade till cirka 40–60 l/min efter att Clab 2 byggdes, vilket stämmer överens med den prognos som gjordes före uppförandet av Clab 2 /8-8/. Data om inläckage till både Clab 1 och Clab 2 för perioden 1985–2004 finns sammanställt i rapportform /8-9/.



### 8.1.3.2 Buller och vibrationer

Under driftskedet är bullernivån vid och runt anläggningen låg, se figur 8-12, och underskrider 40 dB redan på litet avstånd från anläggningen. De huvudsakliga ljudkällorna vid Clab är ventilationsfläktarna.

Driften av Clab orsakar inga vibrationer.



Figur 8-12. Beräknad ekvivalent ljudnivå omkring Clab under kväll och natt.

### 8.1.3.3 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

I detta avsnitt redovisas radioaktiva utsläpp vid normal drift, medan utsläppen vid eventuella störningar eller missöden redovisas i avsnitt 8.1.5, Risk- och säkerhetsfrågor. Information om radioaktivitet och strålning finns i avsnitt 3.4.

I säkerhetsredovisningen för Clab beskrivs hur anläggningens säkerhet är anordnad för att skydda människor och miljö såsom krävs enligt gällande lagstiftning /8-10/. Säkerhetsredovisningen uppdateras regelbundet under driften av anläggningen. Beräkningar av utsläppen av radioaktiva ämnen är baserade på pessimistiska antaganden för att inte underskatta den påverkan och de konsekvenser som uppstår, eller skulle kunna uppstå, på grund av utsläppen under normal drift eller vid störning och missöde.

## Strålskydd och strålkällor

Grundprincipen för strålskydd sammanfattas ofta med akronymen ”ALARA” som står för ”As low as reasonably achievable” – så lågt som rimligt möjligt. Strålskyddet i Clab dimensionerades efter beräkningar av styrkan hos förväntade strålkällor och med hjälp av erfarenheter från egna och liknande verksamheter. Clabs utrymmen har indelats i strålningsklasser med olika krav på strålskydd.

Strålningen i Clab kommer från det använda kärnbränslet. Det ger upphov till två olika typer av källor för spridning av aktivitet inom anläggningen, klyvningsprodukter och aktinider från bränslet och neutroninducerad aktivitet.

Klyvningsprodukter och aktinider är de nya ämnen som syntetiseras eller bildas i samband med uranklyvning. Neutroninducerad aktivitet kommer från atomer som utsätts för neutroner från kärnklyvningen och aktiveras (blir radioaktiva) i processen.

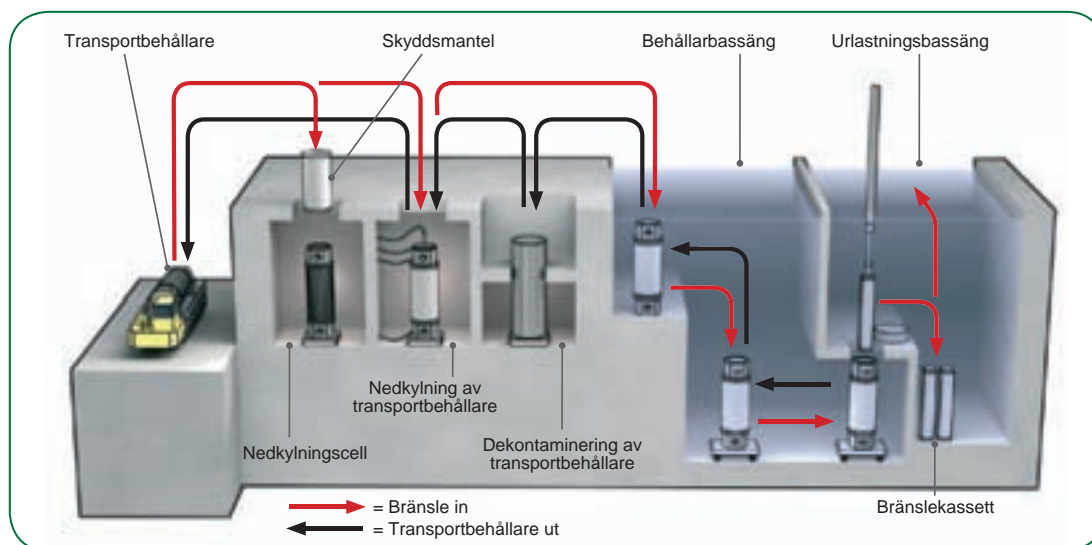
Klyvningsprodukter och aktinider från bränslet sprids endast vid skador på kapslingsmaterialet medan neutroninducerad aktivitet utanför bränslet finns i konstruktionsmaterialet och i aktiverade korrosionsprodukter deponerade på bränsleelementens ytor – så kallade crud.

Klyvningsprodukter och den neutroninducerade aktiviteten utsänder både beta- och gammastrålning vid sönderfall. Det är endast gammastrålningen som är avgörande för dimensioneringen av strålskyddet. Bland nukliderna i bränslet utgör cesium-134 (Cs-134) och cesium-137 (Cs-137) de dominerande källorna till gammastrålning, medan kobolt-60 (Co-60) är klart dominerande för neutroninducerad aktivitet.

## Radioaktivitetsfrigörelse i anläggningen

Aktivitet frigörs i olika delar av Clab under de moment som utförs vid hantering och vidare lagring av det använda kärnbränslet:

- Urlastningsbassänger: Aktivitet kan tillföras genom att aktivt vatten från transportbehållaren blandas med bassängvattnet samt genom att aktivitet på bränslekapslingen frigörs vid urlastningen, se figur 8-13.
- Bränsletransportbehållare: Aktivitet kan frigöras till transportbehållare i form av crud eller frigjorda fissionsprodukter från skadade bränslestavar.
- Förvaringsbassänger: Aktivitet från det lagrade bränslet frigörs i form av crudpartiklar som lossnar från bränsleelementens ytor.
- Kyl- och rengingssystemet: Aktivitet som frigörs till vatten vid olika hanteringsmoment samlas på filter och jonbytare i anslutande rengingssystem.
- Avfallssystemet: Filter- och jonbytarmassa gjuts in och andra komponenter, till exempel uppsamlingsfilter och filterstavar, förs till en konditioneringscell för vidare behandling.



Figur 8-13. Hantering av transportbehållare i Clabs mottagningsbyggnad.

Clab erhöjll sitt ursprungliga drifttillstånd utifrån en ansökan som innehåll en preliminär säkerhetsredovisning, i vilken det ingick beräkningar baserade på pessimistiska antaganden för frigörelse av aktivitet i anläggningen. Eftersom Clab har varit i drift sedan  r 1985  r det numera möjligt att jämföra beräkningarna med uppmätta aktivitetskoncentrationer i bassängerna och aktivitetsmängder som årligen samlats upp i de olika reningssystemen.

I tabell 8-2 redovisas beräknade koncentrationer av Co-60 och Cs-137 i förvaringsbassängerna och reningssystemen, samt som jämförelse uppmätta värden. I tabellen redovisas just Co-60 och Cs-137 därför att det  r de två viktigaste radionukliderna i utsläppen från anläggningen. Tabellen visar att uppmätta koncentrationer i bassänger, och radioaktivitetsm ngder som samlas i reningssystemen,  r långt under licensieringsberäkningarna. Aktivitetstillf rseln väntas öka allt eftersom mängden br nsl  som lagras i bassängerna ökar, men samtidigt kommer avklingningen av vissa nuklider att balansera den ökande lagringen.

Tabell 8-2. Pessimistiska beräkningar samt uppmätta koncentrationer av radioaktivitet i förvaringsbassänger och reningssystem.

Nuklid	Radioaktivitetskoncentration i förvaringsbassängerna [Bq/m <sup>3</sup> ]	Radioaktivitet i reningssystem [Bq/�r]
Co-60 beräknad för maximal förvaring (8 000 ton uran)	8,9·10 <sup>7</sup>	5,1·10 <sup>14</sup>
Co-60 uppmätt medel 2000–2009	1,8·10 <sup>6</sup>	1,1·10 <sup>13</sup>
Cs-137 beräknad för maximal förvaring (8 000 ton uran)	2,1·10 <sup>8</sup>	1,2·10 <sup>15</sup>
Cs-137 uppmätt medel 2000–2009	2,2·10 <sup>5</sup>	1,2·10 <sup>12</sup>

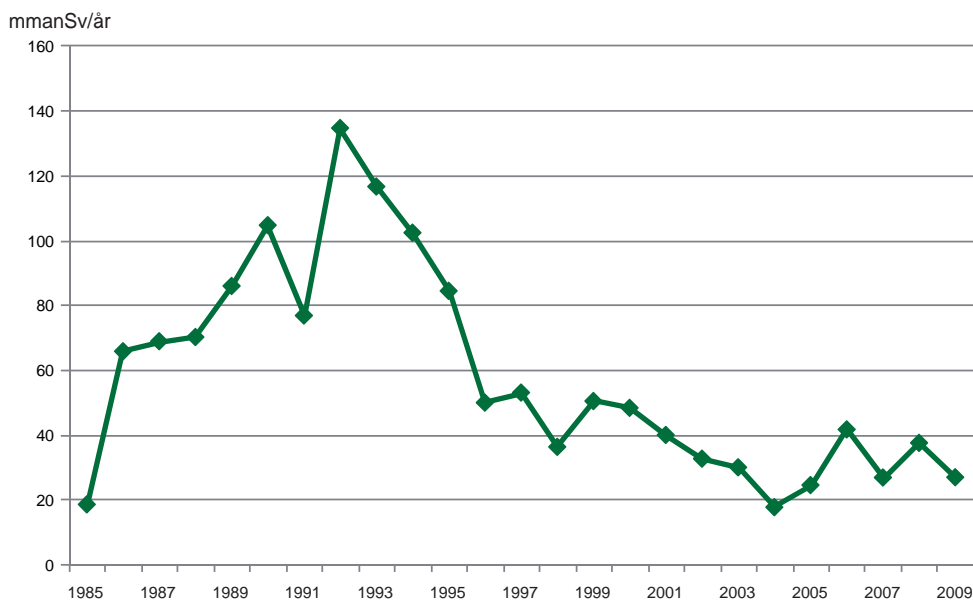
Vid kylning av transportbehållarna varierar upptagningen av Co-60 i filtren mellan 0,1 och 1,7 gigabecquerel per ton (GBq/ton) uran för olika år medan licensieringsberäkningarna angav ett värde på cirka 500 GBq/ton uran. Den högsta aktivitetskoncentrationen i vattnet från tranportbeh llaren beräknades till 145 GBq/m<sup>3</sup> vatten i licensieringsberäkningarna, medan drifterfarenheter från Clab visar att ingen transportbehållare har haft en aktivitetskoncentration av Co-60 högre än fem GBq/m<sup>3</sup>. För mottagningsbass ngerna varierar Co-60 som samlas i kyl- och reningssystemet mellan en och sex GBq/ton uran, medan motsvarande aktivitetsmängd beräknades till 120 GBq/ton uran i licensieringsberäkningarna.

## Dos till personal

Individdos mäts i enheten sievert (Sv). En sievert  r en mycket stor stråldos varför man normalt använder måttet millisievert (mSv). Kollektivdos beräknas för att ge en bild av hur mycket strålning en verksamhet ger upphov till och  r i det här fallet summan av stråldoserna till en grupp individer. Kollektivdos mäts i enheten mansievert (manSv) eller millimansievert (mmanSv).

I samband med projekteringen och konstruktionen av Clab uppskattades dosen till personal pessimistiskt till 276 mmanSv per år, vilket resulterar i en medeldos på 4,6 mSv per individ vid antagandet att 60 personer arbetar med driften av Clab. Det uppsatta målet var att dosen per individ skulle underskrida fem mSv per  r. Kollektivdosen uppskattades med hänsyn tagen till de olika typer av arbeten, såsom mottagning, hantering, övervakning och underhåll, som ingår i driften av anläggningen och som ger upphov till olika dosbidrag.

Erfarenheter visar att de registrerade kollektivdoserna för personal och entreprenörer på Clab under tiden mellan åren 1985 och 2009 har varierat mellan 18 och 135 mmanSv per år, se figur 8-14, och därmed legat långt under den pessimistiska uppskattning som gjordes vid projekteringen.



Figur 8-14. Årlig kollektivdos av strålning i Clab.

### Utsläpp av luftburen radioaktivitet till omgivningen

De utrymmen där det under normal drift kan förekomma luftburen radioaktivitet är försedda med filter i ventilationsutsuget. Frånluft från samtliga delsystem sammanförs och lämnar Clab via ventilationsskorstenen där mätutrustning kontinuerligt registrerar aktivitetsutsläpp, se figur 8-15.

Erfarenheter från driften av Clab, och andra motsvarande anläggningar utomlands, visar att avgivningen av luftburen aktivitet från bassängerna är så liten att den inte är detekterbar. Luftburen aktivitet från Clab kommer från hanteringen av bränslet och de olika reningssystemen som tillhör anläggningen. Tabell 8-3 redovisar uppmätta medelvärden av radioaktivitetsutsläpp från Clabs skorsten för specifika nuklider för perioden 1996 till 2009.

Prognosen för utsläppen till luft för Clab är att utsläppet förblir oförändrat jämfört med den senaste tioårsperioden.



Figur 8-15. Clabs ventilationsskorsten och mätutrustning för aktivitetsutsläpp till luft.

## Utsläpp av vattenburen radioaktivitet till omgivningen

Utsläpp av vattenburen aktivitet sker endast via reningssystemet för vatten från kontrollerat område, se avsnitt 8.1.1. Detta vatten blandas med kylvatten från anläggningen. Under åren 2003 till 2009 släpptes det i medeltal ut cirka 1 700 kubikmeter renat processvatten från Clab till Hamnefjärden /8-11/.

Aktivitetssinnehållet i vattnet kontrolleras före varje utsläpp. Den aktivitet som släpps ut är mycket liten. Uppmätta medelvärden av Clabs radioaktivitetsutsläpp till vatten för vissa nuklider under perioden 1996 till 2009 redovisas i tabell 8-4.

Tabell 8-3. Årligt aktivitetsutsläpp till luft via Clabs ventilationskorsten. Medelvärden av uppmätta utsläpp under perioden 1996 till 2009.

Nuklid	Uppmätta utsläpp [Bq/år]
Kobolt-60	$1,6 \cdot 10^7$
Strontium-90	$6,1 \cdot 10^4$
Cesium-137	$5,7 \cdot 10^4$
Plutonium-238/Americium-241	$2,4 \cdot 10^4$
Americium-243	$8,0 \cdot 10^3$
Krypton-85	$5,6 \cdot 10^{11}$

Tabell 8-4. Årligt aktivitetsutsläpp från Clab till vattenrecipient. Medelvärden av uppmätta utsläpp under perioden 1996 till 2009.

Nuklid	Uppmätta utsläpp [Bq/år]
Tritium	$2,6 \cdot 10^9$
Mangan-54	$3,9 \cdot 10^6$
Kobolt-58	$1,3 \cdot 10^6$
Kobolt-60	$3,8 \cdot 10^8$
Strontium-90	$2,6 \cdot 10^5$
Cesium-134	$2,7 \cdot 10^6$
Cesium-137	$5,5 \cdot 10^7$
Plutonium-238/Americium-241	$2,9 \cdot 10^4$

## Förslag på åtgärder för minskade utsläpp

År 2009 uppgick de nominella utsläppen från Clab till vatten av de viktigaste radionukliderna, förutom tritium, till 100 MBq/år. En framtidsprognos visar att utsläppen från Clab kan komma att öka om inga åtgärder vidtas, beroende på tre faktorer /8-12/:

- Koncentrationen av Cs-137, som utgör en väsentlig del av aktivitetsutsläppen till vatten, ökar stadigt i förvaringsbassängerna.
- Använda jonbytarmassor på Clab har lagrats i tankar inför framtida ingjutning. Åtgärden har varit ett sätt att minska stråldos till personal och innehålla radiologiska specifikationer för slutliga avfallskollin. När jonbytarmassan gjuts in antas aktivitetsutsläppen till vatten öka.
- Anslutningen av inkapslingsanläggningen kommer att öka belastningen på Clabs reningssystem.

Om inga åtgärder vidtas kommer de framtida utsläppen från Clab att öka märkbart. Möjliga åtgärder för att kunna bibehålla och ytterligare minska aktivitetsutsläppen till vatten har därför utretts /8-12/. Utredningen resulterade i ett antal förslag till åtgärder, men det krävs praktiska tester för att bedöma om de kan genomföras. Det krävs också ytterligare utredning för att kunna avgöra om åtgärderna kan göras på ett sätt som inte negativt påverkar anläggningens säkerhet, strålskydd och avfallshantering. Om samtliga åtgärder kan vidtas skulle utsläppen teoretiskt kunna reduceras med 95–99 procent. Det betyder i så fall att nuvarande utsläpp, trots ökande belastning, skulle kunna minska väsentligt.

För utsläppen till luft bedöms det inte vara motiverat att vidta ytterligare reningsåtgärder.

### 8.1.3.4 Ekosystempåverkan från utsläpp av radioaktiva ämnen

Radiologisk påverkan på biosfären, det vill säga eventuell påverkan och effekter på djur och växter, på grund av utsläpp från Clab behandlas i kapitlet om Clink, avsnitt 9.1.3.5.

### 8.1.3.5 Icke-radiologiska utsläpp till luft

För Clab är den dominerande källan till utsläpp till luft sjötransporter med m/s Sigyn. Fartyget har utrustats med katalytisk avgasrening för att reducera utsläppen av kväveoxider (NO<sub>x</sub>). Katalysatorn är operativ ungefär 50 procent av tiden, då motorerna går på minst 60 procents last, och medför en minskning av NO<sub>x</sub>-emissionerna med över 80 procent då den är i gång. Beräkningar eller uppskattningar av årliga emissioner från m/s Sigyn redovisas i tabell 8-5. Även om det totala utsläppet är signifikant ska m/s Sigyns utsläpp ses i relation till det stora antalet övriga sjötransporter som sker i farlederna. Den nuvarande beläggningen för m/s Sigyn innebär mindre än en transport per vecka. När ett nytt fartyg tas i bruk kommer utsläppen till luft att minska, då det nya fartyget kommer att ha bättre prestanda och vara utrustat med det senaste inom reningsteknik.

Driften av Clab innebär också transporter på land. En uppskattning av utsläppen från landtransporter knutna till Clab för år 2015 redovisas i tabell 8-6. FC anger bränsleförbrukningen och PM<sub>avg</sub> och PM<sub>res</sub> står för avgaspartiklar respektive resuspensionspartiklar. Utsläppen av svaveldioxid är försumbara eftersom diesel miljöklass 1 och bensin 95 används som bränsle /8-13/.

Tabell 8-5. Årliga emissioner från fartyget m/s Sigyn (ton per år).

Ämne	Mängd (ton/år)
CO <sub>2</sub>	2 293
SO <sub>2</sub>	0,7
NO <sub>x</sub>	26
CO	0,5
HC	0,7

Tabell 8-6. Utsläpp samt bränsleförbrukning för landtransporter till och från Clab (ton per år).

Ämne	2015
NO <sub>x</sub>	0,19
CO	0,10
HC	0,014
PM <sub>avg</sub>	0,003
PM <sub>res</sub>	0,19
FC	21
CO <sub>2</sub>	65

### 8.1.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

Befintligt system innebär att dagvattnet leds via ledning i mark och släpps ut i havsviken Herrgloet. I samband med byggandet av inkapslingsanläggningen kommer också en del av dagvattnet från Clab att ledas till dagvattenhanteringssystemet för inkapslingsanläggningen för att bättre utnyttja möjligheter till infiltration i närliggande skogsmarker, se även 8.1.1.2. Detta kommer att minska mängden föroreningar som når Herrgloet.

Spillvatten renas i OKG:s reningsverk innan det släpps ut utanför havsviken Hamnefjärden. Mängden spillvatten som avleds från Clab är i dag cirka 32 kubikmeter per dygn /8-11/.

Kylning av bassängerna i Clab ger upphov till uppvärmt kylvatten som släpps ut gemensamt med kylvattnet från kärnkraftverket i Hamnefjärden. I genomsnitt släpptes under år 2009 ut 0,16 kubikmeter havsvatten per sekund. Enligt dimensionerande kapacitet och flöde medför kylningen i anläggningen en temperaturhöjning på cirka sju grader efter att vattnet passerat Clab. Detta kan jämföras med utsläppen från kärnkraftverket (efter effekthöjning) där ungefär 96 kubikmeter per sekund släpps ut med en temperaturhöjning på 12,5 grader /8-14/.

### 8.1.3.7 Avfall

Driften av Clab ger upphov till avfall, farligt avfall och radioaktivt avfall. Det radioaktiva driftavfallet hanteras och förpackas för att transporteras vidare till SFR. Det lågaktiva avfallet förs till markförvaret för lågaktivt avfall (MLA), som ligger intill Äspös tunnelpåslag på Simpevarps-halvön. Mellan åren 2003 och 2009 gav Clab i medeltal upphov till 37,8 ton radioaktivt avfall per år. Under samma period gick i genomsnitt 10,4 ton avfall per år till återvinning eller återanvändning medan 17,3 ton avfall gick till deponering, förbränning eller biologisk behandling. 4,5 ton farligt avfall skickades för återvinning, förbränning eller behandling /8-11/. M/s Sigyn genererade under år 2009 cirka 100 ton farligt avfall (så kallad sludge). Sludge är ett oljehaltigt länsvatten som kommer från läckage, från maskiner och utrustning samt rengöring av dessa. Sludgen tas om hand när fartyget anländer till hamnen.

### 8.1.3.8 Energianvändning

Mellan åren 2003 och 2009 var elenergianvändningen på Clab i medeltal 16–17 GWh per år. Terminalfordonens och de övriga fordonens bränsleförbrukning för interna transporter uppgick under samma period till i medeltal sju kubikmeter diesel per år. I Clab finns också ett reservkraftaggregat som provkörs regelbundet och ger upphov till en årlig bränsleförbrukning av 1,5 kubikmeter diesel. Ytterligare ett aggregat har installerats men ej tagits i drift. För sjötransporter från kärnkraftverken till Clab förbrukades drygt 1 000 ton diesel under 2009.

### 8.1.3.9 Vattenförbrukning

Det är kärnkraftverkets vattenverk som svarar för Clabs behov av bruks- och avjoniserat vatten. Den totala vattenförbrukningen var mellan åren 2005 och 2009 i medeltal cirka 14 300 kubikmeter per år. Släckvattensystemet för Clab försörjs också med vatten från kärnkraftverkets vattenverk.

### 8.1.3.10 Kemikalieanvändning

Kemikalier används vid rengöring och underhåll av anläggningen. I tabell 8-7 redovisas förbrukning av kemikalier vid Clab i medeltal per år under åren 2003 till 2009 eller 2007 till 2008.

Tabell 8-7. Kemikalieförbrukning vid Clab.

Kemikalie	Mängd/år (vikt eller volym)
Rengöringsmedel och smörjmedel	850 kg (2007–2008)
Köldmedia	23 kg (2003–2009)
Färger och lösningsmedel	1 900 kg (2007–2008)
Jonbytarmassor (pulver)	350 kg (2003–2009)
Jonbytarmassor (kornformig)	1,4 m <sup>3</sup> (2003–2009)
Hydrazin levoxin	11 kg (2003–2009)

## 8.1.4 Effekter och konsekvenser

### 8.1.4.1 Naturmiljö

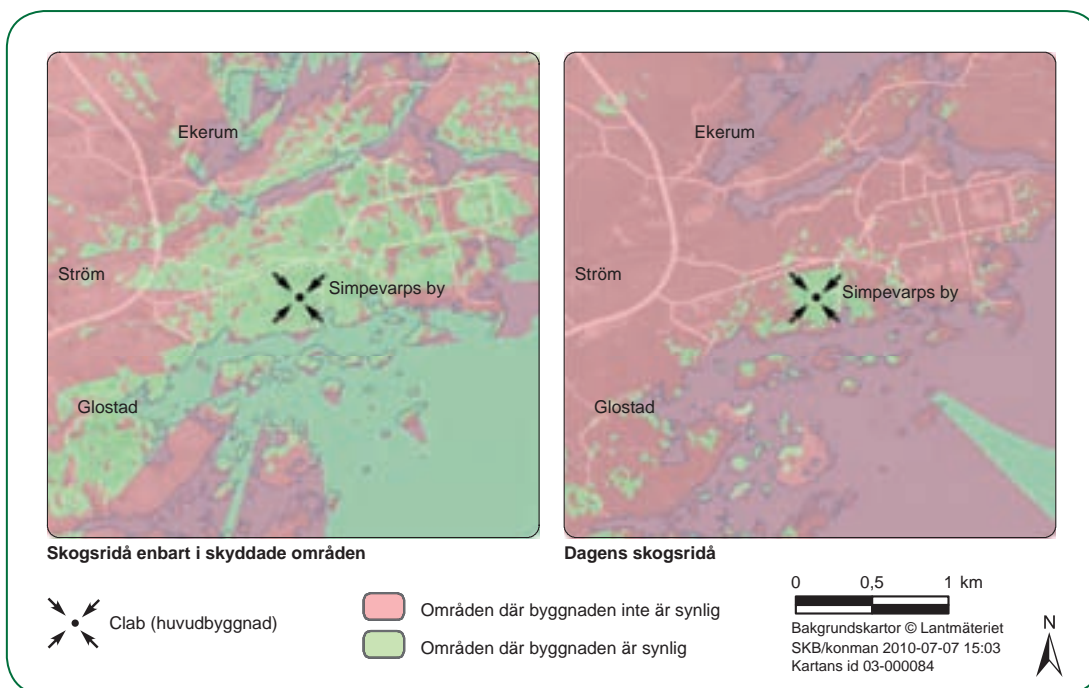
Det uppvärmda vatten som kommer från kylvattenkanalen ger upphov till både direkta och indirekta effekter i omgivningen. Det är främst Hamnefjärden som påverkas. Förutom den direkta temperaturhöjningen leder utsläppet till ändrade strömförhållanden i och utanför viken. Floran och faunan i omgivningen påverkas också. OKG:s omgivningskontroll visar att det uppvärmda vattnet ger god tillgång till syre och näring och därmed en ökad tillväxt för både floran och faunan, med en ändrad artsammansättning som konsekvens. Dock anses effekterna på naturmiljön överlag vara positiva för utvecklingen av vissa fiskarter samt för floran och faunan på havsbotten. Bidraget från Clab är försumbart då den volym som används vid Clab utgör mindre än 0,2 procent av den totala volymen uppvärmt vatten. En mer utförlig beskrivning av effekterna av kylvatten på naturmiljö finns i miljökonsekvensbeskrivningen för Oskarshamnsverket /8-14/.

### 8.1.4.2 Landskapsbild

Runt Simpevarpshalvön präglas landskapsbilden av både skärgårdslandskap och kärnkraftindustrins anläggningar. Clab ligger längs kusten och syns tydligt från sjösidan.

För att bedöma påverkan på landskapsbilden från Clab har en siktanalys gjorts som visar varifrån i landskapet byggnader inom driftområdet är synliga. Förutom topografin har vegetationen, och särskilt skogen, stor betydelse för hur synlig anläggningen är. I figur 8-16 visas två skilda scenarier; ett där dagens vegetation behålls och ett där all skog, utom den som är skyddad i till exempel naturreservat, är avverkad. Med dagens vegetation blir anläggningen mindre synlig än om skogen skulle avverkas.

De båda scenarierna visar skogens roll för att dölja anläggningen mot havet. Andelen lövskog kan också påverka synligheten vintertid. Det skogsklädda strandpartiet söder om Clab döljer i dag anläggningen om man tittar från sydväst, från Strömsö. Från sydost, från Långskär och småbåtshamnen, är skogsriddan glesare och Clab syns från vattnet.



Figur 8-16. Siktanalys för Clab. Kartan till vänster visar byggnadens synlighet i det omgivande landskapet då endast skyddad skog har behållits. Kartan till höger visar samma siktanalys där dagens vegetation har behållits.

### 8.1.4.3 Boendemiljö och hälsa

#### Vattenförsörjning och sättningar

Resultat och analyser av mätningar från kontrollprogrammet i samband med uppförandet av Clab 2 tyder på en begränsad påverkan på grundvattennivån i Clabs omgivning, då endast borrhål i direkt anslutning till anläggningen har visat en förändring i grundvattennivå /8-6/.

Den befintliga grundvattensänkningen runt Clab kommer inte att förändras så länge anläggningen finns kvar, vilket gör att det inte förväntas några konsekvenser på dricksvattenbrunnar eller system för dricksvattenförsörjning. Inga sättningar förväntas heller.

#### Buller

De befintliga bullernivåerna vid och runt Clab är låga och anses inte orsaka några konsekvenser för den lokala befolkningen /8-15/.

#### Utsläpp till luft

För sjötransporter till och från Clab använder m/s Sigyn de allmänna farlederna. M/s Sigyn bidrar tillsammans med de andra trafikerande fartygen till utsläpp av hälsofarliga ämnen. Dessa utsläpp kan ha betydelse för den samlade exponeringen av hälsofarliga luftföroreningar för områden med bebyggelse som är lokaliserade nära stora farleder eller i en dominerande vindriktning gentemot farleder /8-16/. Med hänsyn till att antalet fartygsrörelser med m/s Sigyn är begränsat, och att sjötransporten till stor del sker i allmän farled, bedöms påverkan i form av utsläpp till luft från transporterna av kärnbränsle inte ge något betydande bidrag i förhållande till övrig trafik.

Utsläpp från transporter på land som är knutna till Clab anses inte orsaka några effekter för boende /8-13/.



## Utsläpp av radioaktiva ämnen

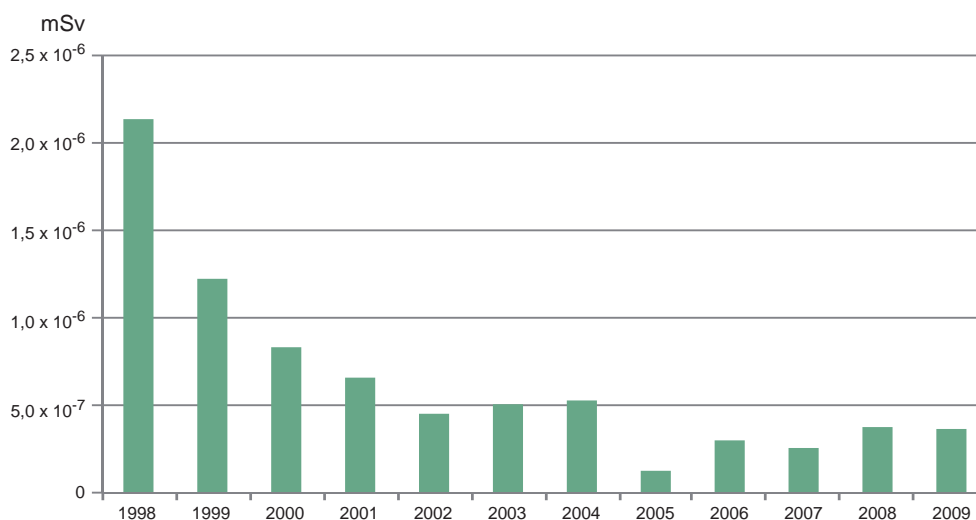
Utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen sker via både luft och vatten. Luftburen aktivitet släpps ut genom Clabs ventilationsskorsten. Vid beräkningar av dosrater till kritisk grupp har åldersgruppen 7–12-åringar använts, då denna grupp får den högsta dosen. Signifikanta nuklider för luftutsläpp är kobolt-60 (Co-60), strontium-90 (Sr-90), plutonium-238 (Pu-238)/americium-241 (Am-241), americium-243 (Am-243) och krypton-85 (Kr-85). Figur 8-17 visar dos till kritisk grupp för dessa nuklider under åren 1998 till 2009. Det förhållandevis höga värdet år 2001 beror på att det förekom ett större luftutsläpp som orsakades av en dammpuff vid rengöring av ett insatsfat med en våtdammsugare.

Aktivitet i vattnet mäts innan det blandas med kylvatten från anläggningen och förs till utsläppskanalen för kylvatten. Utsläppet av aktivitet från Clab via vatten är mycket litet. Det årliga vattenutsläppet samt resulterande dos till kritisk grupp (åldersgruppen 7–12-åringar) redovisas för perioden 1998 till 2009 i figur 8-18, som visar att de verkliga utsläppsdoserna har minskat med tiden och ligger långt under licensieringsberäkningarna på  $5 \cdot 10^{-5}$  mSv.

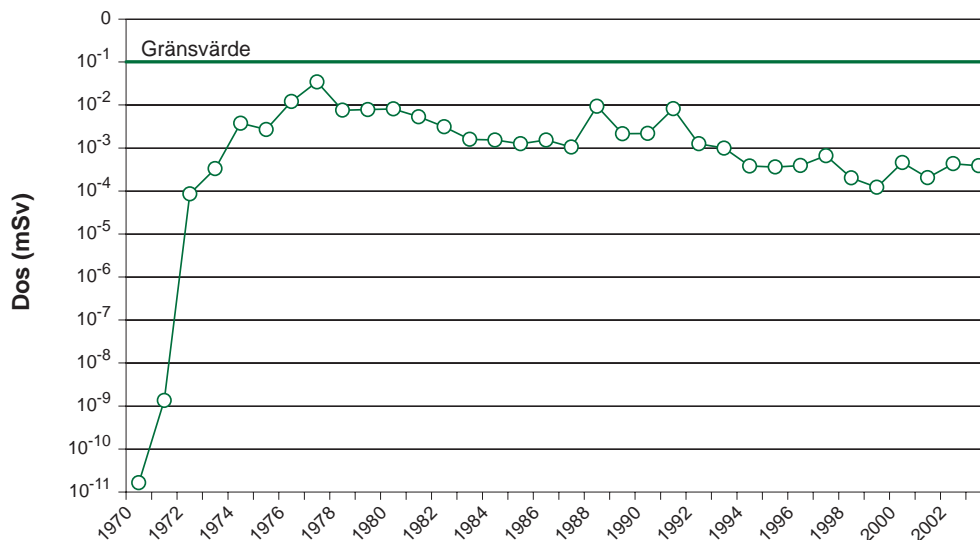
För kärntekniska anläggningar finns krav på att sammanlagd dos till kritisk grupp från anläggningar inom samma geografiska område inte får överskrida 0,1 mSv per år. Doskravet ska därför tillämpas gemensamt för kärnkraftverket och Clab. Utsläppen av aktivitet från kärnkraftverket och Clab är mindre än en hundradel av gränsvärdet, se figur 8-19 /8-17/.



Figur 8-17. Dos till kritisk grupp från årligt utsläpp till luft från Clab under perioden 1998–2009.



Figur 8-18. Dos till kritisk grupp från årligt utsläpp till vatten från Clab för perioden 1998–2009.



Figur 8-19. Dos till kritisk grupp från befintliga kärntekniska anläggningar i Oskarshamn.

## 8.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor

### 8.1.5.1 Miljörisiker

Förutom förväntade effekter och konsekvenser vid normal drift av anläggningen har också miljörisiker studerats /8-18/. Med risk menas sannolikheten för att en olycka eller ett missöde inträffar och deras påverkan på recipienten, det vill säga hur stora konsekvenser en olycka kan få på den specifika plats som studerats.

Under driften av Clab är brand det enskilt största olyckstillbud som kan orsaka miljöeffekter. Brandbelastningen är dock låg och beredskapen hög så konsekvenserna av en brand blir därmed mycket begränsade. Andra miljörisiker rör spill av etanol vid sanering samt dieselutsläpp vid påfyllning av tank och kan hanteras utan större konsekvenser för miljön.

Särskilda miljörisiker är knutna till både land- och sjötransporter. Transporter av drivmedel och andra godstransporter innebär risker för oljeutsläpp. På arbetsplatsen (inhägnat område) finns beredskap för att hantera en sådan händelse och därmed bedöms eventuella konsekvenser bli små. På allmän väg blir saneringsarbetet svårare, med risk för större konsekvenser beroende på olycksplatsen. Sannolikheten för att en fartygsolycka med m/s Sigyn sker är mycket låg och beredskapen mycket hög, vilket gör miljöskaderisken mindre än för olyckor med andra fraktfartyg.

Risk för översvämningar på grund av framtida höjda havsnivåer har studerats och redovisas i avsnitt 9.1.5.1. Risken redovisas enbart för Clink-anläggningen då den kan inträffa först långt efter att inkapslingsanläggningen byggts.

### 8.1.5.2 Radiologisk säkerhet och strålskydd

#### Transport av använt kärnbränsle och kärnavfall

Säkerheten vid transport av använt kärnbränsle och kärnavfall garanteras genom särskilda krav på transportsystemet där transportbehållare, fartyg och terminalfordon utgör de viktigaste komponenterna. Det är i första hand transportbehållarna som garanterar den höga säkerheten. Behållarens förmåga att motstå stora påfrestningar vid olyckor verifieras genom tester och beräkningar. Den ska behålla både täthet och strålskärningsegenskaper vid fritt fall från nio meters höjd mot stumt underlag, vid fritt fall från en meters höjd mot ett spetsigt föremål, när den utsätts för 800 °C under 30 minuter och vid övertryck motsvarande nedsänkning under 200 meters vatten under minst en timme /8-3/. Svåra olyckor vid transporter kan därmed hanteras utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen.

## Radiologisk säkerhet och strålskydd i Clab

Störningar är händelser som kan inträffa någon gång under anläggningens livstid. Exempel på störningar som analyseras i säkerhetsredovisningen är komponentfel i kyl- och hanteringssystem, operatörsfel, tryckluftsbortfall och datorbortfall. De identifierade och analyserade störningarna bedöms inte äventyra bränslets kylning eller leda till att bränslekapslingen skadas mekaniskt.

Missöden är osannolika händelser som inte förväntas inträffa någon gång under anläggningens livstid. Exempel på missöden är en långvarig förlust av spädmatning av förvaringsbassängerna, ett stort läckage från bassänger, en brand av större omfattning eller en jordbävning.

De missöden som identifierats och analyserats i säkerhetsredovisningen för Clab visar på mycket små utsläpp och bedöms inte orsaka några allvarliga konsekvenser för omgivningen. Händelser med mekanisk skada på bränsle orsakar radioaktiva utsläpp som emellertid med god marginal underskrider acceptanskriterierna. Beräknad maximal individdos uppkommer vid missödet ”tappad bränslekassett”. Det finns inga specifika svenska myndighetskrav för tillåten radiologisk omgivningskonsekvens för den här typen av händelser. Acceptanskriteriet för omgivningsdos, 50 mSv på en kilometers avstånd, är hämtat från amerikanska regelverk för anläggningar motsvarande Clab. Den omgivningsdos som beräknats uppstå i samband med missöde i Clab är lägre än acceptanskriteriet. Att de beräknade doserna blir så låga beror på att nästan alla gasformiga radioaktiva fissionsprodukter som funnits i gapet mellan bränsle och kapsling har avklingat innan transporten till Clab. Vid övriga händelser innebär de långsamma tidsförloppen, i de flesta fall flera dygn, att utsläpp av radioaktiva ämnen kan undvikas, då det finns god tid att vidta lämpliga åtgärder. Vid jordbävning eller annan yttre påverkan på anläggningen kommer bränslet att förbli intakt.

## 8.2 Sammanfattande slutsatser

För att möjliggöra en samlad bedömning av anläggningens och verksamhetens effekter och konsekvenser vid fortsatt drift görs här en sammanfattning av de bedömningar som gjorts för olika aspekter.

Clab är en befintlig anläggning som påverkar omgivningen genom utsläpp av uppvärmt vatten, buller, utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten samt icke-radiologiska utsläpp till luft. Verksamheten ger dock inte upphov till några betydande negativa konsekvenser. Se tabell 8-8.

Tabell 8-8. Sammanställning av effekter och konsekvenser för drift av Clab.

Bedömning	
<b>Naturmiljö</b> Utsläpp till vatten	Driften av Clab innebär att uppvärmt vatten släpps ut i Hamnefjärden. Utsläppen från Clab utgör en bråkdel av utsläppen från kärnkraftverket, samtidigt som det uppvärmda vattnet har vissa positiva effekter på ekosystemet.
<b>Landskapsbild</b>	Clab syns främst från sjösidan. Det omgivandet skogslandskapet utgör dock en skärm runt anläggningen.
<b>Boendemiljö och hälsa</b> Grundvatten	Kontrollprogrammet för Clab visar på en lokalt begränsad påverkan på grundvattnet och därmed ingen påverkan på privata brunnar.
Buller	Befintliga bullernivåer runt Clab ligger under gränsvärden för industribuller och bebyggelsen kring anläggningen är begränsad.
Icke-radiologiska utsläpp till luft	Den största källan till utsläpp till luft utgörs av fartyget m/s Sigyn, som endast använder allmänna farleder för transporter till och från Clab.
Utsläpp av radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktiva ämnen ligger långt under licensieringsberäkningarna och uppsatta gränsvärden för dos till kritisk grupp.
<b>Risk och säkerhet</b> Icke-radiologiska risker	Det största enskilda olyckstillbud som har identifierats kunna orsaka miljöeffekter är brand. Konsekvenserna anses bli mycket begränsade då brandbelastningen är liten och beredskapen hög.
Radiologiska risker	Olika scenarier som skulle kunna leda till störningar eller missöden har studerats. Samtliga visar på en beräknad maximal dos till individ som är under acceptanskriterierna.





# Integrerad anläggning för mellanlagring och inkapsling (Clink)

## 9 Clink

SKB har valt Simpevarp i Oskarshamns kommun som plats för inkapslingsanläggningen eftersom man då kan ta tillvara den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen, samtidigt som man kan utnyttja flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab även för inkapslingsanläggningen.

I detta kapitel redovisas påverkan, effekter och konsekvenser för den integrerade anläggning för mellanlagring och inkapsling (Clink) som SKB:s ansökan avser. Redovisningen av den sökta verksamheten gäller dess påverkan, effekter och konsekvenser under dels uppförandeskedet för inkapslingsanläggningen, dels drift- och rivningsskedet för den integrerade anläggningen Clink. För driftsskedet beskrivs även påverkan, effekter och konsekvenser från inkapslingsanläggningen separat där så är relevant. I avsnitt 9.2 beskrivs det övervägda alternativet med en placering av inkapslingsanläggningen i Forsmark.

Kapitlet innehåller också redovisningar av påverkan, effekter och konsekvenser från transporter till och från dels den sökta anläggningen i Simpevarp, dels det övervägda Forsmarksalternativet.

Information om rivning har beskrivits mycket kort eftersom det långa tidsperspektivet till en rivning (cirka år 2070) gör antagandena osäkra.

### 9.1 Sökt verksamhet – Simpevarp

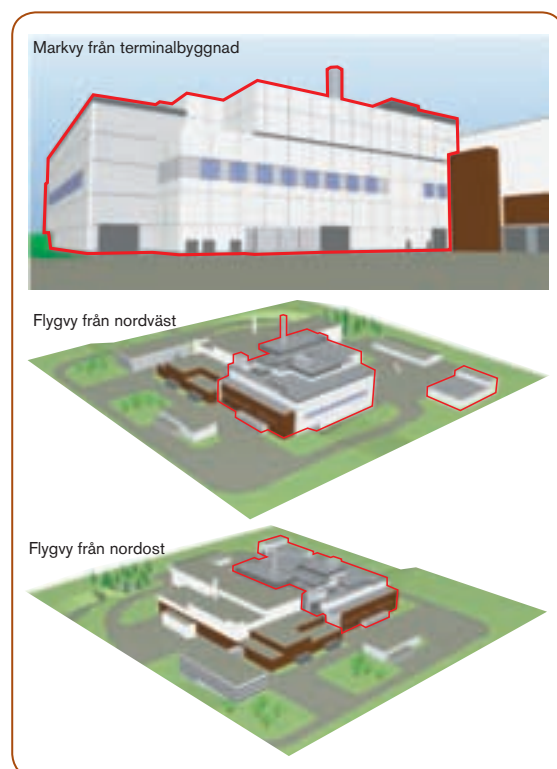
SKB ansöker om att få uppföra och driva en inkapslingsanläggning och placera denna i anslutning till Clab på Simpevarpshalvöns sydvästra del, samt att driva de båda anläggningarna som en integrerad anläggning, Clink. Under rubriker om anläggningsutformning och verksamhetsbeskrivning är det i huvudsak inkapslingsanläggningen och de system som är gemensamma med Clab som beskrivs. För information om verksamheten i Clab hänvisas till kapitel 8.

#### 9.1.1 Anläggningsutformning

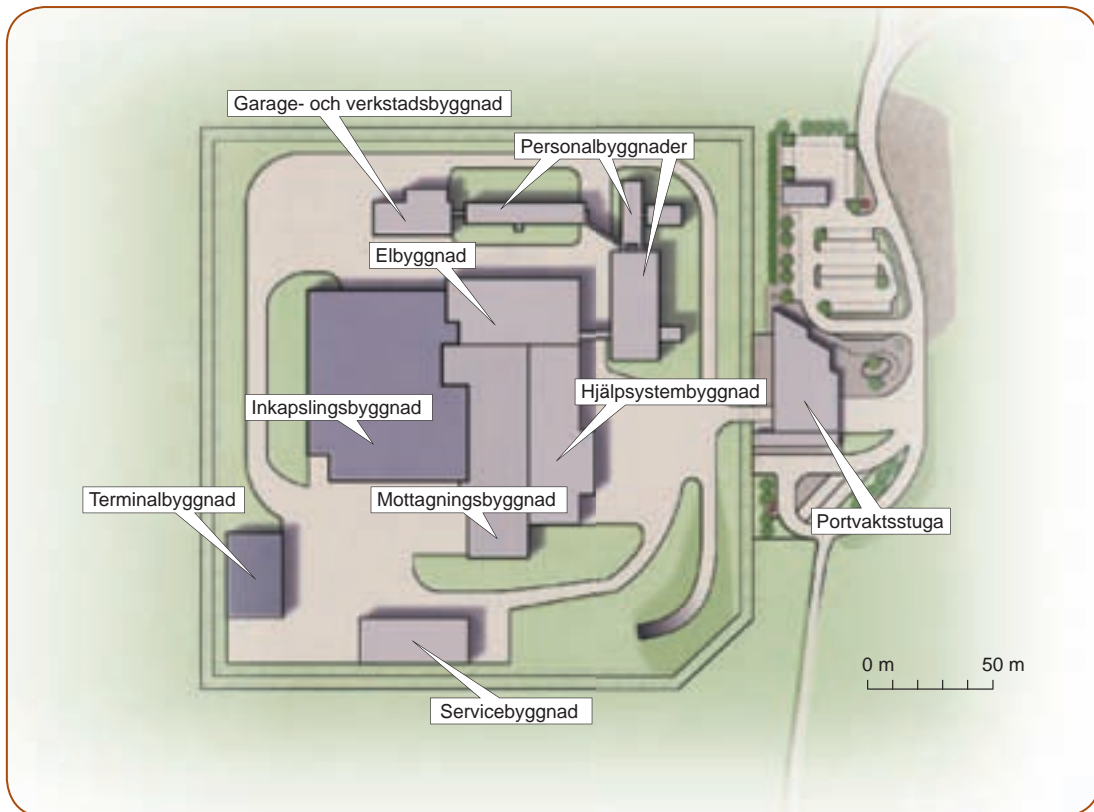
Byggnaden där inkapslingsverksamheten kommer att bedrivas utförs i tre våningsplan under marknivå och sju våningsplan över marknivå. Yttermått på byggnaden blir cirka 75×90 meter och höjden på den högsta byggnadsdelen blir cirka 30 meter över markytan, se figur 9-1. I stort sett hela byggnaden kommer att byggas i betong.

I den del av anläggningen som anläggs på markytan kommer utrymmen för process, service och transporter att finnas. Besöksutrymmen byggs för att delar av processen ska kunna visas. I anläggningen under mark inryms en bassängdel med lägsta botten cirka 15 meter under mark. Bassängerna är gjorda i vattentät betong samt är helt inklädda med rostfri plåt. Bassängdelen kommer att ligga ovanför de djupt liggande bergrum som inrymmer Clabs bassänger.

Sydväst om inkapslingsanläggningen kommer en fristående terminalbyggnad i ett plan att byggas för transportbehållare och tomma kopparkapslar. En disposition av byggnaderna inom driftområdet för Clink presenteras i figur 9-2.



Figur 9-1. Utformning av inkapslingsanläggningen vid placering i anslutning till Clab. De röda markeringarna anger vad som är inkapslingsbyggnad och tillhörande terminalbyggnad.



Figur 9-2. Disposition av byggnaderna inom driftområdet för Clink.

Anläggningen dimensioneras för en produktionskapacitet om 200 kapslar per år, det vill säga ungefär en kopparkapsel per arbetsdag /9-1/. Genomsnittlig produktionstakt är planerad till cirka 150 kapslar per år.

#### 9.1.1.1 Gemensamma system

Vid sammanbyggnaden av de två anläggningarna kommer befintliga system och funktioner i Clab att samutnyttjas där det är möjligt. Ett antal system inom Clab kommer att byggas ut och byggas om för att även utgöra en del i inkapslingsanläggningen. Kontroll och övervakning av gemensamma system sker från Clabs centrala kontrollrum. Ett antal andra funktioner blir också gemensamma. System som försörjer inkapslingsanläggningen med vatten och kyla är gemensamma med Clab, liksom de system som avleder och renar vatten.

#### Rening av vatten från kontrollerat område

I Clab finns det system för att ta emot och behandla vatten från kontrollerat område, golvdränage- och processvatten, så att det kan återanvändas i processen eller släppas ut till kylvattenkanalen, se avsnitt 8.1.1.1. Dessa system kommer att på motsvarande sätt ta emot och behandla vatten från kontrollerat område i inkapslingsanläggningen.

#### Kylsystem

Intagsbyggnaden för kylvattnet är placerad i havsviken Herrgloet söder om Clab, se figur 9-6. Via ett mellankylsystem, som inkapslingsanläggningen ansluts till, överförs överskottsvärmen från anläggningens bassänger till systemet för kylning. Efter att ha passerat en värmexväxlare i anläggningen leds det uppvärmda kylvattnet via en kulvertförlagd rörledning till kylvattenutloppet för kärnkraftverkets reaktorblock 1 och tillbaka ut i havet.

## Vattenförsörjning och sanitärt avlopp

Inkapslingsanläggningen ansluts via Clab till kärnkraftverkets vattenverk för försörjning av avjoniserat vatten (för användning inom kontrollerat område) samt för bruksvatten och släckvatten. Vattenverket tar sitt vatten från sjön Götumaren. Anslutning sker också till Clabs sanitära avloppssystem. Spillvattnet leds till kärnkraftverkets reningsverk för rening och släpps sedan ut utanför havsviken Hamnefjärden. Om reaktorerna i kärnkraftverket stängs kan alternativa lösningar för vattenförsörjning och rening av spillvatten bli aktuella, eftersom Clinks behov är små i proportion till OKG:s.

## Värme

Värmesystemet i inkapslingsanläggningen utgör ett eget slutet system. Värmen från förvaringsbassängerna i Clab avses emellertid att nyttjas för uppvärmning av inkapslingsanläggningen /9-2/.

## 9.1.2 Verksamhetsbeskrivning

### 9.1.2.1 Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer ett markområde att behöva jämnas av genom sprängning och utfyllnad för att skapa ett etableringsområde. Etableringsområdet kommer att inrymma platskontor, manskapsbodar, verkstäder, upplagsytor och parkering och lokaliseras väster om planerat läge för inkapslingsanläggningen.

För inkapslingsanläggningens bassänger behöver ett djupare bergschakt sprängas ut. Schaktet kommer att ligga i direkt anslutning till Clabs ovanmarksdel med botten cirka 14 meter ovanför taket till berggrummet i Clab. Avståndet mellan bergschaktet och bränslhisschaktet är cirka två meter. Vid bränslhissen i Clab finns förberedelser för att ansluta en förbindelsebassäng. Bränslhissen kan då användas för transport av bränsle från förvaringsbassängerna till inkapslingsbyggnaden.

I uppförandeskedet domineras tillkommande trafik av borttransporter av bergmassor samt intransporter av betong och material. Den bergvolym som sprängs ut för inkapslingsanläggningen beräknas till 24 000 kubikmeter (fast berg), vilket kan jämföras med den bergvolym på cirka 90 000 kubikmeter som sprängdes ut för Clabs andra förvaringsdel, Clab 2. Vid beräkning av antal tunga transporter har förutsatts att lastbil mindre än 16 ton används. Tyngre fordon än så kan förekomma, framför allt vid transport av bergmassor, vilket skulle göra att antalet tunga transporter blir mindre. Huvuddelen av de tunga transportererna beräknas ske under de första 3,5 åren av uppförandeskedet. Under uppförandetiden antas merparten av personalen bo i närområdet /9-2/. En uppskattning av transporter under anläggningens olika skeden redovisas i tabell 9-1 /9-3/.

Tabell 9-1. Uppskattat totalt tillskott av vägtransporter per dygn, samt antal tunga transporter, till och från inkapslingsanläggningen under olika skeden.

	Uppförandeskede etapp 1 (år 0–3,5)	Uppförandeskede etapp 2 (år 3,5–7)	Driftskede	Rivningsskede
Totalt tillskott av transporter per dygn (st/dygn, t o r) <sup>1)</sup>	170	70	70	30
Antal tunga transporter per dygn (st/dygn, t o r) <sup>1)</sup>	90	30	15	10

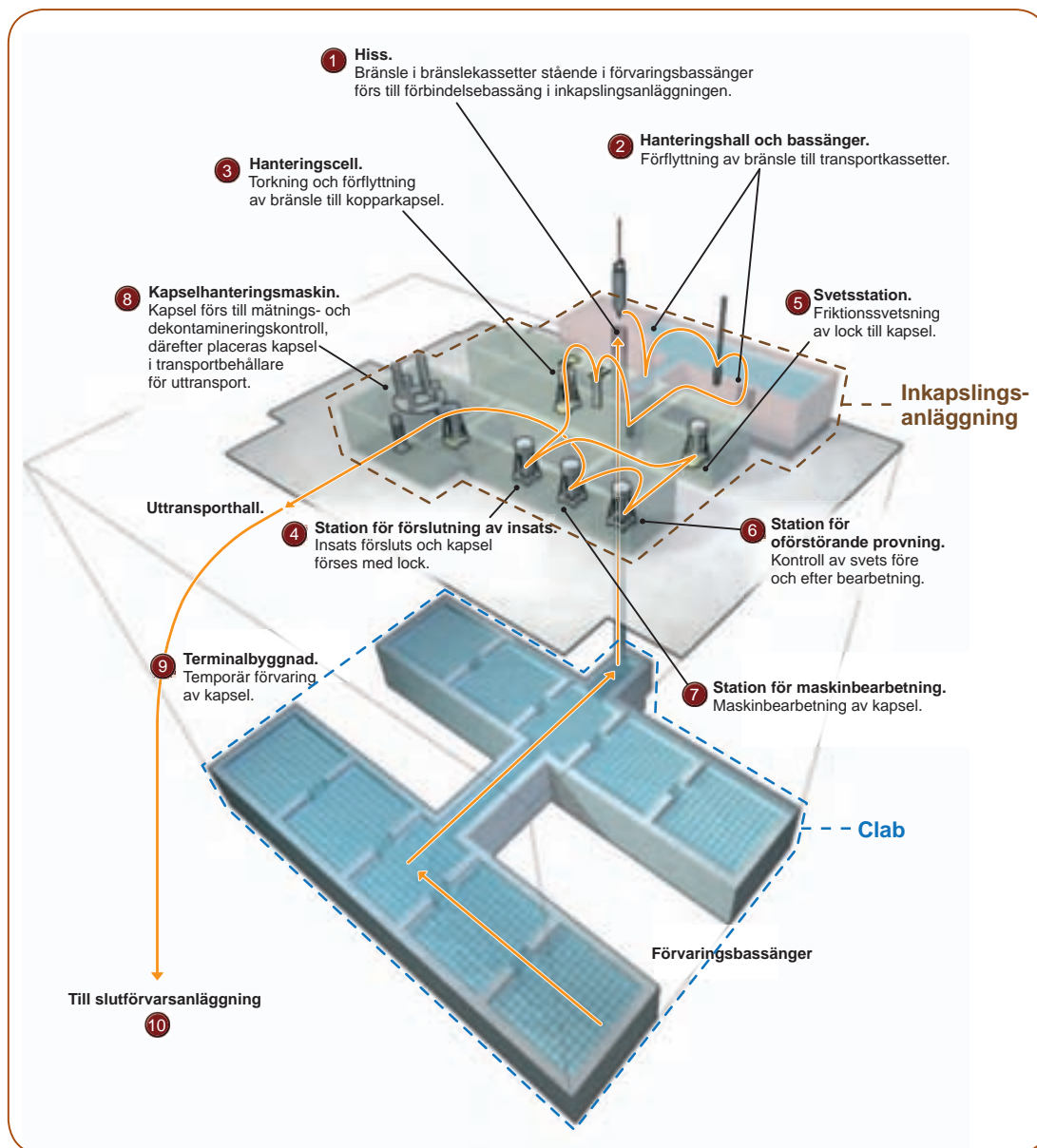
<sup>1)</sup> Räknet på 230 arbetsdagar per år (fem arbetsdagar i veckan).

### 9.1.2.2 Driftskede

Clab och inkapslingsanläggningen ska tillsammans fungera som en integrerad anläggning, Clink. Inkapslingsanläggningens lokalisering intill Clab förutsätter att den anpassas till Clab vad gäller drift och säkerhet. Driftorganisationen för Clab och inkapslingsanläggningen kommer att vara gemensam. Totalt kommer cirka 130 personer att arbeta i Clink.



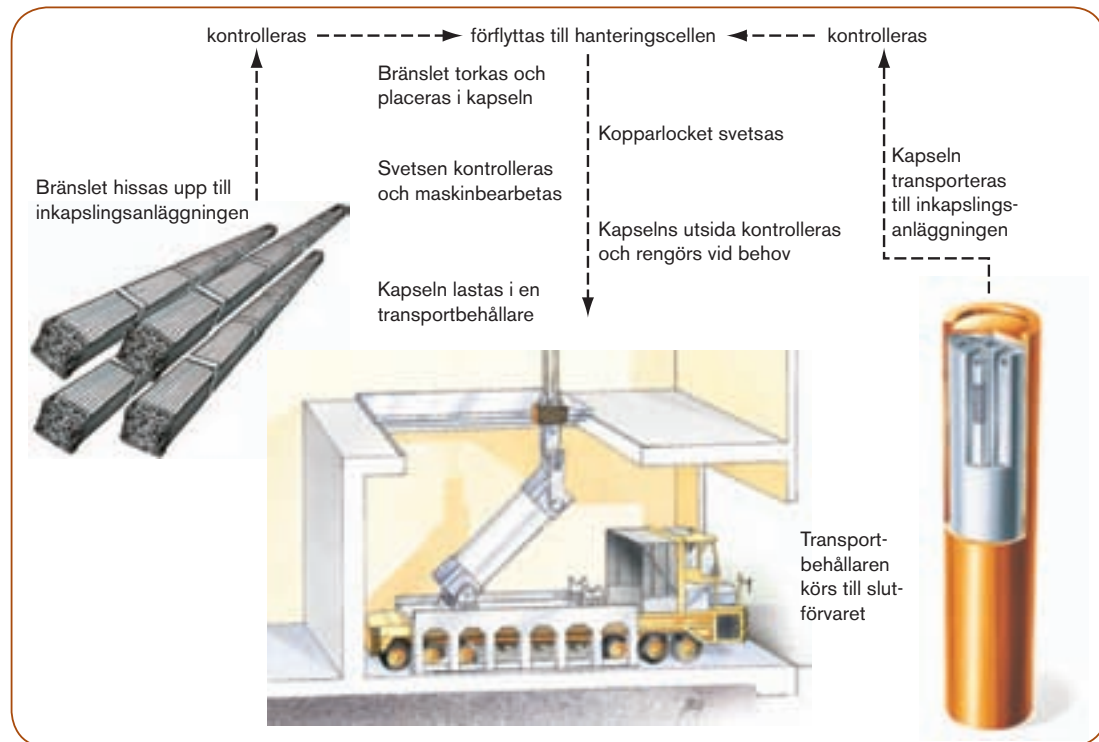
Den huvudsakliga verksamheten under driften av inkapslingsanläggningen är att innesluta använt kärnbränsle i täta behållare, kopparkapslar. Kopparkapslarna, som är cirka fem meter långa och har en diameter på cirka en meter, anländer färdigtillverkade till inkapslingsanläggningen. De olika stegen i inkapslingsprocessen visas i figur 9-3.



Figur 9-3. De olika stegen för hantering av använt kärnbränsle i inkapslingsanläggningen.

Innan det använda kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har det mellanlagrats i Clabs bassänger för att dess radioaktivitet och värmealstring ska minska. Urvalet av kärnbränsle för inkapsling görs baserat på bränsleelementens resteffekt och den tillåtna effekten i varje kapsel. Kärnbränslet transporteras upp från förvaringsbassängerna i Clab via befintlig bränslehis och förs till inkapslingsanläggningens bassänger (1). I hanteringsbassängen sorterar kärnbränslet (2). I bassängen finns möjlighet att mäta resteffekten. Bränslet tas sedan upp ur bassängen och in i en hanteringscell för att torkas och placeras i en kopparkapsel (3). Insatsen i kapseln försluts och luft ersätts av inert gas (4). Ett lock svetsas på kapseln (5). För svetsning av locket planeras så kallad friktionssvetsning att användas. Svetsen kontrolleras med oförstörande provning, till exempel röntgen och/eller ultraljud (6). Sedan sker en maskinbearbetning där ojämnheter på kapselns yta tas bort (7).

Innan kapseln placeras i en transportbehållare sker en kontroll av eventuell ytkontaminering och vid behov rengöring (8). Under processen förflyttas kapseln i en avståndsmanövrerad lastbärare mellan arbetsstationer i anläggningen där olika moment genomförs. Under hela processen är kapseln placerad i ett omgivande strålskydd. Slutprodukten är en fylld kopparkapsel placerad i en transportbehållare och förberedd för transport till slutförvarsanläggningen, se figur 9-4.



Figur 9-4. Den fyllda kopparkapseln placeras i en transportbehållare inför transport till slutförvarsanläggningen.

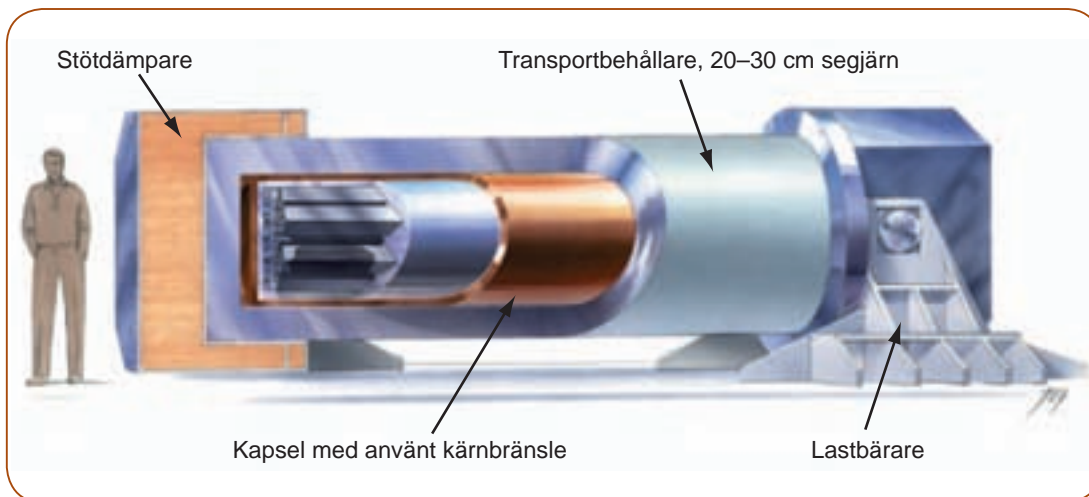
## Transport av använt kärnbränsle

Kapseltransporter till slutförvarsanläggningen i Forsmark kommer att ske med fartyget m/s Sigyn eller motsvarande fartyg.

M/s Sigyn kan lastas med tio transportbehållare. Med en deponeringstakt på 150 kapslar per år innebär det omkring 15 fartygsanlöp per år till hamnarna i Simpevarp och Forsmark till följd av slutförvarsverksamheten. Mer om m/s Sigyn redovisas i avsnitt 8.1.2. I princip är det ingen skillnad mellan dessa transporter och dagens transporter av använt kärnbränsle från kärnkraftverken till Clab. Det som skiljer transporterna åt är att olika transportbehållare används till icke inkapslat respektive inkapslat kärnbränsle. Transportbehållaren är licensierad enligt IAEA:s krav för typ-B-behållare. Transportbehållaren ska kunna motstå påfrestningar vid olyckor utan att förlora täthet eller strålskärning, samt kunna leda ut värme som orsakas av bränslets resteffekt /9-4/. Vid hamnen i Forsmark tas sedan kapslarna om hand med hjälp av specialanpassade transportfordon. En kapsel fylld med använt bränsle väger cirka 27 ton. En fylld transportbehållare med stötdämpare väger mellan 80 och 95 ton och lastbäraren väger runt 17 ton, se figur 9-5. I dag sker landtransporter av använt kärnbränsle med särskilda långsamtgående terminalfordon som har en lastkapacitet på 124 ton. Dessa kommer därmed att med marginal klara framtida transportuppgifter.

## Övriga transporter

Trafiken till och från Clink under driftskedet bedöms främst bestå av 3 000–4 000 besökare per år, samt av cirka 130 personer som dagligen reser till och från sin arbetsplats. Det finns redan i dag en besöksverksamhet vid Clab.



Figur 9-5. Kapseltransportbehållare och lastbärare.

Tillverkning av kopparkapslar kräver en särskild kapselfabrik. Under driftskedet tillkommer därför också transporter av tomma kapslar från kapselfabriken till inkapslingsanläggningen. Vilken transportväg som används för transport av tomma kapslar beror på var kapselfabriken lokaliseras. En möjlig placering av kapselfabriken är intill det befintliga kapsellaboratoriet i Oskarshamns hamnområde. Ett uppskattat totalt tillskott av vägtransporter under driftskedet redovisas i tabell 9-1.

### 9.1.2.3 Rivningsskede

Clink ska rivas när allt använt kärnbränsle som mellanlagrats i anläggningen har kapslats in och skickats till slutförvarsanläggningen och alla hårdkomponenter har transporterats bort för lagring på avsedd plats. Tidsplanen för avveckling och rivning av anläggningen är kopplad till när sista kärnkraftverket tas ur drift samt till tillgängligheten för mellan- och slutförvar för radioaktivt avfall. Enligt senaste referensscenariet /9-1/ antas kärnkraftverken rivas fram till 2050-talet, vilket innebär att rivning av Clink skulle kunna påbörjas omkring år 2070. Rivningen antas ta mellan fem och sju år. Anläggningen kan antingen rivas direkt efter att allt använt kärnbränsle har kapslats in och lämnat Clink, eller också kan rivningen fördröjas genom att anläggningen läggs i så kallad "safe store". När tidpunkten för rivning närmar sig kommer ett alternativ att redovisas mer detaljerat tillsammans med en motivering till valt alternativ.

En preliminär avvecklingsplan har upprättats för rivningen av Clink /9-5/. Enligt planen finns olika tänkbara alternativ för en avveckling:

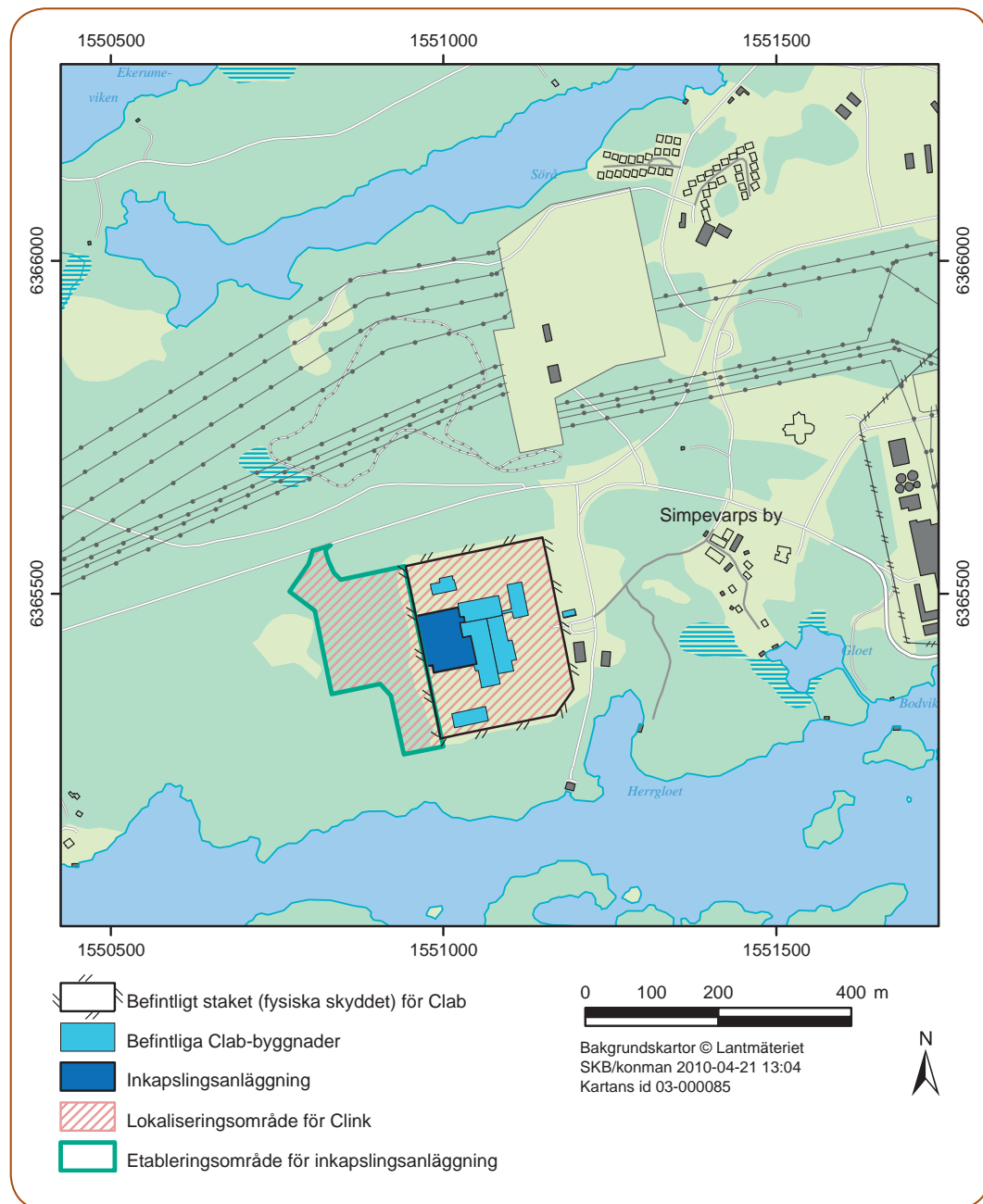
1. Avvecklingen stannar vid att byggnader och mark friklassas för att sedan kunna användas för andra ändamål.
2. Anläggningen friklassas och rivs till cirka en meter under marknivå. Friklassat rivningsmaterial används som återfyllning, i första hand av inkapslingsanläggningens undermarksdelar. Detta måste ske för att marken ska kunna användas utan förbehåll. Resterande friklassat rivningsavfall återvinns och/eller sänds till kommunal deponi. Alternativt kan rivningsavfallet deponeras i Clabs bergrum.
3. Rivning sker till "green field", vilket innebär att allt tillfört material tas bort. Om undermarksdelen behöver återfyllas sker detta med bergkross.

Borttransporter av rivningsmaterial kommer att dominera under rivningsskedet. En uppskattning av transporter under rivningsskedet redovisas i tabell 9-1. Anläggningen kommer att rivas en tid efter att de svenska kärnkraftverken rivits. På så sätt kommer erfarenheter och tillgång på kompetens inom säkerhet, strålskydd, dekontaminering och rivning av kärntekniska anläggningar att kunna utnyttjas.

## 9.1.3 Påverkan

### 9.1.3.1 lanspråktagande av mark

Under uppförandeskedet kommer sammanlagt cirka 28 000 kvadratmeter att tas i anspråk för framtida verksamhetsområde för inkapslingsanläggningen och tillhörande etableringsområde under uppförandetiden, se figur 9-6. Etableringsområdet planeras bli cirka 14 000 kvadratmeter stort och anläggs inom ett skogsområde väster om Clab. En tillfällig väg för byggt transporter kommer att anslutas mot norr. Den yta som tas i anspråk avverkas, planas ut och hårdgörs. Arbetet innebär sprängning och utfyllnad av markområdet. Det befintliga verksamhetsområdet för Clab utvidgas cirka 50 meter västerut för att ge plats åt inkapslingsanläggningen. En ny terminalbyggnad samt biytor såsom körytor och säkerhetszoner tillkommer också. Tillfartsväg till inkapslingsanläggningen blir densamma som används till Clab i dag.



Figur 9-6. Lokaliseringsområde, inklusive etablering under uppförandetiden.

De markområden som tillfälligt tas i anspråk kommer så långt som möjligt att återställas till naturmark efter avslutat arbete. Återställandet kan påbörjas efter cirka tre år, då huvudsakligen inre arbeten återstår. För att marken ska kunna återställas på bästa sätt kommer sprängning av hållar att i möjligaste mån undvikas och ojämnheter i stället utjämnas genom utfyllnad. Hållmarker kommer att skyddas mot trafik med banddrivna fordon och äldre tallar sparas.

Rivning efter det att anläggningen tagits ur drift bedöms kunna ske inom den yta som verksamhetsområdet upptar.

### 9.1.3.2 Påverkan på grundvattennivå

#### Uppförandeskede

Sedan 1998 har grundvattennivåer mätts i borrhål runt Clab inom ramen för kontrollprogrammet för byggandet av Clab 2 /9-6/. Mätningarna visar på förändringar i grundvattennivån i direkt anslutning till anläggningen som kan kopplas till byggandet av Clabs berggrum. Inkapslingsanläggningens bergschakt kommer att placeras ovanför bassängerna i Clab. Schaktbotten för inkapslingsanläggningens undermarksdelar kommer att ligga cirka 14 meter ovanför befintliga berggrums tak. Det kan inte uteslutas att det tillkommande bergschaktet byggs under grundvattenytan. Uppskattningsvis kan uppförandet av inkapslingsanläggningen innebära en ökning av inläckaget av grundvatten med cirka tio procent jämfört med nuvarande inläckage till Clabs berggrum. Emellertid kan förläggning av det planerade bergschaktet ovanför berggrummet Clab 1 innebära att inläckaget till inkapslingsanläggningen kompenseras av ett minskat inläckage till Clab. Bedömningarna redovisas i /9-7/.

Kontrollprogrammet för Clab visar endast på lokala hydrogeologiska effekter från uppförandet av Clab 2. Eftersom inkapslingsanläggningens bergschakt förläggs rakt ovan de befintliga berggrummens tak bedöms uppförande och drift av inkapslingsanläggningen endast medföra lokala effekter på grundvattennivån i berget.

#### Driftskede

Den påverkan på grundvattennivån som i dag finns runt Clab förändras endast marginellt under driften av Clink. Se beskrivning ovan av påverkan under uppförandeskedet.

#### Rivningsskede

Efter rivningen av Clink bedöms grundvattennivån ställa in sig nära den ursprungliga. Med hänsyn tagen till effektiv nederbörd, utsprängd volym samt berörd yta kan det ta upp emot tio år /9-2/.

### 9.1.3.3 Buller och vibrationer

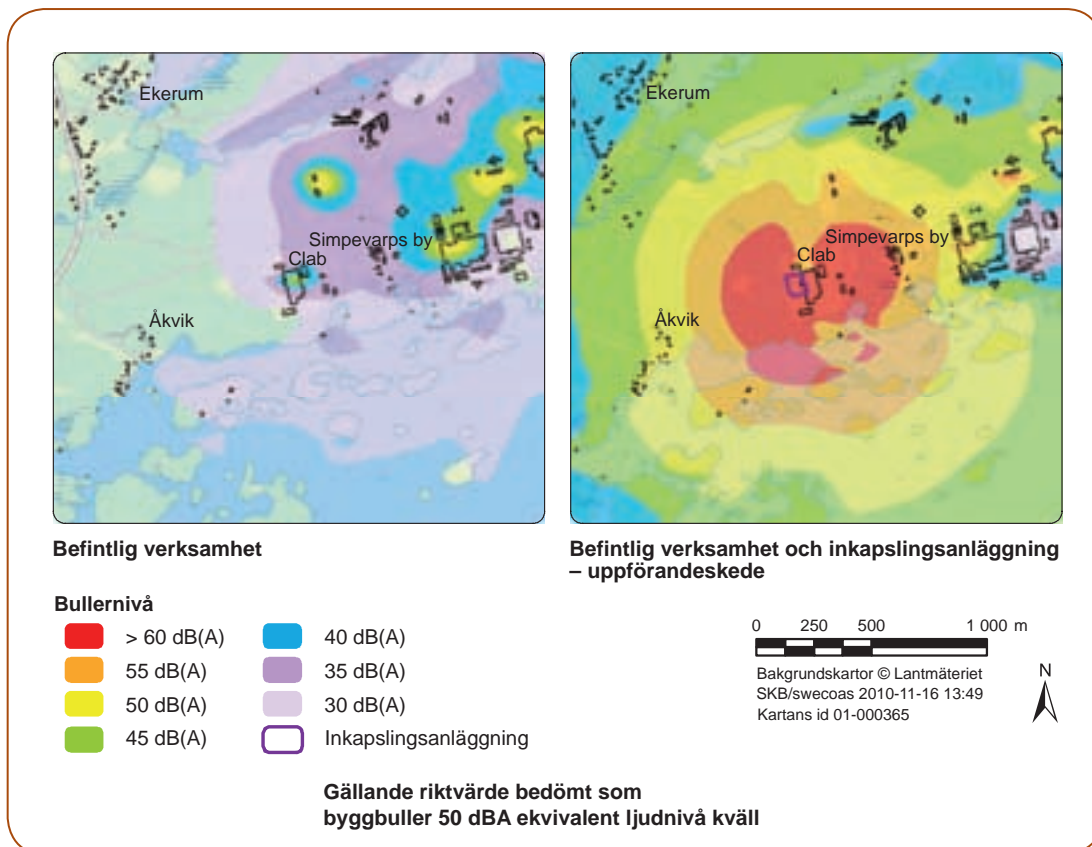
#### Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer transporter, arbetsmaskiner, bergborrning, sprängning, krossning av berg (om det blir aktuellt) samt schaktning av jordmassor med hjullastare att orsaka buller och vibrationer. Om buller är dominant i frekvensområdet under 200 hertz uppfattas det som lågfrekvent ljud och kan upplevas som mer störande än " normalt " buller. Normalt buller anges i dBA, vilket innebär att lågfrekvent ljud i viss mån filteras bort. I bullerutredningen /9-8/ konstateras att lågfrekvent buller i första hand kan alstras av stenkross och arbetsmaskiner.

Bullernivåer har beräknats för ett scenario där mobil kross och borrhaggat är i kontinuerlig drift samtidigt, se figur 9-7. Till vänster i bilden visas bullerutbredningen för befintlig verksamhet.

Figur 9-7 visar att det är buller från byggandet av inkapslingsanläggningen som kommer att dominera i området. Störst bullerspridning i förhållande till gällande riktvärden kommer att ske kvällstid.

Storleken på vibrationerna som alstras från tung trafik beror på ojämnheter i vägbana, fordonsvikt, hastighetsbegränsning samt grundläggningsförhållanden. Beräkningsexempel baserade på moränmark och en vägojämnheter på fem centimeter (stor ojämnheter) redovisas i tabell 9-2 /9-2/.



Figur 9-7. Ekvivalent ljudnivå för befintlig verksamhet (vänster) samt kombinerat med buller under uppförandeskedet av inkapslingsanläggningen kvällstid (höger).

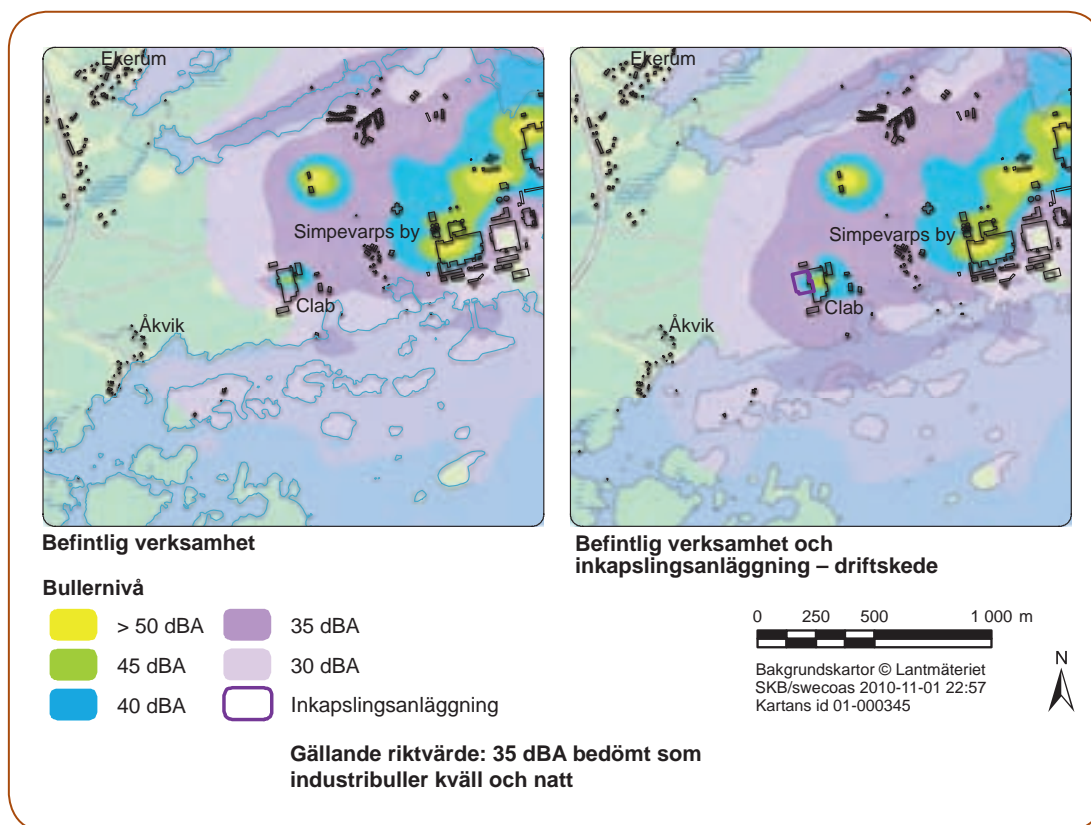
Tabell 9-2. Beräkningsexempel på vibrationer som alstras från tung trafik.

Fordonets totalvikt och hastighet	10 meter från väg	50 meter från väg
40 ton–70 km/h	0,5 mm/s	0,1 mm/s
60 ton–70 km/h	0,7 mm/s	0,2 mm/s

Sprängning av berg för att få rum med inkapslingsanläggningens bassänger kommer att genomföras under första delen av uppförandeskedet och beräknas pågå under cirka tre månader. Med hänsyn till närheten till Clab kommer laddningarna att vara förhållandevis små. Sprängningsarbeten ger upphov till både vibrationer och luftstötvågor, det vill säga en tryckändring i luften som uppstår i samband med bergsprängningar. Planering och genomförande av bergarbeten kommer att styras av den försiktighet som närheten till Clabs två bergtrum kräver. I samband med uppförandet av Clab 2 studerades frågan om eventuell påverkan på det befintliga bergtrummet /9-9/. Erfarenheter finns därmed att hämta från uppförandet av Clab 2, som kunde uppföras utan att stabiliteten eller funktionen hos det befintliga lagret påverkades. Pessimistiska beräkningar visar på maximala vibrationsnivåer vid närliggande fastigheter mellan 0,3 och 0,7 millimeter per sekund (mm/s), medan gränsvärdena för vibrationsnivåer i byggnader ligger på mellan 7 och 11 mm/s. Dessutom kommer merparten av sprängladdningarna troligtvis att vara mindre än vad som använts för beräkningarna. För luftstötvågor visar beräkningarna på nivåer som understiger 50 Pascal (Pa), medan gränsvärdet ligger på 500 Pa. Det innebär att de flesta salvor inte kommer att vara hörbara vid de närliggande fastigheterna. Detaljer om beräkningar av vibrationer och luftstötvågor finns redovisade i /9-10/.

## Driftskede

Under driftskedet utgör ventilationsfläktar den dominerande bullerkällan. Bullerdämpande åtgärder planeras för att klara gällande riktvärden vid närmaste bostad. Verksamheten inne i anläggningen kommer inte att påverka omgivningen. I figur 9-8 redovisas beräknade bullernivåer från inkapslingsanläggningen då fläktarna är placerade inomhus. Till vänster i bilden visas bullerutbredningen för befintlig verksamhet. Figuren visar att gällande riktvärden underskrids vid närmaste bostad. Transporterna under driftskedet förväntas inte heller medföra någon vibrationsstörning.



Figur 9-8. Ekvivalent ljudnivå för befintlig verksamhet (vänster), samt kombinerat med buller från inkapslingsanläggningen under drift kvällstid och nattetid (höger).

## Rivningsskede

Under rivningsskedet kan arbetsmaskiner för rivning, såsom vid krossning av betong, orsaka en ökning av bullernivåerna. Transporter för bortforsling av rivningsmaterial ger också upphov till buller. Antalet transporter beräknas emellertid vara avsevärt färre än under bygg- och driftskedet. Inga bullerberäkningar har genomförts för rivningsskedet då rivningen ligger långt fram i tiden.

### 9.1.3.4 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

Information om radioaktivitet och strålning finns i avsnitt 3.4.

## Uppförandeskede

Under uppförandeskedet hanteras inga radioaktiva ämnen i inkapslingsanläggningen.

## Driftskede

I den preliminära säkerhetsredovisningen för Clink redovisas beräkningar av utsläpp av radioaktiva ämnen vid normal drift och vid missöden. Beräkningarna är baserade på pessimistiska antaganden vilket innebär att de verkliga aktivitetsnivåerna förväntas bli betydligt lägre än de beräknade. Nedan beskrivs utsläpp av radioaktiva ämnen vid normal drift, medan utsläpp av radioaktiva ämnen i samband med störningar och missöden redovisas i avsnitt 9.1.5.2.

## Strålskydd och strålkällor

Grundprincipen för strålskydd sammanfattas ofta med akronymen ”ALARA” som står för ”As low as reasonably achievable” – så lågt som rimligt möjligt. Utformningen av inkapslingsanläggningens strålskydd ska göras med användande av bästa möjliga teknik, vilket anges både i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och i miljöbalken.

Strålningen i inkapslingsanläggningen kommer huvudsakligen från det använda kärnbränslet samt från röntgenutrustningen i stationen för oförstörande provning. Frigörelse av aktivitet inom inkapslingsanläggningen kan endast ske från det använda kärnbränslet till vatten i anläggningens bassänger eller till luft i anläggningens hanteringscell. All hantering av kärnbränslet sker i avskilda och strålskärmade utrymmen med kontrollerad ventilation. Olika utrymmen klassificeras utifrån risken för kontaminering och strålningsnivå. Klassificeringen av så kallade kontrollerade områden styr begränsningar i tillträdet till området. När bränslet har kapslats in är det inte längre en källa till luftburen aktivitet men strålskärmning krävs även under den fortsatta hanteringen. Innan kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har radioaktiviteten avklingat under mellanlagringen i Clab. Det innebär att den aktivitet som kan frigöras per hanterat bränsleelement är betydligt mindre i inkapslingsanläggningen än i Clab.

Det kärnbränsle som hanteras har två olika huvudkällor av aktivitet som kan spridas i anläggningen, dels aktiveringsprodukter på bränsleelementens yta (så kallad crud), dels klyvningsprodukter inne i kärnbränslet. De senare kan endast frigöras från skadat bränsle. De nuklider som dominerar aktivitetsavgivningen från crud respektive klyvningsprodukter är kobolt-60 (Co-60) respektive cesium-137 (Cs-137). Det förekommer även små mängder av andra aktiveringsprodukter, klyvningsprodukter och transuraner.

## Frigörelse av radioaktivitet i anläggningen

I inkapslingsanläggningen kan aktivitet frigöras under normal drift, antingen i samband med hanteringen i inkapslingsanläggningens bassänger eller i samband med den torra hanteringen av bränslet.

I bassängerna förs aktivitet från det uppställda bränslet bort av kyl- och reningssystemet, som är gemensamt med Clab, för att slutligen samlas upp på filter och i jonbytare. Det innebär att mängden uppsamlad aktivitet i reningssystemet förväntas öka. För det planerade reningssystemet beräknas maximala aktivitetskoncentrationer i inkapslingsanläggningens bassänger för Cs-137 och Co-60 till  $3,7 \cdot 10^7$  becquerel per kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>) respektive  $1 \cdot 10^7$  Bq/m<sup>3</sup>.

Vid den torra hanteringen kan aktivitet komma att frigöras genom att crud lossnar från bränsleelementens utsida. Den största mängden crud kommer sannolikt att frigöras vid torkning av bränslet. Merparten av den frigjorda aktiviteten bedöms följa med luftströmmen och fastna i torkningssystemets filter, medan tyngre partiklar som faller nedåt stannar kvar och samlas upp vid dekontaminering av systemet.

Ventilationssystemet är utformat så att luftflödet alltid går från utrymmen med lägre aktivitet mot utrymmen med förväntad högre aktivitet. I utrymmen där luftburen aktivitet förväntas är ventilationssystemet utrustat med filter som samlar upp de luftburna partiklarna.

## Dos till personal

Personalen i inkapslingsanläggningen kommer att utsättas för strålning vid normala arbetsuppgifter och vid underhållsarbeten. Baserat på erfarenheter från Clab har den kollektiva dosen till olika personalkategorier uppskattats, se tabell 9-3. Bränslehantering och hantering av transportbehållare är något mer omfattande i inkapslingsanläggningen än i Clab, men detta kompenseras av att bränslets aktivitet har avklingat under lagringen i Clab.



Prognosen för summerad kollektivdos för personalen i Clink uppskattas bli dubbla medelvärdet av utfallet för kollektivdosen på Clab under perioden 1998–2007, eller cirka 100 mmanSv per år.

Vid transport av använt kärnbränsle med m/s Sigyn blir dos till personal försumbar. Utvärderingen av personalens dosimetrar har under 25 år aldrig visat några registrerbara doser.

Tabell 9-3. Uppskattad kollektivdos till olika personkategorier i inkapslingsanläggningen, mmanSv för ett normalår.

Sanering	Mekaniker	Operatörer/Drift	El/instrument	Skydd/kemi	Summa
6,8	3,2	19,2	1,0	2,0	32,2

### Utsläpp av luftburen radioaktivitet till omgivningen

Luftburna utsläpp från inkapslingsanläggningen kommer att ske genom egen ventilationsskorsten och kommer att mätas kontinuerligt med avseende på alfa-, beta- och gammaaktivitet. En uppskattning av det årliga luftburna utsläppet har gjorts baserat på erfarenheter från driften av Clab. Utsläppen till luft uppskattas helt domineras av fissionsprodukten krypton 85, följt av den aktiverade korrosionsprodukten kobolt 60. Utsläppen av krypton 85 beräknas pessimistiskt uppgå till  $5,3 \cdot 10^{13}$  Bq per år, vilket kan jämföras med de  $5,6 \cdot 10^{11}$  Bq som släpps ut per år från Clab (medelvärde mellan åren 1996 och 2009). På samma sätt beräknas utsläppen av kobolt 60 pessimistiskt bli  $8,8 \cdot 10^9$  Bq per år. Motsvarande utsläpp från Clab är  $1,6 \cdot 10^7$  Bq per år (medelvärde mellan åren 1996 och 2009).

### Utsläpp av vattenburen radioaktivitet till omgivningen

Inkapslingsanläggningen kommer inte att ha något eget system för rening av vatten utan ansluts till Clabs reningssystem. Från uppsamlingstankar förs vattnet till utsläppskanalen som mynnar i Hamnefjärden. Före varje utsläpp sker kontroll av aktivitetsnivåer, se figur 9-9. Ytterligare rening görs vid behov och utsläpp till Hamnefjärden sker först när gränsvärden för utsläppsnivåer underskrids. Utsläppen till vatten förväntas öka när inkapslingsanläggningen är i drift. De nuklider som förväntas dominera utsläppen är tritium, kobolt 60 och cesium 137, vilka är desamma som dominerar utsläppen från Clab.



Figur 9-9. Kontroll och utflöde av vatten i Clab.

### Förslag på åtgärder för minskade utsläpp

En prognos visar att de radioaktiva utsläppen från Clink kan bli högre än dagens utsläpp, bland annat på grund av att anslutningen av inkapslingsanläggningen kommer att öka belastningen på Clabs reningssystem. I syfte att studera möjligheter att minska utsläppen har en utredning som redovisar möjliga åtgärder gjorts /9-11/.

I utredningen studeras de största utsläppskällorna vid Clab och inkapslingsanläggningen. Olika åtgärder föreslås för att begränsa utsläppen där det är möjligt. Man har bland annat studerat förbättringsmöjligheter i form av ny teknik eller metoder för att rena och reducera aktivitetsutsläpp till vatten från Clink. Om samtliga åtgärder kan vidtas skulle utsläppen kunna reduceras med 95–99 procent.

När det gäller utsläpp till luft har åtgärdsförslagen fokus på utsläppen från den torra hanteringen av använt kärnbränsle. En stor punktkälla för utsläpp till luft i inkapslingsanläggningen är relaterad

till torkning av bränsleelementen i hanteringscell och relaterade lufthanteringssystem. Genom att höja kraven för de filter som används i luftreningssystemen kan utsläppen av radioaktiva ämnen till luft reduceras.

Ytterligare utredning och praktiska tester krävs för att kunna avgöra om åtgärderna kan genomföras på ett sätt som inte påverkar anläggningens säkerhet, strålskydd och avfallshantering.

## Rivningsskede

Efter att Clink tagits ur drift kommer inget använt kärnbränsle att finnas i anläggningen och därmed förväntas låga strålningsnivåer i rivningsskedet. Det finns inget som tyder på att rivningen av Clink skulle bli mer komplicerad än rivningen av andra kärntekniska anläggningar (exempelvis kärnkraftverken). Rivningen bedöms tvärtom kunna genomföras med låg dos till personalen och med en begränsad mängd kort- och långlivat radioaktivt avfall /9-5/.

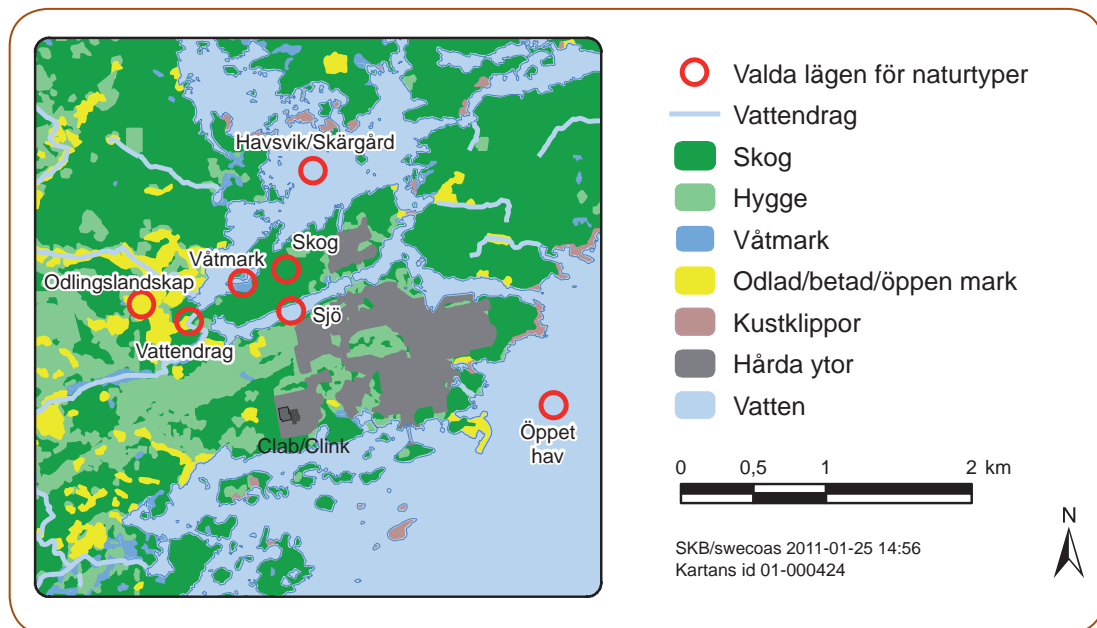
### 9.1.3.5 Påverkan på ekosystem från utsläpp av radioaktiva ämnen

Radiologiska utsläpp till luft och vatten från Clink kommer att spridas till omgivande ekosystem. Påverkan på ekosystemen har studerats för både normal drift och för missöden och redovisas i detalj i /9-12/.

Utredningen baseras på data från Clinks preliminära säkerhetsredovisning. För normal drift har både realistiska och pessimistiska beräkningar gjorts. Realistiska beräkningar baseras på erfarenhetsdata från driften av Clab och extrapolerade utsläpp för driften av Clink. Pessimistiska beräkningar baseras på utsläppsuppskattningar som togs fram för dimensioneringen av strålskyddet för Clink. Effekter och konsekvenser under normal drift redovisas i avsnitt 9.1.4.1.

Utsläppsdata och utsläppsuppskattningar i kombination med spridningsberäkningar har använts för att beräkna nuklidspecifika halter i olika naturtyper i omgivningarna runt Simpevarp. De naturtyper som har identifierats är skog, odlingslandskap, våtmark, vattendrag, sjö, havsvik/skärgård och öppet hav. De olika naturtypernas lägen, som har valts utifrån var de högsta koncentrationerna förväntas uppstå efter spridning av nuklider i luft och vatten, visas i figur 9-10.

För terrestra naturtyper har aktivitetskoncentrationer av nuklider beräknats i luft och jord och för akvatiska naturtyper har koncentrationerna beräknats i vatten och sediment. Halterna beräknas vara maximala under Clinks sista driftår. Halterna används som indata för beräkningar av dosrat till djur och växter.



Figur 9-10. Valda lägen för representativa naturtyper i omgivningarna runt Simpevarpshalvön.

### 9.1.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till luft

De två viktigaste källorna till utsläpp till luft från inkapslingsanläggningen respektive Clink är dels uppförandet av inkapslingsanläggningen, dels sjötransporterna av bränslefyllda kapslar till slutförvarsanläggningen under driftskedet.

Arbetsmaskiner, lastbilar, bussar och personbilar ger upphov till utsläpp av koldioxid (CO<sub>2</sub>), kväveoxider (NO<sub>x</sub>), koloxid (CO), kolväten (HC), avgaspartiklar (PM<sub>avg</sub>) och resuspensionspartiklar (PM<sub>res</sub>). En utgångspunkt för de beräkningar som gjorts har varit att arbetsmaskiner, lastbilar och bussar använder diesel miljöklass 1 som drivmedel och personbilar använder bensin. Utsläppen av svaveloxider (SO<sub>x</sub>) är i princip försumbara då diesel miljöklass 1 och bensin 95 används som bränsle.

Utsläpp från interna och externa transporter under samtliga skeden återfinns i tabell 9-4. Med internt menas trafik och arbetsmaskiner inom anläggningsområdet, medan externt syftar på trafik genererad inom 25 kilometer från anläggningen. De årtal som anges i redovisningen är exempel på typiska år för projektets olika skeden och är beroende av när SKB får tillstånd för att uppföra och driva anläggningen. Det gör i sin tur att den uppskattade påverkan kan komma att inträffa vid en annan tidpunkt, beroende på projektets fortskridande. År 2015 representerar ett år under uppförandeskedet med högre intensitet medan år 2018 representerar ett år med lägre intensitet. År 2030 och 2075 representerar driftskedet respektive rivningsskedet /9-13/.

Tabell 9-4. Emissioner från interna och externa transporter under uppförande-, drift- och rivningsskedet (ton per år) för inkapslingsanläggningen och Clink.

	2015	2018	2030	2075	
NO <sub>x</sub>	Inkapslingsanläggning	1,8	0,8	0,06	0,03
	Clink	2,0	2,0	0,09	0,07
CO	Inkapslingsanläggning	0,6	0,4	0,04	0,02
	Clink	0,7	0,5	0,07	0,05
HC	Inkapslingsanläggning	0,1	0,06	0,004	0,002
	Clink	0,1	0,07	0,008	0,005
PM <sub>avg</sub>	Inkapslingsanläggning	0,03	0,02	0,0004	0,0002
	Clink	0,04	0,02	0,0007	0,0005
PM <sub>res</sub>	Inkapslingsanläggning	0,6	0,3	0,2	0,1
	Clink	0,8	0,5	0,4	0,3
FC	Inkapslingsanläggning	140	87	34	18
	Clink	160	100	55	39
CO <sub>2</sub>	Inkapslingsanläggning	439	272	105	55
	Clink	504	334	171	121

### Uppförandeskede

De arbetsmaskiner som ger upphov till störst koldioxid- och NO<sub>x</sub>-utsläpp är mobilkran och grävmaskin. Utsläpp från sjötransporter av använt kärnbränsle till Clab som sker under uppförandeskedet av Clink redovisas i kapitel 8.

Med hänsyn till närheten till Clab kommer sprängning att ske med stor försiktighet, bland annat kommer mindre och tätare laddningar än normalt att användas. Damning från sprängning förväntas vara av liten omfattning. För att begränsa utsläppen av damm och stoft till luft kan vattenbegjutning ske i samband med sprängning. Det mesta av dammet och stoftet binds då upp av vattnet, som därefter renas.

## Driftskede

Under driftskedet består större delen av transporter av externa transporter, såsom personal- och besökstransporter, avfalls- och servicetransporter samt transporter av kopparavfall.

I Clab finns dieselaggregat för reservkraft som ska användas vid ett eventuellt bortfall av yttre nät. När inkapslingsanläggningen tillkommer behöver det kompletteras med ytterligare ett dieselaggregat för att kunna försörja båda anläggningarna. Dieselaggregaten, som använder lågsvavlig diesel, provkörs med jämna mellanrum vilket ger utsläpp till luft.

Under driftskedet kommer sjötransporter av bränslefyllda kapslar till slutförvarsanläggningen att vara den dominerande källan till utsläpp till luft. Uppskattade utsläpp från sjötransporter baserade på 15 fartygsanlöp mellan Clink i Simpevarp och slutförvarsanläggningen i Forsmark redovisas i tabell 9-5. Beräkningarna baseras på ett värsta fall-scenario utan samordning med andra transporter till och från SFR och kärnkraftverken, det vill säga fartyget åker tillbaka till Simpevarp med endast tomma transportbehållare. Då ett nytt fartyg tas i bruk kommer utsläppen till luft att minska, eftersom det nya fartyget kommer att ha bättre prestanda och vara utrustat med bättre reningsteknik.

Tabell 9-5. Årliga emissioner från fartyget m/s Sigyn vid transport av bränslefyllda kapslar.

Ämne	Mängd (ton/år)
CO <sub>2</sub>	965
SO <sub>2</sub>	0,3
NO <sub>x</sub>	11
CO	0,2
HC	0,3

## Rivningsskede

Rivningsskedet för Clink beräknas pågå under fem till sju år. Osäkerheten i beräkningarna är störst för rivningsskedet på grund av det långa tidsperspektivet och möjlig teknikutveckling för fordon och bränsle.

### 9.1.3.7 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

#### Uppförandeskede

Under uppförandeskedet uppkommer länshållningsvatten i samband med sprängningsarbeten. Länshållningsvattnet tillförs kväverester och suspenderat material från sprängningarna. Oljeföroreningar kan också förekomma. Mängden sprängämne som förbrukas och vilka utsläpp som uppkommer beror på utformning av schakten, sprängningsmetod och vilken typ av sprängämne som väljs. Ett spill på fyra procent vid sprängningarna för inkapslingsanläggningen ger ett kvävetillskott på 250 kilo. Erfarenhetsmässigt hamnar en tredjedel av kvävet i länshållningsvattnet, medan den övriga delen fastnar på bergmassor eller avges till luft /9-2/.

Då inkapslingsanläggningen placeras ovanför Clabs bergrum, där grundvattnet redan är av-sänkt, bedöms grundvattentillströmningen till bergschakten bli mycket liten. Mängden länshållningsvatten kan därför främst härledas till nederbörd. Baserat på den yta som sprängs ut för inkapslingsanläggningen och på uppgifter om årsnederbörd i området har mängden länshållningsvatten beräknats till tre kubikmeter per dygn (medelvattenvolym). Länshållningsvattnet planeras att, efter rening genom oljeavskiljning och sedimentation, kontrollmätas och sedan ledas till det befintliga dagvattensystemet för Clab med utlopp i Herrgloet, se figur 9-11. En tillfällig reningsanläggning för rening av länshållningsvatten kan byggas upp med containrar med sedimentation för partikulära föroreningar och oljeavskiljning via flotation. Möjligen kan också den planerade dammen för dagvattenhantering vid Clab, se avsnitt 8.1.1.2, utnyttjas som sedimentationsdamm, alternativt sista reningssteg, innan vattnet släpps ut i Herrgloet /9-14/.

Mängden dagvatten som uppkommer från den yta som tas i anspråk under uppförandeskedet har utifrån årsnederbörden beräknats till 12 kubikmeter per dygn (medelvattenvolym) /9-14/. Dagvattnet får rinna av och infiltrera i omgivningen. Spillvatten avleds till befintligt spillvattennät och renas i Oskarshamnsverkets reningsverk före utsläpp i Hamnefjärden (se Driftskede nedan).



Figur 9-11. Flygfoto över Clab med havsviken Herrgloet i förgrunden.

## Driftskede

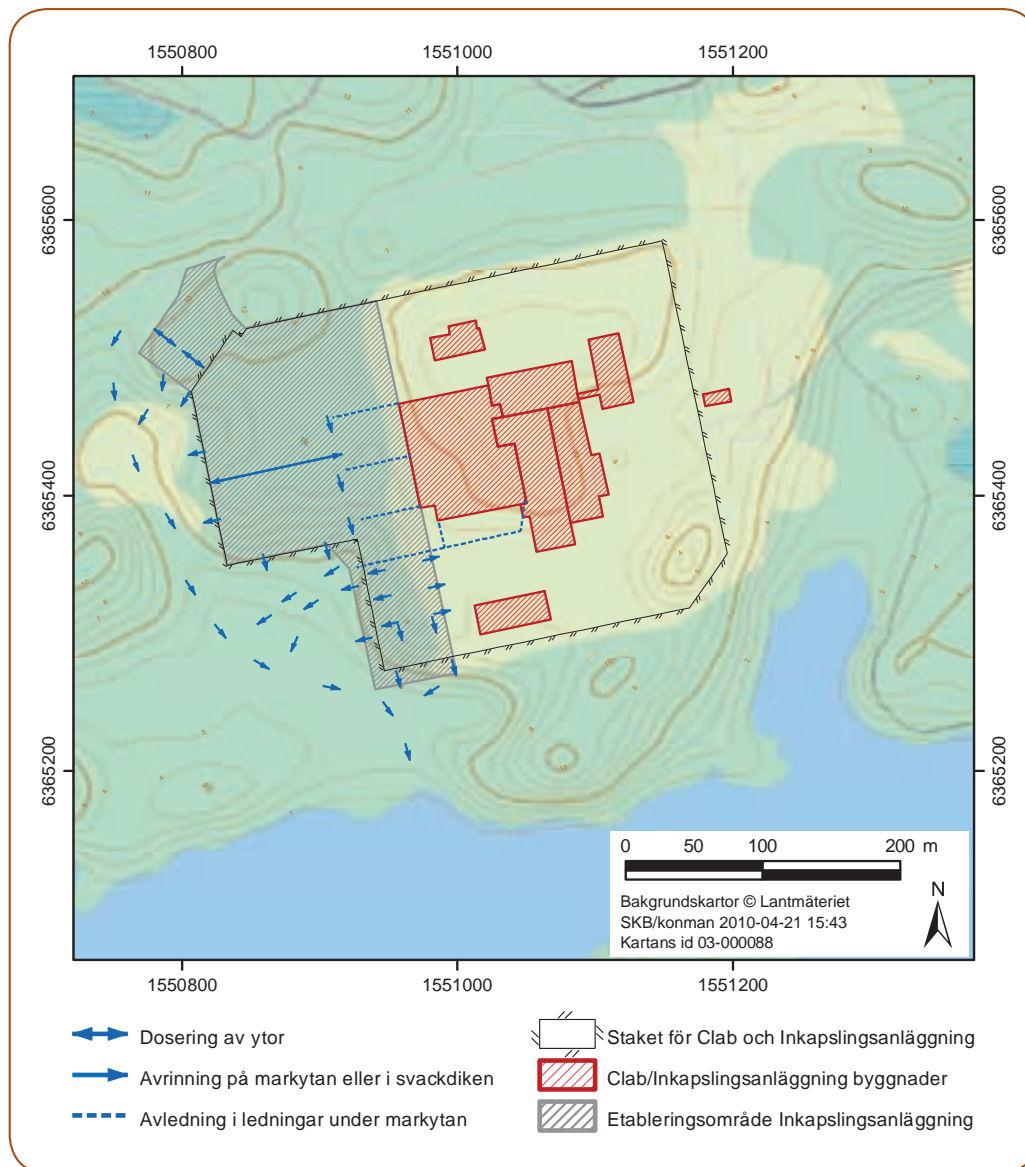
Inkapslingsanläggningen gör att nya avrinningsytor för dagvatten tillkommer i form av takytor och hårdgjorda ytor. Takvatten har vanligen lågt föroreningsinnehåll och kan jämföras med vanligt regnvatten. Kvaliteten på vattnet som alstras på den nya hårdgjorda ytan kan härledas till förekommande aktiviteter. Kring inkapslingsanläggningen förekommer sparsamt med trafik, varför dagvattnet förväntas ha relativt lågt föroreningsinnehåll.

Baserat på årsnederbörd och den yta som verksamhetsområdet för inkapslingsanläggningen upptar beräknas dagvattenflödet uppgå till cirka 4 500 kubikmeter per år och dagvattenflödet för Clink blir därmed 27 500 kubikmeter per år. Hantering av dagvattnet, som orsakas av etableringen av inkapslingsanläggningen, sker enligt principen om lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Dagvattnet kommer i möjligaste mån att återinfiltreras på plats eller i direkt anslutning till hårdgjorda ytor, se figur 9-12. Dagvattnet från västra delen av Clabs huvudbyggnad planeras överföras till inkapslingsanläggningens system. En oljeavskiljare kommer att installeras i anslutning till de delar där olja hanteras. Länshållningsvatten från icke kontrollerade underjordiska delar av anläggningen kan med fördel ledas till Clabs dagvattendamm vid Herrgloet och på så sätt tillföra en stadig ström av vatten, vilket förhindrar stagnation och syrebrist.

Spillvatten kommer att renas i Oskarshamnsvverkets reningsverk före utsläpp i havsviken Hamnefjärden. Mängden spillvatten som kommer att släppas ut från inkapslingsanläggningen är densamma som det beräknade vattenförsörjningsbehovet på 1,5 kubikmeter per dygn /9-2/. Den totala mängden spillvatten som uppstår vid Clink blir då cirka 34 kubikmeter per dygn. Inkapslingsanläggningens bidrag bedöms vara så litet att det inte påverkar utsläppen från reningsverket.

Under driftskedet kommer hela Clink att ha ett gemensamt kylvattensystem. Kylvattnet från Clink kommer att släppas ut i Hamnefjärden. Enligt dimensionerande kapacitet och flöde för Clab medför kylningen i anläggningen en temperaturförändring på sju grader efter att vattnet passerat Clab. När inkapslingsanläggningen kopplas på Clabs kylsystem förväntas förändringen av kylvattentemperaturen uppgå till högst en grad. Detta kan jämföras med den totala värmeenergin från de 96 kubikmeter per sekund som avges från kärnkraftverket (beräknat efter effekthöjningen) som ger en temperaturförändring på 12,5 grader. Tillskottet av värmeenergi från inkapslingsanläggningen beräknas vara cirka en tusen del av värmeenergin från kärnkraftverket /9-15/.

Efter avstängning av reaktorerna kommer Clink att ensamt svara för utsläpp av kylvatten till Hamnefjärden. Efter hand kommer värmeavgivningen från Clink till Hamnefjärden att minska allt eftersom det använda kärnbränslet kapslas in och transporteras till slutförvarsanläggningen.



Figur 9-12. Förslag till avledningsprinciper för dagvatten från inkapslingsanläggningen.

### Rivningsskede

Om byggnaden friklassas och sedan används för andra ändamål eller ersätts med en hårdgjord yta kommer dagvatten även fortsättningsvis att behöva ledas iväg, förslagsvis med samma lösning som den som planeras under driftperioden. Om naturmark i stället återskapas kommer nederbörden att infiltrera i marken.

#### 9.1.3.8 Ljussken

##### Uppförandeskede

För en god arbetsmiljö kommer det att krävas funktionell arbetsplatsbelysning under dygnets mörka timmar. Detta kan tillgodoses genom lämpligt utformade och utplacerade ljuskällor. Det ska balanseras mot krav på låg energiförbrukning. Går masterna över den omgivande skogen kan ljussken nå utanför etableringsområdet. Närmaste bostad är belägen cirka 600 meter bort och påverkas troligen inte av belysningen.

## Driftskede

I driftskedet förutsätts att belysningen blir i stort sett som i dag med belysningsstolpar längs stängslet runt området, infartsvägen och entrépartiet.

## Rivningsskede

I samband med rivning kommer området att lysas upp av strålkastare precis som under uppförandeskedet.

### 9.1.3.9 Avfall

#### Uppförandeskede

I uppförandeskedet antas främst byggavfall som plast, stål och kartong uppkomma, se tabell 9-6. Mängden bedöms understiga en procent av tillförseln av material /9-2/.

Tabell 9-6. Huvudsakliga avfallsmängder totalt under uppförandeskedet.

	Plast	Kartong	Isolering	Papp	Stål	Plåt
(ton)	10	9	2	1,3	38	5

## Driftskede

Målet med avfallshanteringen är att minimera mängden avfall. För att på ett så effektivt sätt som möjligt hantera det avfall som oundvikligen kommer att uppstå kommer inkapslingsanläggningens avfallshantering att samordnas med Clabs hantering. I dag gällande avfallsplan och rutiner på Clab kommer att uppdateras och ersättas med gemensamma rutiner för avfallshanteringen vid Clink. Avfall sorteras och kategoriseras i så stor utsträckning som möjligt, vilket är viktigt för att minimera den mängd som behöver transporteras till SFR.

Radioaktivt driftavfall från inkapslingsanläggningen omfattar framför allt avfall från processer och underhåll. De avfallslag som kommer att uppstå är av samma slag som de som förekommer i Clab. SKB har goda drifterfarenheter från dagens avfallshantering, vilket kan utläsas av de låga stråldoser som hanteringen på Clab ger upphov till. Lågaktivt avfall förs till särskild deponi och medelaktivt avfall gjuts in i betong i Clabs betongingjutningsanläggning. Det ingjutna avfallet transporteras därefter vidare till SFR.

HEPA-filtrer används för rening av luft inom kontrollerat område och förbrukningen uppskattas till 50 filter per år. Filter finns även i inkapslingsanläggningens ventilationsskorsten och i dammsugningsutrustning i hanteringscellen. Det finns två alternativa strategier för filterhanteringen, antingen kan filtren bytas ofta och hanteras som lågaktivt avfall eller också kan de bytas mer sällan och hanteras som medelaktivt avfall. Filterhanteringen kommer att studeras vidare inom ramen för detaljprojekteringen.

Mängden aktivt avfall som slutförvaras i MLA (OKG:s markdeponi för lågaktivt avfall i Simpevarp) förväntas vara i samma storleksordning som för Clab, det vill säga cirka sex ton per år. Den totala mängden för Clink blir därmed tolv ton per år. Avfallet består bland annat av trasor, skyddsutrustning och emballage.

Återanvändning, återvinning och friklassning av material och komponenter i anläggningen kommer att tillämpas i så hög grad som möjligt. Under driftskedet uppkommer cirka 250 kilo kopparspill per kapsel vid bearbetning av svetsen, vilket motsvarar 30 procent av lockets vikt. Baserat på en planerad årlig produktion av 150 kapslar förväntas mängden kopparspill uppgå till 40 ton per år. Kopparspillet kan efter friklassning smältas ner för återvinning. Mängden farligt avfall från m/Sigyn, oljehaltigt länsvatten benämnt sludge, beräknas bli cirka 30 ton.

## Rivningsskede

Vid rivning av Clink kommer merparten av rivningsavfallet att kunna friklassas. En mindre andel kan bli radioaktivt kontaminerat och behöva slutförvaras. Mängden friklassad betong har uppskattats till 298 000 ton och mängden kontaminerad betong till 2 180 ton. Det aktiva rivningsavfallet skickas till slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL). Det friklassade rivningsavfallet kan återanvändas eller sändas till kommunal deponi. Ett alternativ kan vara att lägga avfallet i Clabs berggrum /9-5/.

### 9.1.3.10 Energianvändning

#### Uppförandeskede

I uppförandeskedet används energi vid transporter och för drift av arbetsmaskiner. Energiåtgången har beräknats till cirka 6,6 GWh för hela uppförandeskedet, varav arbetsmaskinerna står för cirka hälften. Utslaget per år uppgår energianvändningen till cirka 1,2 GWh.

Den mängd bränsle, diesel miljöklass 1, som beräknas åtgå under uppförandeskedet är cirka 600 kubikmeter /9-3/.

#### Driftskede

Energiåtgången för transporter under driftskedet har beräknats till cirka 0,5 GWh per år. Den årliga elenergianvändningen för processen i inkapslingsanläggningen har bedömts till 4,5 GWh. Bedömningen är gjord utifrån uppskattade uppgifter om effektbehov och drifttider för processkomponenterna. För drift av fläktar, värmepump och kylmaskin beräknas energiåtgången bli 1,6 GWh per år. Den totala elenergianvändningen i Clink uppskattas till 21 GWh per år. Som jämförelse kan nämnas att den totala elenergianvändningen i Clab under åren 2003–2009 var i medeltal 16–17 GWh per år /9-3/.

För uppvärmning av inkapslingsanläggningen kan värme utvinnas från kylvattnet i Clab. Sannolikt kan cirka 4,3 GWh återvinnas per år, vilket täcker behovet av värmeenergi. Under sommaren behöver inkapslingsanläggningen kylas inomhus. Den värmeenergi som då avges från anläggningen och avleds till havet uppskattas till 0,2 GWh per år /9-2/.

Förbrukningen av diesel för reservkraftaggregaten förväntas bli cirka 3 kubikmeter per år. Bränsleförbrukningen för m/s Sigyns transporter från Clink till slutförvarsanläggningen uppskattas bli cirka 375 kubikmeter diesel per år.

## Rivningsskede

I rivningsskedet åtgår energi vid transporter och för drift av arbetsmaskiner. Energiåtgången har beräknats till cirka 3 GWh för hela rivningsskedet, varav arbetsmaskinerna står för cirka 2,1 GWh. Utslaget per år under rivningsskedet uppgår energianvändningen till cirka 0,5 GWh /9-2/.

### 9.1.3.11 Vattenförbrukning

#### Uppförandeskede

För försörjning av bruksvatten under uppförandeskedet ansluts inkapslingsanläggningen till befintligt vattenledningsnät i Clab (se Driftskede nedan).

#### Driftskede

Inkapslingsanläggningens behov av bruksvatten motsvarar normal kontorsverksamhet. Med 30 anställda uppgår vattenförbrukningen till cirka 1,5 kubikmeter per dygn eller 550 kubikmeter per år /9-2/. Som en jämförelse kan nämnas att den totala vattenförbrukningen för Clab (både bruks- och avjoniserat vatten) under åren 2005 till 2009 var i medeltal cirka 14 300 kubikmeter per år. Den totala



vattenförbrukningen för Clink beräknas bli cirka 16 000 kubikmeter per år. Anslutning sker till befintligt vattenledningsnät vid Clab, som försörjs från kärnkraftverkets vattenverk. Råvatten tas från sjön Götumaren, cirka åtta kilometer nordnordväst om Simpevarp. Inkapslingsanläggningen kommer att kopplas till existerande släckvattensystem för Clab, vilket försörjs från kärnkraftverkets vattenverk.

Mängden kylvatten som tas ut kommer endast att öka marginellt när inkapslingsanläggningen ansluts till Clab.

## Rivningsskede

I rivningsskedet kommer bruksvatten och släckvatten att behövas.

### 9.1.3.12 Resursförbrukning

Totalt cirka 44 000 ton koppar beräknas gå åt för att kapsla in det använda kärnbränslet under en 40- till 50-års-period, vilket kan jämföras med den årliga produktionen i världen på 15,5 miljoner ton. Cirka 82 000 ton järn kommer också att krävas. Den årliga världsproduktionen av järn är så stor att detta endast utgör en mycket liten andel.

## 9.1.4 Effekter och konsekvenser

### 9.1.4.1 Naturmiljö

#### anspråktagande av mark och icke-radiologisk påverkan

Konsekvenser för naturmiljön har studerats i flera utredningar /9-16, 9-17/. Den hållmarkstallskog som tas i anspråk av inkapslingsanläggningen och etableringsområdet under uppförandetiden består av brukad skog som i dag saknar höga naturvärden, se figur 9-13. Enstaka äldre tallar har ett framtidsvärde men naturtypen är vanlig i närområdet och regionen. Några små starrkärr risikerar att försvinna men naturvärdena knutna till dessa bedöms vara begränsade och de har endast en begränsad vattenhållande funktion. Häckningsplatser för rödlistade fåglar saknas inom lokaliseringsområdet och området bedöms inte heller vara något viktigt födosöks- eller rastområde. I anspråktagandet av skogsområdet bedöms därför medföra obetydliga konsekvenser för naturmiljön. Etableringsområdet planeras att återställas efter uppförandeskedet. Om detta genomförs på ett sätt som gör att hållmarkskaraktären består kommer arterna som är knutna till miljön att kunna återkolonisera området. Konsekvenserna för dessa arter blir därmed temporära.

Inkapslingsanläggningens påverkansområde berör delvis riksintresset för Västerviks och Oskarshamns skärgårdar. Som kriterier för riksintresset anges skärgårdens landskapstyp och sällsynta naturtyper i ett väsentligen opåverkat naturområde med rik flora och fauna. Dessa värden påverkas inte av inkapslingsanläggningen. Andra skyddade naturområden som ligger inom påverkansområdet bedöms inte heller påverkas negativt av inkapslingsanläggningen.

Verksamheten vid inkapslingsanläggningen kommer att medföra buller, särskilt under uppförandetiden, i samband med sprängning, transporter och eventuell krossning. De listade fågelarter som bedöms hålla revir/häcka inom påverkansområdet och längs länsväg 743 har varit föremål för studier i samband med genomförda fågelinventeringar mellan åren 2002 och 2004. Ett syfte med studien var att studera hur dessa arter påverkas av buller från borrar. Studien visar inte på några märkbara negativa konsekvenser.

Förutom häckande fiskgjuse ligger alla kända häckningsplatser på stort avstånd från de områden där störningar från inkapslingsanläggningen kan förekomma. Anläggningen ligger även med god marginal utanför den utökade störningszon på 500 meter som anses vara befogad för fiskgjusehäckning. Sammantaget bedöms buller ge upphov till mycket små eller inga konsekvenser för samtliga listade fågelarter inom påverkansområdet, då den genomförda studien visar att flertalet arter inte är känsliga för buller. Konsekvenserna av vibrationer bedöms bli försumbara för djurlivet. Många djur lär sig leva med en sådan störning så länge de inte direkt hotas av den.



Figur 9-13. Del av den hållmarkstallskog vid Clab som tas i anspråk av inkapslingsanläggningen.

Det ökade antalet transporter ger upphov till ökade utsläpp till luft. Dessa bedöms inte medföra några negativa konsekvenser för djur- och växtlivet inom närområdet. Damning längs transportvägar ger konsekvenser för vegetationen i vägrenen men då kända förekomster av känsliga lavar, kärlväxter och mossor saknas längs länsväg 743 bedöms konsekvenserna vara försumbara. Ökad trafik orsakar ökad trafikdödlighet hos djur. Den relativt begränsade trafikökning som inkapslingsanläggningen medför på länsväg 743 medför sannolikt inga konsekvenser för djur.

Inkapslingsanläggningen kommer att lysas upp dygnet runt och permanent belysning kan få konsekvenser för insektsfaunan, vilket i sin tur kan påverka fågelfaunan. Med hänsyn till att Clab och Oskarshamnverket är upplysta i dagsläget bedöms belysningen av inkapslingsanläggningen få försumbara konsekvenser för insekts- och fågelfaunan. Några märkbara konsekvenser bedöms inte heller uppstå för de fladdermöss som har noterats i området.

Utsläpp av förorenat eller grumligt vatten i de närliggande havsvikarna kan påverka växt- och djurlivet negativt. Med hänsyn tagen till planerade åtgärder för hantering av dagvatten vid Clink bedöms konsekvenserna för vattenlevande djur och växter bli små eller obefintliga. Den temperaturförändring av kylvattnet som inkapslingsanläggningen medför bedöms inte ge någon märkbar konsekvens för djur och växter eftersom temperaturen är förhöjd redan i dag och bidraget från inkapslingsanläggningen är marginellt.

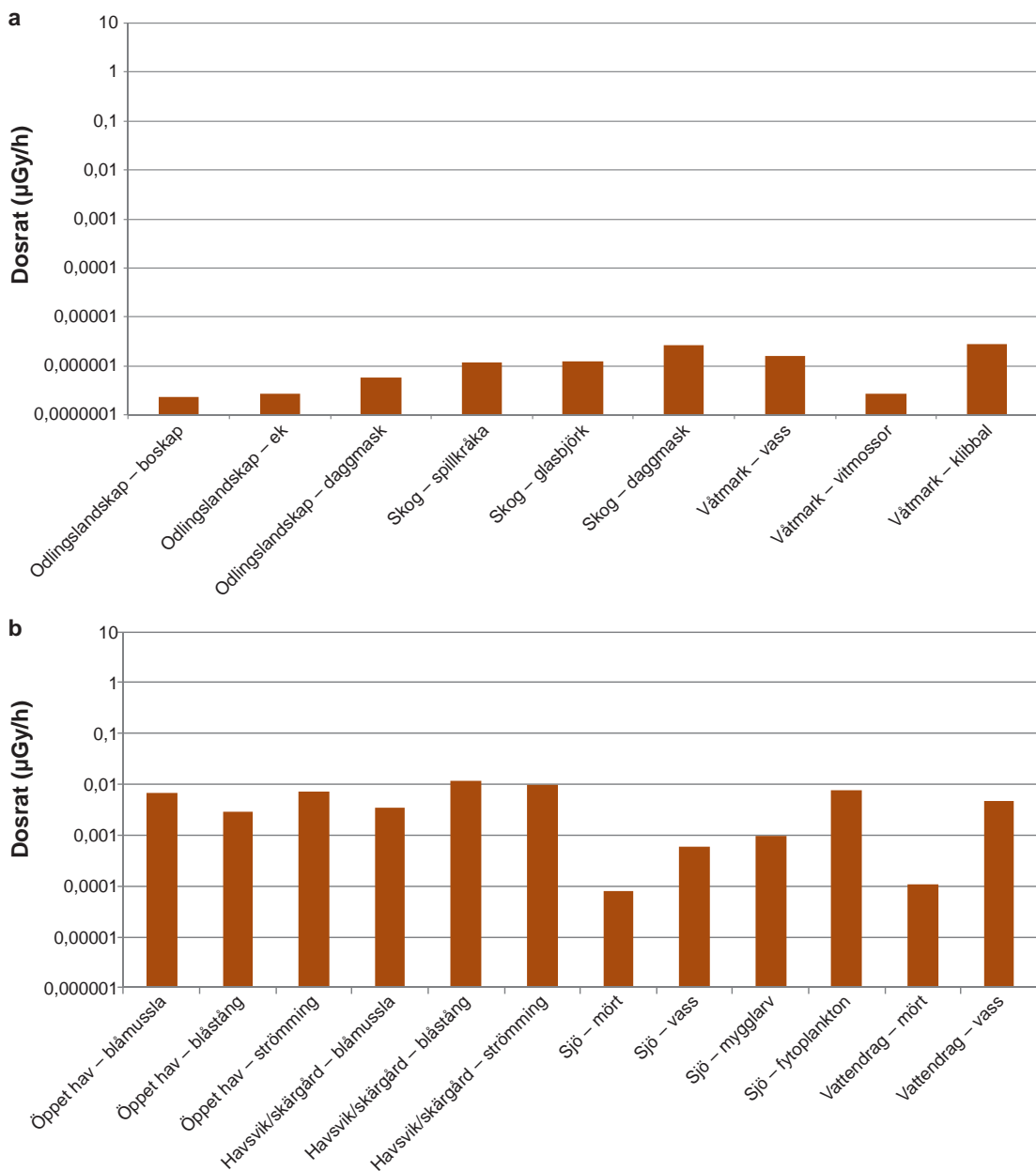
Fartygstransporter av inkapslat kärnbränsle innebär ett tillskott av omkring 15 transporter mellan hamnarna i Simpevarp och Forsmark. I dag görs ungefär 20 till 30 transporter till Clab per år. M/s Sigyn använder trafikerade farleder med minst 200 fartygsrörelser per år och tillkommande sjötransporter bedöms inte påverka botten eller djur- och växtliv i skärgårdsvattnen kring Forsmark och Simpevarp /9-18/.

### Utsläpp av radioaktiva ämnen

Erfarenheter av effekter och konsekvenser för växter och djur orsakade av strålning är oftast begränsade till höga strålningsdoser och det finns för närvarande inget gränsvärde för dosrat avseende djur och växter. Studier av strålningseffekter vid låga strålningsnivåer indikerar dock att inga påvisbara effekter och konsekvenser för djur och växter kan konstateras för dosrater som understiger 10 mikrogram per timme ( $\mu\text{Gy/h}$ ) /9-12/.

Bidrag till dosrat från Clink vid radiologiska utsläpp under normal drift har beräknats för ett antal växt- och djurarter /9-12/. Val av arter baseras på tidigare inventeringar och inkluderar skyddade/skyddsvärda arter samt arter som utgör en nyckelfunktion i ekosystemen, så kallade nyckelarter. Resultat från dosratsberäkningarna för nyckelarter visas i figur 9-14.

Dosratsberäkningarna baseras på ett antal pessimistiska antaganden. Bland annat antas arterna som förekommer i området vistas i de mest exponerade områdena under hela sin levnad medan många djur, speciellt fåglar och däggdjur, rör sig över väsentlig större områden. Trots detta ligger det beräknade bidraget från Clink till dosrater för arter i naturen runt Simpevarpshalvön under eller mycket under 10 µGy/h. Därmed bedöms radiologiska utsläpp från Clink under normal drift inte ge upphov till några konsekvenser för områdets djur och växter.

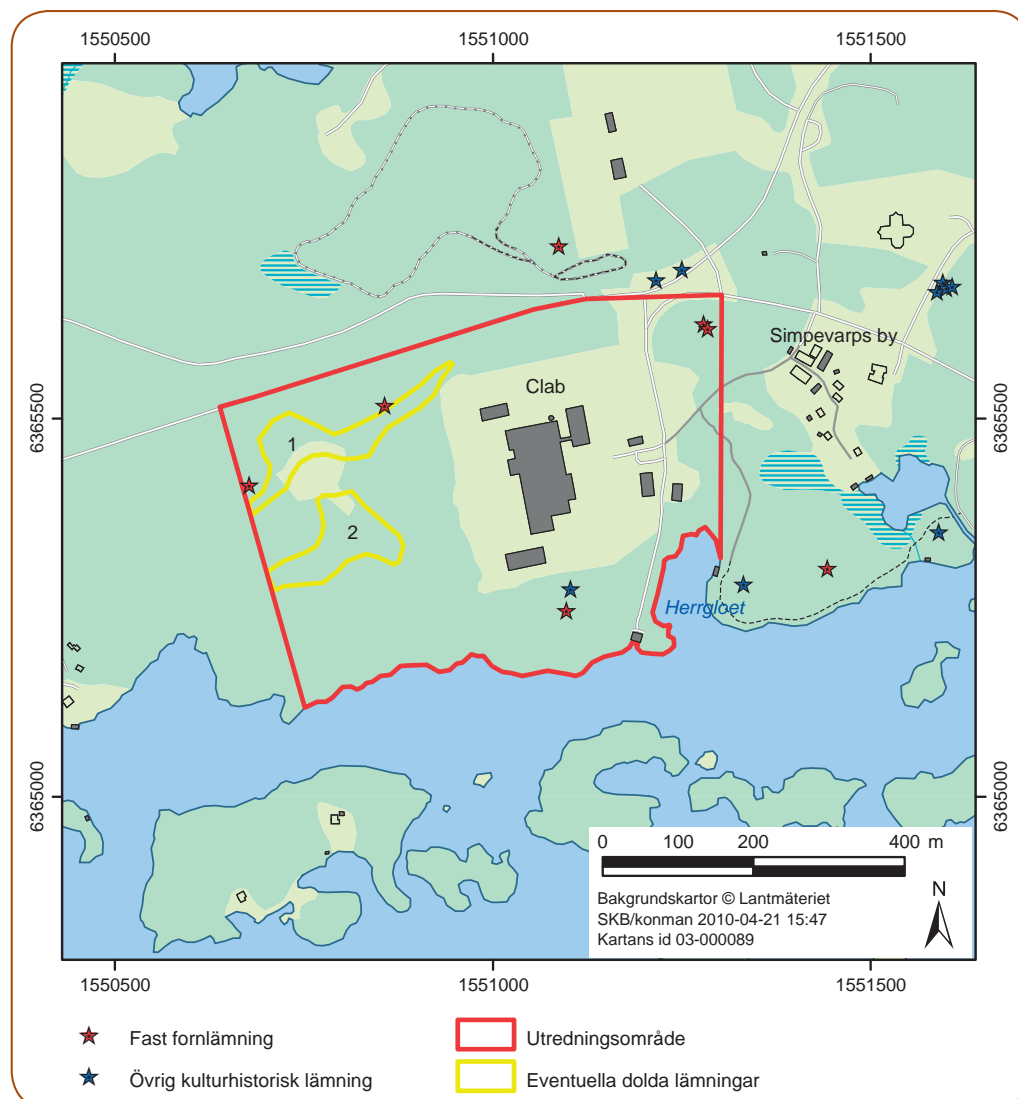


Figur 9-14. Beräknat bidrag från Clink (vid normal drift) till dosrat för nyckelarter i olika naturtyper. a) Landlevande arter b) Vattenlevande arter.

### 9.1.4.2 Kulturmiljö

En kulturmiljöanalys har gjorts för att bedöma de kulturmiljövärden som finns kring Simpevarp och Laxemar /9-19/. Resultatet av analysen har legat till grund för att bedöma vilka konsekvenser etableringen av en inkapslingsanläggning skulle få för kulturmiljön och landskapet vid Simpevarp. Inom det område vid Clab som berörs har även en arkeologisk utredning enligt lagen om kulturminnen genomförts /9-20/. Kända fornlämningar, övriga kulturhistoriska lämningar och områden där dolda fornlämningar kan förekomma redovisas i figur 9-15.

Med tanke på de gravar som förekommer i området och läget vid en bronsåldersvik är det möjligt att förhistoriska boplatser kan komma att beröras. Sannolikt kommer därför en etablering av inkapslingsanläggningen att innebära någon form av provundersökningar (etapp 2 enligt lagen om kulturminnen med mera) i områdets västra delar för att utreda om dolda fornlämningar påverkas. De kända fornlämningar som eventuellt påverkas av etableringen kommer att behöva genomgå en förundersökning där deras status och vetenskapliga värde fastställs. I övrigt berörs ingen prioriterad kulturmiljö av inkapslingsanläggningen.

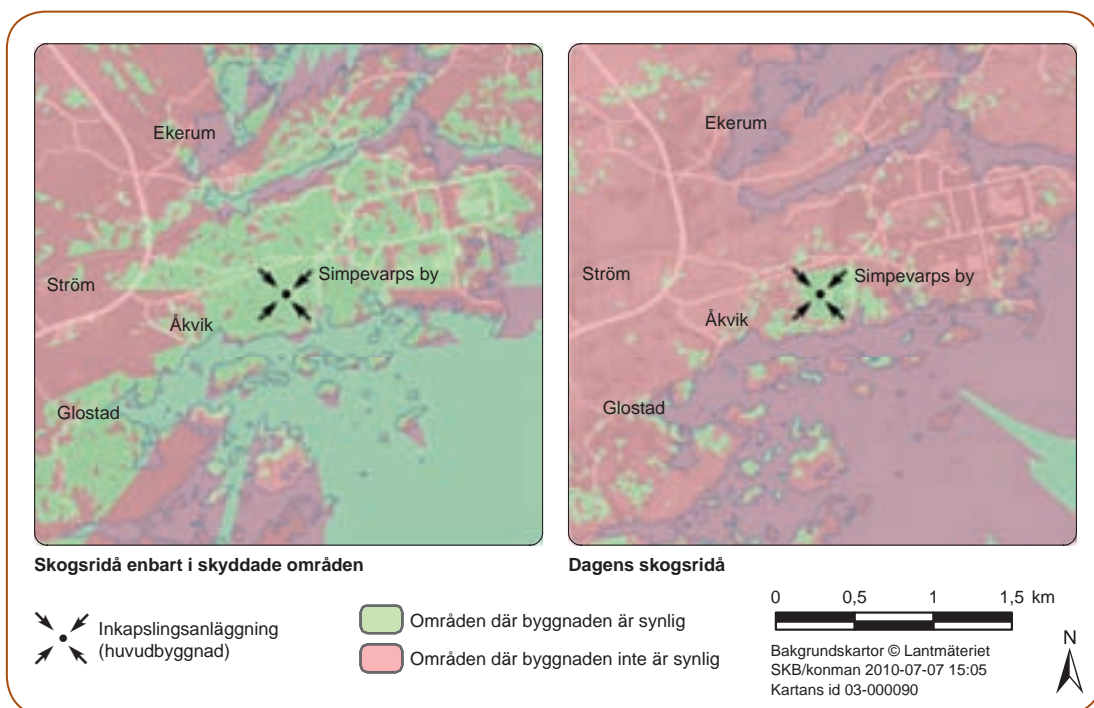


Figur 9-15. Inom det markerade området har arkeologisk utredning genomförts. Stjärnorna redovisar kända fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar. Område 1 och 2 i utredningsområdets västra del utgör områden där det bedöms kunna finnas dolda lämningar.

### 9.1.4.3 Landskapsbild

Eftersom det på Simpevarpshalvön redan finns en etablerad industrimiljö bedöms inkapslingsanläggningen kunna inrymmas utan att områdets karaktär förändras. Inkapslingsanläggningen förläggs huvudsakligen på mark som redan i dag ingår i industriområdet runt Clab och kommer att byggas ihop med Clab.

För att bedöma inkapslingsanläggningens påverkan på landskapsbilden har en siktanalys gjorts. Siktanalysen visar varifrån byggnader inom driftområdet är synliga. Förutom topografin har vegetationen, och särskilt skogen, stor betydelse för hur synlig anläggningen blir. I figur 9-16 visas två skilda scenarier, ett där dagens vegetation behålls och ett där all skog, utom den som är skyddad i till exempel naturreservat, är avverkad. Med dagens vegetation blir anläggningen mindre synlig än om skogen skulle avverkas. Kartorna visar var inkapslingsanläggningens huvudbyggnad är synlig runt om i landskapet. Huvudbyggnaden valdes som utsiktspunkt för siktanalysen då den är högre (cirka 30 meter) än befintliga Clab (25 meter) och därmed orsakar större påverkan på landskapsbilden.



Figur 9-16. Siktanalys för inkapslingsanläggningen där anläggningens huvudbyggnad har använts som utsiktspunkt. Kartan till vänster visar byggnadens synlighet i det omgivande landskapet då endast skyddad skog har behållits medan kartan till höger visar samma siktanalys där dagens vegetation har behållits.



Figur 9-17a och 9-17b. Den vänstra bilden visar befintlig vy från naturstig sydost om Clab. Den högra bilden är ett fotomontage med inkapslingsanläggningen inlagd och visar samma vy efter utbyggnad. Dagens skogsridå döljer till stor del anläggningen.

De båda scenarierna visar skogens roll för att dölja anläggningen mot havet. Andelen lövskog kan också påverka synligheten under vintertiden. Det skogsklädda strandpartiet mellan vattnet och anläggningen bevaras i så stor utsträckning som möjligt. Denna skogsridå med höjdparter döljer i dag Clab från sydväst, från Strömsö. Landskapsbilden för betraktare utifrån skärgården blir därför till stor del oförändrad från detta håll. Från sydost, från Långskär och småbåtshamnen, är skogsridån glesare och Clab syns från vattnet. Från detta håll kommer inkapslingsanläggningen att förändra byggnadens silhuett, se figur 9-17a och 9-17b.

#### 9.1.4.4 Boendemiljö och hälsa

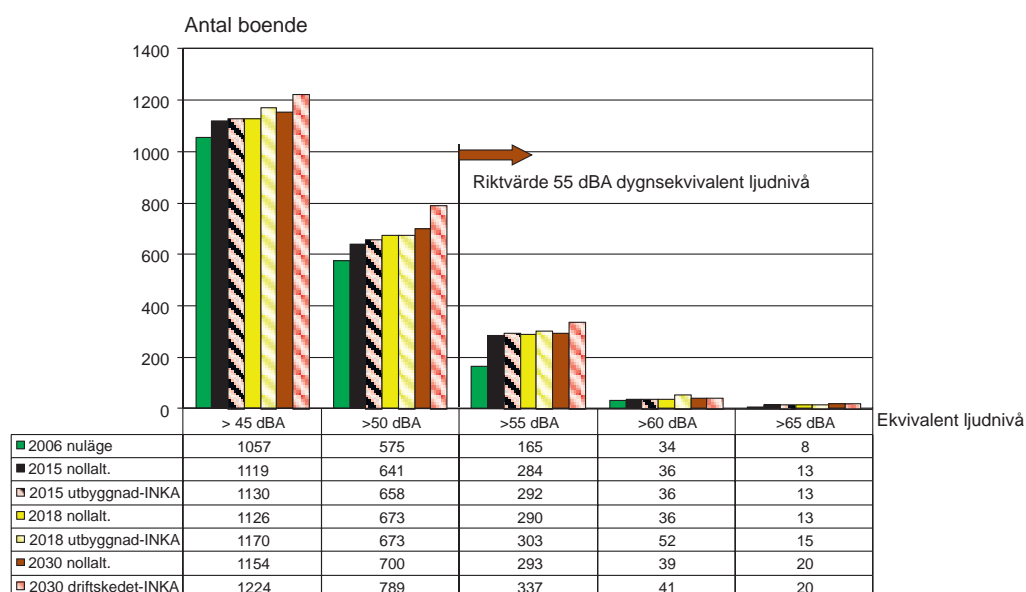
##### Buller och vibrationer

En bullerutredning har gjorts för uppförande- och driftskedet /9-8/. Till följd av buller från vägtransporter kommer maximalt ytterligare drygt 40 boende att exponeras för dygnsekvivalent ljudnivå över gällande riktvärde 55 dBA om inkapslingsanläggningen byggs, se figur 9-18. Antalet händelser med maximala ljudnivåer, som uppstår vid passage av tunga fordon, kommer att öka proportionellt med antalet tunga fordon som passerar. Transportrelaterade hälsoeffekter av inkapslingsanläggningen, till exempel sömnproblem, kan uppstå i ringa omfattning på grund av det ökade antalet tunga transporter.

Under uppförandeskedet visar bullerberäkningar, med bergbörning och krossning på plats, att riktvärden för byggbuller underskrids dagtid vid närmast belägna bostäder utan att bullerdämpande åtgärder behöver vidtas. För kvällar och nätter behöver borrtrustning och mobil kross skärmas av för att riktvärdena inte ska överskridas. Riktvärden för lågfrekvent ljud inomhus kommer inte att överskridas för normalt ljudisolerade hus då ljudnivåerna är låga. Med planerade åtgärder förväntas inga hälsokonsekvenser uppstå.

Vibrationer kan ge upphov till störd komfort för människor som vistas i byggnaderna. Vibrationer i bjälklag, större än 0,4 mm/s men mindre än 1,0 mm/s, bedöms som "måttligt störande" enligt SS 460 48 61 (Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader) /9-21/. Av tabell 9-2 framgår att sannolikheten för störning är liten och då betydligt lättare fordon än vad som anges i tabellen kommer att användas vid transporter till och från inkapslingsanläggningen förväntas inga nämnvärda vibrationsstörningar uppstå för boende längs transportvägarna.

Eftersom sprängladdningarna vid sprängningsarbeten för inkapslingsanläggningen dimensioneras av vibrationskänslig utrustning i Clab bedöms störningen för boende i närområdet bli begränsad.



Figur 9-18. Sammanställning av antalet boende exponerade för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall utmed sträckan mellan anläggningarna på Simpevarpshalvön och Oskarshamns hamn.

## Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

För kärntekniska anläggningar finns krav på att dos till kritisk grupp från anläggningar inom samma geografiska område inte får överskrida 0,1 millisievert per år. Doskravet ska därför tillämpas gemensamt för kärnkraftverket och Clink. Utsläppen av aktivitet från befintliga kärntekniska anläggningar, kärnkraftverket och Clab utgör mindre än en hundradel av gränsvärdet.

Årlig dos till kritisk grupp till följd av aktivitetsutsläpp till luft har uppskattats till  $1 \cdot 10^{-6}$  millisievert för inkapslingsanläggningen och  $3 \cdot 10^{-6}$  för Clink som medelvärde. En pessimistisk prognos för aktivitetsutsläpp till vattenrecipienten för Clink, baserad på utsläppsstatistiken för Clab fram till år 2009, redovisas i tabell 9-7.

Det sammanlagda bidraget, från såväl utsläpp till luft som till vatten från Clink, till dos till kritisk grupp förväntas därmed bli närmast försumbart i förhållande till gränsvärdet.

Tabell 9-7. Statistik och prognoser för dos till kritisk grupp från aktivitetsutsläpp till vatten.

	Clab medelvärde 2003–2009	Clab medelvärde 1995–2007	Clink pessimistisk prognos
Dos [mSv/år]	$4 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-4}$

## Utsläpp av övriga ämnen till luft

Enligt Oskarshamns kommuns översiktsplan står industriernas utsläpp för det största tillskottet av svavelföreningar till luften, medan trafiken står för det största tillskottet av kväveoxider i kommunen. En annan stor utsläppskälla är den ökande användningen av vedeldning i bostäder.

En jämförelse med de förväntade utsläppen från arbetsmaskiner, lastbilar och personaltransporter med bil visar att dessa utsläpp endast bidrar marginellt till de totala utsläppen i länet. De totala utsläppen av kväve i Kalmar län år 1996 uppgick till 10 343 ton  $\text{NO}_x$ , vilket kan jämföras med de två ton per år som Clink kommer att ge upphov till som mest. De totala utsläppen av koldioxid från bensen och diesel uppgick år 2000 till 613 394 ton /9-22/, jämfört med 504 ton per år som mest för Clink med tillhörande transporter på land.

Spridningsberäkningar samt beräknade haltbidrag från Clink för både kväveoxider och partiklar ( $\text{PM}_{10}$ ) visar på mycket låga halter /9-13/.

Utsläppen till luft från Clink, inklusive sjötransporter och transporter på land, bedöms inte vara av den omfattningen att de medför någon risk för överskridande av miljö kvalitetsnormerna för luft. På land är det osannolikt att de obetydliga eller mycket låga tillskott som verksamheten medför skulle orsaka några hälsokonsekvenser för den lokala befolkningen. Sjötransporter till och från Clink sker i de allmänna farlederna och bedöms inte ge något betydande bidrag i förhållande till övrig trafik.

### 9.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor

#### 9.1.5.1 Miljörisker

Clink kan, förutom den kärntekniska verksamheten, ses som en vanlig industrianläggning. Olika händelser i och med uppförande, drift och rivning kan medföra risker för egendom, tredje man och yttre miljö. En miljöriskanalys har gjorts för inkapslingsanläggningens samtliga skeden /9-23/.

#### Uppförandeskede

Miljöriskerna förekommer huvudsakligen i samband med uppförandeskedet och skiljer sig i de flesta fall inte från de risker som förekommer vid varje stort byggprojekt. Några miljörisker för Clab på grund av uppförandet av inkapslingsanläggningen har inte identifierats. De större riskerna utgörs av utsläpp av olja, diesel eller andra ämnen inom byggområdet. Oljeutsläpp kommer att förebyggas genom regelbundna arbetsplatsbesiktningar av arbetsfordon och lastbilar. Diesel-

tankar placeras på hårdgjord yta med invallning och utrustas med överfyllnings- och påkörnings-skydd. Om ett utsläpp ändå skulle ske kommer det att finnas beredskap för detta på arbetsplatsen, till exempel genom att absorptionsmedel finns tillgängligt.

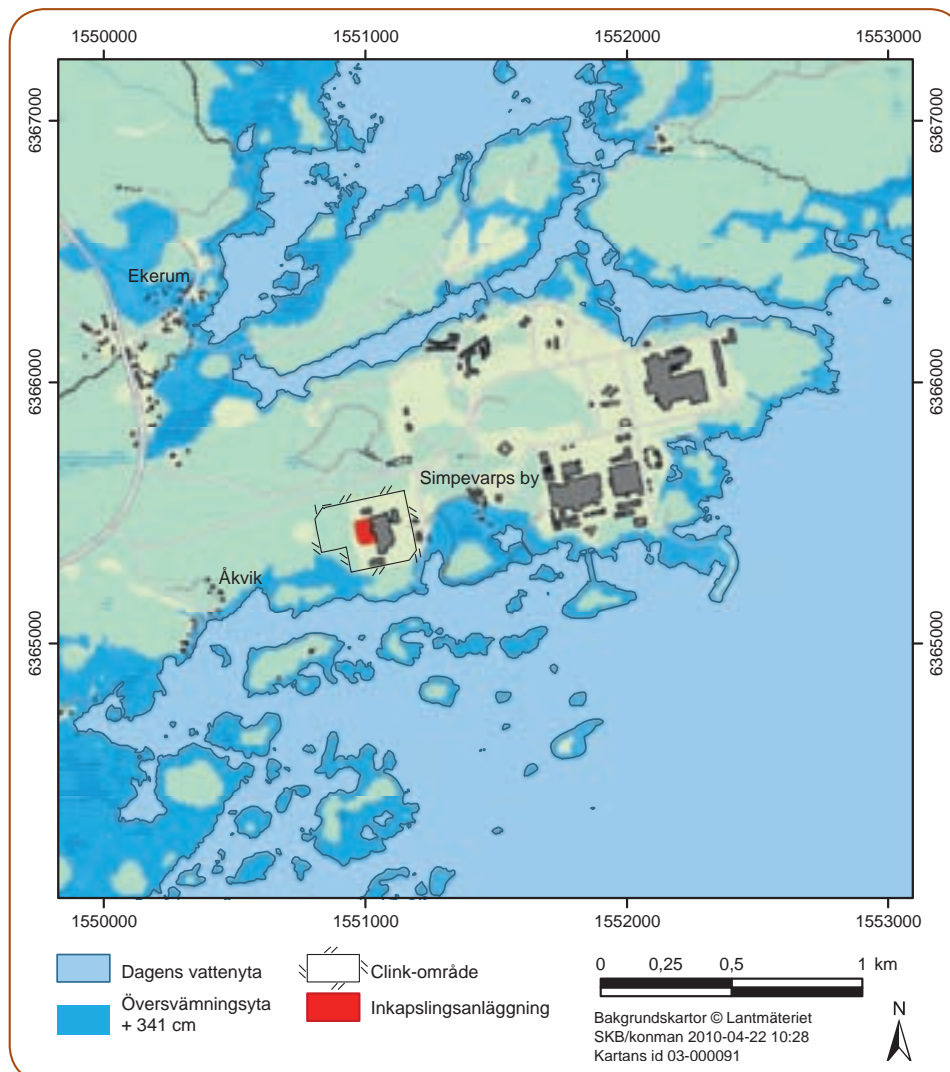
## Driftskede

Under driftskedet minskar miljöriskerna. Kvar är huvudsakligen risken för diesel- eller oljeutsläpp inom anläggningen eller längs färdvägen i samband med transporter med lastbil eller landtransportfordon för kapslar. Längs transportvägen (länsväg 743) saknas vattentäcker. Den allmänna riskbilden är låg längs vägen och säkerhetshöjande åtgärder har vidtagits.

Oljeutsläpp kan även ske i samband med fartygsolyckor. Sannolikheten för att en fartygsolycka med m/s Sigyn skulle inträffa är låg.

Risk för översvämningar på grund av höjda havsnivåer har studerats då globala klimatförändringar kan leda till en höjning av havsnivån. En kombination av beräkningar för den globala havsnivåhöjningen med framtida årsextremer på grund av tillfälliga vädersystem ger en maximal havsnivå vid Simpevarps halvön år 2100 som är 341 centimeter högre än dagens nivå /9-24/. Figur 9-19 visar var kustlinjen skulle gå vid en sådan ökning.

Kartan kan ses som ett "värsta fall"-scenario under drifttiden och visar att enbart intagsbyggnaden för kylvatten kommer att påverkas och stå under vatten.



Figur 9-19. Område som riskerar att översvämmas vid en extrem havsnivå om +341 centimeter i Simpevarp år 2100.



## Rivningsskede

Vid rivning av Clink uppstår miljörisiker såsom läckage/utsläpp av miljöfarliga ämnen och utsläpp av syror som används vid dekontaminering /9-23/. Konsekvenser kan begränsas genom planerade åtgärder såsom /9-5/:

- att inventering och sanering av eventuellt miljöfarliga ämnen görs innan rivning startar,
- att befintliga system och anläggningar för avfallshantering i närområdet utnyttjas i möjligaste mån,
- att system för att ta hand om övrigt avfall, till exempel skärvätskor, byggs upp.

Risk för översvämning föreligger inte i rivningsskedet.

### 9.1.5.2 Radiologisk säkerhet och strålskydd

#### Transport av använt kärnbränsle

Säkerheten vid transport av använt kärnbränsle garanteras genom särskilda krav på transportsystemet där transportbehållare, fartyg och terminalfordon utgör de viktigaste komponenterna. Det är i första hand transportbehållarna som garanterar den höga säkerheten. Behållarens förmåga att motstå stora påfrestningar vid olyckor verifieras genom tester och beräkningar. Den ska behålla både täthet och strålskärningsegenskaper vid fritt fall från nio meters höjd mot stumt underlag, vid fritt fall från en meters höjd mot ett spetsigt föremål, när den utsätts för 800 °C under 30 minuter och vid övertryck motsvarande nedsänkning under 200 meters vatten under minst en timme. Transportbehållarna klarar därmed mycket svåra olyckor utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen /9-4/.

#### Radiologisk säkerhet och strålskydd i inkapslingsanläggningen

Nedan redovisas radiologisk omgivningspåverkan vid störningar och missöden i inkapslingsanläggningen. Motsvarande för Clab redovisas under avsnitt 8.1.5.2.

Störningar är händelser som kan inträffa någon gång under inkapslingsanläggningens livstid. Störningarna kan leda till att processen måste stoppas och att bränslet eventuellt måste återföras till Clab, men de ska inte leda till att bränslet skadas eller till radiologiska konsekvenser för omgivningen. Exempel på störningar som analyseras i den preliminära säkerhetsredovisningen är bortfall av elförsörjning, komponentfel i processer och hanteringssystem (till exempel bortfall av ventilation och av kylning i bassänger), operatörsfel, vattenläckage och inre översvämning, aktivitetsläckage, datorbortfall och begränsad brand.

Missöden är osannolika händelser som inte förväntas inträffa någon gång under inkapslingsanläggningens livstid, men som ska analyseras för att demonstrera anläggningens förmåga att hantera dem med acceptabla konsekvenser för personal och omgivning. Missöden som analyseras i den preliminära säkerhetsredovisningen är till exempel brand av större omfattning, långvarig förlust av kylning, stort läckage från bassänger, olika hanteringsmissöden (till exempel tappad transportkassett eller bränsleelement) samt jordbävning och annan yttre påverkan.

Omgivningspåverkan som innebär en helkroppsdos för tredje man har beräknats för missöden i inkapslingsanläggningen. Beräkningar har gjorts för normalväder och två olika typer av extremväder: (A) låg vindhastighet och instabila väderförhållanden samt (B) hög vindhastighet och stabila förhållanden. Typ A ger höga doser nära anläggningen medan typ B ger spridning av aktivitet över stora områden. För varje vädertyp har dosen beräknats för olika avstånd: 200 meter, 500 meter, två kilometer, tre kilometer och tio kilometer. Utsläppshöjden 20 meter och utsläppstiden en timme har antagits i beräkningarna. Omgivningspåverkan har beräknats för tappad bränslehisskorg, tappad transportkassett samt tappad kopparkapsel. Dessa tre händelser har använts eftersom de utgör typer av missöden som kan ge upphov till störst mängd skadat bränsle och kan betraktas som paraplyfall för andra missöden i inkapslingsanläggningen.

Den största helkroppsdosen beräknas uppstå vid extremväder typ A på 200 meters avstånd från anläggningen. Helkroppsdosen beräknades vid dessa förhållanden till 0,00065 millisievert i samband med tappad bränslehisskorg, 0,0029 millisievert i samband med tappad transportkassett och 0,041

i samband med tappad kopparkapsel. Acceptanskriteriet för omgivningsdos för den typen av händelser är 50 millisievert och underskrids med marginal vid samtliga scenarier.

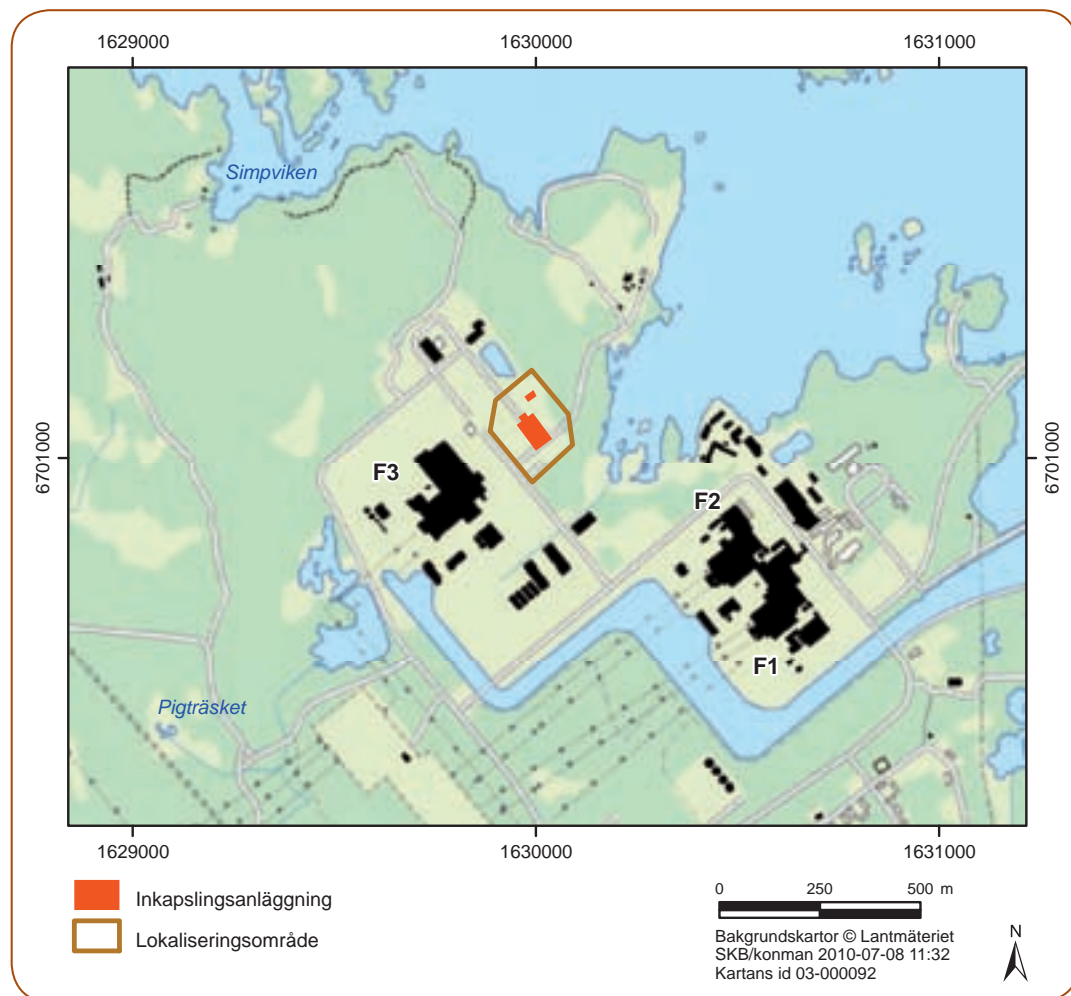
Påverkan på ekosystem i samband med missöden har beräknats för händelsen ”tappad kopparkapsel eller transportkassett” då den bedöms ge det största utsläppet. Aktivitetskoncentrationer för de naturtyperna som förekommer i omgivningarna runt Simpevarpshalvön har beräknats för krypton-85, jod-129, cesium-134 och cesium-137 och redovisas i /9-12/.

## 9.2 Övervägt alternativ – Forsmark

Som ett alternativ till att förlägga inkapslingsanläggningen intill Clab på Simpevarpshalvön har SKB utrett en placering i närheten av kärnkraftverket i Forsmark.

### 9.2.1 Anläggningsutformning

Här ges en översiktlig redovisning av inkapslingsanläggningens utformning vid en placering i Forsmark. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till /9-25/. Den övervägda platsen i Forsmark har ändrats jämfört med vad som redovisas i rapporten, men de tekniska lösningarna och utformningen av byggnaderna påverkas inte av detta. Den övervägda lokaliseringen presenteras i figur 9-20.



Figur 9-20. Lokalisering av inkapslingsanläggningen för det övervägda alternativet i Forsmark.

Inkapslingsanläggningen består av en huvudbyggnad som ska inrymma inkapslingsverksamheten och övrigt som behövs för drift, service och transporter. Inom anläggningen kommer också att finnas en reception och en utställning för besökare. Hela anläggningen placeras ovan mark. Ny infrastruktur skulle behövas, men den hade kunnat samordnas med kärnkraftverket och slutförvarsanläggningen. Inkapslingsanläggningen skulle dimensioneras för samma produktionskapacitet och drifttid som för den sökta verksamheten med placering intill Clab.

### 9.2.1.1 Bränslehantering

En väsentlig skillnad mellan en inkapslingsanläggning vid Clab och i Forsmark är bränslets hantering och förberedelse inför inkapslingen. Bränslemottagningen i Forsmark skulle ske torrt och sortering och torkning av bränslet, samt eventuellt verifierande bränslemätningar, skulle i stället göras i Clab före en transport till Forsmark. Det innebär att Clab till vissa delar skulle behöva byggas om och kompletteras med utrustning.

### 9.2.1.2 Vattenförsörjning och vattenhantering

För försörjning av bruksvatten och avjoniserat vatten (för användning inom kontrollerat område) skulle inkapslingsanläggningen kunna anslutas till befintligt vattenverk som försörjer Forsmarksverket. Spillvatten kan renas i Forsmarksverkets reningsverk före utsläpp i kylvattenkanalen och vidare ut i Asphällsfjärden.

## 9.2.2 Verksamhetsbeskrivning

### 9.2.2.1 Uppförandeskede

Den torra hanteringen av det använda kärnbränslet innebär att inga bassänger skulle behövas i Forsmarksalternativet, och därmed ingen omfattande sprängning och krossning av berg. Inga extra ytor utöver planerat verksamhetsområde skulle behöva tas i anspråk. I övrigt bedöms byggverksamheten inte skilja sig från uppförandet av en inkapslingsanläggning intill Clab.

### 9.2.2.2 Driftskede

Bränslemottagningen vid en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle ske torrt, utan behov av vattenfyllda bassänger.

## Förändringar i Clab

Driften av Clab skulle i huvudsak inte skilja sig från vad som beskrivits för den sökta verksamheten. För att kunna sortera och torka bränslet, samt göra eventuella mätningar av bränsleelement före transport till Forsmark, skulle vissa förändringar behöva göras. Kompletterande utrustning kan installeras i befintliga utrymmen.

Hantering och mätning av bränsleelementen skulle kunna ske i komponentbassängen i Clab. Den skulle i så fall behöva kompletteras med nya positioner för kassetter och en del utrustning skulle behöva flyttas till annan bassäng. En ny hanteringsmaskin och mätutrustning för gammastrålning skulle behövas. Torkutrustning för torkning av det använda kärnbränslet skulle installeras i ett utrymme som ansluts till en befintlig nedkylningcell.

Avfallsanläggningen i Clab skulle behöva kompletteras med utrustning för att ta emot och hantera det radioaktiva avfallet från inkapslingsanläggningen.

## Transporter av använt kärnbränsle

Transporter av icke inkapslat använt kärnbränsle från Clab till inkapslingsanläggningen skulle ske med sjötransport och inte skilja sig på något markant sätt från dagens bränsletransporter mellan kärnkraftverken och Clab. Skillnaden är att det bränsle som fraktas till inkapsling har avklingat i flera decennier och därmed innehåller betydligt mindre mängder radioaktiva ämnen och avger mindre resteffekt (10–15 procent av resteffekten vid bränsletransporter till Clab).

I SKB:s transportsystem finns i dag tio transportbehållare för använda bränsleelement. Samma, eller liknande behållare, som används för bränsletransporter till Clab kan användas för transporter därifrån. Den genomsnittliga deponeringstakten är planerad till cirka 150 kapslar per år. Årligen ska då motsvarande mängd bränsleelement transporteras till inkapslingsanläggningen. Detta motsvarar ett tjugotal fartygstransporter. Antalet nytillkomna fartygstransporter till och från hamnen i Forsmark förväntas dock bli lägre, tack vare att samplanering kan göras med de övriga fartygstransporter som ska genomföras under samma tidsperiod.

De landtransporter som skulle bli aktuella med de givna förutsättningarna är:

- transportbehållare med icke inkapslat bränsle, från Clab till hamnen i Simpevarp,
- transportbehållare med icke inkapslat bränsle, från hamnen i Forsmark till inkapslingsanläggningen,
- transportbehållare med inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen till deponering i slutförvarsanläggningen i Forsmark.

De två typer av transportbehållare som blir aktuella (för icke inkapslat respektive inkapslat bränsle) skulle ha snarlik storlek och hanterlighet. De kan transporteras med samma typ av fordon.

De sträckor som är aktuella är i Simpevarp cirka två kilometer från hamnen och i Forsmark cirka fyra kilometer från hamnen.

## Övriga transporter

Övriga transporter till och från inkapslingsanläggningen skulle huvudsakligen gå på tillfartsvägen till kärnkraftverket och på riksväg 76. Trafikmängden på riksväg 76 är i dag cirka 2 000 fordon per dygn (årsmedelvärde) och motsvarande trafikmängd mellan Forsmarks samhälle och kärnkraftverket är cirka 850 fordon per dygn.

Det totala antalet transporter blir fler i driftskedet vid en inkapslingsanläggning i Forsmark i förhållande till en anläggning vid Clab. Det beror på att man i Clab kan samutnyttja personal om anläggningarna byggs intill varandra, vilket innebär färre antal tillkommande personaltransporter. De tunga transportererna under uppförandeskedet blir något färre i Forsmark än i Oskarshamn beroende på att inga bassänger byggs, vilket skulle kräva borttransport av bergmassor, se tabell 9-8.

Tabell 9-8. Uppskattat totalt antal tillkommande transporter på väg till och från en inkapslingsanläggning i Forsmark under olika skeden.

	Uppförandeskede etapp 1 (år 0–3,5)	Uppförandeskede etapp 2 (år 3,5–7)	Driftskede	Rivningsskede
Totalt tillskott av transporter per dygn (st/dygn, t o r) <sup>1</sup>	150	70	120	30
Antal tunga transporter per dygn (st/dygn, t o r) <sup>1</sup>	30	14	12	10

<sup>1</sup>) Räknat med 230 arbetsdagar per år (fem arbetsdagar i veckan).

### 9.2.2.3 Rivning

En preliminär avvecklingsplan som tagits fram för inkapslingsanläggningen beskriver rivningsarbetet för en anläggning placerad i Forsmark /9-26/.

Rivningen av inkapslingsanläggningen och Clab skulle sammanfalla i tiden eftersom de är beroende av varandra. En preliminär avvecklingsplan har tagits fram för rivningen av Clab /9-27/.

## 9.2.3 Påverkan

### 9.2.3.1 Lanspråktagande av mark

Inkapslingsanläggningen kan placeras inom kärnkraftverkets befintliga verksamhetsområde intill reaktorblock 3, se figur 9-21. Förläggingsområdet omfattar cirka 30 000 kvadratmeter och utöver det tillkommer en parkeringsyta på 40×100 meter. Området består i dag av en grusplan med buskar samt asfalterade ytor. Resterande mark som skulle behöva tas i anspråk under uppförande-, drift- och rivningsskede är befintlig industrimark.



Figur 9-21. Reaktorblock 3 i Forsmark, där den röda markeringen visar det område som övervägts för en lokalisering av inkapslingsanläggningen.

### 9.2.3.2 Påverkan på grundvattennivå

Inga undermarksanläggningar planeras i Forsmark. Därför skulle det inte bli någon påverkan på grundvattennivån vare sig under uppförande-, drift- eller rivningsskedet.

### 9.2.3.3 Buller och vibrationer

Under uppförandeskedet skulle bullrande arbetsmoment förekomma, men då hela anläggningen skulle placeras ovan mark behövs ingen omfattande sprängning, bergborrning eller krossning. De bullerberäkningar som har gjorts visar att gällande riktvärden för byggbuller kan klaras.

Vibrationsnivåerna skulle inte förändras till följd av trafiken eftersom tunga transporter redan förekommer på vägarna i området.

Liksom för inkapslingsanläggningen vid Clab skulle ventilationsfläktar vara de dominerande bullerkällorna under driftskedet. Bullerdämpande åtgärder för fläktar kan vidtas för att klara gällande riktvärden.

### 9.2.3.4 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

#### Uppförandeskede

Inga radioaktiva ämnen skulle hanteras i uppförandeskedet.

#### Driftskede

De moment som utförs i Clab före transporten av icke inkapslat kärnbränsle till Forsmark ger ingen skillnad i utsläpp av radioaktiva ämnen i förhållande till om arbetet i stället utförs i en inkapslingsanläggning vid Clab. Det är samma moment (mätning, sortering och torkning) som utförs och det är samma reningssystem och utsläppspunkter som utnyttjas. Under transport av icke inkapslat kärnbränsle till Forsmark sker inga utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen.

I en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle kärnbränslet hanteras torrt, vilket gör att aktivitet i första hand avges till luft och inte till vatten. Luftburen aktivitet uppkommer främst i hanteringscellen och i stationen för atmosfärsbyte och täthetsprovning. Ventilationssystemet skulle utformas på samma sätt som i inkapslingsanläggningen vid Clab med samma typ av reningssystem.

#### Rivningsskede

Enligt den avvecklingsplan som gäller för båda lokaliseringarna kan rivningen genomföras med låg dos till personal /9-26/.

### 9.2.3.5 Icke-radiologiska utsläpp till luft

Några beräkningar av utsläppsnivåer har inte gjorts för alternativet att förlägga inkapslingsanläggningen i Forsmark. Genom att jämföra antalet transporter och antagna körsträckor med de antaganden som gjorts för utsläppsberäkningar för inkapslingsanläggningen vid Clab kan man få en ungefärlig uppfattning om utsläppsnivåerna /9-13/.

#### Uppförandeskede

Antalet transporter under uppförandeskedet blir färre i förhållande till den sökta verksamheten vid Clab. Särskilt de tunga transportererna blir färre eftersom ingen undermarksanläggning ska byggas. Dessutom är byggnadsvolymen något mindre, vilket gör att antalet transporter av byggnadsmaterial till en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle bli något färre. Eftersom ingen sprängning kommer att ske blir det heller inga utsläpp av kväve. Det resulterar sammantaget i mindre utsläpp till luft under uppförandeskedet än vad som kan förväntas om inkapslingsanläggningen byggs vid Clab.

#### Driftskede

Under driftskedet består större delen av transportererna av externa transporter som personal-, besöks- och servicetransporter. Om inkapslingsanläggningen skulle placeras i Forsmark blir antalet personaltransporter fler eftersom en ny organisation måste byggas upp för drift av inkapslingsanläggningen. Ungefär samma avstånd för transportererna antas som för inkapslingsanläggningen vid Clab (30 kilometer) för att täcka in transporter från Östhammar och Öregrund. Eftersom personaltransporterna blir fler kommer utsläppen från personbilar att vara större för en inkapslingsanläggning i Forsmark.

En tillkommande transport som inte finns för den sökta verksamheten med inkapslingsanläggning vid Clab är transport av icke inkapslat bränsle från Clab till Forsmark. Med en inkapslingsanläggning vid Clab kommer dock transport av inkapslat bränsle att ske, med samma typ av fartyg och i ungefär samma utsträckning. Utsläppen till sjöss skulle därmed vara likvärdiga.

Processen i anläggningen ger upphov till mycket små utsläpp till luft.

### 9.2.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

#### Uppförandeskede

Det dagvatten som uppstår i uppförandeskedet kan innehålla oljespill och partiklar. Mängden dagvatten har, utifrån uppgifter om årsnederbörd och storlek på den yta som tas i anspråk, beräknats till cirka 17 kubikmeter per dygn. För hanteringen av dagvattnet har en kombination av olika lösningar föreslagits. En del av dagvattnet kan infiltreras på plats eller ledas till omgivande skogsmarker för infiltration. Avloppsvatten kan renas i Forsmarksverkets reningsverk före utsläpp i Öregrundsgrepen.

#### Driftskede

Under driftskedet uppkommer dagvatten från takytor och sparsamt trafikerade ytor med förväntat lågt föroreningsinnehåll. Flödet har beräknats bli detsamma som under uppförandeskedet, cirka 17 kubikmeter per dygn. Dagvattenhanteringen skulle vara densamma som i uppförandeskedet.

### 9.2.3.7 Ljussken

Byggnadsarbetena skulle huvudsakligen ske under dagtid, som för den sökta verksamheten. Anläggningen skulle troligen belysas på samma sätt som kärnkraftverket.

### 9.2.3.8 Avfall

De avfallsmängder som kan uppstå under uppförande- och driftskede är ungefär desamma som den uppskattning som gjorts för en inkapslingsanläggning vid Clab. Ett golvdränagesystem skulle behöva anläggas för behandling av vätskeformigt radioaktivt avfall. Kvarvarande vätskeformigt avfall efter behandling kan samlas upp i fat för vidare transport till Clab. Ett 200-liters fat per arbetsdag bedöms vara maximal produktion /9-25/.

Mängden rivningsavfall vid rivning av inkapslingsanläggningen skulle bli något mindre om den placerades i Forsmark eftersom byggnadsvolymen är mindre. Mängden friklassad betong har uppskattats till 70 000 ton medan mängden kontaminerad betong har uppskattats till 1 400 ton. Vid rivning av Clab kommer emellertid mängden rivningsavfall att bli större jämfört med sökt alternativ eftersom viss ombyggnad och utökning av mängden utrustning kommer att behöva genomföras där /9-26/.

### 9.2.3.9 Energianvändning

Under uppförande- och rivningsskedet har energianvändningen uppskattats till 80 procent av beräknad energiåtgång för en inkapslingsanläggning vid Clab. Detta baseras på att byggnadsvolymen i Forsmark är cirka 80 procent av byggnadsvolymen vid Clab /9-28/.

Under driftskedet bedöms energianvändningen vara oberoende av platsvalet. Kylvatten från kärnkraftverket kan användas för uppvärmning av inkapslingsanläggningen.

### 9.2.3.10 Vattenförbrukning

Beräknat på en personalstyrka på 75–80 personer går det åt cirka fem kubikmeter vatten per dygn /9-28/, vilket är mer än för anläggningen vid Clab där personalstyrkan planeras bli mindre. En mindre mängd avjoniserat vatten kommer att användas eftersom det inte skulle anläggas någon bassäng i inkapslingsanläggningen i Forsmark.

## 9.2.4 Effekter och konsekvenser

### 9.2.4.1 Naturmiljö

Eftersom området för den övervägda lokaliseringen i Forsmark inte har några höga naturvärden och ligger inom redan ianspråktagen industrimark skulle en placering av inkapslingsanläggningen där få små till obefintliga konsekvenser för naturmiljön. Oavsett om inkapslingsanläggningen placeras vid Clab i Oskarshamn eller i Forsmark kommer den att placeras i ett område som är starkt präglad av industriell verksamhet.

De studerade rödlistade fågelarterna inom påverkansområdet håller en stabil population och påverkades inte nämnvärt av buller från provborringar för slutförvaret /9-29/. Då bullret från inkapslingsanläggningen skulle vara begränsat förväntas inga negativa konsekvenser för fågellivet. Det ökade antalet transporter skulle ge upphov till ökade utsläpp till luft. Dessa bedöms inte medföra några negativa konsekvenser för djur- och växtlivet inom närområdet. Det finns inga kända förekomster av känsliga lavar, mossor och kärlväxter längs transportvägarna.

Alla utsläpp till vatten skulle tas om hand och konsekvenserna för vattenlevande djur och växter har bedömts bli små eller obefintliga.

### 9.2.4.2 Kulturmiljö och landskap

Eftersom den övervägda lokaliseringen ligger inom ett ungt landområde, och dessutom i ett befintligt industriområde där markarbeten redan genomförts, skulle inte några fornlämningar beröras. Det finns inte heller några andra kulturhistoriska lämningar inom eller i direkt anslutning till området, utöver lämningarna efter fiskeläget söder om kylvattenkanalen. Dessa lämningar skulle inte påverkas av att inkapslingsanläggningen förlades till Forsmark.

För att behålla de skilda landskapskaraktärerna inom Forsmarksområdet bör ny kärnteknisk verksamhet förläggas i anslutning till det befintliga industriområdet. Då inkapslingsanläggningen har föreslagits ligga intill kärnkraftverkets reaktorblock 3 skulle konsekvenserna för landskapsbilden bli små. Från sjösidan skulle anläggningen döljas bakom den befintliga skogsridån eller överskuggas av silhuetten från reaktorblock 3.

### 9.2.4.3 Boendemiljö och hälsa

#### Buller och vibrationer

En bullerutredning har gjorts för uppförande- och driftskedet för en inkapslingsanläggning i Forsmark /9-30/. Utredningen visar inte på någon betydande skillnad i buller från anläggning eller transporter jämfört med en inkapslingsanläggning vid Clab.

En lokalisering till Forsmark skulle innebära fler transporter under driftskedet än en lokalisering intill Clab, beroende på att man där kan samutnyttja personal. Däremot förekommer ingen sprängning eller krossning under uppförandeskedet och inga störande vibrationer uppstår.

Beräkningar av byggbuller visar att riktvärden skulle klaras vid alla bostäder. När det gäller transporter i uppförandeskedet är antalet boende som exponeras för en ljudnivå över riktvärdet ungefär detsamma som för nollalternativet motsvarande år. Under driftskedet är de flesta transporter personaltransporter. Gällande riktvärden kan innehållas för alla boende.

#### Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

För kärntekniska anläggningar finns krav på att sammanlagd dos till kritisk grupp från anläggningar inom samma geografiska område inte får överskrida 0,1 millisievert per år. Medelvärde av dos till kritisk grupp i Forsmark ligger cirka 500 gånger lägre än gällande gränsvärden. Baserat på den dos som beräknats för inkapslingsanläggningen vid Clab förväntas dosen från en inkapslingsanläggning i Forsmark bli närmast försumbar i förhållande till gränsvärdet och bidraget från övriga kärntekniska anläggningar i området.



## Icke-radiologiska utsläpp till luft

Utsläppen av luftföroreningar från trafik och industri i Östhammars kommun är begränsade. Av kommunens översiktsplan framgår att trafikintensiteten inte någonstans är så hög att hälsovådliga nivåer av luftföroreningar uppkommer, trots att kommunens invånare till stor del är beroende av bilen som kommunikationsmedel /9-31/. Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds prognos för kvävedioxidhalter i Östhammars kommun år 2006 visar att miljökvalitetsnormerna underskrids med god marginal på samtliga platser inom kommunen /9-32/.

Inga beräkningar har gjorts för utsläpp som skulle orsakas av en inkapslingsanläggning i Forsmark. En jämförelse kan göras med förväntade nivåer från etablering av inkapslingsanläggningen vid Clab, där beräkning av framtida halter och spridning har gjorts. Dessa beräkningar, där utsläppen från Clab också är inräknade, visar på ett bidrag som är nästintill obefintligt och heller inte bidrar till att miljökvalitetsnormer överskrids /9-13/.

## 9.2.5 Risk- och säkerhetsfrågor

### 9.2.5.1 Miljöriskanalys

Av de risker som identifierats finns några som kan vara beroende av var inkapslingsanläggningen lokaliseras. Det är i första hand risker i samband med transporter. Risken för att naturen påverkas av tankbilar som läcker olja är platsberoende. Det beror dels på att sannolikheten för att en olycka ska inträffa är beroende av trafiksituation och avstånd, dels på att konsekvensen beror på förekomst av vattentäcker och känslig fauna. Inga väsentliga skillnader mellan studerade lokaliseringar har identifierats i den miljöriskanalys som gjorts /9-23/.

### 9.2.5.2 Radiologisk säkerhet och strålskydd

Kraven på en inkapslingsanläggning i Forsmark när det gäller säkerhet och strålskydd är desamma som för inkapslingsanläggningen vid Clab. Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker. Vid placering av inkapslingsanläggningen i Forsmark tillkommer emellertid transporter av icke inkapslat kärnbränsle utanför anläggningarna. Transporterna skulle ske på motsvarande sätt som i dag när använt kärnbränsle transporteras från kärnkraftverken till Clab.

I transportsystemets säkerhetsredovisning finns, förutom en beskrivning av systemet, även en redovisning av transporternas säkerhet med avseende på strålning och radioaktiva utsläpp. Inga risker för skador på allmänhet eller omgivning som skulle kräva ytterligare säkerhetsåtgärder utöver dem som redan vidtagits har identifierats. Den viktigaste av dessa säkerhetsåtgärder är användningen av transportbehållare som uppfyller IAEA:s krav för typ B-behållare. Det innebär bland annat att behållarna är helt täta och mycket motståndskraftiga mot påkänningar såväl i normal drift som vid en eventuell olycka. Det specialbyggda fartyget, övervakningssystemen och de administrativa rutinerna bidrar också till transporternas säkerhet. Inga händelser under normal drift eller möjliga olycksscenarier skulle kunna orsaka utsläpp av radioaktiva ämnen från transportbehållaren.

Transportbehållarna är utformade för att ge god strålskärning. Att strålningsnivåerna utanpå behållaren är tillräckligt låga kontrolleras alltid före uttransport. De regler som finns innebär att lasten kan hanteras av transportpersonalen utan att några ytterligare strålskyddsåtgärder behövs.

Systemet för övervakning och fysiskt skydd i samband med sjötransport fungerar likadant oavsett typ av last. Även landtransporterna med terminalfordon omges med säkerhetsåtgärder mot olycks-tillbud och skadegörelse.

Transporterna av använt kärnbränsle har redan i dag mycket låga risker för påverkan på omgivningen, främst tack vare de täta och kraftiga transportbehållarna. Det bränsle som fraktas till inkapsling har avklingat i flera decennier och innehåller därmed betydligt mindre mängder radioaktiva ämnen och avger mindre resteffekt (10–15 procent av den som avges vid bränsletransporter till Clab).

## 9.3 Sammanfattande slutsatser

För att tydliggöra skillnader mellan den sökta verksamheten och det övervägda alternativet görs här en sammanfattning av de slutsatser som framkommit vid bedömning av effekter och konsekvenser för inkapslingsanläggningen. Beskrivningen av den övervägda lokaliseringen i Forsmark är av jämförande karaktär i förhållande till den sökta lokaliseringen vid Clab i Oskarshamn. För en sammanställning av effekter och konsekvenser för den integrerade Clink-anläggningen hänvisas till kapitel 12.

Oavsett om inkapslingsanläggningen placeras vid Clab eller i Forsmark kommer den att placeras i ett område som är starkt präglad av industriell verksamhet. Vid Clab kommer en del av skogsområdet i anslutning till befintligt verksamhetsområde att tas i anspråk, men då inga höga naturvärden konstaterats bedöms konsekvenserna för naturmiljön bli små. Vid Clab finns också enstaka kulturhistoriska objekt som kan behöva tas bort men sammantaget bedöms konsekvenserna för kulturmiljön och landskapsbilden vara ringa till små. I Forsmark tar inkapslingsanläggningen nästan enbart industrimark i anspråk, bortsett från en skogsremsa på några meter.

Antalet transporter beräknas bli fler under driftskedet vid en lokalisering till Forsmark, medan fler bullrande arbetsmoment (borrning och krossning vid bergschakt) kommer att behöva genomföras vid uppförandet av en inkapslingsanläggning vid Clab. Utsläpp till luft uppstår först och främst som en följd av transporterna och bedöms vara låga oavsett lokalisering. Med hänsyn till att riktvärden för buller och luft kommer att underskridas vid närmast belägna bostäder under både uppförande och drift av anläggningen bedöms ingen betydande påverkan på boendemiljön uppstå. På båda platserna förekommer rödlistade arter, främst fåglar, inom områden som kan komma att påverkas av buller.

Sjötransporter förekommer oavsett lokalisering av inkapslingsanläggningen och samma rutt kommer att användas i båda fallen. Det innebär att utsläppen till luft från sjötransporter blir desamma oavsett lokalisering av inkapslingsanläggningen. Den enda skillnaden är att en lokalisering av inkapslingsanläggningen i Forsmark innebär sjötransport av icke-inkapslat bränsle mellan Clab och inkapslingsanläggningen, medan en lokalisering vid Clab i stället innebär en sjötransport av inkapslat bränsle till slutförvarsanläggningen. En transport av icke inkapslat använt kärnbränsle planeras ske på samma sätt som i dag vid transport av använt kärnbränsle mellan kärnkraftverken och Clab. I det befintliga transportsystemets säkerhetsredovisning har inga risker identifierats som skulle kräva ytterligare säkerhetsåtgärder utöver dem som redan vidtagits. Huvuddelen av de icke-radiologiska riskerna är sannolikt inte heller beroende av lokaliseringen.

Då inga betydande konsekvenser eller skillnader avseende risker hittills har identifierats bedöms de två platserna i stort sett vara likvärdiga ur miljö- och hälsosynpunkt. Fördelen med en lokalisering vid Clab är att den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen kan tas tillvara samtidigt som SKB kan nyttja flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab även för inkapslingsanläggningen. Sammanfattningen ovan visas även i tabell 9-9.

Tabell 9-9. Sammanställning av effekter och konsekvenser av en lokalisering av inkapslingsanläggningen till Oskarshamn respektive Forsmark.

	Lokalisering vid Clab i Oskarshamn	Lokalisering i Forsmark
<b>Naturmiljö</b> Naturmiljö	En del av ett skogsområde i anslutning till Clab tas i anspråk, i övrigt förläggs anläggningen inom befintligt industriområde. Inga höga naturvärden har konstaterats. Rödlistade arter, främst fåglar, finns inom områden som kan påverkas av buller. Erfarenheter från SKB:s provborrningar visar att fåglarna påverkas i liten utsträckning av störningen.	Endast industrimark tas i anspråk. I likhet med alternativet vid Clab finns rödlistade arter, främst fåglar, inom påverkansområdet. Erfarenheter från SKB:s provborrningar visar att fåglarna påverkas i liten utsträckning av störningen.
Grundvatten	Sprängningar krävs för bassängen. Grundvattnet beräknas påverkas i mycket liten omfattning.	Ingen bassäng och inga sprängningsarbeten behövs. Därmed påverkas inte grundvattnet.
<b>Kulturmiljö och landskap</b>	Del av ett skogsområde i anslutning till Clab tas i anspråk. Enstaka kulturhistoriska objekt kan behöva tas bort. Sammantaget bedöms konsekvenser för landskapsbild och kulturmiljö vara ringa till små.	Endast industrimark tas i anspråk, inga konsekvenser har identifierats.
<b>Boendemiljö och hälsa</b> Buller	Transporter, bullrande arbetsmoment under uppförandeskedet och ventilationsfläktar under drift bidrar till buller. Gällande riktvärden beräknas kunna innehållas om skärmning görs kvälls- och nattetid. Ytterligare cirka 40 boende längs transportvägarna kan komma att utsättas för bullernivåer över riktvärdet för trafikbuller.	Färre bullerkällor finns under uppförandeskedet i förhållande till alternativet vid Clab men det blir fler transporter under driftskedet. Riktvärden för buller klaras med undantag för trafikbuller under uppförandeskedet då ytterligare en fastighet längs transportvägen utsätts för bullernivåer över riktvärdet för trafikbuller.
Icke-radiologiska utsläpp till luft	Transporter och arbetsmaskiner ger upphov till utsläpp till luft. Med hänsyn till befintlig luftföroreningsituation och beräknade utsläppsmängder bedöms det inte föreligga någon risk för överskridande av miljökvalitetsnormer.	Fler transporter förekommer under driftskedet i förhållande till alternativet vid Clab. Mot bakgrund av befintlig luftföroreningsituation och storleksordningen på de utsläppsmängder som beräknats för alternativet vid Clab, bedöms utsläppen inte vara av den omfattning att det föreligger risk för överskridande av miljökvalitetsnormer.
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen	Gränsvärdet för dos till kritisk grupp underskrids med marginal vid de kärntekniska anläggningarna på Simpevarps-halvön. De aktivitetsmängder som inkapslingsanläggningen bidrar med är närmast försumbara. Dosgränser till personal klaras med god marginal.	Gränsvärdet för dos till kritisk grupp underskrids med marginal vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark. De aktivitetsmängder som inkapslingsanläggningen bidrar med är närmast försumbara. Dosgränser till personal underskrids.
<b>Risk och säkerhet</b> Icke-radiologiska risker	Icke-radiologiska risker förekommer huvudsakligen i uppförandeskedet och skiljer sig inte från de risker som förekommer vid varje stort byggprojekt.	Huvuddelen av de icke-radiologiska risker som identifierats är inte platsberoende.
Radiologiska risker	Olika missöden har analyserats. Beräkning av omgivningspåverkan visar att acceptanskriterier för omgivningsdos klaras i samband med missöden i inkapslingsanläggningen.	Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker. De tillkommande sjötransporterna av icke inkapslat använt kärnbränsle sker på samma sätt som befintliga transporter mellan kärnkraftverken och Clab. Inga risker har identifierats i transportmomentet som skulle kräva ytterligare säkerhetsåtgärder utöver dem som redan vidtagits.



# Slutförvar för använt kärnbränsle



## 10 Slutförvar

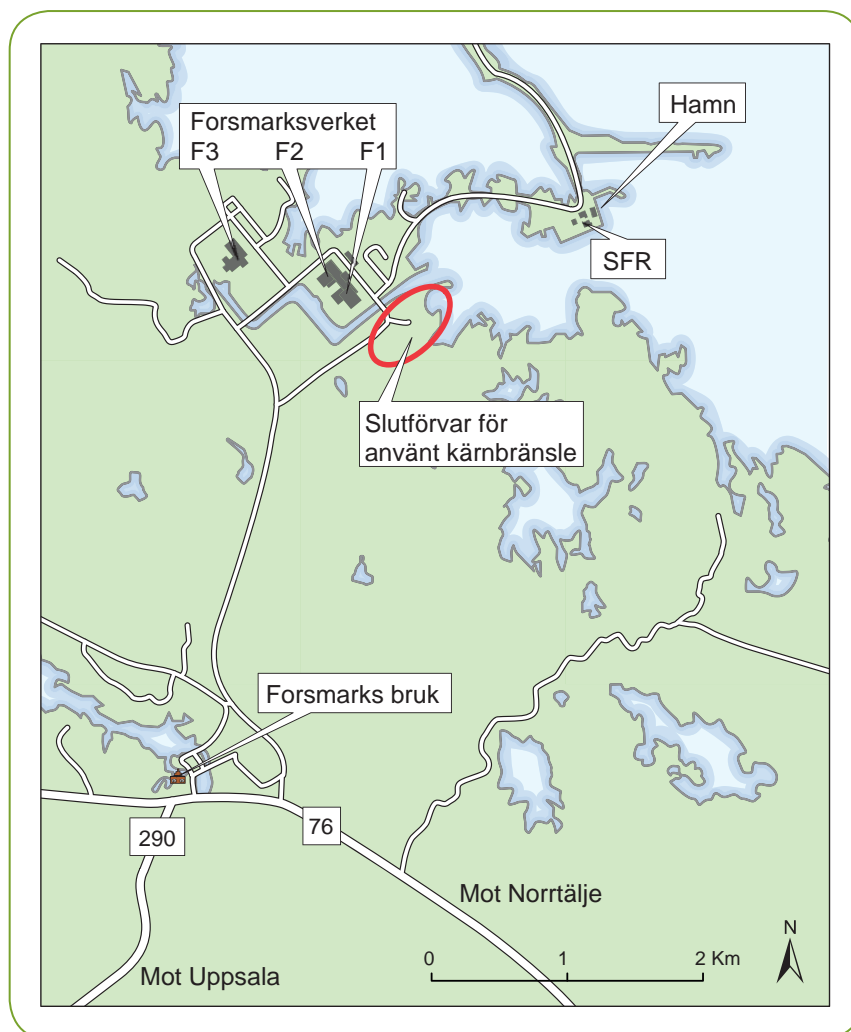
SKB har valt Forsmark som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle. Valet har stått mellan Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar i Oskarshamns kommun. Det som avgjort valet är att Forsmark bedöms ge bättre förutsättningar för att åstadkomma ett långsiktigt säkert förvar. De avgörande faktorerna i valet av plats är kärnsäkerhet och strålskydd.

I detta kapitel redovisas påverkan, effekter och konsekvenser från uppförande, drift och avveckling av slutförvarsanläggningen. Påverkan, effekter och konsekvenser från transporter till och från anläggningen redovisas också. Redovisningen görs dels för den sökta verksamheten, som är en slutförvarsanläggning i Forsmark, dels för det övervägda alternativet, en slutförvarsanläggning i Laxemar.

Avvecklingsskedet har utretts på en mer översiktlig nivå beroende på att avvecklingen ligger långt fram i tiden, vilket medför stora osäkerheter.

### 10.1 Sökt verksamhet – Forsmark

SKB ansöker om att placera slutförvarsanläggningen i Forsmark, i närheten av kärnkraftverket och SFR, se ungefärligt läge i figur 10-1.

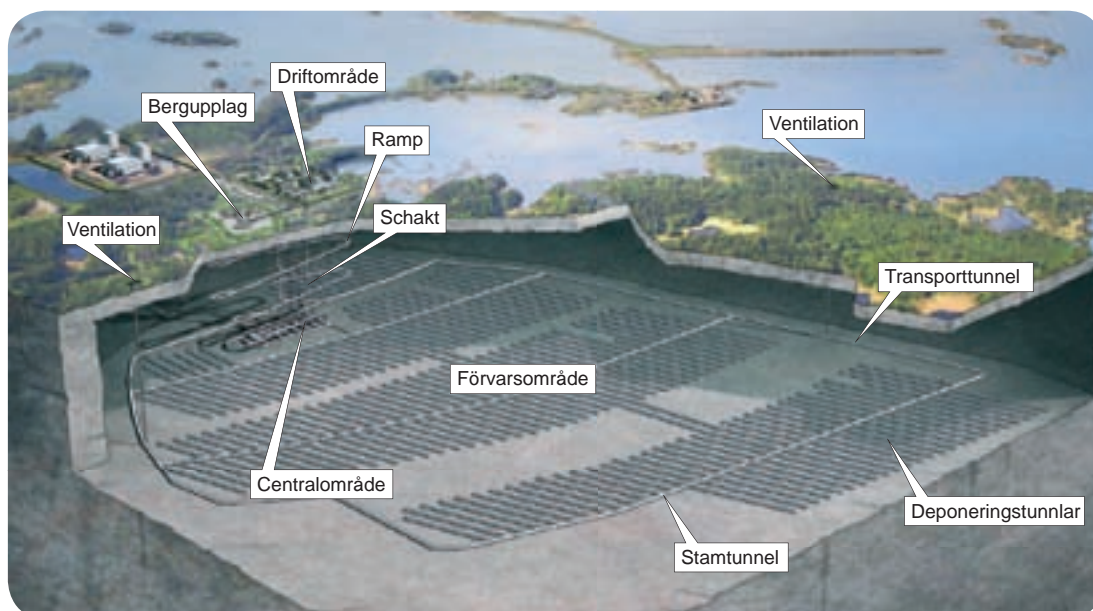


Figur 10-1. Ungefärligt läge för slutförvarsanläggningen.

## 10.1.1 Anläggningsutformning

Slutförvarsanläggningen kommer att bestå av en ovanmarksdel och en undermarksdel, se figur 10-2. De centrala funktionerna ovan mark för anläggningens drift kommer att samlas inom det så kallade driftområdet. Detta består till en del av bevakat område, det inre driftområdet, där det använda kärnbränslet hanteras och förbindelse finns till undermarksdelen. I den andra delen, det yttre driftområdet, kommer bland annat de material som används till buffert, återfyllning och förslutning att lagras och bearbetas. Till ovanmarksdelen av anläggningen hör också de externa delarna bergupplag och ventilationsstationer.

Undermarksdelen kommer att bestå av ett centralområde och ett förvarsområde. Centralområdet kommer att omfatta bergutrymmen med funktioner för undermarksdelens drift. Det har förbindelse med det inre driftområdet ovan mark via en spiralformad ramp och ett antal schakt. Rampen kommer att användas för att transportera kapslar med använt kärnbränsle och andra tunga eller skrymmande transporter. Schakten kommer att användas för att transportera uttaget berg, buffert, återfyllning och personal, samt för ventilation. Förvarsområdet är det tunnelsystem där kapslarna deponeras. Förvarsområdet byggs ut successivt i takt med behovet.



Figur 10-2. Slutförvarsanläggningen, bestående av en ovanmarksdel och en undermarksdel.

### 10.1.1.1 Ovanmarksdel

Figur 10-3 visar en situationsplan över slutförvarsanläggningens ovanmarksdel.

Det yttre driftområdet kommer att innehålla produktionsanläggningen för buffert och återfyllning och ett antal byggnader avsedda för driftfunktioner, service och underhåll samt personal. Här äger ingen kärnteknisk verksamhet rum, och området är därför utformat som ett konventionellt, inhägnat industriområde.

I det yttre driftområdet kommer följande byggnader att finnas:

- Administrationsbyggnaden med kontorsarbetsplatser för anläggningens administrativa verksamheter. I byggnaden ska reception och inpasseringskontroll till det yttre driftområdet finnas.
- Produktionsbyggnaden, där buffert och återfyllning av bentonit ska tillverkas.
- Mottagningsbyggnaden med mottagning, omlastning och mellanlagring av bentonit som levereras till anläggningen.

- Geologibygnaden med utrymmen för de mätningar och analyser av berget som görs vid detaljundersökningarna.
- Verkstadsbyggnaden med utrymmen för service och reparationer av fordon och maskiner samt anläggningsunderhåll.
- Förrådsbyggnaden, som kommer att fungera som lagringsplats för olika typer av förbrukningsmaterial som används i anläggningen.
- Elbyggnaden, som kommer att innehålla ställverk för kraftmatning till anläggningen.
- Värmecentralen, som ska stå för anläggningens värmeförsörjning.

Genom det yttre driftområdet kommer även bandgången för bergmassor att gå innan den fortsätter bort mot bergupplaget.



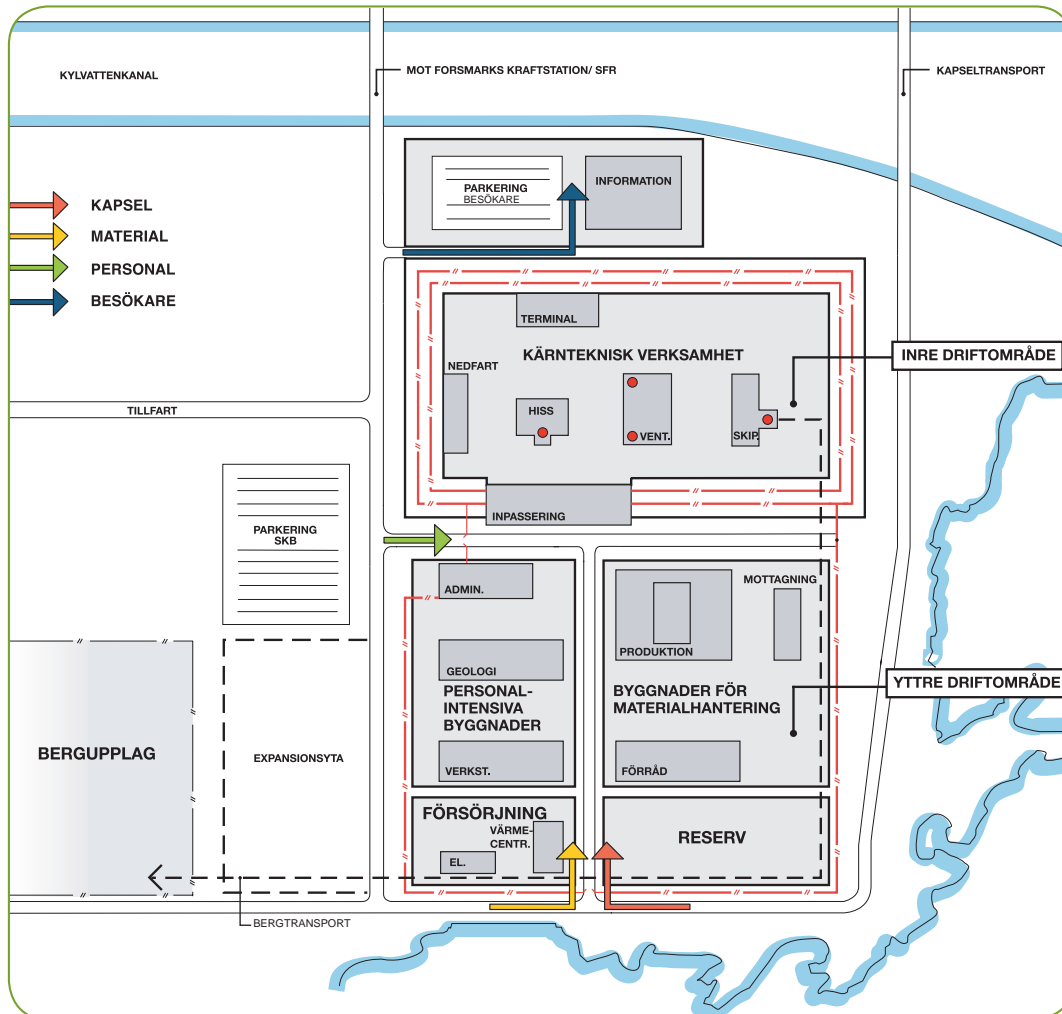
Figur 10-3. Situationsplan över slutförvarsanläggningens driftområde.

Det inre driftområdet kommer att innehålla de byggnader som har tillträdesvägar till anläggningens undermarksdel och det kommer därför att utgöra ett bevakat område med särskilda krav på in- och utpassering samt områdesskydd, se figur 10-4. Följande byggnader kommer att finnas inom det inre driftområdet:

- Inpasseringsbyggnaden, som är den byggnad där all in- och utpassering till det inre driftområdet kommer att ske. Det gäller såväl personer som gods och fordon.
- Nedfartsbyggnaden, som utgör väderskydd för påslaget till rampen till undermarksdelen.
- Hissbyggnaden, som kommer att ha förbindelse till undermarksdelen via hisschaktet för persontransporter.
- Ventilationsbyggnaden, som kommer att innehålla utrustning för undermarksdelens ventilation samt utrustning för elförsörjning och värmeåtervinning.



- Skipbyggnaden med berghissen, den så kallade skipen. Skipen kommer att användas för transport av bergmassor, buffert och återfyllningsmaterial. Skipbyggnaden kommer att ha förbindelse till undermarksdelen via skipschaktet. Från skipbyggnaden kommer en bandgång för uttransport av bergmassor att utgå.
- Terminalbyggnaden, som kommer att utgöra mottagningsplats för transportbehållare för kapslar med använt kärnbränsle före nedtransport till undermarksdelen.



Figur 10-4. Driftområde, funktionell disposition.

Följande anläggningsdelar kommer att ligga utanför driftområdet:

- Bergupplaget, som ska fungera som mellanlager för uttagna bergmassor innan dessa avyttras. Det kommer att ligga på platsen för nuvarande barackby.
- Ventilationsstationerna, som har till uppgift att ventilerar ut frånluft från förvarsområdet. De är förbundna med schakt till undermarksdelen och utgör bevakat område.
- Informationsbyggnaden, som sannolikt kommer att ligga i nära anslutning till driftområdet. I denna tas besökare emot.

Utanför driftområdet kommer även anläggningar för rening av vatten att anläggas eftersom olika typer av förorenat vatten kommer att uppstå vid slutförvarsanläggningen. Spillvatten från toaletter, duschar, kök och andra våtutrymmen inom driftområdet kommer att samlas upp och ledas till FKA:s reningsverk för behandling. Eftersom slutförvarsanläggningen kommer att förläggas på platsen där reningsverket står i dag kommer ett nytt reningsverk att anläggas väster om barackbyn.

På området för bergupplaget anläggs sedimentationsdammar för lakvattnet från upplaget. Vidare anläggs en översilningsyta och en uppsamlingsdamm för lakvattnet sydväst om bergupplaget och den sjö, benämnd Tjärnpussen, som ligger invid barackbyn, se figur 10-5.

Infarten för fordonstrafiken kommer att vara den nuvarande tillfartsvägen till kraftverket som kommer att anpassas för anslutning till driftområdet. En ny förbindelse mellan slutförvarsanläggningen och SFR kommer också att byggas i form av en ny bro över kylvattenkanalen. Den nya bron kommer huvudsakligen att användas för kapseltransporter från Forsmarks hamn till slutförvarsanläggningen samt för bergtransporter under utbyggnaden av SFR. Den nya bron dras över kylvattenkanalen längre österut (närmare SFR) än den nuvarande bron. Bron planeras för två filer samt en gång- och cykelbana. Brons längd om cirka 90 meter innebär att minst ett mellanstöd i vattnet behövs.



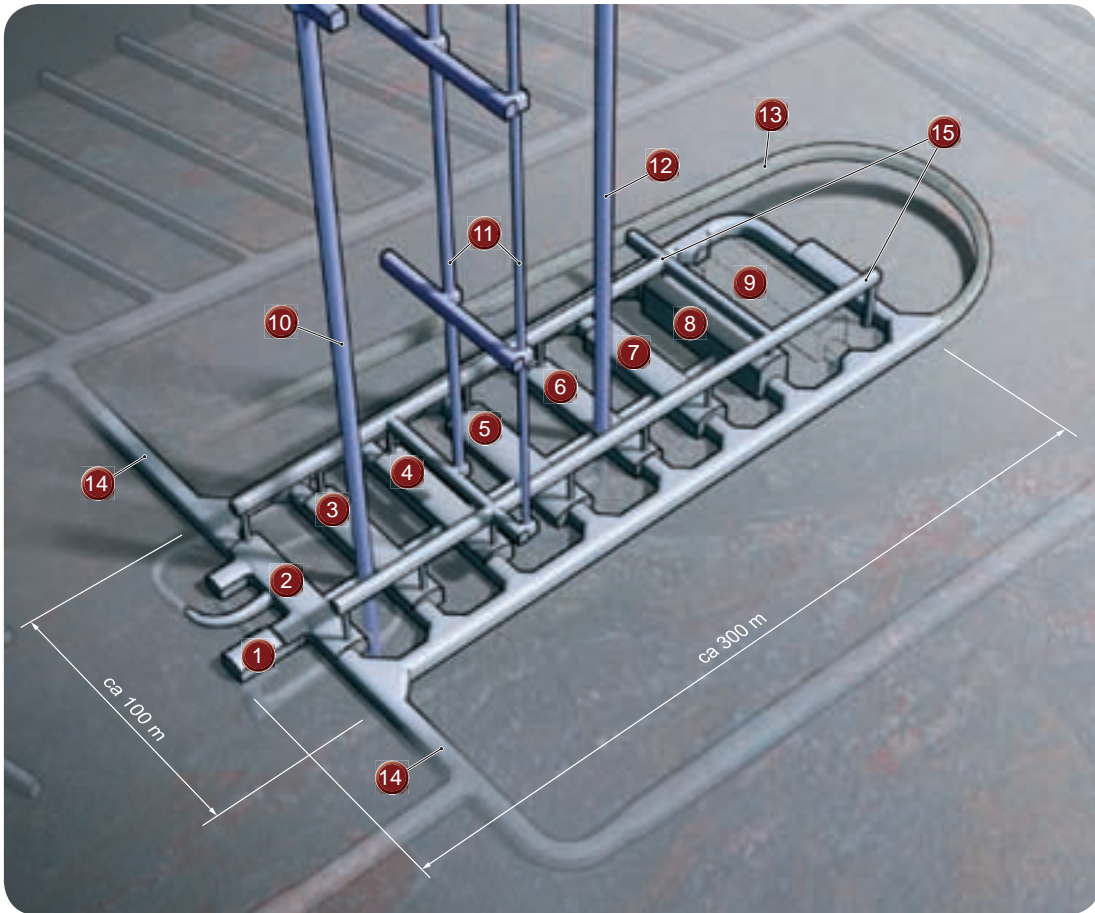
Figur 10-5. Placering av slutförvarsanläggningen samt ändringar i befintlig infrastruktur.

### 10.1.1.2 Undermarksdel

Undermarksdelen ingår i sin helhet i den kärntekniska anläggningen. Undermarksdelen kommer att bestå av schakt, ramp, centralområde och försvarsområde.

Centralområdet kommer att ligga rakt under det inre driftområdet i ovanmarksdelen, se figur 10-6. Det kommer att bestå av en rad parallella hallar som har olika funktioner för undermarksdelens drift. Hallarna binds samman med tunnlar på båda sidor som utgör de genomgående transportvägarna i centralområdet. Centralt kommer det att finnas en genomgående gångtunnel och en servicetunnel som gör förbindelse till skipschaktets botten.

Mellan centralområdet och försvarsområdet kommer det att finnas tunnlar för transporter. Kapslar med använt kärnbränsle, buffert och återfyllning transporteras till försvarsområdet och från försvarsområdet kommer transporter med utsprängda bergmassor för transport till markytan i skipen. För ventilationen av centralområdet kommer det att finnas två långsgående ventilationstunnlar, en för tilluft och en för frånluft, som ansluter ovanifrån till varje hall. Ventilationschakten från ovanmarksdelen ansluter till dessa tunnlar.



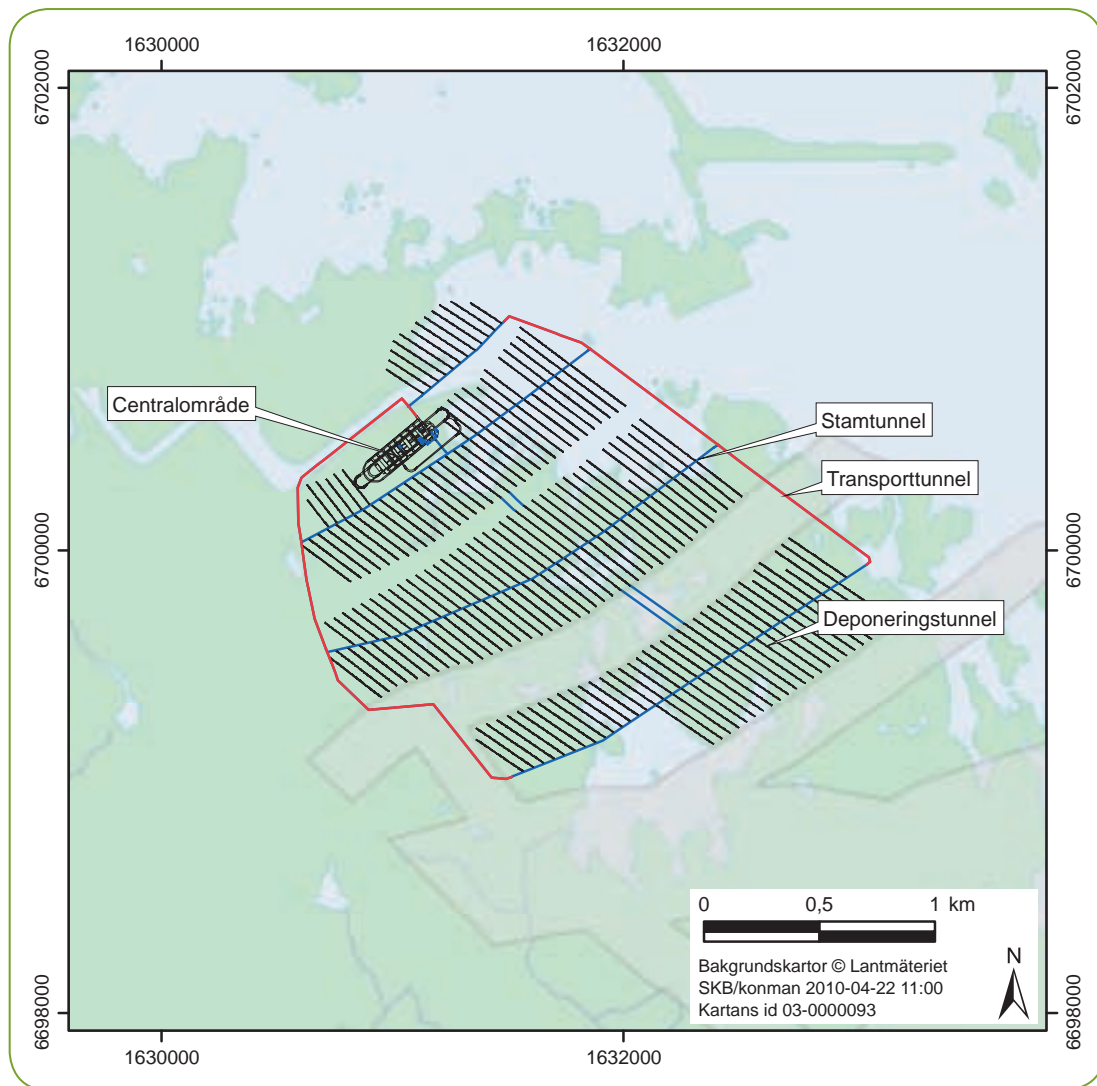
Figur 10-6. Centralområdets olika delar 1. Berglaststation 2. Berghall 3. Skiphall 4. Elhall 5. Fordonshall 6. Hisshall 7. Förråds- och verkstadshall 8. Omlastningshall 9. Reservplats 10. Skipschakt 11. Ventilationschakt 12. Hisschakt 13. Ramp 14. Transporttunnlar 15. Ventilationstunnlar.

Förvarsområdet, där deponeringen av kapslarna med använt kärnbränsle ska göras, kommer att bli ett utbrett område av tunnlar, se figur 10-7. Förvarsområdet kommer att breda ut sig åt sydost från centralområdet. Förvarsområde och ramp försörjs med luft via den ovanföriggande tilluftstunneln.

Inom förvarsområdet förekommer sprickzoner där deponering av kapslar inte kan göras. Layouten för förvarsområdet är baserad på resultaten från platsundersökningarna och har delats in i flera deponeringsområden. Området ska ge plats för deponeringen av 6 000 kapslar, inklusive reservutrymme för det bortfall av deponeringspositioner som kan föranledas av lokala bergförhållanden. Ett deponeringshål används endast om det uppfyller kraven som specificeras i säkerhetsredovisningen /10-1/.

Det kommer att finnas flera olika typer av tunnlar i förvarsområdet:

- Transporttunnlar, som går från centralområdet till det första deponeringsområdet, samt mellan de olika deponeringsområdena.
- Stamtunnlar, som är de genomgående tunnlar i förvarsområdet som deponeringstunnlarna utgår från.
- Deponeringstunnlar, som är de tunnlar där deponeringen av kapslar med använt kärnbränsle sker. Deponeringen görs i vertikala deponeringshål borrhade i deponeringstunnlarnas golv.



Figur 10-7. Förvarsområdets utbredning.

## 10.1.2 Verksamhetsbeskrivning

### 10.1.2.1 Uppförandeskede

Uppförandeskedet beräknas ta sju år och avslutas med en samfunktionsprovning, som prövar att hela slutförvarsanläggningen fungerar som planerat, organisatoriskt såväl som tekniskt. Samfunktionsprovningen efterföljs av en ansökan till Strålsäkerhetsmyndigheten om provdrift.

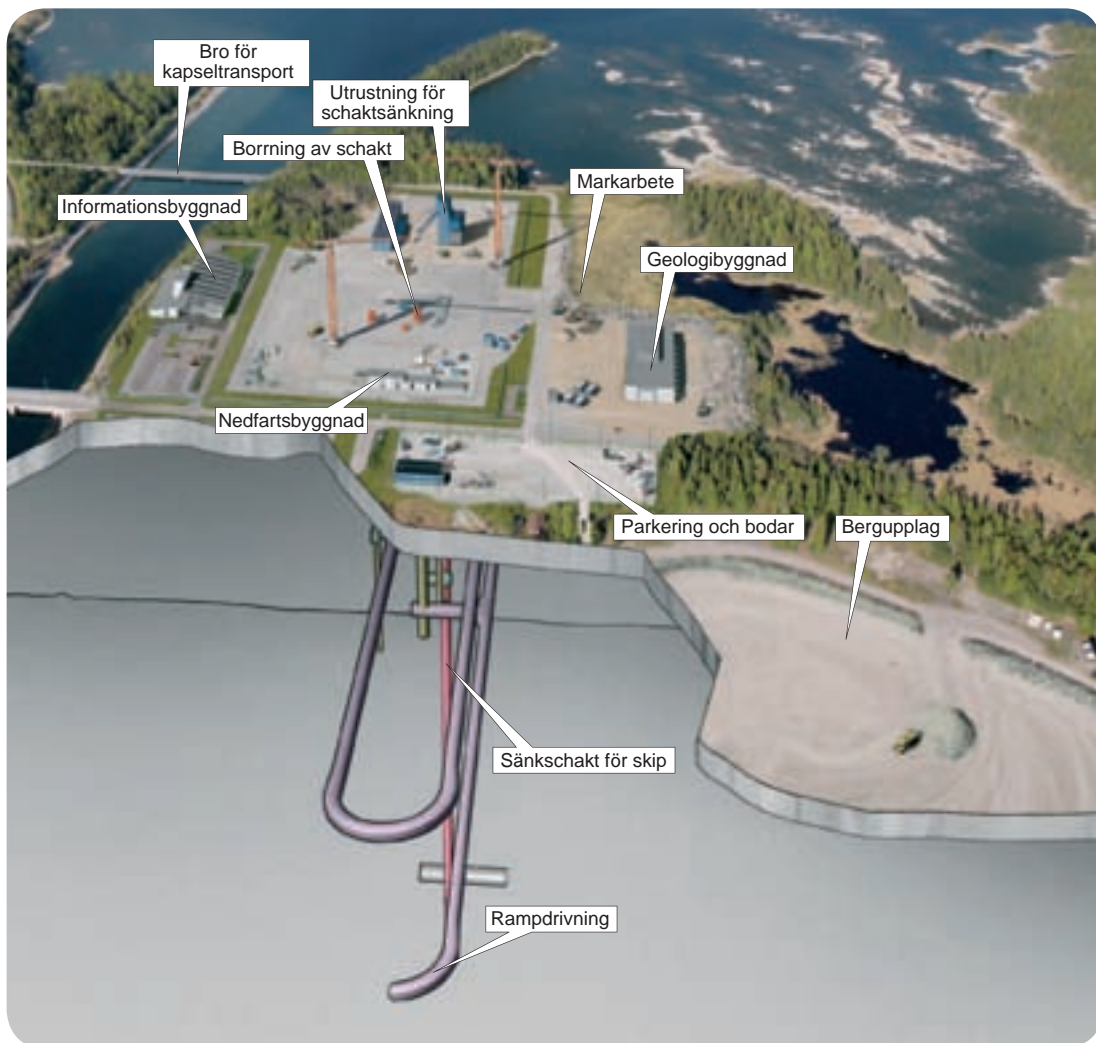
Under den första delen av uppförandeskedet kommer följande arbeten att utföras, se figur 10-8:

- Byggorråde etableras och ytor för bodar och parkering anläggs.
- Marken inom det inre driftområdet samt i delar av det yttre driftområdet fylls ut.
- Nedfartsbyggnad, geologibyggnad och informationsbyggnad uppförs.
- Bergupplaget etableras.
- En bro byggs över kylvattenkanalen.

Följande bergarbeten kommer att utföras:

- Undersökning av berget genom borrningar och mätningar.
- Utsprängning av skipschaktet samt borrning av delar av hisschakt och ventilationsschakt.
- Utsprängning av berghallen och berglaststationen.
- Utsprängning av cirka tre kilometer av rampen.

Under den första halvan av uppförandeskedet kommer cirka 190 000 kubikmeter berg att tas ut. Detta motsvarar totalt cirka 500 000 ton eller 55 000 kubikmeter (150 000 ton) per år. Massorna består av ytberg och tunnelberg i storleken 0–500 millimeter. Transporten av tunnelberget kommer att ske med dumper till ytan. Delar av de bergmassor som tas ut under det första året kommer att användas för utfyllnad inom driftområdet. Inledningsvis kommer massor även att behöva tillföras utifrån för utfyllnaden. Till detta planerar SKB att använda bergmassor som deponerades längs piren till SFR när denna byggdes. Uppskattningsvis kan en volym på 50 000–60 000 kubikmeter tas ut därifrån vilket bedöms som tillräckligt fram till dess att SKB tar ut egna bergmassor. Under uppförandetiden finns också behov av att tillverka vägmateriäl för slutförvarsanläggningens ramp och utrymmen, men massor kommer även att användas för grundläggning av ytor och anläggningar ovan mark /10-2/. För att kunna tillgodose behovet av olika typer av massor kommer en mobil krossanläggning att ställas upp i anslutning till anläggningarna ovan mark. Krossning genomförs när behov uppstår.



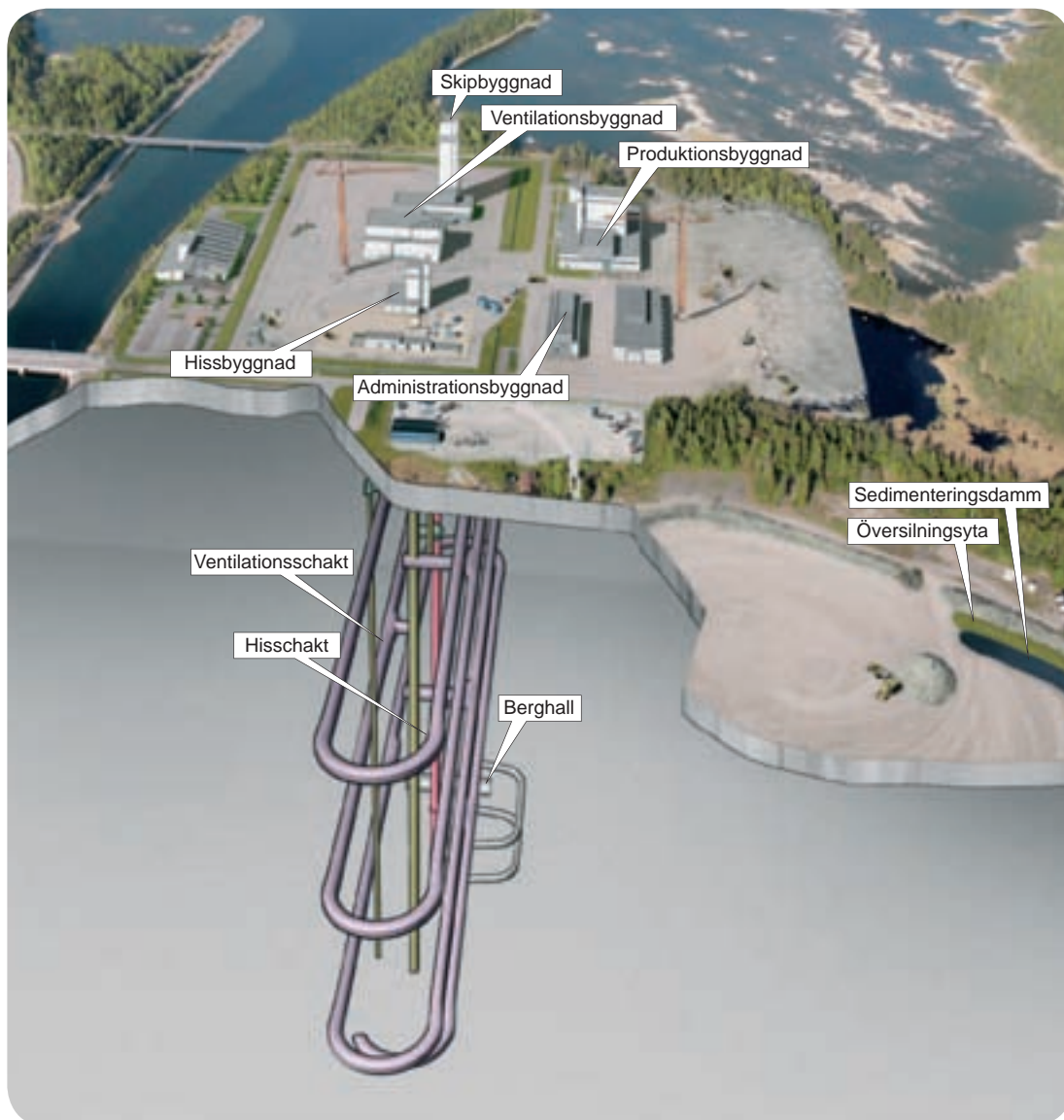
Figur 10-8. Verksamhet år 2.

Under uppförandeskedets andra del kommer verksamheten att intensifieras. Följande arbeten planeras år 4–7, se figurerna 10-9 och 10-10:

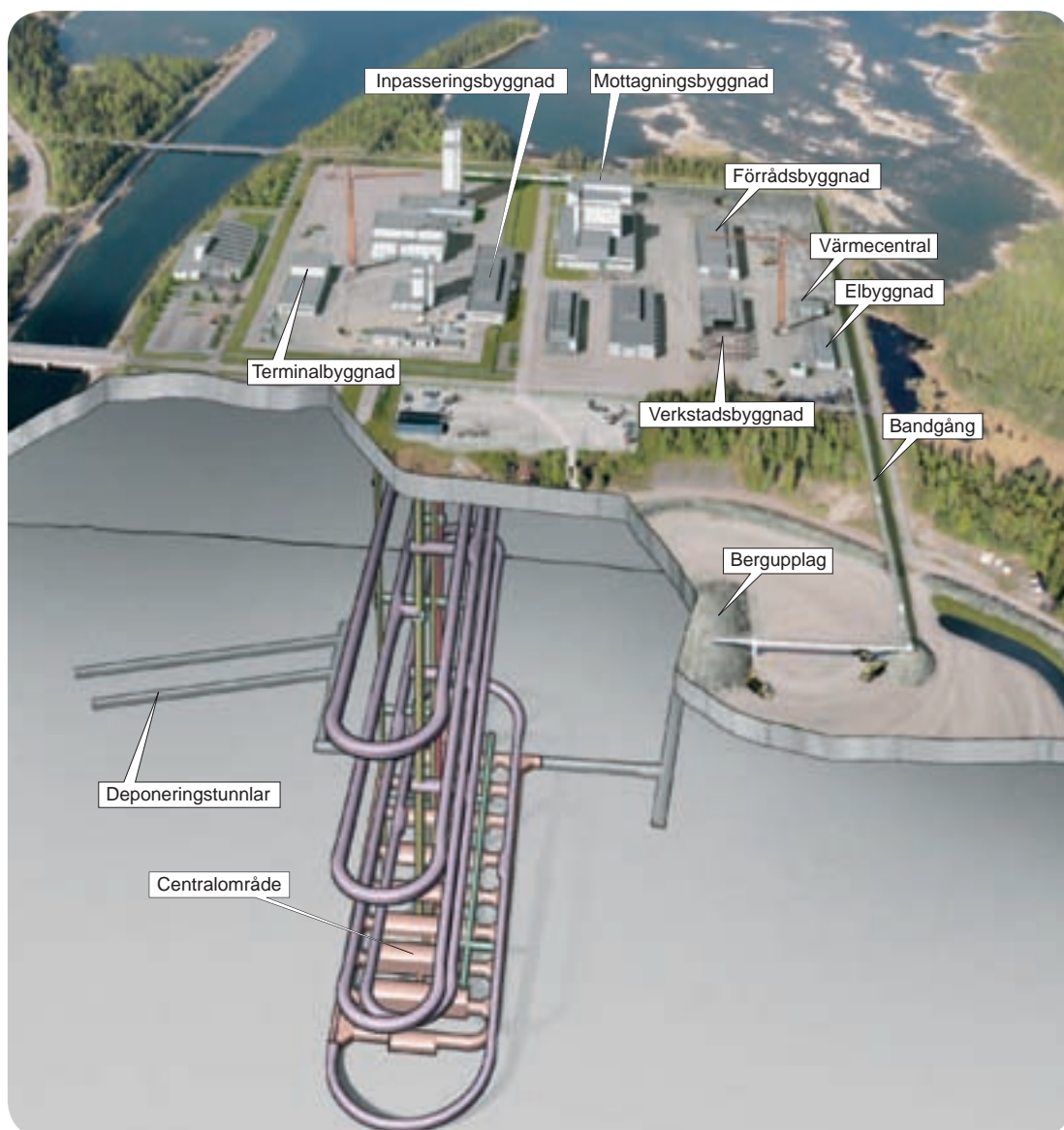
- Återstående delar av det yttre driftområdet fylls ut.
- Samtliga byggnader ovan mark anläggs och det fysiska skyddet byggs ut.
- Bandgången för bergmassor etableras.
- Lakvattenhanteringen anläggs.
- Bergupplaget färdigställs.

Följande bergarbeten kommer att utföras:

- Schakten och rampen färdigställs.
- Centralområdet sprängs ut och färdigställs.
- Drivning av transporttunnlar och stamtunnlar i förvarsområdet.
- Drivning av deponeringstunnlar och borrning av deponeringshål påbörjas.



Figur 10-9. Verksamhet år 4.



Figur 10-10. Verksamhet år 6.

Under den andra delen av uppförandeskedet kommer skipen att vara färdigställd och tagen i drift. Därmed kan berguttaget öka kraftigt och kommer att uppgå till uppskattningsvis 1,1 miljoner ton. Före upptransport i skipen kommer uttagna bergmassor att krossas i krossanläggningen på förvarsnivå. Totalt under uppförandeskedet kommer cirka 1,6 miljoner ton bergmassor att sprängas ut och transporteras till markytan.

I slutet av uppförandeskedet installeras samtliga system och utrustningar varefter driftsättning och samfunksprovning kan inledas. Cirka 300–400 personer förväntas vara sysselsatta i anläggningen vid slutet av uppförandeskedet /10-3/.

Under hela uppförandeskedet kommer detaljundersökningar att göras, både från bergutrymmen och från markytan.

### Vattenhantering

Verksamheten vid slutförvarsanläggningen kommer att ge upphov till förorenat vatten som behöver omhändertas. De olika vattenflödena är spillvatten (från sanitära utrymmen), länshållningsvatten från undermarksanläggningen, lakvatten från bergupplag samt dagvatten vilka fördelas enligt tabell 10-1. /10-4/. Flödet av länshållningsvatten baseras på resultat från underbilaga om vattenverksamhet /10-5/.

Tabell 10-1. Vattenflöden under uppförandeskedet.

	Flöde m <sup>3</sup> /dygn	Fosfor kg/år	Kväve ton/år	Kväve årsmedelhalt mg/l	Salt
Spillvatten (Sanitärt vatten)	40*	130	0,9	75	–
Länshållningsvatten	900–1 700	–	0,7–3,3	1,1–10	Något
Lakvatten	50	–	1,1–4,5	60–260	–
Dagvatten	90 utan LOD** 0 med LOD***	< 10 utan LOD** < 5 med LOD***	–	–	–

\* Maxdygnsflöde.

\*\* Utan LOD innebär att principer för lokalt omhändertagande av dagvatten inte tillämpas.

\*\*\* Med LOD innebär att principer för lokalt omhändertagande tillämpas.

Under uppförandeskedet kommer det att ta tid innan vissa system är byggda och driftsatta vilket kommer att kräva provisoriska lösningar innan vattenhanteringen kan ske såsom beskrivs nedan.

Spillvatten (sanitärt avloppsvatten) kommer från toaletter, duschar och andra våtutrymmen inom driftområdet. Rening av spillvattnet syftar till att hindra smittspridning, minska utsläpp av närsalter och miljöfrämmande ämnen till recipienter samt till att återföra växtnäringssämnen till produktiv mark. Spillvattnet från driftområdet kommer att samlas upp och ledas till FKA:s reningsverk för behandling. Spillvattnet från anläggningen under mark kommer att samlas upp i uppsamlings-tankar som sedan körs till reningsverket. Etableringen av driftområdet vid Söderviken innebär att FKA:s befintliga reningsverk måste flyttas. Det nya reningsverket dimensioneras för att ha kapacitet för att även omhänderta spillvatten från slutförvarsanläggningen /10-4/.

Hantering av länshållningsvatten (sedimentering och oljeavskiljning) sker med hjälp av provisoriska lösningar fram till dess att centralområdet är klart. Länshållningsvattnet leds ut i den norra, djupare delen av Söderviken. Mot slutet av uppförandeskedet kommer länshållningsvattnet att hanteras på det sätt som beskrivs under driftskedet.

Lakvattnet från bergupplaget kommer att innehålla olja, partiklar och kväve. Genom rening i sedimentationsdammar inom bergupplaget avskiljs de två förstnämnda föroreningarna. Kväverening kommer att ske genom att lakvattnet leds till en översilningsyta som också ligger inom bergupplagets område. Vattnet recirkuleras mellan sedimentationsdamm, översilning och pumpbrunn flera gånger innan det leds ut till sjön Tjärnpussen för vidare kväverening, se figur 10-11.



Figur 10-11. Skiss över rening av lakvatten och efterbehandling av spillvatten.



Från Tjärnpussen kommer vattnet att fortsätta genom naturliga utströmnings- och avbördningsstråk till kylvattenkanalen. Lakvattenmängden bedöms under såväl uppförande- som driftskede att uppgå till cirka 50 kubikmeter per dygn med ojämna strömmar då lakvattnet uppstår till följd av regn och snösmältning.

Det dagvatten som bildas i samband med etablering av driftområdet planeras omhändertas enligt principen för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Det innebär att infiltrationsytor skapas, att uppkomst av dagvatten begränsas och att avrinnande dagvatten fördröjs, samtidigt som föroreningar fastnar i marken i stället för att ledas till recipient. Principerna för LOD beskrivs mer utförligt i avsnitt 12.4.1.4. Då dessa principer tillämpas blir det inget dagvattenflöde som behöver ledas bort från anläggningen.

Släckvatten kan uppstå vid brandsläckning. Vattnet kommer att blandas med länshållningsvatten under mark. Det kommer därmed att genomgå sedimentering innan det leds ut i Söderviken.

## Interna transporter

Transporterna har delats upp i interna och externa transporter. Med interna transporter avses transporter inom driftområdet både ovan och under mark, samt det begränsade transportflöde som är relaterat till bergupplag och ventilationsstationer.

I den transportutredning som SKB tagit fram /10-2/ har det interna transportarbetet i uppförandeskedet uppskattats för fordonens totala körsträcka eller totala gångtid, se tabell 10-2.

Tabell 10-2. Uppskattade interna transporter (arbetsmaskiner) under uppförandeskedet, totalt för sju år.

	Total gångtid (h)	Total körsträcka (km)
Skogsavverkningsmaskin	40	
Schaktmaskin	600	
Grävmaskin	5 100	
Traktorgrävare	400	
Hjullastare	15 450	
Dumper, 10 m <sup>3</sup>	4 000	43 900
Vibrovält	1 050	
Skylift	5 800	
Servicefordon	11 600	59 700
Mobil kross	300	
Mobilkran	12 600	
Gaffeltruck	1 000	
Betongbil, 5 m <sup>3</sup>		43 300
Betongpump	900	
Dumper, 20 m <sup>3</sup>		145 500
Skrotmaskin	3 600	
Sprängmedelstransport		11 700
Lastbil, 10 m <sup>3</sup>		38 000
Fordon, asfaltbeläggning		600

## Externa transporter

I transportutredningen /10-2/ har även de externa transporterna uppskattats. Med externa transporter avses transporter mellan slutförvarsanläggningen och en start- eller målpunkt som ligger utanför anläggningen. De externa transporterna kommer att bestå av bergmassor, byggmaterial, service, personal och besökare. I beskrivningarna av transporterna anges antal transportrörelser. Uttransport av ett lass bergmassor ger två transportrörelser, den ena transporten med full lastbil ut från anläggningen och den andra som tomtransport tillbaka.

Uppförandet av slutförvarsanläggningen kommer att ge ett överskott av bergmassor. Bergmassor som inte behövs för anläggningen kommer att avyttras. Med dagens marknadsvärde är det lönsamt att transportera krossprodukter ungefär 50 kilometer på väg innan transportkostnaderna blir för höga. Bedömningen är att transport med lastbil och lokal avyttring av överskottsmassor är det mest realistiska för slutförvarsanläggningen, bland annat därför att det ger flexibilitet över tid. Ut-skeppning på pråm via Forsmarks hamn kan inte helt uteslutas, men hamnen och farleden är inte avsedda för sådana transporter och omfattningen blir i så fall begränsad.

I tabell 10-3 redovisas antalet transporter av bergmaterial under uppförandeskedet till och från slutförvarsanläggningen. Transportfrekvensen förutsätter att hela bergvolymen avyttras på marknaden och att massorna transporteras bort på lastbil med 25 tons kapacitet. Vidare förutsätts att antalet arbetsdagar är 200 per år.

I tabellen anges även materialtransporter och servicetransporter uppdelade på lätta och tunga fordon. Det största transportarbetet är transporter som består av personal och av besökare. Redovisningen av antal arbetsresor förutsätter en samåkning om 1,3 personer per personbil.

Tabell 10-3. Uppskattade transporter till och från slutförvarsanläggningen. Fordonsrörelser per dygn under uppförandeskedet.

Typ av transport	Antal fordonsrörelser per dygn, medeltal
Personbilar	600
Lätta transporter < 3,5 ton	30
Tunga transporter > 3,5 ton (exkl bergmassor)	35
Tunga transporter > 3,5 ton (bergmassor)	75

De transporter som uppkommer runt slutförvarsanläggningen kommer att fördelas på vägarna i regionen. Vissa antaganden har gjorts om transporterens målpunkter för att trafikeffekterna ska kunna kvantifieras. Det antas att samtliga transporter från anläggningen går söderut på riksväg 76 och att inga transporter kör riksväg 76 norrut mot Lövestabruk/Gävle eller länsväg 290 västerut mot Österbybruk. Antagandena baseras på dagens pendling från FKA som till 90 procent sker söderut på riksväg 76. I tabell 10-4 visas en sammanställning av prognostiserat trafikflöde för typåren 2015 och 2018, samt bedömt fördelat tillskott av masstransporter samt övrig bygg- och persontrafik för de redovisade vägvägnitten, se figur 10-12. Trafiken på vägarna utan slutförvarsanläggningen har beräknats utifrån Vägverkets prognos för framtidens trafik /10-6/.

Tabell 10-4. Uppskattade trafikmängder (fordonsrörelser per dygn) på fyra punkter i regionen. Siffrorna efter vägvägnitten hänvisar till numreringen i figur 10-12.

	Typår 2015			Typår 2018		
	Trafikprognos utan slutförvar	Bergtransporter från slutförvaret	Tillkommande personbils- och övrig trafik	Trafikprognos utan slutförvar	Bergtransporter från slutförvaret	Tillkommande personbils- och övrig trafik
Riksväg 76 Johannisfors (1)	2 069	60	612	2 136	86	1 056
Riksväg 76 Börstil (2)	6 139	44	200	6 335	57	500
Riksväg 76 Harg (3)	1 686	9	50	1 746	23	50
Länsväg 288 Rasbo (4)	8 687	9	50	8 964	23	100

Sedan transportutredningen genomfördes har behovet av bergtransporter reviderats något. Dessa förändringar innebär att antalet bergtransporter under typåret 2015 är cirka tolv procent lägre än de siffror som redovisas i utredningen, medan de för typåren 2018 och 2030 är cirka tolv procent högre. Antalet bergtransporter i tabell 10-3 och 10-4 grundar sig på de nya siffrorna /10-7/.



Figur 10-12. Vägavsnitt där uppskattning av trafikvolymerna från slutförvarsanläggningen redovisas.

### 10.1.2.2 Driftskede

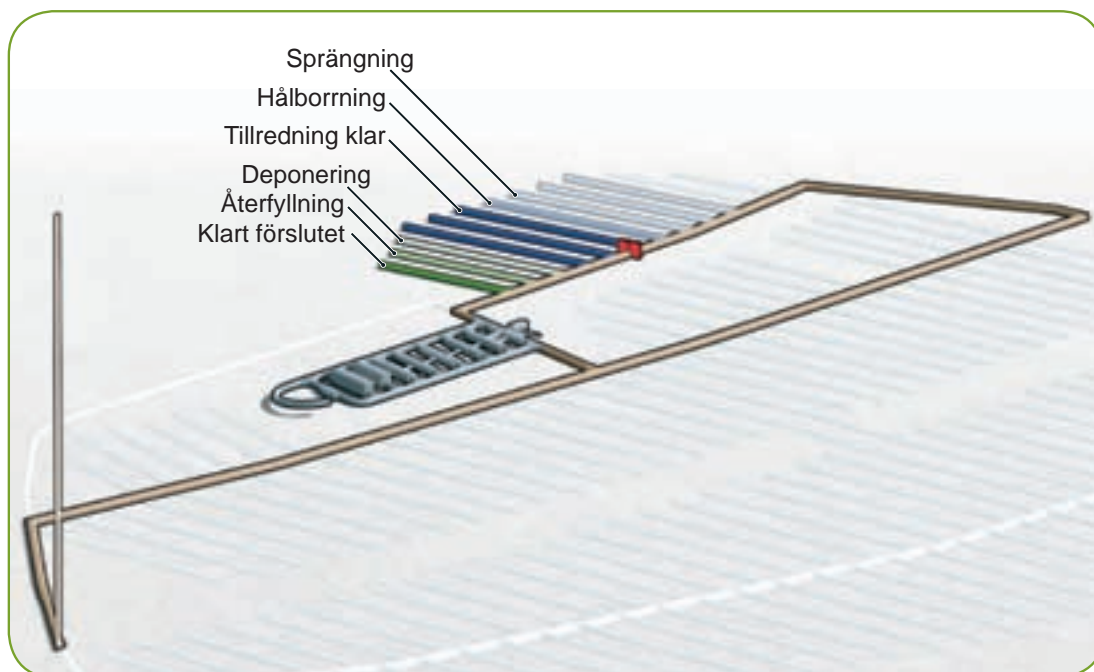
Driftskedet kommer att vara indelat i provdrift och rutinmässig drift. Provdriften inleds när Strålsäkerhetsmyndigheten meddelat tillstånd för provdrift och godkänt den förnyade säkerhetsredovisningen. Provdriften avslutas när myndigheten gett tillstånd för rutinmässig drift.

Provdriften är en typ av testperiod där hela anläggningen körs och alla verksamheter pågår men i ett lägre tempo än under den rutinmässiga driften, se figur 10-13. Parallellt med provdriften utvärderas verksamheten. Deponeringstakten kommer att ökas successivt under provdriftsskedet för att närma sig den takt som ska gälla under rutinmässig drift.

När SKB fått tillstånd från Strålsäkerhetsmyndigheten kan den rutinmässiga driften av anläggningen starta. Denna beräknas pågå i ungefär 45 år och cirka 240 personer förväntas vara sysselsatta i anläggningen under det skedet. Under den rutinmässiga driften körs hela anläggningen inklusive all hanterings- och transportutrustning. Huvudaktiviteterna kommer att vara:

- Detaljundersökningar.
- Tillredning av nya deponeringstunnlar.
- Deponering av kapslar.
- Återfyllning och pluggning av deponeringstunnlar.
- Tillverkning av buffert och återfyllning.

Deponeringsarbeten omfattar förberedelser för deponering, placering av buffert i deponeringshål, deponering av kapsel, samt återfyllning och pluggning av deponeringstunneln. När en deponeringstunnel har återfyllts i sin helhet pluggas den genom att en betongplugg gjuts i deponeringstunnelns mynning. Bergarbete omfattar aktiviteter som krävs för uttag av tunnlar och borrning av deponeringshål, inklusive förberedelser och detaljundersökningar, och pågår under cirka 40 år. Bergarbete och deponering sker separerat för att inte påverka varandra. Genomsnittlig deponeringstakt planeras till cirka 150 kapslar per år.



Figur 10-13. Förvarsområdet vid övergång till rutinmässig drift.

Driftskedet innebär alltså att förvarsområdet successivt ökar i storlek. Samtidigt som nya deponeringstunnlar tillreds kommer tunnlar där deponering redan har skett att återfyllas och förslutas. Detta innebär att endast delar av hela förvarsområdet kommer att vara öppna samtidigt.

Under driftskedet sker en jämn produktion av krossade bergmassor. Produktionen av berg uppskattas under driftskedet till cirka 120 000 ton per år eller totalt cirka 4,8 miljoner ton /10-8/. Överskottet bedöms inte vara så stort att det blir svårt att hitta avsättning för bergmassorna inom kommunen eller regionen. Massorna kan dock komma att lagras på bergupplaget under en tid före användning.

Det material som SKB avser att använda för buffert och återfyllnad är bentonit. Bentonit är en lera som sväller i kontakt med vatten, vilket gör den svärmenomtränglig för vatten. Bufferten består av bentonit som pressats till block, ringar och pellets i produktionsbyggnaden. Återfyllningen för deponeringstunnlarna består av pressade block av bentonit, i kombination med pellets av bentonit för utfyllnad av spaltutrymmen i deponeringshål och deponeringstunnlar /10-8/.

## Vattenhantering

Vattenhanteringen kommer att ske på samma sätt under driftskedet som under den senare delen av uppförandeskedet. Tabell 10-5 visar fördelningen mellan de olika vattenflödena under driftskedet /10-4, 10-5/.

Tabell 10-5. Vattenflöden under driftskedet.

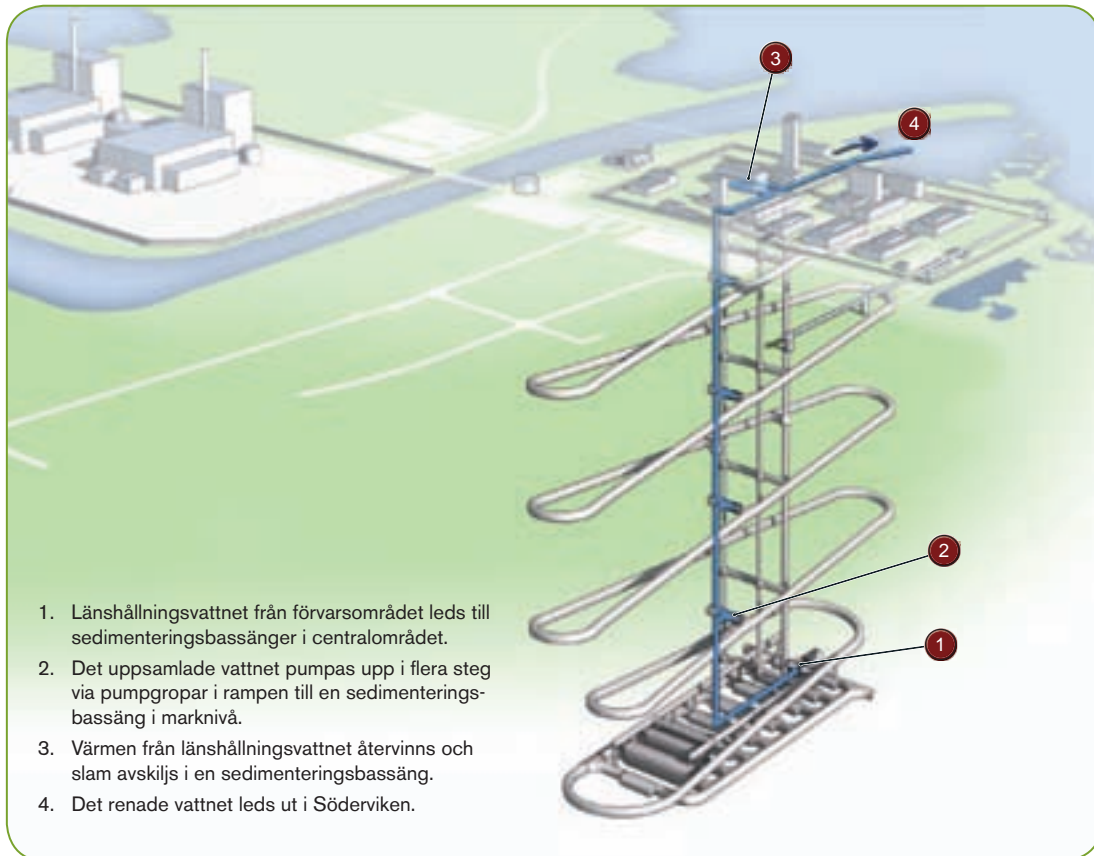
	Flöde m <sup>3</sup> /dygn	Fosfor kg/år	Kväve ton/år	Kväve årsmedelhalt mg/l	Salt
Spillvatten (Sanitärt vatten)	20*	65	0,6	67	–
Länshållningsvatten	1 700–3 500	–	0,4–1,7	0,3–2,8	Ja
Lakvatten	50	–	0,6–2,3	30–140	–
Dagvatten	90 utan LOD** 0 med LOD***	8 utan LOD**	–	–	–

\* Maxdygnsflöde.

\*\* Utan LOD innebär att principer för lokalt omhändertagande av dagvatten inte tillämpas.

\*\*\* Med LOD innebär att principer för lokalt omhändertagande tillämpas.

Under driftskedet kommer länshållningsvatten att pumpas upp från slutförvarsanläggningen i steg om cirka 100 meter där respektive pumpsteg föregås av sedimentation. Olja kommer att avskiljas i bassänger under mark, se figur 10-14. I anslutning till uppföringsplatsen för länshållningsvattnet kommer vattnet att passera en värmeväxlare för återvinning av värme, som används till att värma tilluften i undermarksanläggningen. Vid behov kommer också länshållningsvattnet att pH-justeras innan det leds ut i Söderviken.



Figur 10-14. Hantering av länshållningsvatten.

## Transporter av använt kärnbränsle

Transporter av inkapslat använt kärnbränsle planeras gå med m/s Sigyn, eller motsvarande fartyg, från inkapslingsanläggningen i Simpevarp till Forsmarks hamn och därefter vidare med terminalfordon till terminalbyggnaden som ligger inom slutförvarsanläggningens inre driftområde, se 9.1.2.2. Kapslarna kommer att transporteras ner till omlastningshallen på förvarsnivå via rampen. Transporten sker med särskilt fordon som tagits fram för detta ändamål. I omlastningshallen förs kapseln över till deponeringsmaskinen som transporterar kapseln vidare till deponeringstunneln. Vid all transport kommer kapseln att ligga skyddad i kapseltransportbehållare, förutom när kapseln transporteras med deponeringsmaskinen. Den skyddas då av en strålskärmskub.

## Interna transporter

Många av de arbetsmoment som utförs under slutförvarsanläggningens uppförandeskede kommer att fortsätta under driftskedet. En större andel av arbetena kommer att utföras under mark. Transporter av buffert och återfyllnadsmaterial, samt kapslar för deponering, tillkommer jämfört med uppförandeskedet. I tabell 10-6 redovisas en uppskattning av det interna transportarbetet per år under anläggningens drifttid /10-2/.

Tabell 10-6. Uppskattat transportarbete för arbetsmaskiner under driftskedet.

Driftskedet	Total gångtid (tim/år)	Total körsträcka (km/år)
Dumper, 20 m <sup>3</sup>		10 400
Sprängmedeltransporter		3 800
Skrotningsmaskin	600	
Grävmaskin	1 100	
Skylift	3 000	
Betongbil, 5 m <sup>3</sup>		3 400
Lastbil, 10 m <sup>3</sup>		16 100
Frontlastare	300	
Vibrovält	300	
Servicefordon, persontransporter		15 100
Servicefordon, godstransporter		87 100
Transport, bentonitblock		4 100
Deponeringsmaskin		450
Gaffeltruck	2 300	
Dragbil containrar återfyllningsmassor		9 100
Betongpump	50	

Transportarbetet per år kommer att vara mindre under anläggningens driftskede än under dess uppförandeskede. På grund av driftskedets längd kommer ändå det totala trafikarbetet att vara större under driftskedet än under uppförandeskedet.

## Externa transporter

Det totala antalet externa transporter kommer att minska under slutförvarsanläggningens driftskede jämfört med uppförandeskedet på grund av att det är mindre mängder bergmassor som ska transporteras. Tillkommer gör transporter av buffertmaterial samt material för återfyllnad. Precis som under uppförandeskedet förutsätts överskottsberg kunna avyttras på marknaden.

Bentonitåtgången beräknas bli cirka 50 000 ton per år /10-8/. Tillgång till lämplig bentonit saknas i Sverige, vilket gör att materialet måste importeras från till exempel Sydeuropa, USA eller Indien. Valet av leverantör beror på ett antal faktorer och kommer att göras i anslutning till att driftskedet inleds. I nuläget bedöms det bästa alternativet vara att bentoniten levereras med fartyg till hamnen i Hargshamn för vidare transport till slutförvarsanläggningen med lastbil.

SKB planerar att använda Hargshamns hamn för masshantering. Hamnen i Hargshamn har goda förutsättningar för den typen av verksamhet medan hamnen i Forsmark i dagsläget lämpar sig sämre /10-2/. I Hargshamns hamnområde finns också möjligheter till lagring av bentonit. Hargshamns hamn har beskrivits i kapitel 7 om platsförutsättningar, se 7.1.1.7. För att mottagningen ska fungera måste vissa förändringar av hamnen genomföras /10-9/. En mottagningsanläggning kan innebära att befintlig kaj förlängs och att en hamnplan med lagerutrymmen behöver iordningställas för mottagning av bentonit och lera. Kajen förlängs lämpligen i den östra delen, där det i dagsläget hanteras bulkods. En sådan förändring kan genomföras inom hamnens nuvarande tillstånd.

Precis som under uppförandeskedet kommer persontransporter att utgöra merparten av transportererna. I transportutredningen uppskattas persontransporter till 82 procent av det totala antalet transporter. Antalet anställda och entreprenörer kommer dock att vara färre än under uppförandeskedet, samtidigt som antalet besökare kan förväntas öka något. I tabell 10-7 visas det uppskattade antalet vägtransporter till och från slutförvarsanläggningen under driftskedet /10-7/. Det har antagits att 60 bilar och två bussar med besökare anländer till slutförvarsanläggningen per dygn under driftskedet.

Tabell 10-7. Uppskattade vägtransporter under slutförvarsanläggningens driftskede.

Typ av transport	Antal fordonsrörelser per dygn
Personbilar	500
Lätta transporter < 3,5 ton	20
Tunga transporter > 3,5 ton (bergmassor)	50
Tunga transporter > 3,5 ton (bentonit)	20
Tunga transporter > 3,5 ton (övrigt)	20

I tabell 10-8 visas en sammanställning av prognostiserat trafikflöde för typåret 2030, samt bedömt fördelat tillskott av masstransporter och övrig bygg- och persontrafik för de redovisade vägnnitten /10-7/.

I tabell 10-8 förutsätts att alla transporter till och från slutförvarsanläggningen kör söderut på riksväg 76 och passerar genom Johannisfors. Den största relativa ökningen av trafikvolymerna på den vägen förväntas mellan Forsmark och avtagsvägen mot Öregrund. I verkligheten kommer trafikökningen förmodligen att vara något mindre då en viss pendling kan förväntas norrut. I nuläget sker ungefär tio procent av pendlingen från FKA norrut på riksväg 76.

Tabell 10-8. Uppskattad trafik år 2030, fordonsrörelser per dygn.

	Driftskede			
	Trafikprognos utan slutförvar	Bergtransport från slutförvar	Tillkommande person- och övrig trafik	Bentonittransport
Riksväg 76 Johannisfors	2 385	48	549	20
Riksväg 76 Börstil	7 066	48	200	20
Riksväg 76 Harg	1 960	13	30	0
Länsväg 288 Rasbo	9 997	7	40	0

### 10.1.2.3 Avecklingskede

När allt använt kärnbränsle har slutdeponerats och SKB har fått myndigheternas tillstånd för förslutning påbörjas förslutningen av anläggningen. Hur förslutningen genomförs är ännu inte bestämt då det ligger långt fram i tiden. SKB:s nuvarande inriktning är att /10-8/:

- Stamtunnlarna och transporttunnlarna återfylls på samma sätt som deponeringstunnlarna, med block och pellets av pressad bentonit.
- Centralområdet fylls med bergkross.
- Nedre delen av schakten och rampen återfylls med bentonit och övre delen med bergkross.
- Den övre delen av schakten och rampen fylls med hårt kompakterad grov bergkross.

När undermarksdelen förslutits återstår avvecklingen av ovanmarksdelens byggnader och övriga anläggningsdelar. Olika tänkbara alternativ är att:

- Alla byggnader rivs och markområdet återställs till naturmark. Eventuellt görs någon form av markering på markytan som påminner om slutförvarets existens.
- Driftområdet omvandlas till ett turistmål där besökarna påminns om slutförvarets existens och kan få information om den historiska bakgrunden. Alla byggnader rivs, med undantag av informationsbyggnaden. Markområdet återställs i övrigt till naturmark.
- De byggnader som kan komma till användning för annat ändamål, till exempel småindustriell verksamhet, behålls. Övriga byggnader rivs och området kompletteras med nya byggnader. Därigenom kan man ta tillvara den infrastruktur, byggnader, vägar etc som byggts upp och som med relativt enkla åtgärder kan anpassas till annan verksamhet /10-3/.

Trafikmängderna under avvecklingskedet är svåra att uppskatta. Hur marken runt slutförvaret kommer att användas efter förslutningen är osäkert, men om området ska återställas måste alla byggnader och anläggningar rivas och materialet fraktas från platsen. I sådant fall kan transportverksamheten komma att bli ungefär lika omfattande som under den inledande delen av uppförandeskedet.

## 10.1.3 Påverkan

### 10.1.3.1 Lanspråktagande av mark

Slutförvarsanläggningens driftområde kommer att förläggas inom befintligt industriområde i Forsmark, i ett läge benämnt Söderviken. På platsen finns i dag FKA:s reningsverk för spillvatten, kontorsbaracker med parkering, en kommunikationsmast och upplagsytor. I övrigt består området av skogsmark och vattenområden, se figur 10-15. Befintliga anläggningar kommer att behöva flyttas inför etableringen av slutförvarsanläggningen.



Figur 10-15. Lokalisering av verksamheten.

## Uppförandeskede

Slutförvarsanläggningen kommer att byggas ut successivt både under och ovan mark. I uppförandeskedets inledande fas kommer stora delar av driftområdet att fyllas ut till slutlig nivå med berg- och jordmassor. Det innebär att de gölar som finns i området kommer att fyllas ut. Den befintliga tillfartsvägen till FKA kommer i viss omfattning att byggas om. På den östra sidan av vägen till FKA kommer en parkeringsplats att anläggas, liksom en ny väg mellan parkeringsplatsen och driftområdet. Under uppförandeskedet kommer även delar av den befintliga barackbyn att rivas, för att ge plats åt bland annat bergupplaget. De nyligen upprustade tillfälliga bostäderna i sydvästra delen av byn kommer sannolikt att behållas åtminstone, under uppförandeskedet.

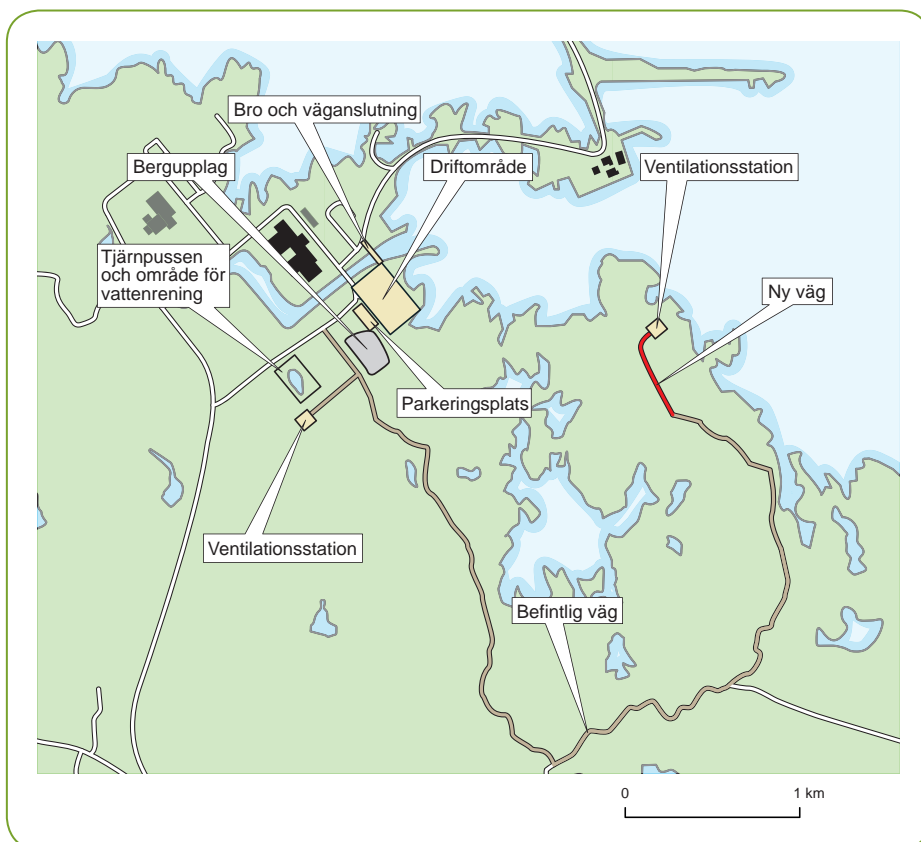
I takt med att bergmassor tas ut från undermarksarbetena kommer bergupplaget att etableras och byggas ut successivt. Bergupplaget kommer att vara cirka 40 000 kvadratmeter stort under uppförandeskedet. En ny väg och en bandgång kommer att byggas till bergupplaget. En ny bro kommer också att anläggas över kylvattenkanalen längre österut (närmare SFR) än den nuvarande bron. För att ventileras undermarksdelen uppförs en ventilationsstation sydväst om driftområdet. Den tar cirka 3 000 kvadratmeter i anspråk.



Figur 10-16 visar den färdiga anläggningen. I figur 10-17 visas en bild av vilka markområden som tas i anspråk för anläggningens olika ovanmarksdelar.



Figur 10-16. Fotomontage av den färdiga anläggningen.



Figur 10-17. Markområden som tas i anspråk för verksamheten. Den östliga ventilationsstationen och vägen till denna tillkommer inte förrän i driftskedet. Ventilationsstationernas lägen är preliminära och kan komma att ändras om ytterligare kunskap om bergförhållandena tillkommit.

Väster om bergupplaget kommer anläggningar för vattenrening att uppföras, se figur 10-17. En över-silningsyta om cirka 2 000 kvadratmeter samt en uppsamlingsdamm om ungefär samma yta kommer att anläggas för rening av lakvatten från bergupplaget. Se principiell illustration i figur 10-11.

Ytorna i den södra och östra delen av driftområdet kommer att tas i anspråk först i slutet av uppförandeskedet. Slutförvarsanläggningens ovanmarksanläggning i form av det yttre och det inre driftområdet kommer att uppta en yta om cirka 70 000 kvadratmeter när den är färdigbyggd. Under mark kommer centralområdet att uppta en yta om cirka 3 000 kvadratmeter. Merparten av de ytor som behövs för att bygga anläggningen ligger inom det blivande driftområdet och omfattningen av tillfälligt nyttjade ytor är begränsad.

### Driftskede

Större delen av de ytor som behövs för slutförvarsanläggningen kommer att tas i anspråk redan under uppförandeskedet. Påverkan kommer därför att vara begränsad under driftskedet.

Förvarsområdet under mark byggs ut successivt under driftskedet och full utbyggt bedöms det uppta en yta om tre till fyra kvadratkilometer på ett djup av 470 meter /10-8/. Ytterligare en ventilationsstation anläggs nordost om Bolundsfjärden. En ny väg dras från befintlig skogsbilväg till ventilationsstationen. Denna väg utformas som en mindre skogsbilväg. Vägdragningen kan anpassas så att påverkan på känsliga naturtyper undviks.

### Avvecklingskede

Under avvecklingskedet kommer inga nya ytor att behöva tas i anspråk. Flera olika alternativ för hanteringen av ovanmarksdelens byggnader och övriga anläggningsdelar är tänkbara. Till exempel skulle alla byggnader kunna rivas och marken återställas till naturmark, eller så skulle området och byggnaderna kunna komma till användning för andra ändamål. Se även kapitel 10.1.2.3.

#### 10.1.3.2 Påverkan på grundvattennivå

Grundvatten kommer att läcka in till slutförvarsanläggningens undermarksutrymmen så länge anläggningen till någon del hålls öppen, det vill säga under uppförande-, drift- och avvecklingskedet. Det inläckande grundvattnet samlas upp i anläggningen och pumpas upp till markytan för vidare hantering. Hur stort inläckaget av grundvatten blir beror på anläggningens djup och geometri, bergets hydrauliska konduktivitet (vattengenomsläpplighet) och vilka tätningsåtgärder som vidtas /10-10/. Anläggningen kommer att utformas och anpassas för att i möjligaste mån undvika större grundvattenförande sprickzoner i berget, men där vattenförande sprickor eller sprickzoner ändå behöver passeras under uppförandet kan det behövas tätning (injektering) för att minska inläckaget. Olika metoder och injekteringsmedel kan användas för att skapa en zon med en minskad vattengenomsläpplighet /10-11/. Att helt undvika inläckage är dock inte möjligt, eftersom tätningen aldrig kan göras fullständigt vattentät. Nedfartsrampen genom den yttnära, kraftigt grundvattenförande, delen av berget förväntas kräva stora tätningsinsatser. På större djup är däremot berget mycket tätt, med mindre behov av tätning som följd.

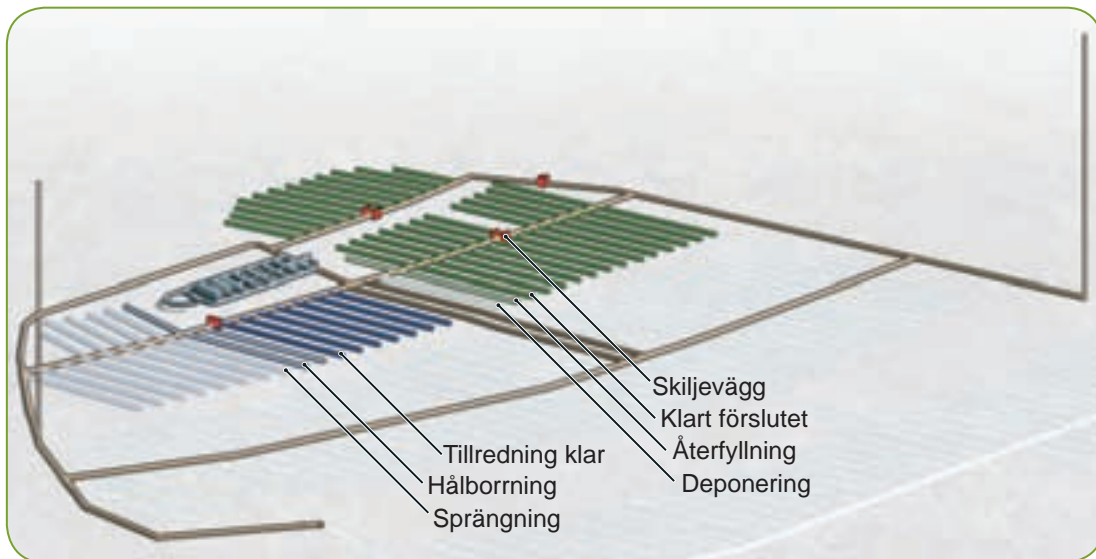
Inläckaget till slutförvarsanläggningen kommer att förändra grundvattnets tryck i berget, vilket kan leda till en grundvattensänkning i området. Denna påverkan på grundvattnet kommer att avta med avståndet från anläggningen och sker på större avstånd främst längs sprickzoner som står i kontakt med anläggningen. Avsänkningen och storleken på det område som påverkas, "påverkansområdet", styrs därför i hög grad av de hydrauliska egenskaperna och geometrin hos sådana sprickzoner.

Det är endast där det finns sammanhängande sprickor och sprickzoner från de djupare delarna av berget, upp mot den övre delen av berget och jordlagren, som en avsänkning av grundvattenytan kan ske /10-10/. Interaktionen mellan grundvatten i jord och ytvatten medför att en avsänkning av grundvattenytan kan leda till att utströmningen av grundvatten minskar. Det kan i sin tur påverka vattennivåer i våtmarker och vattenflöden i bäckar. Speciellt känsliga är våtmarker som huvudsakligen försörjs via utströmmande grundvatten (till exempel källflöden). Känsligheten är mindre för sjöar och våtmarker, som helt eller till största delen försörjs via bäckar (om flödet i dessa inte i sig påverkas av slutförvarsanläggningen), nederbörd eller smältvatten som avrinner på berg i dagen och andra täta markytor.

Omfattande modellanalyser har gjorts för att beräkna förändringarna av grundvattentrycken i berget och avsänkningen av grundvattenytan i området, och för olika scenarier vad gäller tätningsinsatser. Analysmetoder och resultat redovisas mera detaljerat i /10-5/.

### Grundvattensänkning under uppförande- och driftskede

Detaljer om beräkningarna av grundvattensänkning redovisas i /10-5/. Modellering har bland annat gjorts för ett fall då hela slutförvarsanläggningen antas vara öppen samtidigt. I verkligheten innebär utbyggnadsstrategin att maximalt hälften av deponeringstunnlarna inom ett deponeringsområde är öppna samtidigt. Se figur 10-18 för en illustration av strategin för sprängnings-, deponerings- och återfyllnadsarbeten.

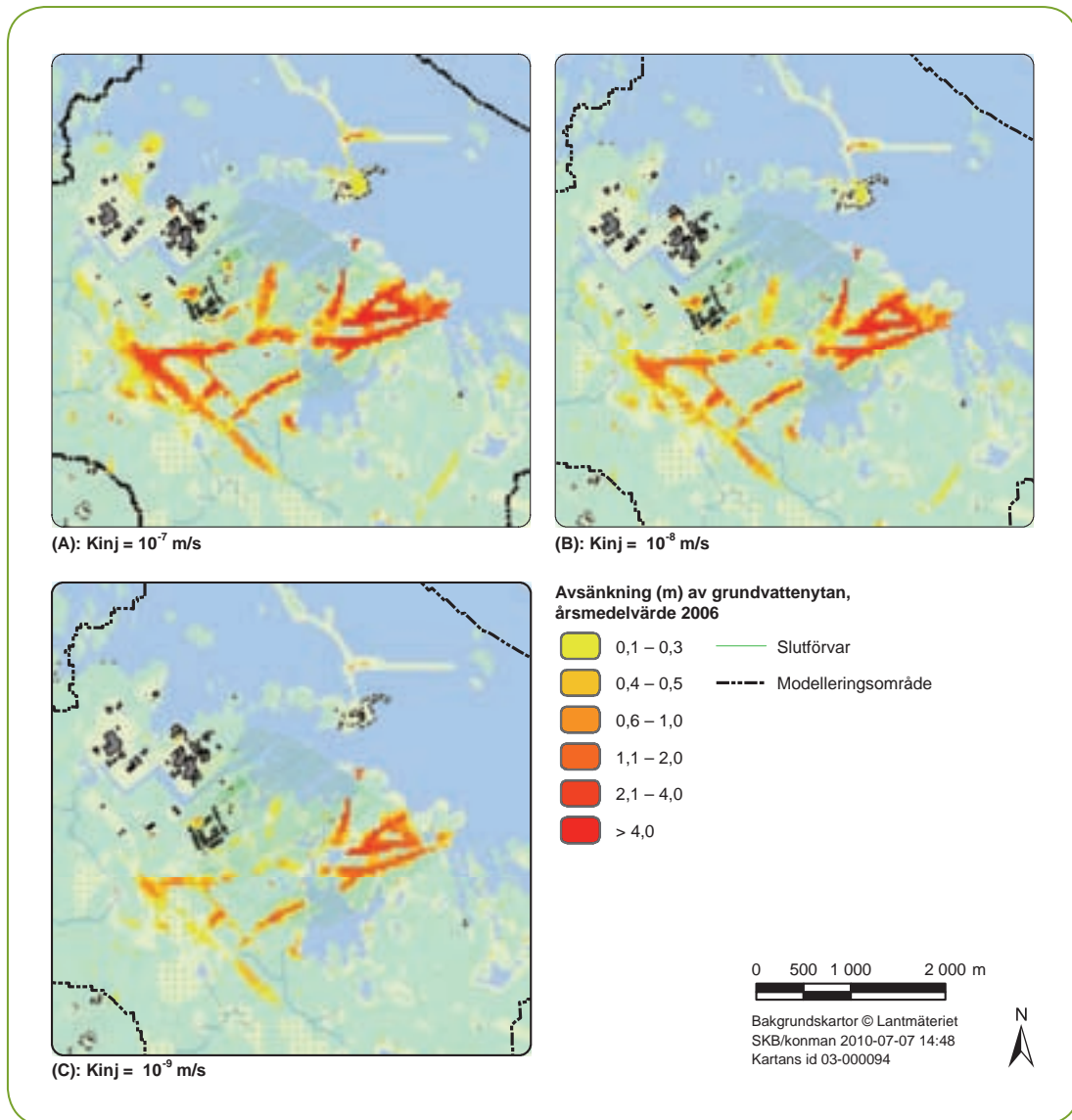


Figur 10-18. Illustration av principen för parallell utsprängning, deponering och återfyllning av deponeringstunnlar längs en stamtunnel.

De beräkningsresultat som redovisas här utgör ett "värsta fall" eftersom hela slutförvarsanläggningen antas vara öppen samtidigt. Det som varierar i redovisade beräkningar är tätningsgraden (hur väl man lyckas täta berget kring anläggningen). Tabell 10-9 visar påverkansområdets storlek för olika tätningsalternativ och olika avsänkingsgränser. För konsekvensbedömningen har det "värsta fallet" använts (tätningsens vattengenomsläpplighet,  $K_{inj} = 10^{-7}$  meter per sekund). Tabellen visar på variationer i påverkansområdets storlek beroende på tätningsens vattengenomsläpplighet.

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

Vattengenomsläpplighet i den injekterade zonen, $K_{inj}$ (m/s)	Maximal grundvattenavsänkning (meter)	Påverkansområdets storlek (kvadratkilometer)			
		Avsänkingsgräns 0,1 meter	Avsänkingsgräns 0,3 meter	Avsänkingsgräns 0,5 meter	Avsänkingsgräns 1 meter
$10^{-7}$	16,5	2,45	1,38	1,05	0,69
$10^{-8}$	9,2	1,96	1,05	0,72	0,47
$10^{-9}$	3,9	1,20	0,64	0,40	0,24



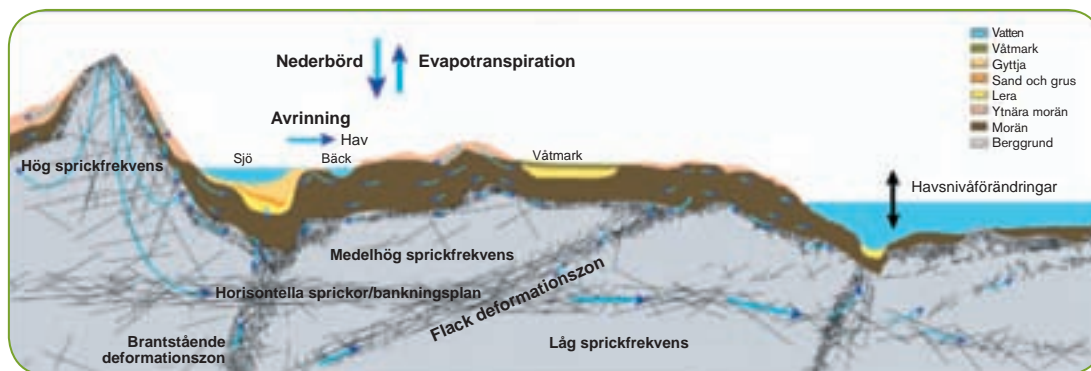
Figur 10-19. Årsmedelvärde för grundvattenytans sänkning för år 2006. Beräkningen avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt. I beräkningen antas en vattengenomsläpplighet i de områden där berget tätas genom injektering på  $K_{inj} = 10^{-7}$  m/s (A),  $K_{inj} = 10^{-8}$  m/s (B), och  $K_{inj} = 10^{-9}$  m/s (C).

Figur 10-19 visar grundvattenytans sänkning för tre olika värden på vattengenomsläppligheten  $K_{inj}$ . De tre fallen som redovisas är  $K_{inj} = 10^{-7}$  m/s i figur 10-19 (A),  $K_{inj} = 10^{-8}$  m/s i figur 10-19 (B) och  $K_{inj} = 10^{-9}$  m/s i figur 10-19 (C). En vattengenomsläpplighet på  $10^{-7}$  m/s kan ses som pessimistisk, då det uppskattats vara möjligt att åstadkomma  $K_{inj} = 10^{-8}$  m/s, medan  $K_{inj} = 10^{-9}$  m/s kan vara möjligt att uppnå inom vissa delar av anläggningen om det behövs /10-11/. År 2006 har använts som typår i beräkningarna, då det var ett relativt normalt (men något torrt) år i Forsmark ur meteorologisk synpunkt, med en ackumulerad nederbörd på 539 millimeter.

Kartorna visar att påverkansområdets form och utsträckning blir likartat i de olika tätningsfallen (olika  $K_{inj}$ ), med ett antal ”stråk” som löper i öst-västlig och nord-sydlig riktning ovan förvaret, och inom områdena kring kylvattenkanalen. Detta ger en viss säkerhet i bedömningen av vilka områden som löper en risk att påverkas av grundvattenbortledningen. Formen på påverkansområdet för grundvattenytans sänkning kan förklaras av bergets hydrogeologiska egenskaper, framför allt fördelningen av vertikala och horisontella sprickzoner i berget. I den övre delen av berget finns det flacka, nästan horisontella, sprickor med hög horisontell vattengenomsläpplighet,

där grundvattnet kan flöda på ungefär samma nivå i berget. I dessa sprickor kan en förändring av grundvattnets tryck spridas ut horisontellt. De flacka sprickorna möter på vissa ställen brantstående deformationszoner (strukturer med hög vertikal vattengenomsläpplighet, där grundvattnet kan flöda uppåt eller nedåt i berget). Detta innebär att förändringar av grundvattnets tryck i berget ger upphov till en sänkning av grundvattenytan, främst i de begränsade områden där de brantstående deformationszonerna har kontakt med den övre delen av berget och jordlagren. Dessa principer illustreras i figur 10-20.

Det är påverkansområdet från figur 10-19 (A) som har använts som underlag för beskrivning av grundvattenbortledningens konsekvenser i kapitel 10.1.4.1.



Figur 10-20. Illustration av de hydrogeologiska förhållandena i de övre delarna (cirka 150 meter) av berget i Forsmark. Enligt illustrationen finns det inom denna del av berget ett nätverk som består av flacka sprickzoner, med hög horisontell vattengenomsläpplighet och sprickzoner med hög vertikal vattengenomsläpplighet.

### Grundvattenytans återhämtning efter förslutning

Under avvecklingskedet kommer anläggningen att återfyllas och förslutas. I samband med detta kommer bortledningen av grundvatten från anläggningen att upphöra. Återhämtningsförloppet i samband med att inläckaget till förvaret minskar kan liknas vid en spegelbild av avsänkingsförloppet. Genom att använda påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning som referens, visar modelleringar att påverkansområdet är reducerat till cirka en tredjedel ett år efter och till cirka en tjugondel drygt två år efter det att inläckaget till förvaret minskat avsevärt eller helt upphört. En jämförelse mellan avsänkings- och återhämtningsförloppen visar att återhämtningsförloppet kan ske något snabbare än avsänkningen.

#### 10.1.3.3 Buller

I dagsläget är den dominerande bullerkällan i Forsmark en strömriktarstation vid Dannebo. Även verksamheten vid kärnkraftverket samt trafiken på vägarna i området ger upphov till buller.

För projektets olika skeden redovisas bullerpåverkan från både anläggningsbuller och transportbuller. Anläggningsbuller består av buller från verksamheten inom slutförvarsanläggningens driftområde, medan transportbullret uppstår vid transporter utanför anläggningen.

Sedan bullerutredningen /10-12/ togs fram har prognosen för antalet bergtransporter förändrats. Förändringen bedöms dock inte påverka de ekvivalenta bullernivåerna.

### Uppförandeskede

Fyllningsarbeten, jordschaktning, borrh- och sprängningsarbeten, berghantering, transporter, krossning av berg, grundläggningsarbeten, ventilation, uppförande av byggnader med mera är exempel på anläggningsarbeten som kommer att ge upphov till buller i området närmast slutförvarsanläggningen.

Vid sprängning kommer kortvarigt ljud att uppstå. Det förekommer någon eller några gånger per dag och påverkar inte den ekvivalenta ljudnivån i någon nämnvärd utsträckning. Ovanmarks-sprängningarna kommer att pågå under cirka sex månader.

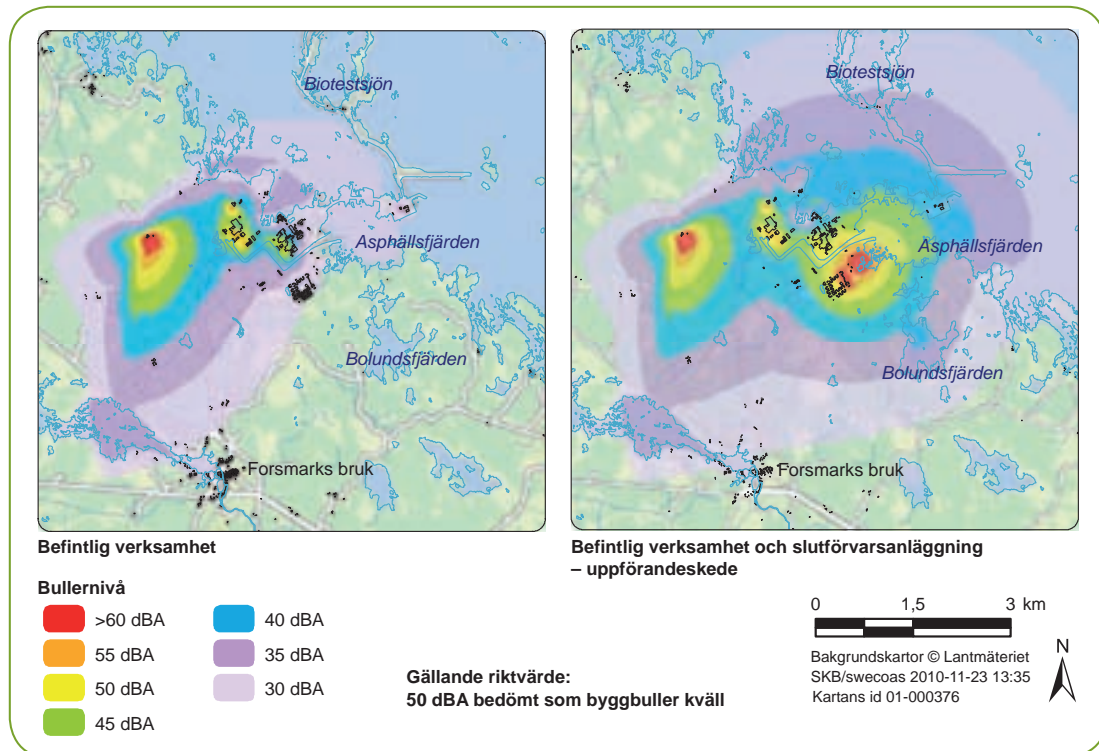
Utöver sprängning är bergkrossning det arbetsmoment som kommer att orsaka högst ljudnivå. Det är därför den verksamhet som bestämmer bullerspridningen dag- och kvällstid. Om det blir aktuellt med uttag av bergmassor från piren vid SFR kan krossning även behöva ske i anslutning till piren. Bullerspridningen bedöms dock inte bli så utbredd att den påverkar vare sig närmaste bostadshus, de planerade korttidsbostäderna vid Igelgrundet, eller fågelskyddsområdet öster om SFR. Nattetid kommer transporter med tunga fordon att vara den verksamhet inom driftområdet som orsakar de högsta bullernivåerna. När man nått förvarsdjupet och skip och centralområde är färdigbyggda kan bergmassorna krossas under mark och fraktas upp med skipen för att via ett transportband föras vidare till bergupplaget för mellanlagring eller borttransport på lastbil. Skipen kommer att utgöra en ny bullerkälla under den senare halvan av uppförandeskedet. Under begränsade tider kan skut (stora bergblock från sprängning) behöva delas vid markytan. Sådan så kallad skutknackning kan orsaka höga bullernivåer.

Stomljud kan uppstå vid till exempel borring för tunnelsalvor. Med stomljud menas att ljudet fortplantas via fast material i form av vibrationer. Stomljud kan fortplantas till byggnader som är grundlagda direkt på berg och kan uppfattas inom 100–200 meters avstånd från källan. Närmaste byggnad, befintlig barackby, ligger cirka 150 meter från borrhingsarbetena. Delar av denna kommer dock att rivras under uppförandeskedet. Övriga byggnader ligger mer än 400 meter från närmaste salvboring, varför stomljud inte bedöms uppgå till hörbara nivåer (25–30 dBA) i dessa.

Ljudnivåerna från borrhingsarbeten ovan mark har beräknats bli cirka 50 dBA vid närmaste bostadshus, som är de planerade korttidsbostäderna vid Igelgrundet.

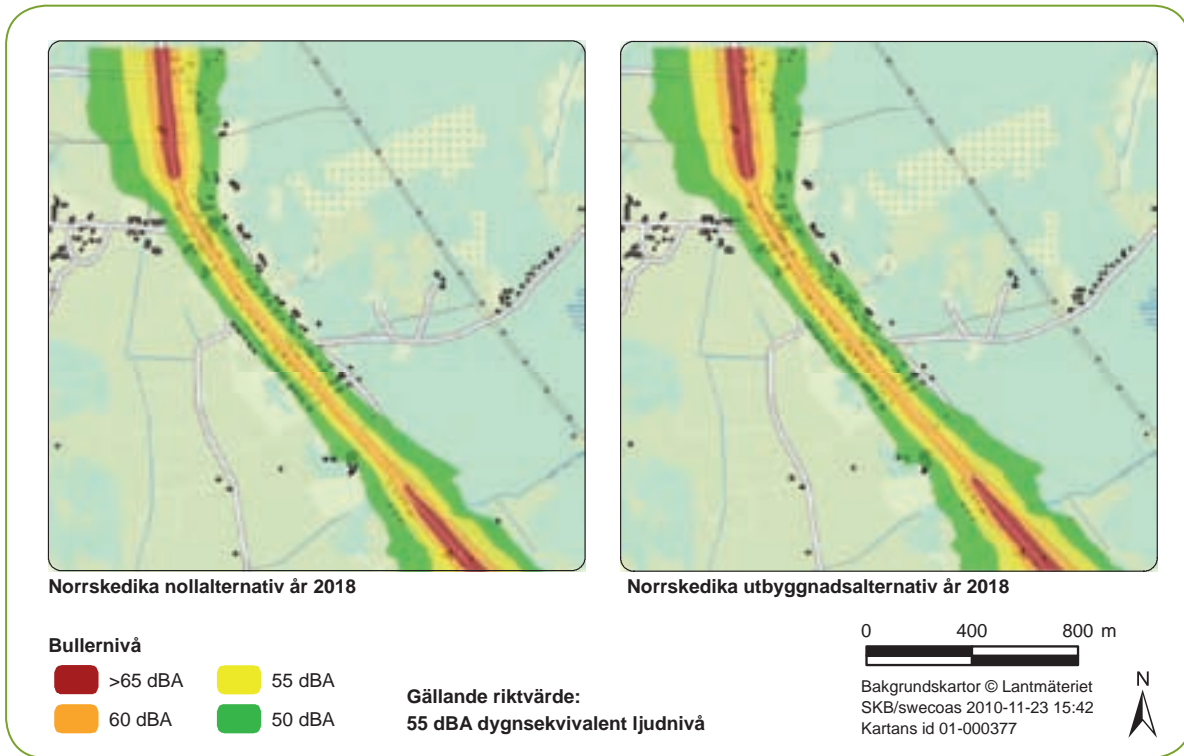
Störst bullerspridning i förhållande till gällande riktvärden – 50 dBA för byggbuller kvällstid samt 35 dBA för industribuller kvälls- och nattetid – kommer att ske kvällstid, se figur 10-21.

För att begränsa bullret kommer krossning av berg på markytan, lastning och uttransport av bergmassor från bergupplaget, samt ytliga sprängningsarbeten nattetid i möjligaste mån att undvikas.



Figur 10-21. Befintligt buller kväll och natt (till vänster) respektive befintligt buller kombinerat med buller från uppförandet av slutförvarsanläggningen kvällstid (till höger).

Bullernivåerna från de externa transporterna har beräknats för situationen utan en slutförvarsanläggning, i figur 10-22 kallat nollalternativ, samt för utbyggnadsalternativet och redovisas i sin helhet i /10-12/. Trafikvolymerna från slutförvarsanläggningen beräknas vara som störst under den senare delen av uppförandeskedet och figurerna representerar typåret 2018. Figur 10-22 visar exempel på bullernivåerna för ett vägavsnitt vid Norrskedika där merparten av transporterna från slutförvarsanläggningen kommer att passera, samtidigt som bostäderna ligger nära riksväg 76. Merparten av transporterna kommer att ske under dagtid. Figuren visar på en marginell ökning av bullernivåerna orsakad av SKB:s verksamhet.



Figur 10-22. Buller från vägtrafik i Norrskedika, utan respektive med slutförvarsanläggningen.

## Driftskede

De arbetsmoment som bedöms bullra mest under driftskedet är drift av skipen, användning av tunga fordon inom arbetsområdet samt berghantering inom bergupplaget. Under dagtid, i kampanjer, kan mobil kross komma att användas. Utanför driftområdet bidrar även ljud från evakueringsfläktar vid ventilationsstationer. Dessa kommer dock troligtvis att placeras på förvaringsnivå, vilket begränsar bullret. Ljuddata som ligger till grund för beräkningarna under driftskedet redovisas i tabell 10-10, angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC invid ljudkällan. Bokstäverna A och C hänvisar till olika skalor där C används vid impulsljud och lägger större vikt vid låga frekvenser, som för A i viss mån filtreras bort.

Tabell 10-10. Typiska ljuddata för källor under driftskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC. Ljudnivåerna anges vid källan.

Källa	dBA	dBC
Skip	111	114
Mobil kross	118	127
Bergupplag	103	119
– Hjullastare		
– Grävmaskin	98	119
– Fallande sten (från transportbandet)	111	112
Transportband –10 m	86	97
Fläktar	87	95
Lastbil	107	112

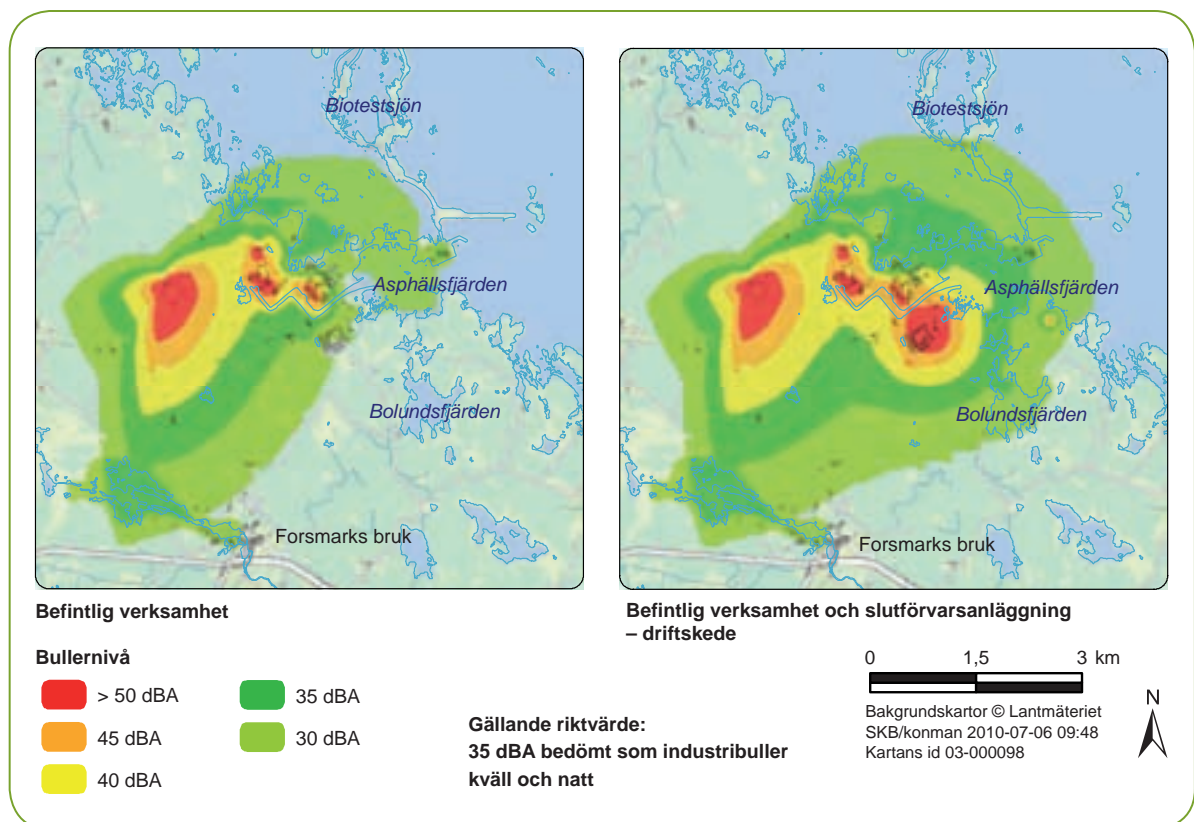
Figur 10-23 visar bullernivåer för kvällar och nätter för den befintliga verksamheten i området samt befintliga bullernivåer kombinerat med bidraget från slutförvarsanläggningen under driftskedet för kvällar och nätter.

Av tabell 10-10 framgår att för flera av bullerkällorna kommer det lågfrekventa ljudet, som mäts i dBC, att dominera. Det gäller till exempel hjullastare, grävmaskin och mobil kross. Om skillnaden i ljudnivå mellan dBA och dBC är större än cirka 15 kan ljudet uppfattas som mer störande än vad dBA-nivån anger. Figur 10-24 visar buller från hjullastare, grävmaskin och mobil kross dels i dBA (till vänster) och dels i dBC (till höger). I den högra bilden i figur 10-24 anger gräns mellan grönt och gult 55 dBC (40+15, vilket motsvarar riktvärdet plus skillnaden mellan dBA och dBC). I den vänstra bilden redovisas motsvarande ljudutbredning i dBA där gräns mellan grönt och gult anger 40 dBA.

Av figurerna framgår att utbredningsområdet för 55 dBC kommer att vara något större än området för 40 dBA. Däremot blir utbredningsområdet för 50 dBC betydligt större än för 35 dBA. Det innebär att om den mobila krossen är i drift under kvälls- och natttid är det större risk för störning än om den är i gång under dagtid.

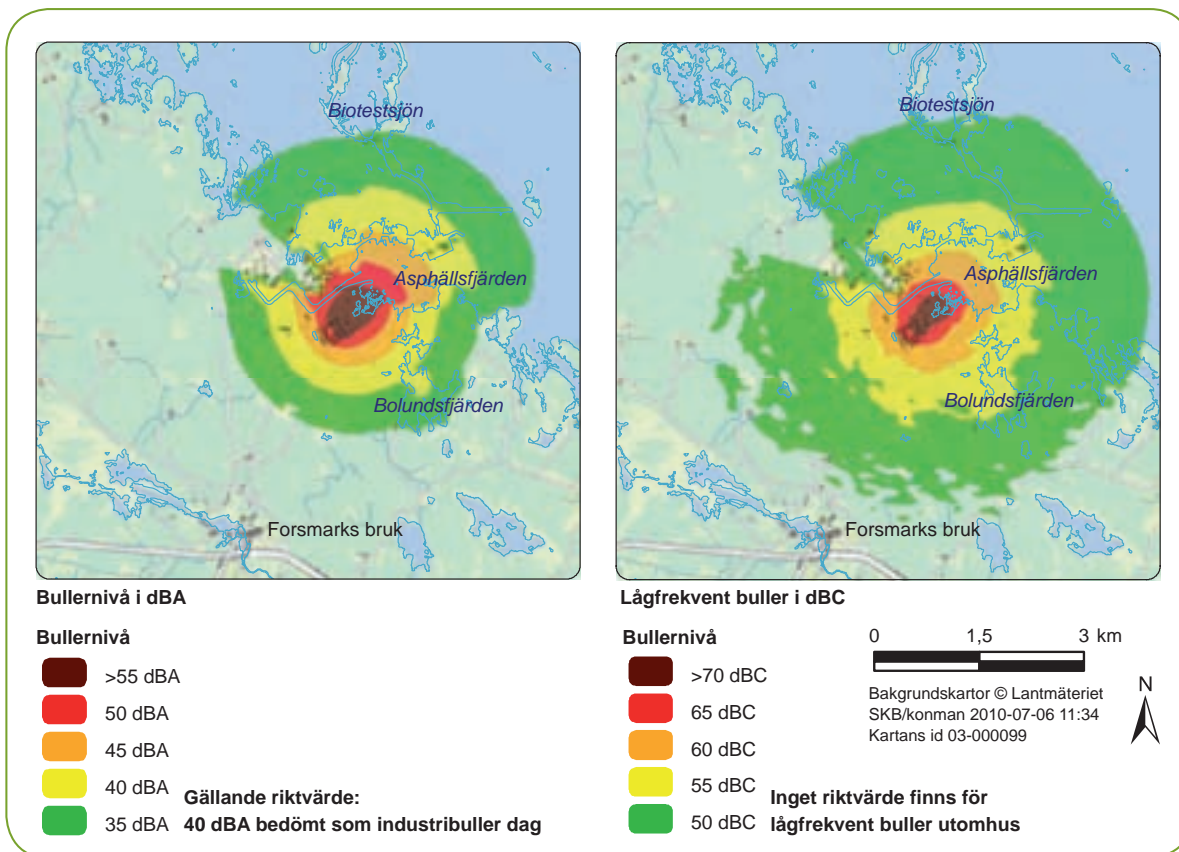
### Avvecklingskede

Beräkningar av bullernivåer under avvecklingskedet har inte gjorts. Bullernivåerna bestäms av vilka metoder man väljer för rivning och om alla anläggningar eller bara delar ska avvecklas. Till stor del kommer bullernivåerna att motsvara nivåerna under uppförandeskedet.



Figur 10-23. Befintligt buller kväll och natt (till vänster) respektive befintligt buller kombinerat med buller från slutförvarsanläggningen kväll och natt under driftskedet (till höger).





Figur 10-24. Bullernivå i dBA från hjullastare, grävmaskin och mobil kross (till vänster) respektive lågfrekvent buller i dBC från hjullastare, grävmaskin och mobil kross (till höger).

### 10.1.3.4 Vibrationer

Vibrationer uppkommer dels till följd av sprängningar vid slutförvarsanläggningen, dels på grund av de tunga transporterna till och från anläggningen.

En utredning har genomförts där vibrationer och luftstöt vågor som genereras av verksamheten vid slutförvarsanläggningen beräknats och möjliga effekter värderats preliminärt /10-13/. Risk för påverkan på befintlig verksamhet beskrivs i avsnitt 10.1.5.2.

### Uppförandeskede

Vibrationer kommer främst att uppkomma till följd av sprängningsarbeten, ovan och under mark, inom driftområdet för slutförvarsanläggningen. Sprängningarna kan även ge upphov till luftstöt vågor.

Ovanmarkssprängningar kommer att pågå under en begränsad del av uppförandeskedet då några av byggnaderna inom anläggningens driftområde grundläggs. Sprängningarna under mark bedöms ge lägre vibrationsnivåer än sprängningarna ovan mark, men kommer å andra sidan att pågå under hela uppförandeskedet. Påverkan på ytan kommer dock att avta med tiden, eftersom djupet till drivningsfronterna ökar successivt. Sprängningar för grundläggningen av produktionsbyggnaden respektive drivningen av tillfarterna (ramp och schakt) förväntas ge de högsta vibrationsnivåerna.

Inga permanenta bostäder finns inom påverkansavstånd från sprängningarna. De närmast belägna fritidsfastigheterna ligger över två kilometer från driftområdet och ovanmarkssprängningarna. I ett sent skede av slutförvarsanläggningens utbyggnad (driftskedet) kommer avståndet från sprängningarna på förvarsnivå till fritidsfastigheterna att vara som minst cirka 600 meter.

En ny logianläggning planeras på Igelgrundet, på norra sidan av kylvattenkanalen. Avstånden från sprängningarna till byggnaderna inom denna anläggning blir som minst cirka 500 meter.

Avstånden till de planerade sprängningarna är alltså med få undantag i storleksordningen 500 meter eller mer. På så pass långa avstånd blir påverkan generellt begränsad.

En möjlig källa till vibrationer, vid sidan av sprängningarna, är de tunga transporter till och från slutförvarsanläggningen. De tillkommande transporter påverkar inte vibrationsnivåerna längs transportvägarna eftersom tunga transporter redan förekommer på dessa vägar. Däremot kommer vibrationer att förekomma mer frekvent eftersom trafiken ökar. Vibrationer från tung trafik ger sällan upphov till skador på byggnader, men kan ge störningar för dem som vistas i närliggande byggnader. Graden av påverkan beror bland annat på vägkvalitet och hur byggnaderna är grundlagda. Riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn har en jämn vägbana, och närbelägna byggnader är grundlagda på berg eller fasta jordarter. Detta är gynnsamt och innebär att vibrationsnivåerna från trafik blir mycket begränsade. En referensmätning som utfördes i bostadshus vid riksväg 76 i Norrskedika bekräftade mycket låga vibrationsnivåer.

### Driftskede

Under driftskedet kommer mer eller mindre dagliga sprängningar att under många år vara en del av den normala driftverksamheten. Sprängningarna sker dock uteslutande på förvarsnivå, det vill säga cirka 470 meter under mark. Vibrationerna kommer att kunna uppfattas på markytan rakt ovanför salvorna, men avstånden är så pass stora att omgivningspåverkan förväntas bli minimal.

De tunga transporter blir färre under driftskedet än under uppförandeskedet. Vibrationer till följd av trafiken till och från slutförvarsanläggningen kommer därför att förekomma mindre frekvent, men vibrationsnivåerna blir desamma.

### Avvecklingskede

Under avvecklingskedet bedöms inte arbetena under mark ge upphov till några vibrationer i anläggningens närhet. Vid rivning av byggnader ovan mark kan vibrationer uppstå beroende på vilken rivningsmetod man väljer, men de avtar snabbt när avstånden överskrider några tiotal meter. Vibrationerna kommer därför att vara betydligt lägre under avvecklingskedet än under uppförandeskedet.

Vibrationer från transporter längs transportvägarna bestäms av mängden transporter och vägarnas framtida status, men frekvensen av vibrationer till följd av trafiken till och från slutförvarsanläggningen kan komma att bli likartad som under uppförandeskedet.

### 10.1.3.5 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

I detta kapitel beskrivs både radioaktiva ämnen och strålning som är naturligt förekommande och som kan härledas från det använda kärnbränslet. Information om radioaktivitet och strålning finns i avsnitt 3.4.

I majoriteten av svenska berganläggningar finns radioaktiva ämnen naturligt i berget, bland annat i form av radon och dess sönderfallsprodukter, radondöttrar. I berganläggningar avgår radon från bergytter, krossat berg i tunnlar och berggrum, samt från inläckande grundvatten. Radonhalterna i gruvor och undermarkskonstruktioner kan bli höga, speciellt om bergets uranhalt är hög. Tillräcklig ventilation är den främsta åtgärden för att begränsa radonhalten i undermarksanläggningar. Detta gäller även för slutförvarsanläggningen i dess olika skeden.

Förutom radon från slutförvarsanläggningen som ventileras ut med ventilationsluften, kommer radon att avgå från bergupplaget, dit det förts med bergmassorna. Radon kommer även att avgå med det vatten som släpps ut från anläggningen. Radonhalten mäts i enheten becquerel per kubikmeter luft (Bq/m<sup>3</sup>) eller per liter vatten (Bq/l).

## Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer utsläpp av radioaktiva ämnen och strålning endast att orsakas av den naturliga radioaktivitet som finns i berget, främst radon och radondöttrar. Radonhalterna är i första hand en arbetsmiljöfråga, eftersom radonhalterna blir högre i anläggningens undermarksdelar än utanför anläggningen. Gränsvärdet för luftkoncentrationen av radon i inomhusutrymmen, dit färdigställda bergutrymmen räknas, är  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Gränsvärdet för radonexponering i utrymmen där bergarbete pågår är  $2\,500\,000 \text{ Bq/m}^3$  per år, vilket motsvarar ett årsmedelvärde av radonkoncentration i luften på  $1\,500 \text{ Bq/m}^3$ . Ventilationssystemet i slutförvarsanläggningen kommer att vara dimensionerat för större luftflöden än de minimiflöden som krävs för att radonhalten ska understiga gränsvärdena. Under uppförandeskedet beräknas radontillskottet från slutförvarsanläggningen uppgå till  $1\text{--}8 \text{ Bq/m}^3$  och från bergupplaget  $1\text{--}16 \text{ Bq/m}^3$ , varav den högre siffran representerar ett maximalt stort bergupplag. Vid realistiska förhållanden kommer radontillskottet till omgivande luft från slutförvarsanläggningen och från bergupplaget att uppgå till mindre än  $6 \text{ Bq/m}^3$ . Detta kan jämföras med en normal ursprungshalt av radon i atmosfärsluft på  $10 \text{ Bq/m}^3$ . Så länge luften inte är fullkomligt stillastående omkring bergupplag och ventilationsöppningar förväntas ingen påverkan på radonhalten i utomhusluften kring slutförvarsanläggningen /10-14/.

Vatten som släpps ut från anläggningen kommer huvudsakligen från berget. Utsläppsvattnet innehåller främst ämnen från berget där även en viss mängd radon plus vissa restprodukter från sprängning ingår. Huvuddelen av radonet i utsläppsvattnet avges till luften i slutförvarsanläggningens undermarksdelar innan vattnet når utsläppsledningen /10-15/.

## Driftskede

Under driftskedet kommer kapslar med använt kärnbränsle att deponeras i slutförvarsanläggningen. En konstruktionsförutsättning för kapseln är att den ska inestänga både radionuklider och den alfa- och betastrålning som uppstår vid radioaktivt sönderfall. Dessa kommer därför inte att spridas utanför kapslarna. Det använda kärnbränslet avger även gamma- och neutronstrålning vid sönderfall, vilken bara till viss del skärmas av kapseln. Själva kapseln avger alltså gamma- och neutronstrålning i en omfattning som kräver strålskydd vid hantering, men inga utsläpp av radioaktiva ämnen sker från kapseln. Varken gammastrålning eller neutronstrålning kommer nå ut utanför anläggningen.

Den minsta mängd aktivitet som kommer att hanteras i slutförvarsanläggningen är den som finns i en kapsel. Anläggningen är konstruerad så att kapseln kommer att vara intakt under hela driftskedet och den aktivitet som finns i kapseln förblir innesluten i den. På grund av sönderfallet avtar dock aktiviteten i kapseln med tiden. Den största mängd aktivitet som planeras för samtidig hantering i anläggningen är den som finns i tretton kapslar, eftersom det är så många kapslar som hanteras samtidigt, tio kapslar uppställda i kapseltransportbehållare i terminalbyggnaden, en under förflyttning ovan mark eller i rampen, en i omlastningshallen samt en i deponeringsfasen. Deponerade kapslar räknas inte till dem som hanteras i slutförvarsanläggningen eftersom de är täckta med bentonitblock och därmed inte påverkar omgivningen.

## Strålskydd och strålskärning

Vid all transport utanför slutförvarsanläggningen och före omlastningshallen kommer kapseln att vara omgiven av en kapseltransportbehållare som fungerar som strålskärm och begränsar strålningen till omgivningen. I omlastningshallens strålskärmade omlastningscell förs kapseln över från kapseltransportbehållaren till deponeringsmaskinen. Deponeringsmaskinens strålskärmstubb omsluter kapseln och utgör strålskydd mot omgivningen.

Vid omlastning till deponeringsmaskinen och vid själva deponeringen kommer kapseln att vara en strålkälla. Vid deponering kommer en strålskärmsslucka att användas när kapseln är placerad i deponeringshålet, till dess att buffertblocken har placerats ovan kapseln. På så vis säkerställs strålskyddet vid deponering /10-15/. Strålskydden är avsedda att skydda dem som arbetar i slutförvarsanläggningen eftersom gamma- och neutronstrålningen inte har sådan räckvidd att den kan nå ut utanför anläggningen.

## Dos till personal

Personal som arbetar i slutförvarsanläggningen kan utsättas för strålning, eftersom kapseln kommer att vara en strålkälla och det naturligt förekommande radonet i anläggningen kommer att avge strålning. Individdos och kollektivdos vid normal drift med mindre störningar har därför beräknats.

Beräkningarna för individ- och kollektivdos har gjorts med pessimistiska antaganden och det är troligt att stråldoserna i verkligheten blir lägre. Individdos för maximalt belastad person beräknas för deponering av en kapsel till 0,08 mSv och om samma person utför samma arbetsuppgift för samtliga deponeringar under ett år (vilket innebär 150 kapslar) motsvarar det 12 mSv. Kollektivdosen för deponering av en kapsel har beräknats till 0,3 mmanSv och kollektivdosen för deponering under ett år till 46 mmanSv. De beräknade stråldoserna inkluderar stråldosen från den naturliga bakgrundsstrålningen (stråldos från radon) som finns inom anläggningen /10-15/.

Stråldoser från radon kommer att begränsas genom ventilation på samma sätt som i uppförandeskedet.

Om ett så kallat missöde (beskrivs i avsnitt 10.1.5.2) inträffar ska allt arbete avbrytas, arbetsmomenten planeras samt strålskärning utföras. Det ska också upprättas en dosbudget för de arbetsmoment som kommer att behöva utföras. Detta ska sedan godkännas av Strålsäkerhetsmyndigheten innan arbetet med hantering av händelsen kan påbörjas /10-15/.

## Utsläpp av radioaktiva ämnen

Kapslarna med det använda kärnbränslet ger inga utsläpp av radioaktiva ämnen. För att säkerställa att ingen fri aktivitet eller kontamination förs in i anläggningen via transportutrustningen och transporten av kapseln kommer kapseltransportbehållarens in- och utsida att kontrolleras med avseende på radioaktiv kontamination i omlastningshallen. Luften i kapseltransportbehållaren kommer också att kontrolleras med avseende på radioaktivitet. Om kapseltransportbehållaren är kontaminerad returneras den tillsammans med kapseln till inkapslingsanläggningen.

Radon som finns naturligt i slutförvarsanläggningen kommer att släppas ut via ventilationsluften och länshållningsvattnet. Radon kommer även under driftskedet att avgå till luft från bergupplaget.

Under driftskedet beräknas radontillskottet från anläggningen vara av ungefär samma storlek som under uppförandeskedet.

## Avvecklingskede

Det kommer inte att ske några utsläpp av radioaktiva ämnen från kapslarna. Radonutsläpp och dos till personal från radon under avvecklingskedet har inte studerats närmare. Ventilationsanläggningen kommer även under avvecklingskedet att vara dimensionerad så att inga gränsvärden överskrids.

### 10.1.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till luft

Slutförvarsanläggningen kommer att orsaka utsläpp av luftföroreningar genom direktutsläpp via fordonens avgasrör, damning samt genom uppvirvling av redan nedfallna ämnen till följd av anläggnings- eller transportverksamhet. Vid sprängningsarbeten genereras även utsläpp av spränggaser. De luftföroreningar som främst uppstår vid slutförvarsverksamheten (undantaget fartygstransporter) är kväveoxider (NO<sub>x</sub>), koldioxid (CO<sub>2</sub>), partiklar (PM), kolväten (HC) och kolmonoxid (CO).

Redovisningen av luftutsläpp har delats upp på redovisning av emissioner och halter. Med emissioner avses de föroreningsmängder som släpps ut via fordonens avgasrör. Emissionerna redovisas i ton utsläpp per år. Halterna redovisas som årsmedelhalt i milligram per kubikmeter (mg/m<sup>3</sup>) och anger hur bidraget från SKB:s verksamhet påverkar halten luftföroreningar i området.

För att beräkna emissionerna har fordonstyper och transportmängder hämtats från den transportutredning som SKB har tagit fram /10-2/. Den genomsnittliga körsträckan för externa transporter antas vara 25 kilometer enkel resa. Metodiken för att framräkna emissionerna och fullständiga beräkningar redovisas i /10-16/. Sedan utredningen /10-16/ gjordes har prognosen för antalet bergstransporter förändrats. Det ger dock inga betydande förändringar av utsläppen till luft.

## Uppförandeskede

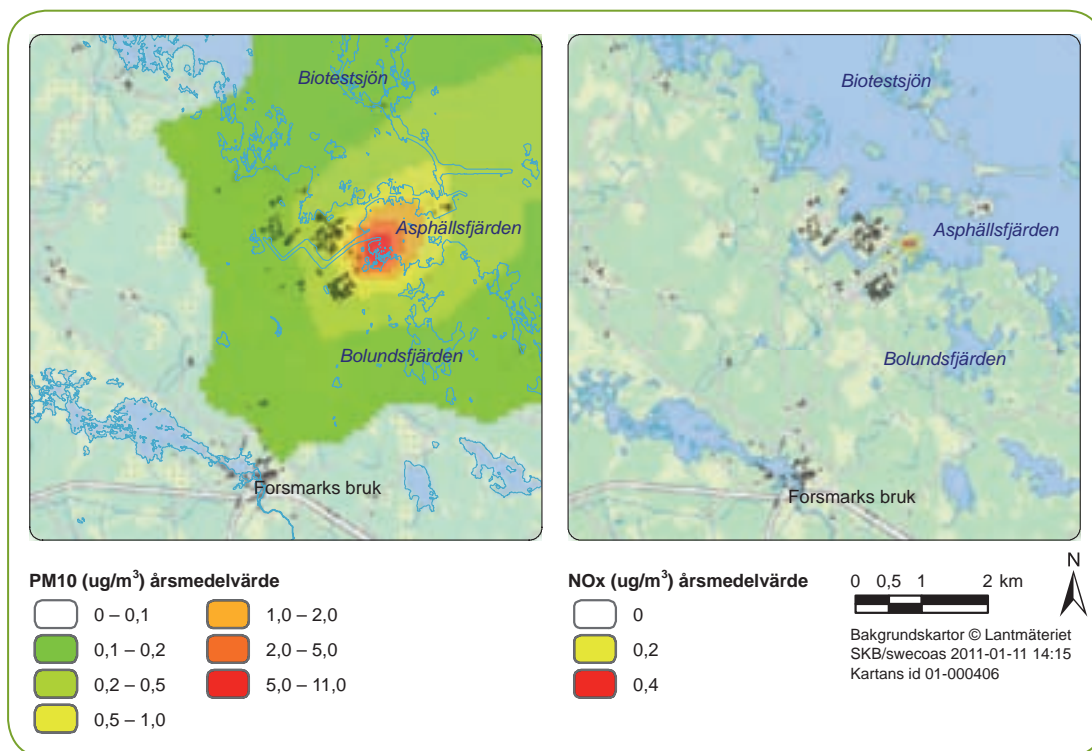
I tabell 10-11 redovisas de totala emissionerna från interna och externa transporter till och från slutförvarsanläggningen för typåren 2015 och 2018 /10-16/. Utsläppen jämförs med de totala utsläppen i Uppsala län för år 2006 /10-17/.

Emissionerna av samtliga ämnen kommer att vara som störst under andra hälften av uppförandeskedet, då anläggningsarbetet och transportarbetet är som mest intensivt men inte märkbart bidrar till de totala utsläppen i länet.

För att bestämma bidraget till omgivningens luftföroreningshalter har spridningsberäkningar gjorts för utsläppen från transporter inom och utanför driftområdet, samt för verksamheten ovan och under mark. Spridningsberäkningar har gjorts för kvävedioxid och partiklar till luft för typåret 2018. För dessa ämnen finns miljö kvalitetsnormer. Spridningsberäkningarna för slutförvarsanläggningen inkluderar transporterna inom anläggningen (interna transporter) och verksamheten vid bergupplaget. Bidraget från berghantering (damningen) baseras på mätningar vid en befintlig anläggning med berghantering. I figur 10-25 redovisas haltbidraget av partiklar (PM10) samt haltbidraget av kväveoxid (NO<sub>x</sub>).

Tabell 10-11. Emissioner från vägtransporter till och från slutförvarsanläggningen typåren 2015 och 2018 (ton per år) jämfört med totala emissioner i Uppsala län år 2006.

	Slutförvarsanläggningen 2015	Slutförvarsanläggningen 2018	Uppsala län 2006
NO <sub>x</sub>	3	4	3 800
CO <sub>2</sub>	1 200	1 600	1 062 000
PM10	2	4	1 500



Figur 10-25. Haltbidrag 2018 av PM<sub>10</sub> årsmedelhalt (till vänster) och haltbidrag 2018 av NO<sub>x</sub> årsmedelhalt (till höger).

Spridningsberäkningar har också gjorts för de externa transporter till och från slutförvarsanläggningen för ett vägavsnitt vid Norrskedika, där merparten av transporter från anläggningen kommer att passera samtidigt som bostäderna ligger nära riksväg 76. Eftersom trafiken kommer att vara mest intensiv under senare delen av uppförandeskedet har spridningsberäkningar genomförts för år 2018. Beräkningarna visar att SKB:s bidrag av såväl PM10 som NO<sub>2</sub> på 0,5 mikrogram per kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>) kommer att sprida sig maximalt 20 meter från vägen. Spridningskartor för riksväg 76 genom Norrskedika redovisas i rapport /10-16/.

Depositionen av kväve har beräknats för området runt slutförvarsanläggningen. Beräkningarna visar att SKB:s verksamhet bidrar med en liten andel av kvävedepositionen i de tre närliggande Natura 2000-områdena samt i riksintresset Forsmark-Kallrigafjärden. Enligt /10-16/ kommer depositionen från verksamheten vid anläggningen att uppgå till mindre än 0,00001 gram per kvadratmeter (g/m<sup>2</sup>) och år, vilket är mindre än 0,002 procent av bakgrundsbelastningen.

### Driftskede

Verksamheten under driftskedet kommer att vara likartad från år till år varför emissionerna kommer att vara desamma under hela drifttiden, förutsatt att de antaganden om avgasrening, motorer och drivmedel som gjorts för typåret 2030 fortsätter att gälla. I rapport /10-16/ redovisas en studie av tänkbara framtida scenarier för utveckling av fordon och drivmedel och denna studie ligger till grund för emissionsberäkningarna år 2030. De årliga utsläppen av samtliga studerade ämnen kommer att vara lägre under driftskedet än under uppförandeskedet.

Spridningsberäkningar har även gjorts för driftskedet år 2030. Halterna från arbetena inom slutförvarsanläggningen och längs de externa transportvägarna förväntas vara lägre år 2030 än år 2018. Det förklaras av det mindre intensiva bergarbetet och därmed de färre transporter under driftskedet. Spridningskartor för slutförvarsanläggningen och för riksväg 76 genom Norrskedika redovisas i rapport /10-16/. Utsläpp från fartygstransporter beskrivs i avsnitt 8.1.3.5.

Depositionen av kväve från verksamheten vid anläggningen kommer att uppgå till mindre än 0,00001 g/m<sup>2</sup> år även under driftskedet, vilket utgör mindre än 0,002 procent av bakgrundsbelastningen.

### Avvecklingskede

Emissionerna från transporter under avvecklingskedet bedöms ligga på ungefär samma nivå som under driftskedet, men spridningsberäkningar har inte utförts för avvecklingskedet då osäkerheterna för detta skede är för stora. Det är främst utveckling av nya bränslen, men också utveckling av nya fordon, som resulterar i de stora osäkerheterna. Inga beräkningar har heller gjorts av depositionsbidraget av kväve.

#### 10.1.3.7 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

##### Uppförandeskede

Under de första åren av uppförandeskedet kommer de tekniska lösningarna för vattenhanteringen att vara provisoriska, för att sedan byggas om till permanenta under uppförandeskedets andra hälft.

##### Spillvatten

Spillvattnet från driftområdet kommer att samlas upp och ledas till FKA:s reningsverk för behandling. Renat vatten från reningsverket leds till kylvattenkanalen och ut i Biotestsjön efter att ha passerat kärnkraftverket för att kyla reaktorerna. Innan det renade vattnet släpps ut i kylvattenkanalen kommer det också att finnas möjlighet att leda en del av strömmen via Tjärnpussen för att optimera efterbehandlingen av lakvatten från bergupplaget. Tillfört vatten från slutförvarsanläggningen kommer inte att förändra påverkan på recipienten /10-4/.

### Länshållningsvatten

Länshållningsvattnet kommer under uppförandeskedet främst att utgöras av inläckande grundvatten till ramp och centralområde men också av vatten som används för borrh-, spräng- och schaktarbeten. Utöver kväve kommer länshållningsvattnet även att innehålla cementrester, borrhkax, oljerester och andra föroreningar från arbetsfordon och maskiner. Salthalten i länshållningsvattnet bedöms bli ungefär densamma som i Östersjön utanför Forsmark /10-4/.

Kvävehalterna i länshållningsvattnet bedöms bli så små (under 5 mg/l) att rening inte behövs. Länshållningsvattnet passerar sedimenteringsbassänger innan vattnet leds ut i den norra och djupare delen av Söderviken, se figur 10-26 /10-4/. Utsläppen av länshållningsvatten kommer dock att ge upphov till haltförändringar av kväve i Asphällsfjärden och i Söderviken, vilket ökar primärproduktionen (plankton, alger, kärlväxter, med flera). På grund av de låga fosforhalterna i recipienten samt den snabba utspädningen som kommer att ske blir dock påverkan begränsad /10-18/.



Figur 10-26. Tänkt plats (gul cirkel) för utsläpp av länshållningsvatten i Söderviken.

### Lakvatten

Lakvattnet från bergupplaget består av nederbörd och avsmältningvatten och kommer främst att vara förorenat med kväve. Kvävet kommer troligen att lakas ur bergmassorna relativt snabbt och det kan därför bli stora variationer på kväveinnehållet i lakvattnet. Lakvattnet kommer att behöva renas eftersom kvävehalterna i lakvattnet sannolikt är så höga att de är toxiska för vattenlevande organismer /10-4/.

Rening av kväve kommer att ske på en översilningsyta vid bergupplaget samt i själva Tjärnpussen. För att undvika översvämning, och för att öka reningskapaciteten, kommer en liten höjning av Tjärnpussens normalvattenstånd att göras och viss flödesreglering planeras. Nuvarande högsta vattennivå kan behållas eller sänkas något. En sänkning innebär att risken för översvämning av värdefulla skogs- och kärrområden minskar. Vattenreningen kommer att innebära att Tjärnpussens vatten blir mer näringsrikt /10-4/.

## Släckvatten

Vid eventuell brandsläckning kommer släckvatten att uppstå. Släckvattnet kan innehålla sotpartiklar och annat partikulärt material. Vattnet kommer att släppas ut i Söderviken efter att ha passerat sedimenteringsbassänger.

## Dagvatten

Eftersom dagvatten kommer att tas om hand lokalt (LOD) inom driftområdet kommer uppkomsten av dagvatten att begränsas och avrinnande dagvatten fördröjas, samtidigt som föroreningar fastnar i marken i stället för att ledas till recipient.

Dagvattnet i driftområdet innehåller framför allt inerta smutspartiklar som kiseldamm och annat material från krossat berg. Dessa partiklar är inte giftiga men kan ändå ge negativa effekter på närliggande vattenmiljöer genom grumling och efterföljande sedimentation på undervattensvegetation och botten. Dessutom kommer tungmetaller, organiska föroreningar och näringsämnen att tillföras dagvattnet. Föroreningarna uppstår till följd av ökad erosion vid avverkning samt vid schakt- och grävarbeten. Föroreningarna kommer också från avgaser och smörjoljor, samt genom slitage av bildäck, vägbanor och bromsbelägg etc. Även långväga luftburna föroreningar bidrar till föroreningen av dagvatten /10-4/. Det dagvattenflöde som anges i tabell 10-1 uppstår först under senare delen av uppförandeskedet då byggnader och hårdgjorda ytor har anlagts. I början av uppförandeskedet kommer flödena att vara lägre.

Om inga åtgärder för LOD vidtas beräknas utsläppen av fosfor kunna uppgå till cirka nio kilogram per år. Utsläpp av zink skulle uppgå till cirka åtta kilogram per år och utsläppen av olja skulle bli cirka 80 kilogram per år. Med vidtagna LOD-åtgärder reduceras dessa mängder och utsläppsvärdena kommer att ligga nära bakgrundsvärdena för avrinningen i området /10-4/.

## Driftskede

Vattenhanteringen kommer att ske på samma sätt under driftskedet som under den senare delen av uppförandeskedet. Vattnet i driftskede kommer dock att ha något andra flöden och föroreningsinnehåll. Lakvattnets innehåll av kväve kommer att minska jämfört med uppförandeskedet eftersom de största mängderna kväve redan har lakats ur. Länshållningsvattnets flöde ökar jämfört med uppförandeskedet då inläckande grundvatten från deponeringstunnlarna tillkommer, samtidigt som kväveinnehållet minskar på grund av minskade mängder sprängmedel.

## Avvecklingskede

Vattenhanteringen under avvecklingskedet är inte utredd, men i princip kommer såväl vattenmängder som föroreningsinnehåll i vattnet att minska under avvecklingskedet. Den vattenström som kvarstår längst är spillvattenflödet som uppkommer till följd av användning av sanitära utrymmen. Spillvattnet kommer sannolikt att renas i det reningsverk som finns på platsen och med teknik som då finns tillgänglig.

### 10.1.3.8 Ljussken

Belysning under slutförvarsanläggningens olika skeden kommer att väljas med hänsyn tagen till arbetsmiljö, säkerhet, omgivande landskap samt de kringboende. Belysningen ska vara verksamhetsanpassad. Enstaka arbetsområden kan tidvis kräva kraftigare belysning.

## Uppförandeskede

En god arbetsmiljö kräver funktionell arbetsplatsbelysning under dygnets mörka timmar. Detta kan tillgodoses genom lämpligt utformade och utplacerade ljuskällor. Det ska balanseras mot krav på låg energiförbrukning.



## Driftskede

Utomhusbelysningen för anläggningens vägar och planer kommer att vara lågt sittande traditionella belysningsstolpar. Något högre stolpar planeras längs tillfartsvägen. Vid bergupplaget kommer en eller flera belysningsmaster att användas. För att undvika ljusspridning utanför driftområdet kommer belysningen att riktas och skärmas så långt det är möjligt. Skärmande trädridåer kommer om möjligt att sparas.

Belysningskonceptet kommer att studeras vidare i projekteringen av anläggningen.

## Avvecklingsskede

Arbetsplatsbelysningen under avvecklingsskedet förväntas motsvara den under uppförandeskedet.

### 10.1.3.9 Avfall

Vid uppförande, drift och avveckling av slutförvarsanläggningen kommer en mängd varor och produkter att användas. Delar av dessa varor och produkter ger ett avfall som måste hanteras. SKB:s målsättning är att minimera avfallsmängderna. Målet ska uppnås genom en kombination av anläggningarnas utformning och materialval, något som dessutom kan bidra till att material sorteras effektivt i samband med att anläggningarna demonteras eller rivs.

Avfall delas upp i farligt och icke farligt avfall. Farligt avfall hanteras skilt från annat avfall och förvaras i containrar i väntan på hämtning. Innan anläggningen har detaljutformats kan bara en grov bedömning av avfallsmängderna göras.

## Uppförandeskede

Under uppförandeskedet bedöms 50 ton farligt avfall och 1 100 ton övrigt avfall uppstå /10-8/.

## Driftskede

Eftersom verksamheten är tämligen konstant över tiden bedöms avfallsmängderna inte variera med åren under driftskedet. Farligt avfall beräknas till 5 ton per år eller drygt 200 ton totalt och övrigt avfall till 120 ton per år eller 5 400 ton totalt /10-8/.

De uppskattade avfallsmängderna grundar sig på att maskinerna som används underhålls och sköts väl. Teknikutveckling och strävan efter optimal kapacitet under hela driftskedet medför att fordon, maskiner, datorer och annan tekniskt avancerad utrustning sannolikt behöver bytas ut ett antal gånger under drifttiden. Dessa blir avfall när de är uttjänta.

## Avvecklingsskede

Rivnings- och återställningsinsatser ovan mark beror på framtida önskemål och krav. Under avvecklingsskedet kan fraktionen förorenade massor tillkomma. Föroreningarna har i så fall uppkommit på områden över och under mark där fordon stått uppställda och kemikalier hanterats. Förorenade massor kan utgöra farligt avfall som måste hanteras när slutförvarsanläggningen ska avvecklas.

Farligt avfall beräknas uppgå till cirka 240 ton, eventuellt förorenade massor till maximalt 100 000 ton och övrigt avfall till cirka 42 000 ton /10-19/.

### 10.1.3.10 Energianvändning

För att minska energiåtgången kommer hela slutförvarsanläggningen att konstrueras så att värme återvinns ur frånluften och ur länshållningsvattnet. Ventilation står för en stor del av energianvändningen och kommer därför att vara behovsstyrd, så att den kan minskas när verksamhet inte pågår i ett område.

## Uppförandeskede

Elenergi kommer att behövas för uppvärmning av byggnader, för belysning, ventilation, länshållning, maskiner och hissar. Totalt bedöms cirka 60 gigawattimmar (GWh) användas under uppförandeskedet. Till detta kommer dieselförbrukningen till fordon, maskiner och uppvärmning, vilken uppskattas till totalt cirka 640 kubikmeter /10-8/.

Genom att använda skipen för vertikala transporter av bergmassor under senare delen av uppförandeskedet, i stället för att transportera massor i rampen, minskas energianvändningen.

## Driftskede

I driftskedet kommer fler fordon och maskiner att användas än i uppförandeskedet. Elenergianvändningen under hela driftskedet bedöms bli 1 100 GWh eller cirka 25 GWh per år. Dieselförbrukningen för fordon och maskiner uppskattas till drygt 100 kubikmeter per år eller 4 500 kubikmeter totalt /10-8/.

Även under driftskedet minskas energianvändningen genom att skipen används för vertikala transporter av bergmassor, buffert och återfyllningsmassor.

## Avvecklingsskede

Även under avvecklingsskedet krävs elenergi. Uppskattningsvis kommer 100 GWh elenergi och 2 600 kubikmeter diesel att förbrukas /10-20/.

### 10.1.3.11 Vattenförbrukning

Verksamheten vid slutförvarsanläggningen kommer att förbruka vatten under alla skeden. Vatten kommer att användas i toaletter, handfat, pentryn, tvättställ och duschar samt vid sanitära installationer i anläggningens undermarksdel. Vidare används vatten till borrh-, spräng-, och schaktarbeten. Förbrukning av vatten till borrh-, spräng- och schaktarbeten uppskattas till cirka 0,15 kubikmeter per kubikmeter fast berg, vilket är normal förbrukning vid en bergentreprenad av denna storlek. Uppgifterna om vattenförbrukning är hämtade ur /10-5/.

## Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer vattenförbrukningen att variera beroende på bergarbetets intensitet. Förbrukningen i sanitära utrymmen och för bergarbeten beräknas uppgå till cirka 170 000 kubikmeter vatten över hela perioden.

## Driftskede

Under driftskedet beräknas vattenförbrukningen bli cirka 15 000 kubikmeter per år och cirka 680 000 kubikmeter totalt.

## Avvecklingsskede

Under avvecklingsskedet kommer vattenförbrukningen att vara mindre än under uppförande- och driftskedet, eftersom inget bergarbete förekommer. Vatten kommer att förbrukas i sanitära utrymmen så länge som människor arbetar inom området. Under avvecklingsskedet uppskattas vattenförbrukningen uppgå till 3 000 kubikmeter per år eller 39 000 kubikmeter totalt över hela perioden.

### 10.1.3.12 Masshantering och resursförbrukning

## Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer ramp och schakt, centralområdet samt delar av deponeringsområdet att färdigställas. Hanteringen av massor beskrivs under avsnitt 10.1.2 Verksamhetsbeskrivning. Totalt sett uppkommer cirka 1,6 miljoner ton bergmassor /10-8/. Under uppförandeskedet kommer delar av massorna att återanvändas inom anläggningen, medan merparten av bergmassorna

utgör överskott som kan avyttras på den öppna marknaden. Bergmassorna förutsätts till stor del kunna användas lokalt eller inom regionen.

Under uppförandeskedet kommer massor även att behövas för att fylla ut bland annat gölarna i driftområdet. Volymen som ska fyllas ut är 180 000–200 000 kubikmeter, se /10-21/. Om massorna har densiteten cirka två ton per kubikmeter innebär det att 350 000–400 000 ton massor behövs för utfyllnad inom driftområdet.

## Driftskede

Under driftskedet fortsätter uttaget av berg, om än i mindre omfattning än i uppförandeskedet, när alla tunnlar i förvarsområdet färdigställs. Detta arbete förväntas generera cirka 120 000 ton bergmassor per år, vilket motsvarar ungefär 4,8 miljoner ton totalt under de år som bergarbetet pågår. Under driftskedet påbörjas även återfyllning av deponeringstunnlarna med bentonit i form av block och pellets. Cirka 50 000 ton bentonit per år, eller 2,3 miljoner ton totalt, beräknas gå åt till återfyllning och buffert /10-8/. Den totala produktionen i världen år 2007 var 15,7 miljoner ton.

Deponeringshålerna kommer att utformas med en slits i överkanten. Slitsen innebär att deponeringstunnlarnas tvärsnitt kan minskas och att uttaget av berg, och därmed även behovet av återfyllningsmaterial, minskas.

## Avvecklingsskede

Under avvecklingen av slutförvarsanläggningen försluts stam- och transporttunnlar, samt centralområde, ramp och schakt för transport och ventilation. Det är ännu inte bestämt vilka material som ska användas för förslutning, men tänkbara material är bentonit, lera och bergkross. Ett koncept för förslutning som har föreslagits innebär att stam- och transporttunnlar återfylls med block och pellets av bentonit på samma sätt som deponeringstunnlarna, medan centralområdet återfylls med bergkross. Schakt och ramp återfylls med bentonit och bergkross /10-8/.

Bedömning av hur mycket material som går åt görs i senare skede, eftersom avvecklingen ligger så långt fram i tiden.

## 10.1.4 Effekter och konsekvenser

### 10.1.4.1 Naturmiljö

#### Ianspråktagande av mark

För etableringen av slutförvarsanläggningens ovanmarksdel kommer mark att tas i anspråk. Den största delen är industrimark med begränsade naturvärden, men mark som ligger nära stranden intill Söderviken och som har höga naturvärden kommer också att omfattas. För denna miljö är det främst förekomst av gölgröda, se figur 10-27, som är grunden till naturvärdesklassificeringen. Tre gölar, varav två där gölgrödan har observerats, kommer att fyllas igen. Konsekvenser på områdets naturvärden från ianspråktagande av mark redovisas i /10-18/.

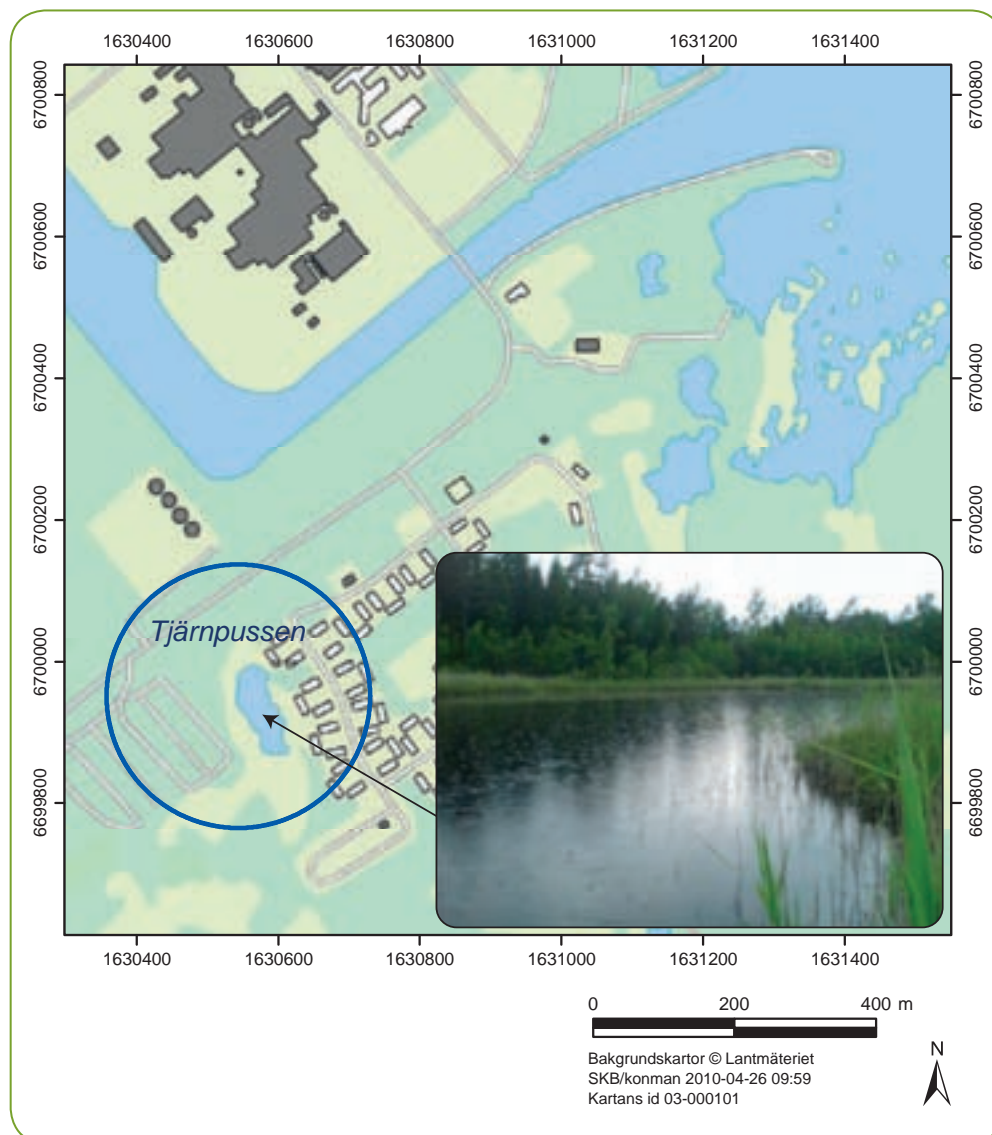
I undersökningsområdet för naturvärdesinventeringen har gölgrödan påträffats i sju gölar och etableringen av driftområdet kan få stora negativa konsekvenser för arten om inga åtgärder vidtas. Varje göl är viktig för gölgrödans lokala population. Eftersom slutförvarsanläggningen förändrar livs-



Figur 10-27. Gölgröda vid en göl i Forsmarksområdet.

betingelserna för gölgrödan kommer SKB att ansöka om dispens från artskyddsförordningen och ta fram förslag på hur man kan kompensera för förlusten av gölgrödans livsmiljöer. SKB planerar att göra detta genom att skapa nya gölar i lämpliga miljöer. Med planerade kompensationsåtgärder bedöms inte etableringen av slutförvarsanläggningens ovanmarksdel medföra negativa konsekvenser för gölgrödans lokala population. I ansökan om dispens från artskyddsförordningen kommer en detaljerad redogörelse för anläggningens påverkan på arter i artskyddsförordningen, samt planerade kompensationsåtgärder för att minimera denna påverkan att ingå.

Anläggningen för rening av lakvatten från bergupplaget innebär ett nytt intrång i naturmiljön, se figur 10-28. I anslutning till Tjärnpussen finns ett rikkärr av regionalt intresse som kan påverkas. Skyddsåtgärderna för hantering och rening av lakvatten bedöms medföra begränsade konsekvenser för Tjärnpussen och kringliggande miljöer, samtidigt som de minskar SKB:s utsläpp till vatten och efterföljande effekter på vattenmiljöer. Vid utsläpp av länshållningsvatten i Söderviken kan begränsade effekter förväntas på viken och i Asphällsfjärden. Kväverester i länshållningsvattnet kan orsaka en ökad tillväxt av undervattenvegetation. Dock är kvävehalterna låga (under fem mg/l) och SKB avser att släppa ut länshållningsvattnet i den djupare delen av Söderviken, som är i direkt kontakt med Asphällsfjärden och intaget till kylvattenkanalen. Detta resulterar i en stor utspädning av länshållningsvattnet. Vidare kommer tillgången på fosfor att snabbt bli den begränsande faktorn för vegetationen.



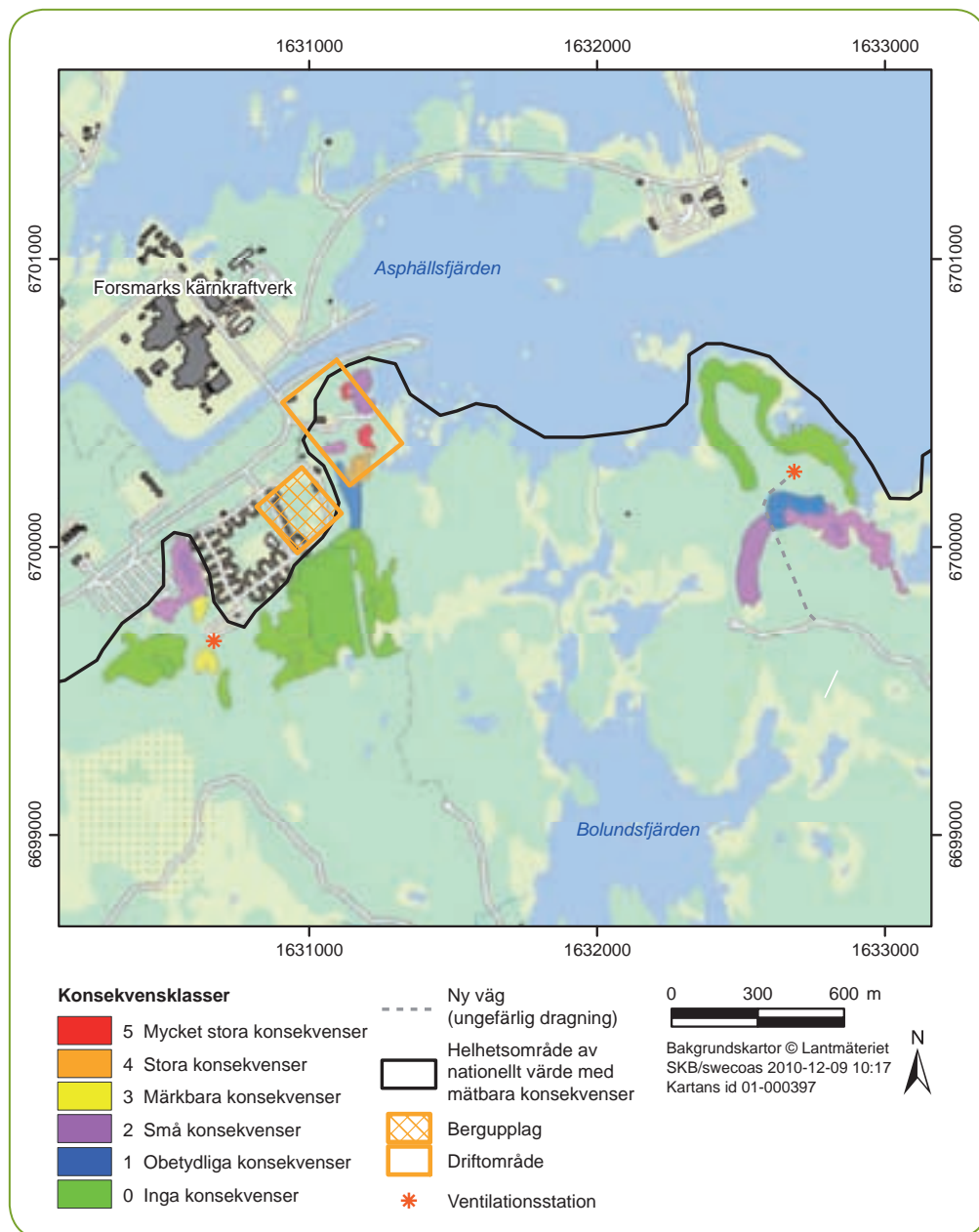
Figur 10-28. Karta som visar sjön Tjärnpussen samt foto över del av vattenområdet. På kartan, i nordost, syns även de gölar som hyser gölgrödan.

Med hänsyn till detta, samt att recipienten bedöms vara relativt tålig, anses konsekvenserna för vattenmiljön bli små.

Ungefär 1,5 kilometer öster om driftområdet planeras en ventilationsstation att anläggas. I påverkansområdet för ventilationsstationen finns örtrika barrblandskogar av regionalt intresse, samt ett rikkärr av nationellt intresse. Vägdragningen till ventilationsstationen kan komma att påverka kringliggande rikkärrmiljöer om inga åtgärder vidtas. En enkel förebyggande åtgärd kan vara att bygga en genomsläpplig vägbank så att de lokala ytvatten- och grundvattenflödena inte påverkas.

Området kring Forsmark har ett rikt fågelliv, men SKB:s markanspråk bedöms inte påverka några områden med skyddsvärd fågelfauna. Häckande fåglar kan dock störas av människor som rör sig i närheten av deras bon.

Figur 10-29 visar en sammanställning av konsekvenser för naturmiljön från ianspråktagande av mark om inga åtgärder vidtas.



Figur 10-29. Karta som visar konsekvenser för de naturvärdesobjekt som kan beröras av att SKB tar mark i anspråk.

## Grundvattensänkning

Den grundvattensänkning som uppstår under uppförande- och driftskedet för slutförvarsanläggningen kan innebära konsekvenser för omgivande naturområden.

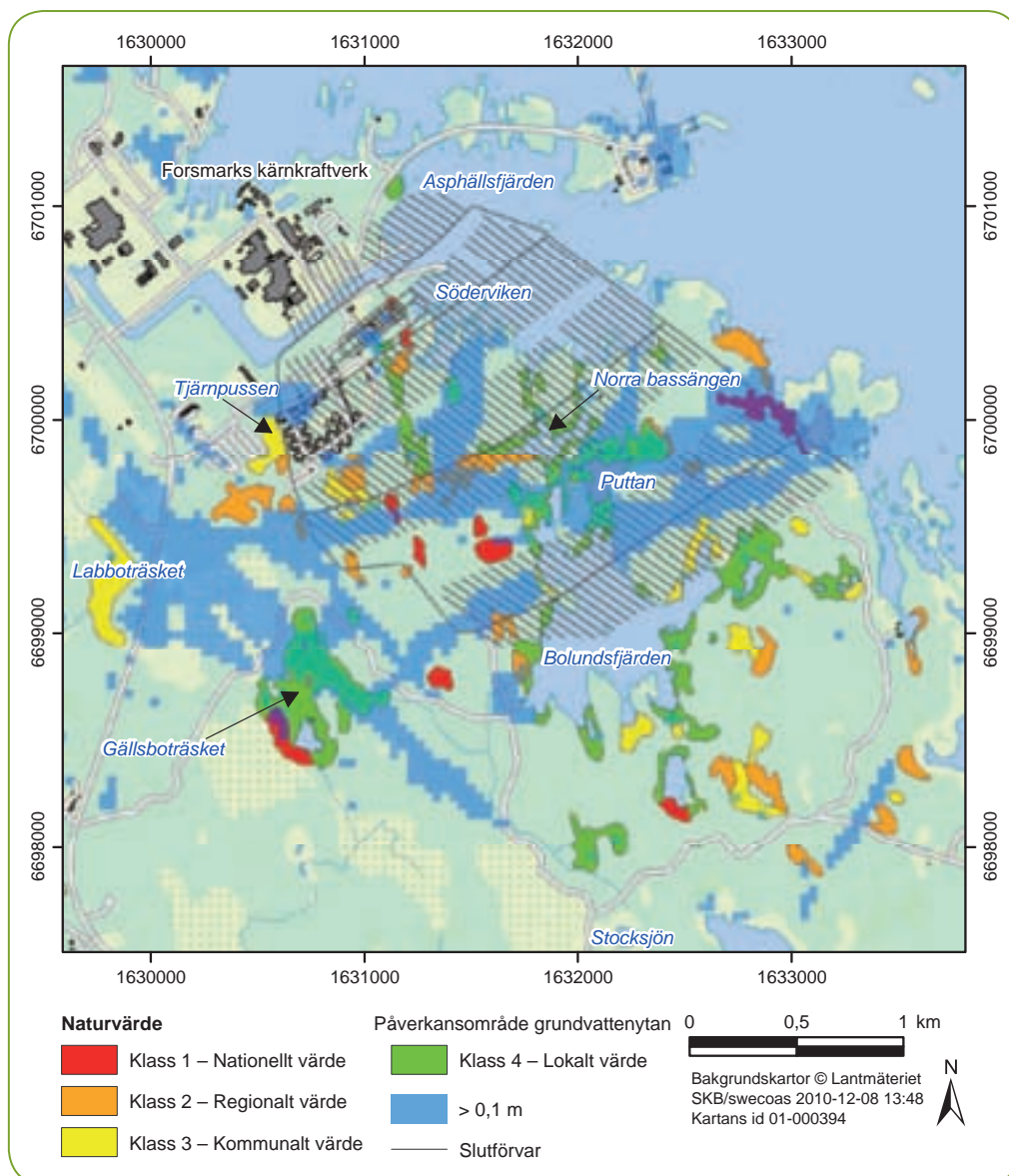
Naturvärdenas känslighet för påverkan på grundvattennivån är avgörande för eventuella konsekvenser. Forsmarksområdet präglas av våtmarker, kärrmarker och gölar med höga naturvärden. En förutsättning för bevarande av kärr- och gölmiljöer i låglänt terräng är högt grundvatten. Fler-talet inventerade våtmarksmiljöer i Forsmark bedöms vara känsliga för en sänkning av grundvattnet, se figur 10-30.



Figur 10-30. Grund göl samt omgivande rikkärr som kan vara känsliga för en grundvattensänkning.

Även måttliga sänkningar, mindre än en decimeter, kan orsaka en vegetationsförändring mot torrare naturtyper där andra arter gynnas, samt på sikt igenväxning med buskar och träd. Under reproduktionstiden är gölgrodan och andra groddjur särskilt känsliga för uttorkning av gölarna. Undersökningar av jordlager och sediment under våtmarkerna och gölarna visar på förhållandevis varierande förhållanden /10-22/. Flera av våtmarkerna och gölarna innehåller större eller mindre partier av tätande sediment som lera och gyttja, men ofta utgörs delar av bottenarna av morän. Sjöarna Bolundsfjärden och Norra bassängen är viktiga yngelkammare för fisk, och en sänkning av sjönivån kan påverka möjligheterna för fiskvandring. Inom området finns också ett antal värdefulla skogsbiotoper med örtrika kalkbarrskogar. Dessa skogsmarker har varierande fuktighetsförhållanden och grundvattennivåer, men domineras av friska till fuktiga förhållanden. Skogarnas naturvärden är mindre känsliga för en grundvattensänkning då naturvärdena främst avgörs av skogens ålder och skötsel.

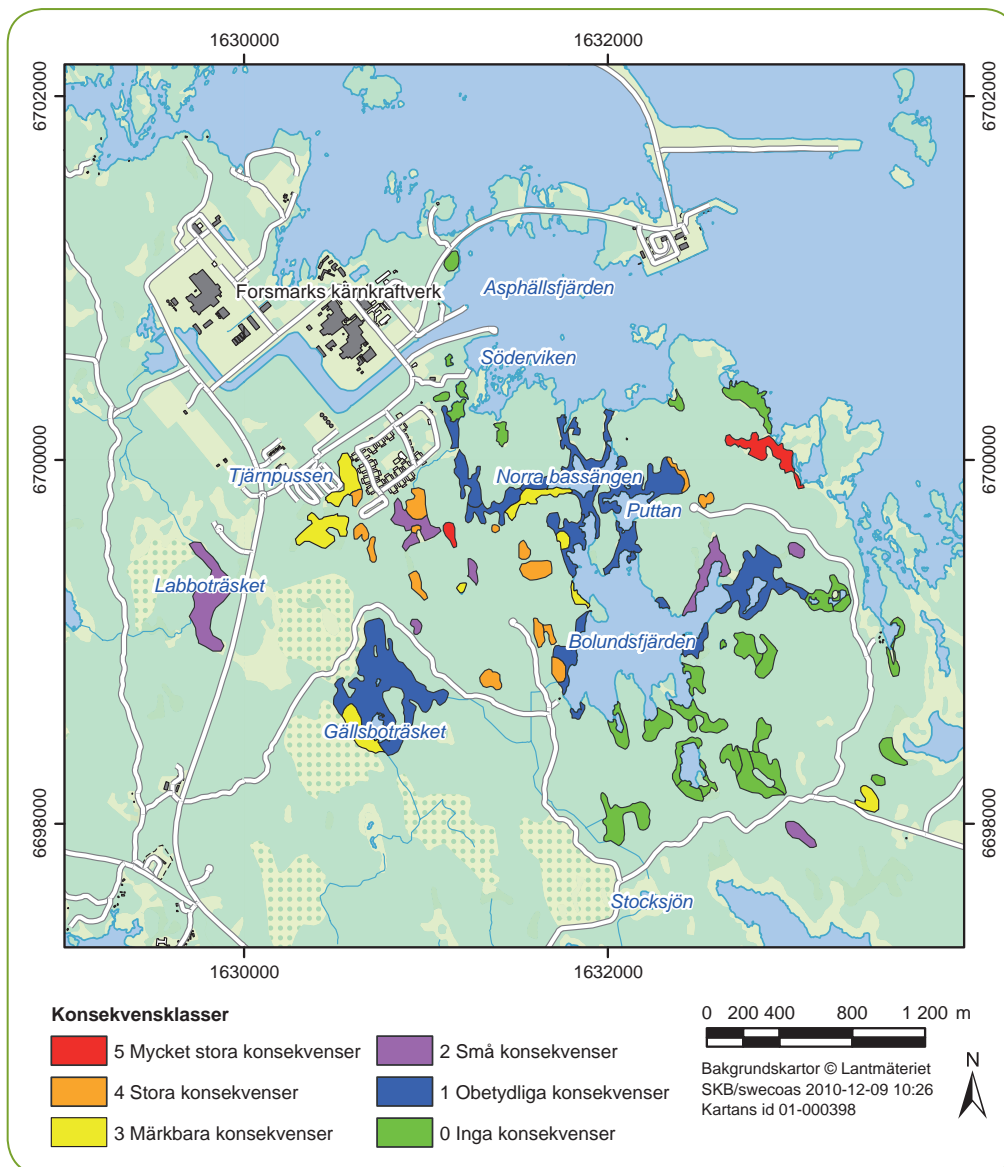
Av cirka 70 identifierade värdefulla våtmarksobjekt, gölar och ytvatten inom undersökningsområdet berörs ungefär hälften av beräknad grundvattensänkning, genom att de ligger inom de "fingerlika" stråk där en sänkning av grundvattnet har prognostiserats, se figur 10-31. Ytterligare ett femtontal objekt kan komma att påverkas av en förändrad grundvattenbalans genom att de ligger i direkt anslutning till påverkansområdet för grundvattensänkningen. Beräkningarna av grundvattensänkningen omfattning baseras på ett "värsta fall"-scenario, då hela förvaret är öppet samtidigt och vattengenomsläppligheten till tunnlarna antas vara  $10^{-7}$  meter per sekund. De områden där grundvattensänkningen beräknas bli 0,1 meter eller mer anses vara påverkade.



Figur 10-31. Prognostiserat påverkansområde för grundvattenytans sänkning, samt identifierade och naturvärdesklassade våtmarksobjekt. Påverkansområdet avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt och en vattengenomsläpplighet ( $K_{in}$ ) på högst  $10^{-7}$  m/s.

De objekt som berörs av den beräknade grundvattensänkningen under dessa förhållanden har undersökts utifrån respektive objekts naturvärden, känslighet för grundvattenpåverkan samt hur stor den beräknade grundvattensänkningen blir i objektet. Sju av de tio högst klassade våtmarksobjekten (nationellt värde) i undersökningsområdet ligger inom eller intill påverkansområdet. Grundvattensänkningen skulle kunna innebära mycket stora konsekvenser för två objekt (av nationellt intresse), stora konsekvenser för 15 objekt och märkbara konsekvenser för åtta objekt om inga åtgärder vidtas.

Rikkärren och gölarna har en stor biologisk mångfald. Flera rödlistade och fridlysta arter kan komma att påverkas av en grundvattensänkning. Arter som gölgroda, gulyxne, loppstarr, kalkkärrgrynsnäcka med flera är beroende av våta miljöer. I det fall inga åtgärder vidtas antas modellerad grundvattensänkning kunna medföra stora negativa konsekvenser. En sammanställning av konsekvenserna för naturmiljön på grund av en grundvattensänkning enligt det så kallade "värsta fallet" och utan att åtgärder vidtas visas i figur 10-32.



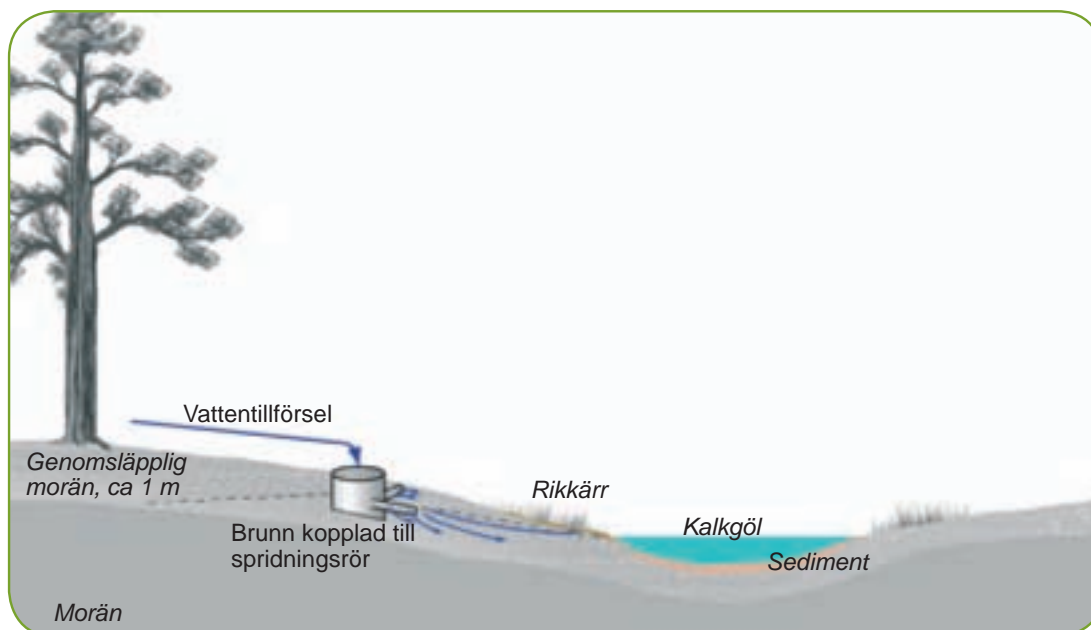
Figur 10-32. Bedömning av konsekvenser för naturvärdesklassade våtmarksobjekt, baserad på modellerad grundvattensänkning vid en antagen vattengenomsläpplighet på  $10^{-7}$  m/s.

På grund av de negativa konsekvenser som grundvattensänkningen kan ge upphov till planeras en beredskap för konsekvensmildrande åtgärder för de känsligaste eller mest värdefulla naturobjekten (se avsnitt 12.4.1.3). En åtgärd som planeras är vattentillförsel till värdefulla rikkärr och kalkgölar (med förekomst av bland andra gölgröda och/eller gulyxne) som löper störst risk att påverkas av en grundvattensänkning. Den lokala infiltrationen av vatten innebär att en konstgjord grundvattenyta skapas så att det ytliga grundvattnet inte sjunker under normala nivåer. Skador på naturvärden kan därmed undvikas, se figur 10-33.

En annan åtgärd som planeras är skötselinsatser för våtmarker med höga naturvärden och/eller våtmarker som riskerar att påverkas av grundvattensänkningen. Om lämpliga skötselåtgärder sätts in i god tid kan konsekvenserna för dessa miljöer begränsas.

Grundvattenbortledningen beräknas ge upphov till en mycket liten sänkning av vattennivån i sjöarna Bolundsfjärden och Norra bassängen och bedöms inte påverka sjöarnas betydelse som yngelkammare för fisk.





Figur 10-33. Principskiss för tillförsel av vatten till rikkärr i syfte att bibehålla vattennivån.

För skogsmiljöer antas en grundvattensänkning kunna medföra märkbara negativa konsekvenser för ett tiotal skogsobjekt, där det finns arter som är knutna till de blötare skogspartierna. För dessa miljöer planeras inga förebyggande eller konsekvensmildrande åtgärder riktade till enskilda objekt. Däremot planerar SKB att tillämpa en naturvårdsanpassad skötsel av skogspartier med höga naturvärden, vilket också bidrar till att begränsa konsekvenserna av grundvattensänkning.

För fler detaljer om konsekvensbedömningen och förslag på åtgärder hänvisas till /10-5/ samt /10-23/.

#### 10.1.4.2 Rekreation och friluftsliv

Området runt den planerade slutförvarsanläggningen har ett lågt värde för rekreation och friluftsliv enligt den bedömningsmodell som används i /10-24/ och området nyttjas främst av närboende. Från fågelskådningssynpunkt har området dock ett måttligt värde. Området närmast kärnkraftverket är i nuläget stört av buller från verksamheten vid kärnkraftverket, trafiken samt från strömriktarstationen. Längre bort från kärnkraftverket och från de större vägarna är dock omgivningarna förhållandevis ostörda av mänsklig aktivitet och förutsättningarna för avkoppling och naturupplevelser goda. Den största påverkan som slutförvarsanläggningen kommer att ha på friluftslivet i området utgörs av buller och ökad mänsklig rörelse. Känsligheten för störningar i form av buller är generellt större i områden där det finns högre förväntningar på att uppleva tystnad.

#### Uppförandeskede

Under uppförandetiden kommer bullernivåerna öster och söder om kärnkraftverket att öka till följd av slutförvarsverksamheten. Särskilt höga blir bullernivåerna öster- och söderut under tiden som den mobila krossen används inom bergupplaget. Bullernivåerna norr och väster om kärnkraftverket förändras ytterst marginellt. Då området runt kärnkraftverket redan i nuläget är utsatt för förhöjda ljudnivåer förändras inte områdets värde för rekreation och friluftsliv till följd av slutförvarsverksamheten och konsekvenserna blir därmed små.

Bullernivåerna runt Forsmarks bruk, som är av riksintresse för kulturmiljön, kommer att öka till följd av de transporter som genereras vid slutförvarsverksamheten, vilket kommer att ha en viss påverkan på rekreativvärdena vid Forsmarks bruk och området däromkring. Konsekvenserna av detta bedöms dock bli små.

De planerade anläggningarna innebär en liten förändring av befintlig jaktmark, och bullerstörningar från anläggningen kan möjligen påverka jakten. Anläggningens bidrag till trafiken med konsekvensen att viltolyckorna ökar bedöms som obetydliga och jakten påverkas därmed inte. Sannolikt kommer slutförvarsanläggningen att innebära liten eller ingen mätbar påverkan på djurens allmänna beteende och således blir det inte heller några konsekvenser för jaktutövningen /10-17, 10-21/.

Ökad rörelse i området som uppkommer i samband med slutförvarsanläggningens olika verksamheter kan upplevas som störande i en stilla och fridfull miljö. Detta påverkar framför allt upplevelsevärde för den som rör sig i skog och mark, till exempel svampplockare, fågelskådare och orienterare. Den ökade mängden trafik kan även medföra ökad otrygghet.

Tillgängligheten för kanoter och båtar påverkas inte heller i någon större utsträckning till följd av ökad mängd sjötransporter, inte heller möjligheterna för skridskoåkning eller fiske. Tillgängligheten till Biotestsjön beror på om vägen ut till SFR kommer att förbli öppen för allmänheten. Detta beror i sin tur på hur omfattande kraven på fysiskt skydd kommer att bli för kärnkraftverket respektive slutförvarsanläggningarna. I dagsläget finns inga andra planer än att vägen till SFR ska vara öppen för allmänheten.

Sammantaget bedöms inte slutförvarsanläggningen ge upphov till någon betydande påverkan på, eller några stora konsekvenser för, rekreation och friluftsliv.

### Driftskede

Då krossning av berg kan förekomma även under driftskedet kommer bullernivåerna runt slutförvarsanläggningen att vara på ungefär samma nivå som under uppförandeskedet. Krossningen kommer dock att genomföras kampanjvis under några enstaka veckor per år, under tiderna däremellan kommer bullernivåerna runt anläggningen att vara något lägre än under uppförandeskedet, vilket är gynnsamt för friluftslivet.

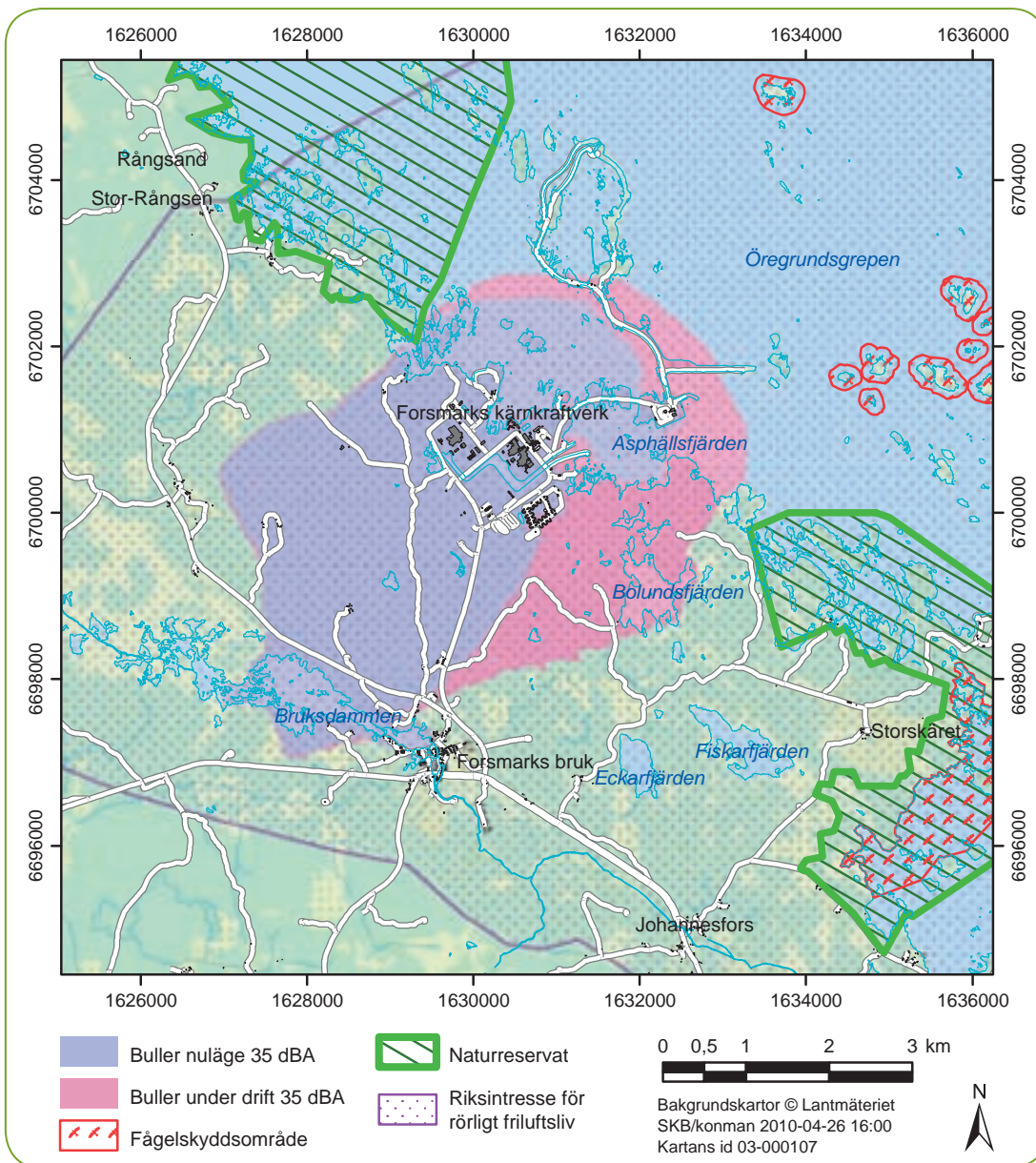
Under driftskedet kan riktvärdena för externt industribuller tillämpas för slutförvarsverksamheten. Inom områden planlagda för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv gäller riktvärdet 40 dBA dagtid och 35 dBA kvälls- och nattetid för externt industribuller. Området runt slutförvarsanläggningen ingår i riksintresseområde för rörligt friluftsliv enligt miljöbalken 4 kap 2 och 4 §§ men är samtidigt detaljplanlagt för industri. Under de tider som den mobila krossen används inom bergupplaget ökar den yta som utsätts för bullernivåer över 35 dBA från cirka åtta kvadratkilometer till cirka 13 kvadratkilometer. Merparten av det tillkommande området ligger öster om kärnkraftverket, där värdet för rekreation och friluftsliv är lågt, se figur 10-34.

Under driftskedet tillkommer en andra ventilationsstation som ger upphov till buller, ianspråktagande av mark och ökad mänsklig närvaro. Ventilationsstationen ger ett begränsat buller och markintrång och konsekvenserna för friluftslivet bedöms därför bli små.

Konsekvenserna för rekreativ- och friluftslivsvärdena bedöms sammantaget vara ungefär motsvarande som under uppförandeskedet.

### Avvecklingsskede

Ingen ny mark behöver tas i anspråk och bullernivåerna kan förväntas vara ungefär oförändrade från tidigare skeden. Konsekvenserna för rekreation och friluftsliv bedöms därför inte förändras under avvecklingsskedet.



Figur 10-34. Utbredningsområde för buller över 35 dBA i dagsläget, samt då slutförvarsanläggningen är i drift. Transportbuller är ej inräknat.

### 10.1.4.3 Kulturmiljö

#### Uppförandeskede

En kulturmiljöanalys, arkeologisk utredning etapp 1 samt fördjupad besiktning av Söderviken har gjorts för att bedöma förekomsten av kulturvärden i området /10-25/. Dessa visar att Söderviksområdet inte hyser några särskilda kulturmiljövärden och är skilt från värdefulla kulturmiljöer. Inga kända fasta fornlämningar berörs av lokaliseringsområdet. Det finns ett par kulturlämningar i närheten av lokaliseringsområdet och i närheten av ventilationsstationerna. Dessa bedöms dock samtliga kunna undantas vid exploatering. Vidare bedöms sannolikheten som mycket liten för att dolda lämningar under mark ska komma att påverkas. Mot bakgrund av detta bedöms konsekvenserna för kulturmiljön bli obefintliga eller små.

De mest värdefulla kulturhistoriska lämningarna och miljöerna finns runt Forsmarks bruk, beläget cirka fem kilometer söder om Söderviken. Bruket är förhållandevis välbevarat men den direkta kopplingen till bruksortens omedelbara omland har försvagats genom riksväg 76 i söder samt infartsvägen norrut till kärnkraftverket. Forsmarks bruk är både lagskyddat byggnadsminne och förklarar som riksintresse och regionalt intresseområde för kulturmiljövården. Slutförvarsanläggningen bedöms orsaka viss påverkan på byggnadsminnet och riksintresset Forsmarks bruk på grund av ökad trafik. Redan i dag finns en bullerpåverkan från trafiken, främst från riksväg 76. Ljudtillskottet medför vissa negativa konsekvenser i form av mindre rofylld upplevelse av delar av området. Eftersom bullerförändringen är så liten bedöms dock konsekvenserna för kulturmiljön vara små /10-25/.

### Driftskede

Kulturmiljön påverkas främst av etableringen av industriområdet och dess påverkan på omgivande kulturlandskap. Denna påverkan inträffar redan under uppförandeskedet och påverkan under driftskedet kommer i stort sett att vara oförändrad. Risken för att påträffa fornlämningar vid anläggande av den andra ventilationsstationen bedöms som mycket liten. Konsekvenserna för kulturmiljön bedöms därmed bli små.

### Avvecklingskede

Konsekvenserna för kulturmiljön under avvecklingskedet bedöms som små då inga nya markytor tas i anspråk och området redan är bullerstört.

## 10.1.4.4 Landskapsbild

### Uppförandeskede

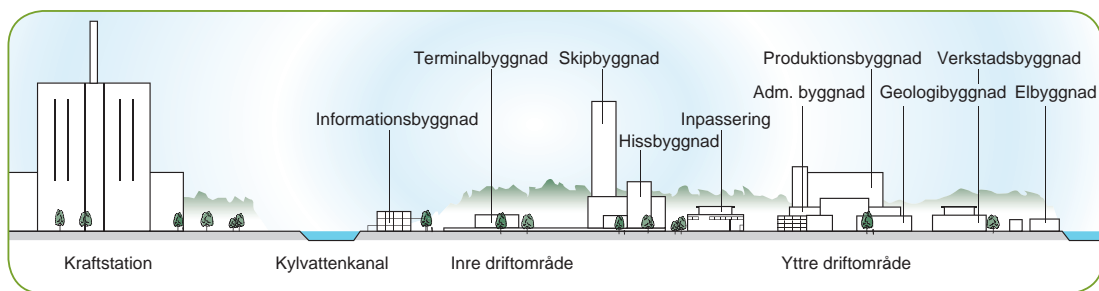
Landskapsbilderna kommer att förändras i uppförandets inledningsskede, då merparten av de markytor som behövs för anläggningens drift kommer att tas i anspråk. Uppförandet av byggnader inom driftområdet kommer att pågå under hela uppförandeskedet men kommer att vara färdigställt inför driftskedet.

I den landskapsanalys som tagits fram /10-26/ beskrivs området runt kärnkraftverket som ett sjörikt skogslandskap som domineras av låglänt barrskog, som sträcker sig ända ut till kustlinjen med stort inslag av vattendrag och våtmarker. Detta har medfört att åkerytorna är små och har oregelbundna former och att de ligger utspridda i landskapet, ofta i mindre osymmetriska fickor i den blockiga moränen. Stora sammanhängande odlingsmarker återfinns bara i anslutning till Forsmarks bruk och vid Storskäret. Det aktuella området är flackt med små höjdskillnader. De högre delarna i landskapet utgörs av berg eller ursvallad blockig morän.

Området har i dag en modern industrikaraktär med storskaliga byggnader som står i stark kontrast till omgivande skogs- och kustlandskap. De tre kraftverksbyggnaderna bildar stora landmärken och är mycket dominerande inom området. Det industripåverkade området intill reaktorblocken kännetecknas av stora, funktionella och hårdgjorda ytor, sprängstensfyllningar, raka breda vägar i räta vinklar och avstängningar med staket.

Den planerade anläggningen kommer framför allt att påverka industrilandskapet, där tåligheten är stor, och utkanten av det sjörika skogslandskapet.

Anläggningen kommer att anpassas i sin utformning till de befintliga byggnaderna, se figur 10-35. Det planerade driftområdet kommer snarast att förstärka industriområdets karaktär och kringgärdas av den låglänta barrskogen. De högsta byggnaderna blir den cirka 50 meter höga skipbyggnaden och den cirka 35 meter höga produktionsbyggnaden. Båda dessa byggnader kommer att vara lägre än kärnkraftverkens reaktorblock. Slutförvarsanläggningen kommer att kunna upplevas från vattnet, men även sett från denna vy kommer kärnkraftverket visuellt att dominera, se figur 10-36.



Figur 10-35. Slutförvarsanläggningens ovanmarksdel består av låga kontors- och förrådsbyggnader samt några högre byggnader där skipbyggnaden är högst.

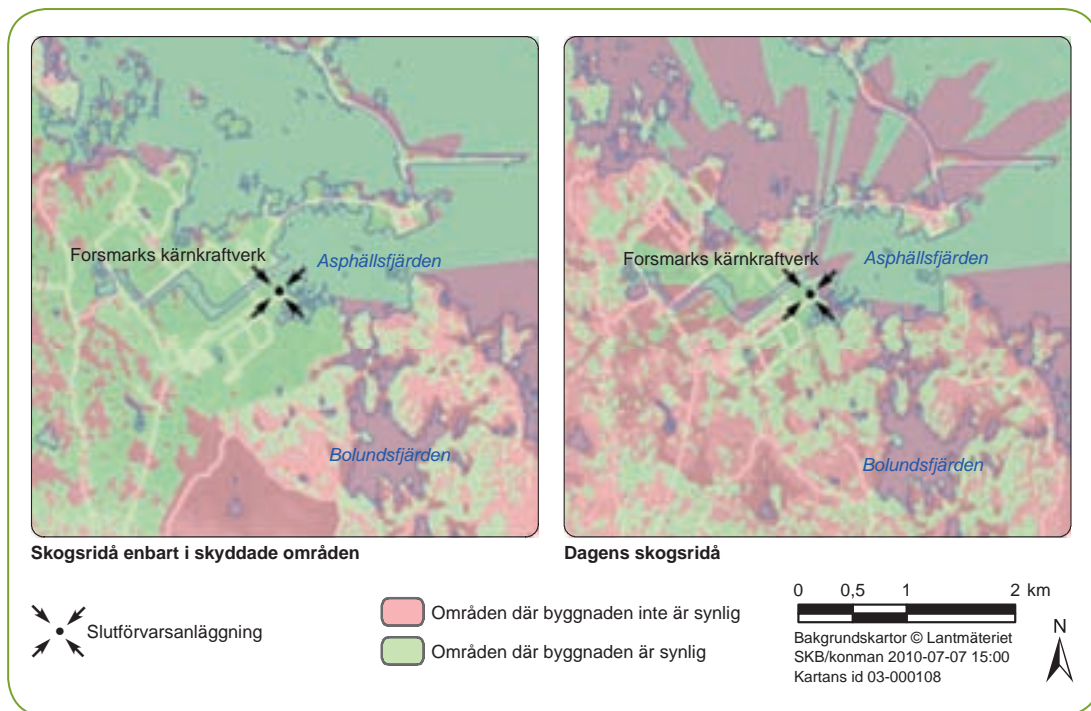


Figur 10-36. Fotomontage av den planerade slutförvarsanläggningen och kärnkraftverket (till höger i bild), sett från SFR-området.

För att bedöma slutförvarsanläggningens påverkan på landskapsbilden har en siktanalys genomförts. Resultatet av siktanalysen visar varifrån byggnader i driftområdet är synliga. Förutom topografin har vegetationen stor betydelse för hur synlig anläggningen blir. I figur 10-37 visas därför två skilda scenarier, ett där dagens vegetation behålls och ett där all skog utom den som är skyddad, till exempel i Natura 2000-områden, är avverkad. Med dagens vegetation blir anläggningen mindre synlig än om skogen skulle avverkas. Bilderna visar varifrån produktionsbyggnaden syns runt om i landskapet. Större delen av driftområdet kommer att vara lägre än produktionsbyggnaden. Skipbyggnaden, den högsta byggnaden, kommer att vara en relativt smal och ljus byggnad, vilket gör den svårare att urskilja mot himlen. I båda scenarierna framgår att slutförvarsanläggningen främst kommer att synas från havet.

Bergupplaget ger en lokal påverkan på landskapsbilden och kommer främst att kunna upplevas från den närliggande vägen. Bergupplaget kommer inte att bli högre än närliggande träd. En vegetationsbevuxen jordvall planeras runt bergupplaget. Sett från vattnet kommer bergupplaget att skymmas av byggnaderna i den planerade anläggningen.

För att begränsa påverkan på landskapsbilden, vars karaktär präglas av kontrasterande landskaps typer, uppförs slutförvarsanläggningen i ett område som redan är påverkat av andra industriella anläggningar. Konsekvenserna för landskapsbilden bedöms därmed bli små. Driftområdet ovan mark kommer dock att ligga nära kustlinjen och stor omsorg kommer att läggas vid utformningen av anläggningen.



Figur 10-37. Produktionsbyggnadens torn på 33 meters höjd är synligt i de gröna områdena. Den vänstra kartan visar synligheten vid maximalt avverkad skog (all skog avverkad förutom i skyddade områden) och den högra visar synligheten vid dagens vegetation.

### Driftskede

När driftskedet inleds är samtliga byggnader inom driftområdet färdigställda och påverkan på landskapsbilden förändras inte. De ventilationsstationer som uppförs har en marginell påverkan på landskapsbilden eftersom de anläggs i skogsområden där de inte blir synliga på håll.

Hur området kommer att nyttjas om kärnkraftverket avvecklas är inte känt. Om det även i framtiden kommer att nyttjas för någon form av energiproduktion blir konsekvenserna för landskapsbilden oförändrade. Om kärnkraftverket i stället avvecklas helt kommer slutförvarsanläggningarna att utgöra ett mer markant inslag i landskapet.

### Avvecklingskede

I takt med att slutförvarets anläggningar på markytan rivs kommer påverkan på landskapsbilden att minska. Hur stora konsekvenserna av avvecklingen blir beror på om vissa byggnader kommer att sparas och om omgivande ytor kommer att återställas till naturmark eller om annan verksamhet ska etableras på platsen.

#### 10.1.4.5 Boendemiljö och hälsa

##### Buller

Informationen om buller har hämtats ur den bullerutredning som tagits fram /10-12/. Efter att utredningen blev klar har behovet av bergtransporter reviderats något. Dessa förändringar innebär att antalet bergtransporter under den inledande delen av uppförandeskedet är cirka tolv procent lägre än de siffror som utredningen baseras på, medan de för den senare delen av uppförandeskedet och för driftskedet är cirka tolv procent högre. Förändringen bedöms inte påverka de ekvivalenta bullernivåerna eller antalet boende som exponeras för bullernivåer över riktvärdena. Inte heller påverkas antalet boende som exponeras för maximala ljudnivåer över riktvärdena.

## Uppförandeskede

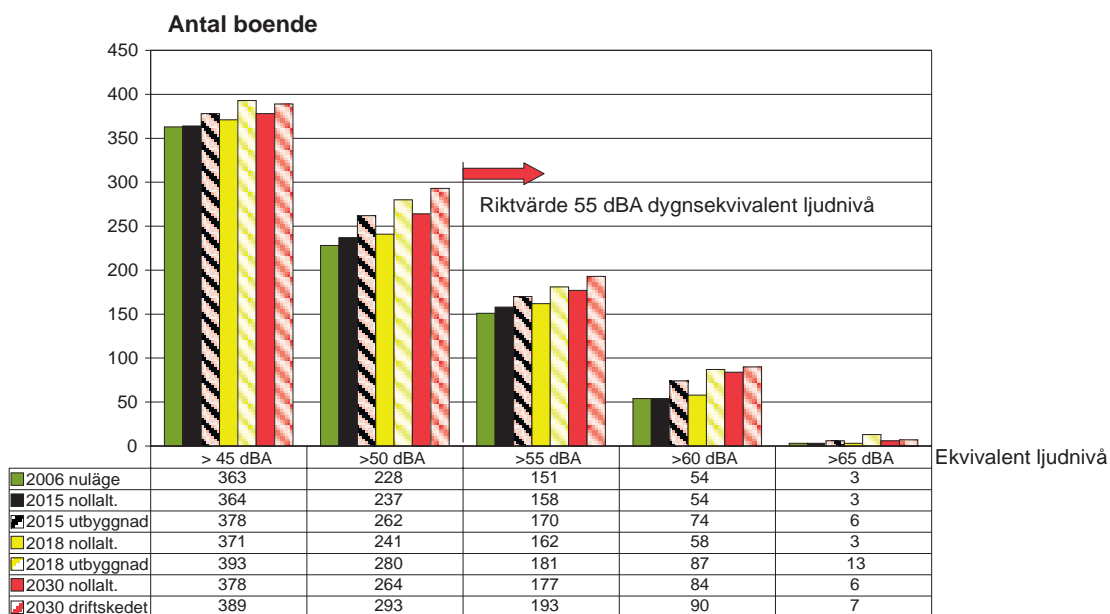
Anläggningsarbetena gör att bullernivåerna i omgivningen kommer att öka. Under uppförandeskedet kommer inga permanentboende runt slutförvarsanläggningen att beröras av ekvivalentnivåer över 50 dBA kvällstid, vilket är riktvärdet för byggbuller. Den långa byggtiden gör det motiverat att bedöma bullret från verksamheten som industribuller. Även vid en bedömning av buller från verksamheten som industribuller klaras riktvärdena, eftersom inga permanentboende kommer att beröras av ekvivalentnivåer över 35 dBA kvällstid, vilket är riktvärde för fritidsområde. Det är också det lägsta angivna riktvärdet för buller från såväl byggverksamhet som industriverksamhet. Bullret från verksamheten vid slutförvarsanläggningen bedöms därför inte ge upphov till märkbara hälsoeffekter för permanentboende.

Vid Igelgrundet planeras bostäder för korttidsboende. Det finns inga riktvärden för buller för korttidsboende, men ljudnivåerna vid korttidsbostäderna beräknas bli lägre än gällande riktvärden för byggbuller vid bostäder för permanent boende och fritidshus.

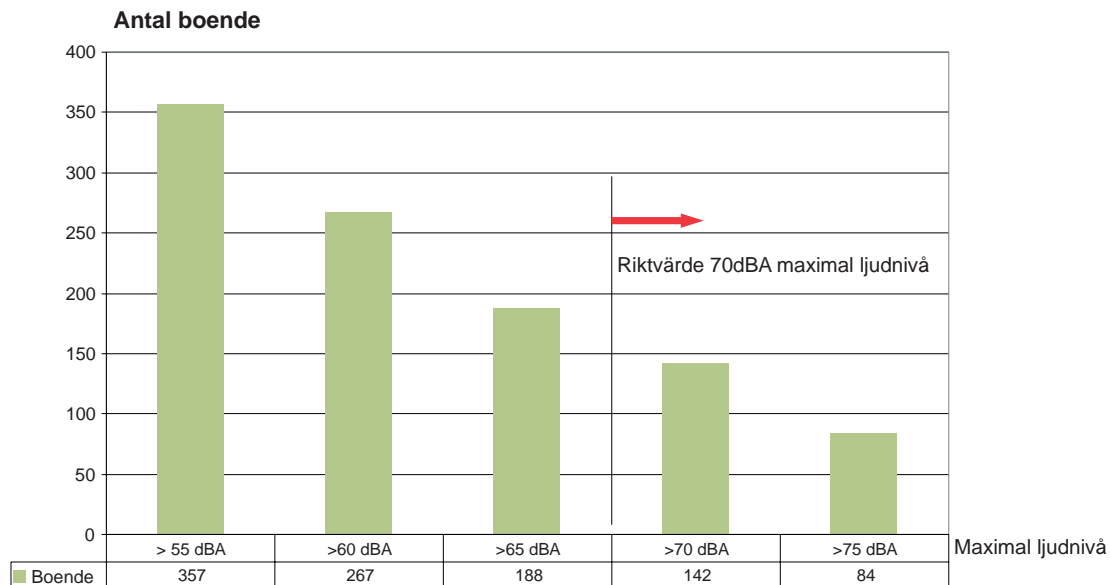
Riktvärdena för stomljud är desamma som för det luftburna bullret. Preliminära resultat visar att utifrån de i sammanhanget stora avstånden mellan kringliggande fastigheter och slutförvarsanläggningen bedöms inte stomljud från undermarksarbeten ge upphov till hörbara nivåer (över 25–30 dBA) i några fastigheter.

Vägrafikbullret utefter riksväg 76 upplevs redan i nuläget som störande av de boende utefter vägen. De tillkommande transporter från slutförvarsanläggningen kommer att öka bullret längs transportvägarna. Bullernivåerna ökar mest närmast anläggningen och minskar med avståndet från anläggningen. Söder om Börstil kommer inte transporter till följd av verksamheten vid anläggningen att förändra bullernivån annat än marginellt. Antalet boende som exponeras för ljudnivåer över 45 dBA i dag samt typåren 2015, 2018 och 2030 (driftskedet) med och utan slutförvarsanläggningen redovisas i figur 10-38.

Det avstånd från transportvägen vid vilket den ekvivalenta ljudnivån har dämpats till 55 dBA bedöms öka med cirka 15 meter år 2018 jämfört med samma tidpunkt utan en slutförvarsanläggning. Detta innebär att antalet boende som exponeras för vägrafikbuller över 55 dBA ökar med ett tiotal boende år 2015 och cirka 20 boende år 2018. De tillkommande fastigheterna ligger framför allt i Johannisfors, Norrskedika och Börstil. Åtgärder för att sänka vägrafikbullret längs dessa sträckor kan övervägas men ansvaret för detta ligger på Trafikverket (tidigare Vägverket) som är väghållare.



Figur 10-38. Antal boende längs vägsträckan Forsmark – Hargshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.



Figur 10-39. Antal boende som exponeras för maximal ljudnivå inom olika ljudnivåintervall längs transportvägarna.

Den maximala ljudnivån är oberoende av de olika skedena i verksamheten och därför förändras inte det antal boende som exponeras för maximal ljudnivå över riktvärdet, se figur 10-39. Då tung trafik förekommer på vägarna redan i dag gäller figuren även för nuläget.

Riktvärden för buller utgår inte från hälsorisker utan från i vilken grad människor kan förväntas bli störda. Exempelvis störs 30–35 procent av en grupp och cirka tio procent upplever sig vara mycket störda av buller från vägtrafik när bullernivån är i nivå med riktvärdet utomhus för permanentbostäder (55 dB).

Utän en slutförvarsanläggning beräknas drygt 50 personer vara besvärade av trafikbuller i de mer tätbebyggda områdena längs vägsträckan Forsmark–Hargshamn år 2018. Cirka 20 av dessa personer förväntas uppleva störningen som allvarlig. Vid uppförandet av slutförvarsanläggningen skulle ytterligare cirka fem personer uppleva allvarlig störning på grund av det ökande antalet transporter.

Fysiologisk påverkan på hjärt-kärlsystemet har satts i samband med större bullerbelastning. Bland boende i åldersspannet 45–70 år, som exponeras för mer än 55 dBA under en tioårsperiod, kan en förväntad riskökning både för högt blodtryck och allvarligare hjärtsjukdom skattas till 10–40 procent. Detta kan vara av betydelse främst när det gäller högt blodtryck som, när även mildare former inräknas, förekommer hos cirka 40 procent av individerna i det angivna åldersintervallet. Ett tiotal personer i denna åldersgrupp kan antas bli exponerade för nivåer över eller i nivå med 55 dB i samband med toppbelastningen typåret 2018 av transporter till och från slutförvarsanläggningen. Detta kan dock högst bidra till ett eller ett par fall av högt blodtryck.

Sömnpromblem är en särskilt allvarlig effekt av bullerexponering. En viktig orsaksfaktor är återkommande bullertoppar nattetid. Någon ökning av tunga transporter planeras dock inte under kvällar och nätter, varför sömnsvårigheterna inte bör tillta i omfattning jämfört med vad som föreligger utan en slutförvarsanläggning.

Ett par skolor är exponerade för trafikbuller i dag, varav en skola är utsatt för fasadbullernivåer över 55 dBA. Slutförvarsanläggningen kommer inte att medföra någon påverkan på skolverksamheten.

### Driftskede

Drift av skipen, användning av tunga fordon inom arbetsområdet och berghantering inom bergupplaget är de arbetsmoment som kommer att bullra mest. Inga boende kommer att beröras av ekvivalentnivåer över 35 dBA (riktvärde för industribuller under kväll och natt i fritidshusområden) eller över 40 dBA (riktvärde för industribuller dagtid i fritidshusområden).



Kampanjvis kan även en mobil kross, för vilken lågfrekvent buller dominerar, komma att användas. Lågfrekventa ljud kan upplevas som mer störande än ”normalt” buller. Om den mobila krossen är i gång under såväl dagtid som kvällar och nätter är sannolikheten större att den orsakar störning under kvälls- och nattetid. Nivån blir dock inte så hög att riktvärdet för lågfrekvent ljud inomhus vid permanentbostad kommer att överskridas för normalt ljudisolerade hus.

Situationen för permanentboende i området bedöms inte skilja sig från den under uppförandeskedet. Ljudnivån vid korttidsbostäderna kommer att vara lägre än under uppförandeskedet och inga hälsokonsekvenser förväntas till följd av bullret från anläggningen.

Under driftskedet är transporter till följd av SKB:s verksamhet färre än under uppförandeskedets mest intensiva del. Färre boende exponeras för ljudnivåer över 55 dBA till följd av transporter till och från slutförvarsanläggningen (16 i driftskedet jämfört med 19 under senare delen av uppförandeskedet). Antalet personer som anser sig allvarligt störda av buller från SKB:s transporter förväntas minska med någon enstaka person jämfört med uppförandeskedet /10-12/.

Förväntad riskökning för högt blodtryck och allvarligare hjärtsjukdom ligger på samma låga nivå som under uppförandeskedet.

Skolor kommer att exponeras för trafikbuller i samma utsträckning som under uppförandeskedet.

### Avvecklingskede

Buller som uppstår under avvecklingskedet har inte studerats närmare, då tidsperspektivet bedöms vara för långt för att förutse fordonsparkens utformning. Transportmängden bedöms dock bli i samma storleksordning som under uppförandeskedet.

### Vibrationer

Informationen om vibrationer har hämtats ur den vibrationsutredning som gjorts /10-13/.

### Uppförandeskede

Vid kärnkraftverkets närmaste delar, block 1 (F1) och kontorsbyggnaderna, kan vibrationerna vara märkbara när sprängningsarbeten utförs som närmast. Däremot kommer de inte att upplevas som obehagliga. Inga närboende finns inom ett avstånd av två kilometer från ovanmarkssprängningarna och därmed finns ingen risk för hälsokonsekvenser för boende.

Vibrationsnivåerna längs vägarna i Forsmarksområdet kommer inte att förändras till följd av slutförvarsverksamheten. Antalet tillfällen med höga vibrationsnivåer kommer dock att öka till följd av ökat antal tunga transporter. Det saknas standard för hur gränsvärden ska beräknas med avseende på trafikvibrationer, men SS 02 52 11 (Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, schaktning och packning) /10-27/ bedöms ge ett tillfredställande bedömningsunderlag. Gränsvärden för byggnader enligt /10-27/ varierar från tre till fem mm/s eller mer. För byggnader inom fem meter från riksväg 76 kan vibrationsnivåerna från tunga transporter komma att uppgå till 1,5 mm/s i grundläggningsnivå. Inga skador riskeras därmed. Antalet byggnader som är belägna mycket nära riksväg 76, inom 5–10 meter, är också få.

Vid sidan av skador på byggnader kan vibrationer ge upphov till störd komfort för människor som vistas i byggnaderna. Vibrationer i bjälklag, större än 0,4 mm/s men mindre än 1,0 mm/s, bedöms som ”måttligt störande” enligt SS 460 48 61 (Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader) /10-28/. Vibrationsnivåerna bedöms kunna uppgå till 0,4–0,5 mm/s i någon enstaka byggnad, vilket därmed kan upplevas som måttligt störande. Det finns dock ingen risk för några hälsokonsekvenser.

### Driftskede

Under driftskedet kommer alla sprängningar att genomföras på förvarsdjup och därför bedöms risken för hälsokonsekvenser för närboende vara minimal. Vibrationerna kommer att vara märkbara endast för personer som befinner sig ovanför salvorna, och luftstötvägorna bedöms inte vara hörbara.

Eftersom de tunga transporterna är färre i driftskedet än i uppförandeskedet, bedöms konsekvenserna för boendemiljön längs transportvägarna, till följd av vibrationer, bli mindre än i uppförandeskedet.

### Avvecklingskede

Vibrationsnivåerna bedöms bli så låga att inga konsekvenser kan förväntas.

### Vattenförsörjning

Grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen bedöms endast kunna medföra mycket begränsade konsekvenser för enskild vattenförsörjning i Forsmarksområdet. I ett värsta fall kan grundvattenbortledningen ge en viss försämring av brunnskapaciteten för tre bergbrunnar. En av dessa tre brunnar har dock inte kunnat lokaliseras, trots bistånd från fastighetsägaren (FKA). För brunnarna bör konsekvenser i form av försämrade brunnskapacitet och/eller vattenkvalitet bli marginella, om de alls uppstår.

### Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

#### Uppförandeskede

I berganläggningar är radonavgången så stor att det alltid finns risk för att exponeringen utgör en hälsorisk. Tillräcklig ventilation är den främsta åtgärden för att begränsa radonhalten. Ventilations-systemet kommer att vara dimensionerat för betydligt större luftflöden än de minimiflöden som krävs för att radonhalten ska understiga gränsvärdena /10-14/ och inga hälsokonsekvenser förväntas.

#### Driftskede

Även för driftskedet har ventilationen dimensionerats för betydligt större luftflöden än vad som krävs för att radonhalten ska understiga Arbetsmiljöverkets gränsvärden. Kapslarna med använt kärnbränsle ger inga utsläpp av radioaktiva ämnen.

En person som passerar en ventilationsstation där luft från slutförvarsanläggningen ventileras ut får ungefär samma stråldos som en person i anläggningen, eftersom halten i utsläppt luft motsvarar halten i luften i anläggningen. Enligt beräkning blir radonexponeringen om en person tillbringar en timme vid anläggningen 0,006 mSv. Som jämförelse kan anges att radongashalten i luft i nybyggda hus inte får överskrida 200 Bq/m<sup>3</sup>, vilket motsvarar cirka 2 mSv/år. För att uppnå en stråldos från slutförvarsanläggningen som överstiger den som är tillåten i ett nybyggt hus måste en person alltså vistas många dygn i närheten av anläggningens ventilationsstation /10-14/. Inga hälsokonsekvenser förväntas därför från radonexponering utanför ventilationsstationerna.

Anläggningen konstrueras för att stråldos till personal ska följa SSM:s regelverk. SSM:s regler för strålskydd begränsar den effektiva dosen för hela kroppen vid radiologiskt arbete till 100 mSv under fem på varandra följande år. Det finns också kompletterande begränsningar per år vilka presenteras i tabell 10-12.

I enlighet med SSM:s regelverk ska även en mer restriktiv konstruktionsstyrande dos sättas upp om möjligt. Om samma person skulle utföra alla deponeringar under ett år (150 kapslar) motsvarar det en dos på 12 mSv, vilket innebär att ovanstående regelverk innehålls. Beräkningen av 12 mSv är genomförd med pessimistiska antaganden och förmodligen kommer inte samma person att genomföra alla deponeringar under ett år, vilket innebär att individdosen sannolikt blir lägre i verkligheten. Fjärrstyrning av vissa moment kommer också att övervägas för att reducera dosbelastningen.

Tabell 10-12. Dosgränser för personer i verksamhet med joniserande strålning.

Högsta dos per år/mSv	
Effektiv dos	50
Ekvivalent dos till ögats lins	150
Ekvivalent dos till hud	500
Ekvivalent dos till extremiteter	500

## Avvecklingskedde

Stråldos till personal bedöms bli lägre än under driftskedet eftersom inga kapslar hanteras och alla deponeringstunnlar är förslutna. För avvecklingskedet har inga beräkningar av radonhalt gjorts.

## Icke-radiologiska utsläpp till luft

Sedan luftutredningen /10-16/ genomfördes har prognosen för antalet bergtransporter förändrats. Det ger inga betydande förändringar av utsläppen till luft.

## Uppförandeskede

I tabell 10-13 och 10-14 jämförs utsläppen från verksamheten och från transporter till och från slutförvarsanläggningen med gällande miljökvalitetsnormer (MKN) och miljömål. Nivåerna anges för Norrskedika, där merparten av transporter från anläggningen kommer att passera och där bostäderna ligger nära vägen. Det är också det område som får de högsta halterna, även jämfört med beräkningar för bostadsområden närmare slutförvarsanläggningen.

Tabell 10-13. Beräknade haltbidrag av NO<sub>2</sub> från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under uppförandeskedet, samt uppskattade bakgrundshalter jämfört med MKN och delmål.

NO <sub>2</sub> Norrskedika (µg/m <sup>3</sup> )	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggning uppförandeskede	Totalhalt uppförandeskede	MKN	Delmål 2010
Årsmedelhalt	2	Cirka 2	< 0,25	Cirka 5	40	20
98 %-il dygn	6	Cirka 8	< 0,5	Cirka 14	60	–
98 %-il timme	10	–	< 0,5	–	90	60

Tabell 10-14. Beräknade haltbidrag av PM10 från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under uppförandeskedet, samt uppskattade bakgrundshalter jämfört med MKN och miljömål.

PM10 Norrskedika (µg/m <sup>3</sup> )	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggning uppförandeskede	Totalhalt uppförandeskede	MKN	Delmål 2010	Generationsmål 2020
Årsmedelhalt	1	12	< 0,25	Cirka 13	40	20	15
90 %-il dygn	4–6	19	< 0,5	Cirka 25	50	35	30
98 %-il dygn	6–8	30	1	Cirka 38	30*	–	–

\* Övre utvärderingströskeln.

Bakgrundshalterna är betydligt högre än bidraget från SKB:s verksamhet. Bakgrundshalterna utgörs till stor del av långväga transporterade föroreningar från industrier utomlands. För partiklar utgör även naturliga bidrag från bland annat växtpollen en stor andel. I beräkningarna har förutsatts att områdets bakgrundshalter inte förändras från nuvarande halter.

Beräkningarna visar att miljökvalitetsnormer för luft inte kommer att överskridas. För PM10 saknas miljökvalitetsnorm för 98-percentil dygn, och i tabell 10-14 anges i stället den övre utvärderingströskeln. Bakgrundshalterna tangerar den övre utvärderingströskeln, men det betyder inte att miljökvalitetsnormen överskrids, utan att haltnivån måste kontrolleras.

Att miljökvalitetsnormer för partiklar och kvävedioxid inte kommer att överskridas innebär inte nödvändigtvis att risk för hälsopåverkan helt kan uteslutas. Bakgrundshalterna av kvävedioxid

är dock mycket låga och det obetydliga tillskott som SKB:s verksamhet medför kommer att ligga under de nivåer som i några studier visat ökad risk för hälsoeffekter. Tillskottet i partikelhalt vid de mest belastade permanentbostäderna innebär 0,1–1,0 procent ökad risk för inläggning på sjukhus med hjärt- eller lungproblem (hälsoutfall). Endast tolv permanentbostäder och sju fritidsbostäder kommer att beröras av tillskottet och det är därför inte statistiskt relevant att beräkna antal tillkommande hälsoutfall.

### Driftskede

Haltbidraget från slutförvarsverksamheten förändras inte mellan uppförande- och driftskede. För transporter till och från slutförvarsanläggningen förväntas det minska något jämfört med uppförandeskedet, se tabell 10-15 och 10-16.

Inte heller under driftskedet beräknas miljö kvalitetsnormer för luft överskridas. Redan bakgrundshalterna av PM10 beräknas dock tänga den övre utvärderingströskeln, men det innebär inte att miljö kvalitetsnormen överskrids, utan att haltnivån måste kontrolleras.

Halterna av kvävedioxid och partiklar runt slutförvarsanläggningen kommer att vara ungefär desamma som under uppförandeskedet.

Tabell 10-15. Beräknade haltbidrag av NO<sub>2</sub> från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under driftskedet, samt uppskattade bakgrundhalter jämfört med MKN och delmål.

NO <sub>2</sub> Norrskedika(µg/m <sup>3</sup> )	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggningen driftskede	Totalhalt driftskede	MKN	Delmål 2010
Årsmedelhalt	< 0,5	Cirka 2	< 0,1	Cirka 2	40	20
98 %-il dygn	1	Cirka 8	< 0,25	Cirka 9	60	–
98 %-il timme	2	–	< 0,25	–	90	60

Tabell 10-16. Beräknade haltbidrag av PM10 från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under driftskedet. I tabellen redovisas också uppskattade bakgrundhalter samt MKN och miljömål.

PM10 Norrskedika (µg/m <sup>3</sup> )	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggningen driftskede	Totalhalt driftskede	MKN	Delmål 2010	Generationsmål 2020
Årsmedelhalt	1	12	< 0,25	Cirka 13	40	20	15
90 %-il dygn	4	19	< 0,5	Cirka 24	50	35	30
98 %-il dygn	6	30	0,5	Cirka 36	30*	–	–

\* Övre utvärderingströskeln.

### Avvecklingskede

Spridningsberäkningar för avvecklingskedet har inte gjorts men rivning av anläggningen kommer att ge mindre utsläpp än under uppförandeskedet. Då halterna redan i uppförandeskedet kommer att vara låga kan inga hälsokonsekvenser förväntas.

## 10.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift

I detta avsnitt beskrivs risk och säkerhet för slutförvarsanläggningen och dess omgivning under uppförande och drift.

### 10.1.5.1 Miljörisker

Parallellt med förväntade effekter och konsekvenser vid normal drift av anläggningen har också miljörisker studerats /10-29/. En risk är en kombination av sannolikheten för en olycka och omfattningen av de skador som olyckan skulle orsaka. Skadornas omfattning är starkt knuten till recipientens känslighet.

#### Uppförandeskede

En miljörisk som identifierats är ett inläckage av vatten till slutförvarsanläggningens undermarksdelar som är större än förväntat och som kan påverka de känsliga naturvärdena i området. En annan miljörisk är att värdefulla miljöer och arter har förbisetts, trots de omfattande undersökningar som genomförts, och kan komma till skada. Dessa båda risker hanteras dock, dels genom att pessimistiska antaganden har använts vid beräkningar av inläckage och dels genom att SKB kommer att ha en beredskap för skademinskande åtgärder i form av infiltration i känsliga miljöer.

Andra miljörisker under uppförandeskedet är spill av drivmedel, hydrauloljor eller andra kemikalier. Sannolikheten för att sådana utsläpp ska inträffa är hög, men konsekvenserna kan mildras genom förebyggande åtgärder såsom invallning och spolplattor där till exempel drivmedelstankar ställs upp. Även händelser som kan leda till att vattenreningen inte fungerar som planerat har identifierats, till exempel för stora inflöden till reningsanläggningen eller översvämningar. Konsekvensen blir utsläpp av framför allt högre kvävehalter än planerat. Sannolikheten för att sådana händelser ska inträffa är måttlig och konsekvensen bedöms innebära en tidsbegränsad skada på miljön.

Särskilda miljörisker är knutna till landtransporter. Uppförandet av slutförvarsanläggningen kräver transporter av drivmedel, hydrauloljor och andra kemikalier. Inom driftområdet finns beredskap för att hantera utsläpp och därmed anses konsekvenserna bli lindriga. Sker utsläppen utanför driftområdet i Forsmark bedöms konsekvenserna bli stora eftersom naturmiljön är känslig. Utsläpp på allmän väg gör saneringsarbetet svårare, med risk för större konsekvenser beroende på olycksplatsen.

#### Driftskede

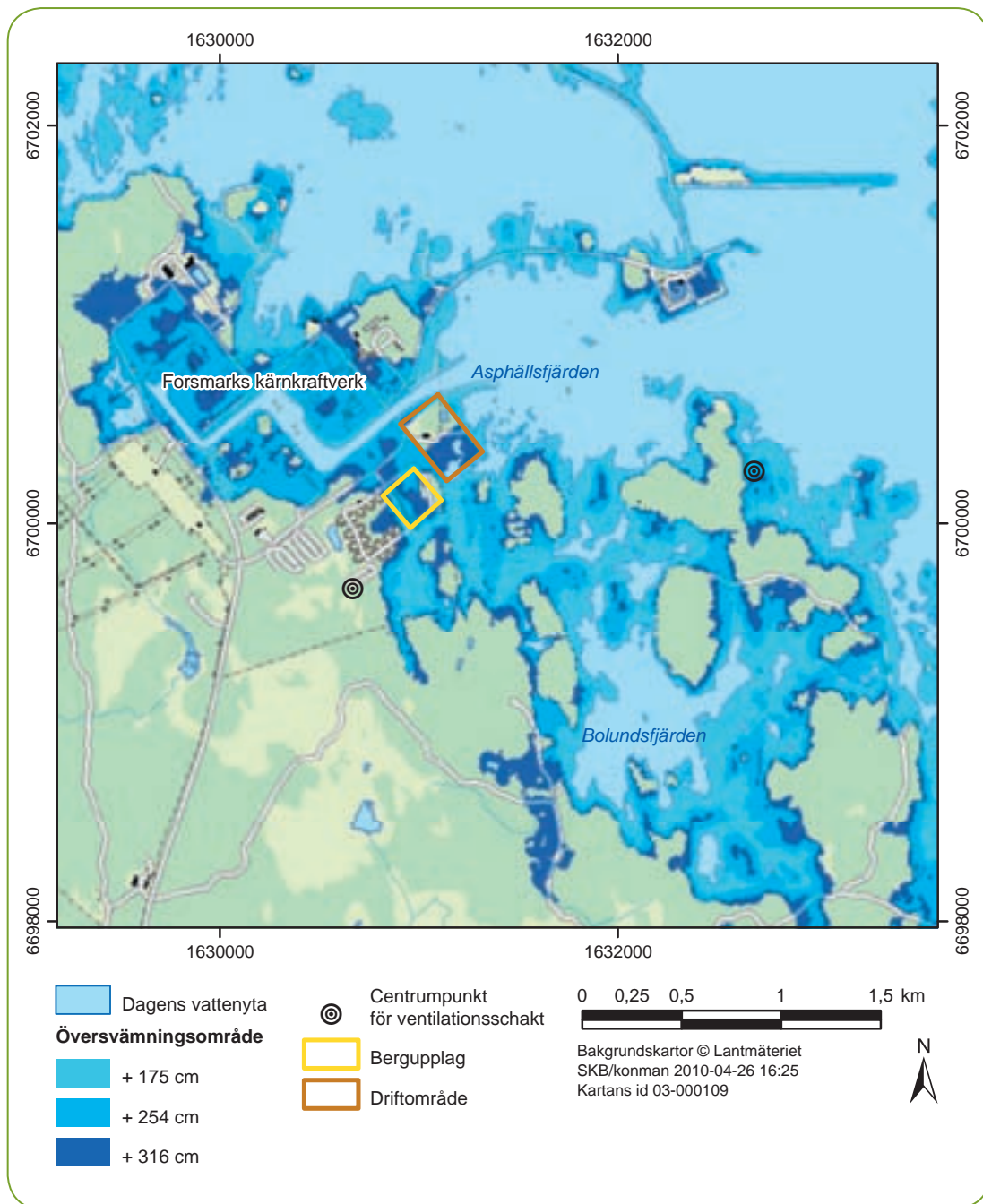
Under driftskedet minskar miljöriskerna för slutförvarsanläggningen, men riskerna för spill av drivmedel, hydrauloljor eller andra kemikalier kvarstår, liksom vissa av riskerna för att vattenreningen inte kommer att fungera som planerat.

Transporterna kommer att ge upphov till miljörisker som liknar dem i uppförandeskedet. I driftskedet tillkommer fartygstransporter av kapslar med använt kärnbränsle med m/s Sigyn eller likvärdigt fartyg. Miljöriskerna som är kopplade till dessa transporter beskrivs i kapitel 9.1.5.1.

En särskild miljörisk är höjd havsvattennivå, orsakad av global uppvärmning. Genom havsnivåhöjningen kan även tillfälliga, mycket höga, vattenstånd inträffa som skulle kunna orsaka översvämning i driftområde och berggupplag. Forskningen om framtida havsvattennivåer är intensiv och behäftad med stora osäkerheter. I den rapport som tagits fram /10-30/ används därför tre olika prognoser för havsnivåhöjning för att uppskatta havsnivåhöjningen på hundra år. Prognoserna baseras på en kombination av många processer (smältvatten från landis av glaciärer, landhöjning, extrema väderförhållanden, havsströmmar med flera), med skild geografisk utbredning (lokal, regional och global). Hypotesen är att dessa processer kan sammanfalla under den tidsperiod som har valts (fram till år 2100) och resultera i extrema nivåer.

Utifrån de tre prognoserna har tre mycket höga vattenstånd räknats fram, +175 centimeter, +254 centimeter och +316 centimeter i höjdsystemet RH70. Dessa nivåer har antagits uppträda tillfälligt under en kortare period och är alltså inte havets normalvattenstånd år 2100. Till exempel utgör den tredje prognosen på +316 centimeter ett extremt scenario som sannolikt kommer att begränsas av andra processer. Prognosen har ändå använts som underlag för slutförvarsanläggningens konstruktionsförutsättningar. Tidpunkten 2100 bestämdes för att med säkerhet omfatta den högsta förväntade strandlinjen under slutförvarsanläggningens operativa livstid.

Som visas i figur 10-40 har anläggningen anpassats för att kunna klara extrema vattennivåer. Marknivån för det yttre driftområdet kommer att höjas till +300 centimeter och för det inre driftområdet till +350 centimeter. Det innebär till exempel att schakt och tillfartstunnlar som leder ner till förvaret kommer att vara skyddade mot översvämning enligt samtliga scenarier.



Figur 10-40. Mycket höga vattenstånd år 2100 enligt tre olika prognoser, samt driftområde, bergupplag och ventilationsstationer. Kartan visar situationen då det yttre driftområdet är utfyllt till +300 och det inre till +350 centimeter.

Om översvämning skulle påverka arbetet med återfyllning av en deponeringstunnel kan återfyllningen behöva göras om. En eventuell översvämning bedöms dock inte medföra några radiologiska konsekvenser.

Lägsta nivå för övriga anläggningsdelar har bestämts med hänsyn till vilka konsekvenser en eventuell översvämning kan ge. Mindre viktiga anläggningsdelar kan till exempel tillåtas ligga lägre än yttre driftområde.

En översvämning av delar av anläggningen kan leda till att föroreningar från anläggningen sprids och förs ut i havet. Från driftområdet kan föroreningar också komma att spridas med vattnet till omgivande marker och hav.

## Avvecklingsskede

Vid avveckling av slutförvarsanläggningen bedöms den största miljörisken vara läckage och/eller brand orsakat av bristfällig hantering av bränsletankar /10-29/. Risker på grund av utsläpp kan minskas genom:

- inventering och sanering av miljöfarliga ämnen före rivning,
- att konventionella anläggningar för avfallshantering i närområdet utnyttjas,
- att system för att ta hand om övrigt avfall byggs upp /10-19/.

Miljöriskerna som transporterna ger upphov till i avvecklingskedet bedöms jämförbara med riskerna under uppförandeskedet.

När avveckling startar är deponeringstunnlarna redan förslutna. Däremot kan förslutning av övriga utrymmen påverkas av översvämningar. Det medför dock inte några radiologiska konsekvenser.

### 10.1.5.2 Risk för påverkan på befintlig verksamhet

Av kärnkraftverkets tre block ligger block 1 (F1) närmast det planerade slutförvaret. Avståndet från ovanmarksprängningarna till F1 blir cirka 450 meter, och från de närmaste underjordsprängningarna (rampen) cirka 300 meter. I anslutning till kärnkraftverket finns bland annat ställverk, transformatorer, oljecisterner, vattenreservoar, vattenverk, reningsverk, meteorologimast samt ett flertal kontorsbyggnader. Reningsverket och meteorologimasten ligger inom planerat driftområde för slutförvarsanläggningen och kommer före byggstarten att ersättas av nya anläggningar på annan plats. Närmaste objekt i förhållande till slutförvarsanläggningen blir då en oljeledning som inte längre är i bruk, belägen cirka 250 meter från närmaste ovanjordsprängning och cirka 100 meter från närmaste underjordssprängning. Närmaste kontorsbyggnader ligger på cirka 400 meters avstånd från sprängningarna. SFR-anläggningen ligger på för stort avstånd för att påverkas nämnvärt av vibrationer.

SKB och FKA har initierat ett inventeringsarbete som ska ge ett bättre underlag för att säkerställa att inte vibrationer eller luftstöt vågor kan medföra några oacceptabla konsekvenser för FKA:s verksamhet. Syftet med inventeringsarbetet är att:

- Identifiera installationer och utrustningar som kan vara särskilt känsliga för vibrationer eller luftstöt vågor. Det gäller bland annat turbiner samt reläer och andra elektriska komponenter.
- Vid behov föreslå åtgärder för att minimera påverkan på identifierade utrustningar och installationer. Exempel på möjliga åtgärder är vibrationsisolering eller utbyte av komponenter som bedöms särskilt känsliga.
- Föreslå gränsvärden och restriktioner för vibrationsnivåer, i de fall detta är möjligt.

Utifrån det underlag som finns i dag görs bedömningen att det inte finns någon risk för skador på kärnkraftverkets byggnader, eftersom de förväntade svängningshastigheterna är mindre än 2 mm/s. Detta kan jämföras med framräknade gränsvärden på 8–12 mm/s /10-13/. Gränsvärden för vibrationskänsliga utrustningar och installationer ska fastställas i ett senare skede. Mot bakgrund av att de förväntade accelerationsnivåerna är mindre än cirka en meter per sekundkvadrat ( $m/s^2$ ) är den preliminära bedömningen att skador eller störningar inte kommer att uppstå. Inventeringarna kommer även att klargöra om någon installation eller utrustning kräver åtgärder innan sprängningsarbetena påbörjas. Därutöver är avsikten att särskilda rutiner ska tillämpas under kärnkraftverkets revisionsperioder. Rutinerna kan innebära exempelvis temporära sprängstopp eller avlastning/baxning av turbinaxlar.

De luftstöt vågor som genereras riskerar inte att skada byggnader. Förväntade luftstöt vågstryck är mindre än 200–300 Pascal (Pa), vilket kan jämföras med gränsvärdet för reflektionstryck på 500 Pa. Utöver vibrationer innebär sprängning vid ytan alltid en viss risk för stenkast. De förhållandevis stora avstånden mellan sprängplatserna och kringliggande vägar, byggnader och anläggningar innebär begränsade risker för stenkast, men skyddsåtgärder ska ändå vidtas. Generellt gäller att omgivningen skyddas från påverkan från sprängningsarbeten genom försiktig sprängning. Vidare

ska sprängningarna planeras så att utslagsriktningen ligger ifrån närbelägna vägar, byggnader och andra platser där människor vistas. Sprängmetoder och försiktighetsåtgärder, till exempel täckningsåtgärder, fastställs i senare skeden.

### 10.1.5.3 Radiologisk säkerhet under drift

Slutförvarsanläggningen konstrueras för att med hög tillförlitlighet och säkerhet kunna hantera kapslar från mottagningspositionen till den slutliga placeringen i avsett deponeringshål. Anläggningen, dess system och komponenter utformas för att motstå felfunktion samt inre och yttre belastningar. Byggnadsdelar, system, komponenter och anordningar klassas utifrån deras betydelse för anläggningens säkerhet och konstrueras, tillverkas, monteras och provas med krav som är anpassade till deras respektive säkerhetsbetydelse. För att verifiera att anläggningen uppfyller alla ställda säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar analyseras i kapitel 8 i säkerhetsredovisningen för slutförvarsanläggningens drift hur anläggningen klarar tänkbara störningar och missöden och vilken radiologisk omgivningspåverkan som störning eller missöde kan ge upphov till /10-31/.

Anläggningen och dess utrustning är konstruerad så att kapseln ska klara av alla händelser vid normal drift samt störning och missöde utan genomgående skada på kapselns kopparhölje. Inget radioaktivt utsläpp kan därmed förekomma i slutförvarsanläggningen förutsatt att anläggningen, dess utrustning, transportbehållare och kapseln har uppfyllt acceptanskriterierna.

En störning är en oönskad händelse som kan förväntas inträffa under anläggningens livstid och frekvensen, eller återkomsttiden, är större än 0,01 gånger per år. Störningarna för slutförvarsanläggningen har delats in i sådana störningar som kan:

- Medföra radiologiska konsekvenser genom aktivitetsfrigörelse, till exempel påverkan på transportbehållare eller kapsel till följd av kollision med berg, begränsad brand, bortfall av yttre nät.
- Ge påverkan på barriärer under drifttiden, till exempel lyft- eller hanteringsstörning som ger mindre utvändigt skada på kapseln eller på bufferten, begränsad översvämning.
- Ge upphov till individdos (stråldos till personal), till exempel fel på ventilation, kapsel som fastnar i icke strålskärmad läge, strålskydd som öppnas felaktigt.

Ett missöde är en händelse som inte förväntas inträffa under anläggningens livstid, men som ändå ska analyseras för att demonstrera anläggningens förmåga att hantera den med acceptabla konsekvenser. Ett missöde har en lägre frekvens än en störning och inträffar mellan 0,01 och 0,000001 gånger per år. Missöden delas upp i händelser som kan:

- Medföra radiologiska konsekvenser genom aktivitetsfrigörelse, till exempel brand, lyft- eller hanteringsmissöde, kollision, jordbävning, berggras.
- Ge påverkan på barriärer under drifttiden, till exempel förekomst av otillåtna kemiska substanser, höga vattenflöden i deponeringshål eller deponeringstunnel som inte upptäcks, defekter i kapsel eller buffert, felaktig bentonitkvalitet, defekter i berg, omfattande översvämning, extrema väderförhållanden.
- Ge upphov till individdos (stråldos till personal), till exempel fastnad kapsel i kapseltransportbehållare eller deponeringsmaskinens strålskyddstub i samband med överföring och deponering.

Resultaten i säkerhetsanalysen /10-31/ visar att störningar och missöden kan leda till ökad individdos hos personalen. Vidare skulle störningar och missöden kunna ge konsekvenser för de tekniska barriärerna om ingen åtgärd görs, eftersom en störning eller ett missöde kan leda till att barriärerna behöver bytas ut eller att ett deponeringshål måste överges. När barriärerna byts ut eller ett deponeringshål överges görs vid behov en reversibel process, som innebär att kapseln måste hanteras igen. Den strålning som kapseln kontinuerligt ger upphov till kan då leda till att individdosen ökar för dem som arbetar i slutförvarsanläggningen. Varken störningar eller missöden leder till att radioaktivt material släpps ut från kapseln, eftersom kapselns integritet bibehålls. Den typ av missöden och störningar som leder till att de tekniska barriärerna byts eller till att ett deponeringshål överges ger ingen påverkan på den långsiktiga säkerheten. Den preliminära säkerhets-



redovisningens syfte är att så långt som möjligt förutse de störningar och missöden som kan uppstå. Förutsatt att alla typer av missöden och störningar har identifierats i säkerhetsanalysen samt att de upptäcks och hanteras rätt om de inträffar, påverkas inte den långsiktiga säkerheten av störningar eller missöden under driften.

Om det skulle inträffa en händelse i någon av de närbelägna kärnkraftreaktorerna som skulle leda till en radiologisk olycka, det vill säga omfattande utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen, så kan driften av slutförvarsanläggningen behöva stoppas eller begränsas under en viss tid. I slutförvarsanläggningen finns inga förutsättningar för några snabba förlopp som skulle kunna skada kapslarna på ett sådant sätt att radioaktiva ämnen frigörs vare sig i anläggningen eller till omgivningen. Vidare är de täta kopparkapslarna med använt kärnbränsle i sin tur placerade i deponeringshål eller kapseltransportbehållare och en inskränkning i driften av anläggningen påverkar därför inte dess säkerhet. Innan återgång sker till normal drift av slutförvarsanläggningen kontrolleras att olika komponenter och system är driftklara och att arbetsmiljön uppfyller de krav som ställs.

### 10.1.6 Säkerhet efter förslutning

Den långsiktiga säkerheten efter förslutning av ett slutförvar enligt KBS-3-metoden har analyserats vid en rad tillfällen sedan den första rapporten publicerades år 1983. Den förra analysen, SR-Can /10-32/, publicerades år 2006 och utgjorde en förberedelse för SR-Site /10-33/, den säkerhetsrapport som nu ligger till grund för, och är en bilaga till, ansökningarna om att få uppföra och driva slutförvarsanläggningen. SR-Can granskades av dåvarande SKI och SSI (numera SSM) med hjälp av nationella och internationella experter. Granskningen resulterade i kommentarer och synpunkter som har arbetats in i SR-Site.

Enligt lagen om kärnteknisk verksamhet (SFS 1984:3) ska kärnteknisk verksamhet bedrivas på ett sådant sätt att kraven på säkerhet tillgodoses. SSM:s föreskrifter SSMFS 2008:21 innehåller detaljerade bestämmelser om den konstruktion som säkerheten kräver. Säkerhet är, enligt SSM:s allmänna råd till föreskrifterna, ”förmågan hos ett slutförvar att hindra spridningen av radioaktiva ämnen”. Detta ska enligt föreskrifterna åstadkommas med ett system av tekniska och naturliga barriärer som ska innesluta, förhindra och fördröja spridningen av radioaktiva ämnen. Den geologiska formationen på platsen för ett slutförvar kan enligt de allmänna råden till föreskrifterna utgöra en naturlig barriär som både kan isolera kärnavfallet från miljön på markytan och försvåra mänskligt intrång. Platsen för ett slutförvar bör enligt råden väljas så att den geologiska formationen ger tillräckligt stabila och gynnsamma förhållanden för att slutförvarets barriärer ska fungera som avsett under tillräckligt lång tid.

SSM:s föreskrifter SSMFS 2008:37 innehåller därutöver bestämmelser om vilken skyddsförmåga slutförvaret ska ha. Ett viktigt krav är myndighetens riskkriterium. Det innebär att den årliga risken att drabbas av cancer eller ärftliga skador av stråldoser, orsakade av utsläpp från slutförvaret, inte får överskrida en på miljonen för de individer som utsätts för de största riskerna. Förenklat motsvarar det att människor i förvarets närhet inte får utsättas för stråldoser som överskrider ungefär en hundradel av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige idag.

I de allmänna råden till SSMFS 2008:37 anges att tidsskalan för en säkerhetsanalys för ett slutförvar för använt kärnbränsle bör omfatta en period på en miljon år efter förslutning. En detaljerad riskanalys krävs för de första tusen åren efter förslutning. Det framgår också att riskkriteriet är tillämpligt fram till cirka 100 000 år efter förslutning. För perioden bortom 100 000 år kan beräknade risker användas som en av flera indikatorer för att diskutera förvarets skyddsförmåga. Efter cirka 100 000 år är farligheten hos det använda kärnbränslet jämförbar med den hos den naturliga uranmalm som använts för att producera bränslet.

Syftet med SR-Site är dels att undersöka om KBS-3-metoden med vald referensutformning på den valda platsen i Forsmark uppfyller SSM:s riskkriterium, dels att ge underlag till den fortsatta utvecklingen av förvarets utformning. Analysen är baserad på referensutformningen av förvaret och den platsbeskrivande modellen, som beskriver platsens geologiska, bergmekaniska, termiska, hydrogeologiska och geokemiska egenskaper samt egenskaper hos ytsystemet och bergets transportegenskaper.

### 10.1.6.1 Metodik

Den primära säkerhetsfunktionen hos slutförvaret är att innesluta det använda kärnbränslet i kopparkapslar under hela analysperioden. Skulle en kapsel skadas är den sekundära säkerhetsfunktionen att fördröja eventuella utsläpp från förvaret så att dessa inte orsakar oacceptabla konsekvenser.

Förvarssystemet, bestående av det deponerade använda kärnbränslet, barriärerna (i form av kapsel och buffert), det omgivande berget och biosfären i anslutning till slutförvaret, kommer att utvecklas med tiden. Systemets framtida tillstånd kommer att bero på:

- initialtillståndet, det vill säga tillståndet då det just byggts,
- inre termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer i förvarssystemet över tiden,
- yttre påverkan på systemet.

Inre processer är till exempel sönderfall av radioaktivt material, vilket frigör energi från bränslet i form av värme till de tillverkade barriärerna och berggrunden. Grundvattenrörelser och kemiska processer som påverkar barriärerna och grundvattnets sammansättning är andra exempel. Den yttre påverkan innefattar framtida klimat och klimatförändringar, som kan medföra till exempel nedisningar och strandlinjeförskjutning. Även framtida mänskliga handlingar kan påverka förvaret. För att undersöka hur förvarssystemet kommer att utvecklas har den metodik som användes i SR-Can vidareutvecklats för SR-Site. Den innefattar följande steg:

#### 1. Identifiering av faktorer av betydelse (FEP-hantering)

Alla faktorer som ska ingå i analysen identifieras. Erfarenhet från tidigare säkerhetsanalyser används, tillsammans med KBS-3-specifika och internationella databaser över relevanta egenskaper, händelser och processer (engelska features, events and processes, FEP) som påverkar den långsiktiga säkerheten. En katalog upprättas, som listar och beskriver de faktorer som ska behandlas i SR-Site.

#### 2. Beskrivning av initialtillståndet

Systemets initialtillstånd beskrivs utgående från specifikationerna för KBS-3-förvaret, en beskrivande modell av platsen för slutförvaret och en platsspecifik utformning av förvaret. Initialtillståndet för bränslet och de tillverkade barriärerna avser förhållandena omedelbart efter deponering. Initialtillståndet för geosfären och biosfären avser de naturliga förhållandena innan bergbrytningsarbetet inleds.

#### 3. Beskrivning av yttre förhållanden

Faktorer relaterade till yttre förhållanden delas in i de tre kategorierna ”klimatrelaterade frågor”, ”storskaliga geologiska processer och effekter” samt ”framtida mänskliga handlingar”. Särskilt klimatrelaterade frågor är av stor betydelse vid värderingen av förvarets säkerhet.

#### 4. Beskrivning av processer

Identifieringen och hanteringen av kända processer i förvaret, av vikt för den långsiktiga utvecklingen av förvarssystemet, är en central del av säkerhetsanalysen. Den bygger på tidigare analyser och på FEP-hanteringen i steg 1. Vissa processer bedöms ha tillräckligt liten betydelse för att uteslutas, medan andra studeras med matematiska modeller. Resultaten av sådana modellstudier ligger till grund för beskrivningen av förvarssystemets utveckling på sikt.

#### 5. Definition av säkerhetsfunktioner samt säkerhetsfunktionsindikatorer och kriterier för dessa

I detta steg beskrivs systemets säkerhetsfunktioner och hur dessa kan utvärderas med hjälp av en uppsättning indikatorer, som i princip utgör mät- eller beräkningsbara egenskaper hos kapsel, buffert, återfyllning och berg. En viktig säkerhetsfunktion hos bufferten är att förhindra advektiv transport, det vill säga transport av lösta ämnen med flödande vatten, mellan grundvattnet och kapseln. Ett exempel på en säkerhetsfunktionsindikator för denna funktion är buffertens svälltryck eftersom ett högt svälltryck (över en megapascal) garanterar att advektiv transport förhindras.

## 6. Sammanställning av indata

En fastställd procedur används för att välja data till modellstudier av slutförvarets utveckling och dosberäkningar.

## 7. Definition och analys av referensutveckling

En referensutveckling, det vill säga en rimlig framtida utveckling av förvarssystemet, definieras och analyseras. Först analyseras systemets förmåga att innesluta det använda bränslet över tid. Denna analys beskriver den allmänna utvecklingen av systemet och en utvärdering av säkerhetsfunktionerna görs. Om utvecklingen leder till att inneslutningen bryts analyseras den fördröjande förmågan hos slutförvaret och dess omgivning och doskonsekvenser beräknas. Referensutvecklingen beskrivs närmare i avsnitt 10.1.6.2.

## 8. Val av scenarier

Ett omfattande huvudscenariot definieras i enlighet med SSM:s föreskrifter SSMFS 2008:21. Huvudscenariot bygger helt på referensutvecklingen som analyserades i steg 7. Utvecklingen rymmer många osäkerheter som är svåra att ta hänsyn till och täcka in i referensutvecklingen/huvudscenariot. Därför studeras även ett antal ytterligare scenarier för att säkerställa att alla osäkerheter täcks in då förvarets säkerhet utvärderas. Valet av ytterligare scenarier bygger på en systematisk genomgång av vad som skulle kunna hota förvarets säkerhetsfunktioner som definierades i steg 5. I uppsättningen valda scenarier ingår även scenarier som nämns explicit i tillämpliga föreskrifter, såsom mänskligt intrång.

## 9. Analys av valda scenarier

Huvudscenariot analyseras i första hand genom hänvisning till referensutvecklingen i steg 7. Ytterligare scenarier analyseras genom att man fokuserar på faktorer som skulle kunna leda till situationer där säkerhetsfunktionen i fråga inte upprätthålls. I de flesta fall utförs dessa analyser genom jämförelse med utvecklingen för huvudscenariot. För dessa scenarier, liksom för huvudscenariot, uppskattas ett riskbidrag. Resultatet av scenarioanalysen beskrivs närmare i avsnitt 10.1.6.3.

## 10. Ytterligare analyser och stödande argument

I detta steg görs ett antal ytterligare analyser som krävs för att slutföra säkerhetsanalysen, bland annat analyser som krävs för att visa att bästa möjliga teknik har använts. En genomgång görs också av vilka argument för säkerheten som kan hämtas ur observationer av långsiktigt beständiga naturliga fenomen, t ex naturligt förekommande metallisk koppar och formationer av bentonitlera som varit långsiktigt stabila i förvarsliknande miljöer.

## 11. Slutsatser

Detta steg innefattar sammanställning av resultat från de olika scenarioanalyserna, slutsatser med avseende på säkerhet i relation till myndighetskriterier och återkoppling med avseende på konstruktionsförutsättningar, förvarsutformning, fortsatta detaljerade platsundersökningar och SKB:s Fud-program.

### 10.1.6.2 Referensutveckling

En referensutveckling för slutförvaret, som täcker hela analysperioden på en miljon år, studeras för att förstå utvecklingen i stort och för att ge underlag för scenarioval och scenarioanalyser. Målet är att beskriva en rimlig utveckling av förvarssystemet med tiden.

Två fall av referensutvecklingen analyseras:

- Ett basfall, där de yttre förhållandena under den första glaciationscykeln på 120 000 år antas likna dem som rådde under den senaste glaciationscykeln, Weichselistiden. Därefter antas sju upprepningar av samma glaciationscykel täcka hela analysperioden på en miljon år.
- En växthusvariant, där det framtida klimatet under de inledande 50 000 åren antas starkt påverkat av mänskligt orsakade utsläpp av växthusgaser.

## Basfall

Analysen genomförs i fyra tidsperioder; slutförvarsanläggningens uppförande- och driftfas, den första tempererade perioden efter förslutning, den första glaciationscykeln och tiden efter den första glaciationscykeln. Inom varje tidsperiod studeras utvecklingen till följd av de processer som verkar inom förvaret och den yttre påverkan förvaret utsätts för.

## Anläggningens uppförande- och driftfas

Utvecklingen under denna period domineras av utbyggnaden och driften av slutförvarsanläggningen och skiljer sig därmed från efterföljande perioder, som enbart drivs av naturligt förekommande processer. Perioden varar under cirka 60 år. Fokus för analyserna är om utbyggnad och drift kan påverka säkerheten efter förslutning och de visar att utbyggnad och drift inte påverkar säkerheten efter förslutning för de kapslar som redan har deponerats. Vid berguttaget för att bygga deponeringstunnlar uppstår sprängskador i tunnelväggar och golv. Dessa skador, och den resulterande så kallade ”störda zonen”, är dock mycket begränsad och har liten betydelse för säkerheten. Stora vatteninflöden i deponeringshål och deponeringstunnlar skulle kunna skada bufferten och återfyllningen innan dessa har vattenmättats och svällt, men denna påverkan begränsas till acceptabla nivåer genom att bara acceptera deponeringshål och deponeringstunnlar med begränsade vatteninflöden.

## Den första tempererade perioden efter förslutning

I Sverige har klimatvariationerna under de senaste 1 000–2 000 åren varit små. Det antas i basfallet av referensutvecklingen att också variationerna i temperatur och nederbörd under de första 1 000 åren efter förslutning blir relativt små och följer mönstret hos naturliga klimatvariationer. Tempererade förhållanden antas råda i Forsmark fram till cirka år 10 000. Strandlinjeförskjutningen kommer att fortgå under hela denna period, men kommer gradvis att minska. Runt år 3 000 förväntas sundet vid Öregrund att skäras av och Öregrundsgrepen förvandlas till en bukt. Runt år 5 000 kommer kustlinjen att ha dragit sig tillbaka cirka fem kilometer från förvaret, många sund i skärgården förväntas skäras av och ett antal sjöar kommer att isoleras från havet. Många sjöar är små och ytliga och förväntas växa igen och förvandlas till myrar inom 2 000–6 000 år. Runt år 10 000 bedöms de flesta sjöarna i området att ha växt igen och endast några större och djupare sjöar nära Gräsö finnas kvar.

Förvarsberget och de återfyllda tunnarna kommer att vattenmättas efter förslutning, och den efterföljande utvecklingen i berget karakteriseras av en återgång till det naturliga, ostörda, tillståndet före byggstart. Vattenmättnad av berget och deponeringstunnarna beräknas ta flera hundra år. För bufferten är variationerna i vattenmättnadstid stora mellan olika deponeringshål och beräknas som mest uppgå till något tusental år. Parallellt med vattenmättnadsförloppet kommer förvaret att värmas upp av resteffekten hos det använda kärnbränslet. Den beräknade maximala temperaturen på ytan av kopparkapseln (cirka 90 grader) och på buffertens inneryta (cirka 80 grader) uppnås efter något tiotal år. Buffertens temperatur bör ligga under 100 grader, vilket alltså uppnås med god marginal.

## Den första glaciationscykeln

Denna period sträcker sig definitionsmässigt fram till 120 000 år efter förslutning, eftersom man antar en upprepning av den senaste glaciala cykeln. Den karakteriseras av perioder av permafrost och glaciala förhållanden, med mellanliggande perioder av tempererat klimat, och studeras med hjälp av en modellrekonstruktion av förhållandena under den senaste glaciationscykeln. Förvaret påverkas i huvudsak av klimatrelaterade processer, såsom tillväxt av inlandsisar och permafrost, samt av strandlinjeförskjutning, medan klimatet som sådant på markytan är av mindre betydelse. Något enstaka stort jordskalv, större än magnitud 5, skulle kunna förekomma i förvarets närhet, men sannolikheten för detta är låg.

## Tiden efter den första glaciationscykeln

Den vidare utvecklingen av förvarssystemet analyseras genom att man antar ytterligare sju upprepningar av den 120 000 år långa Weichseliden. Samma fenomen som under den första glaciationscykeln förväntas uppstå. Under de kommande en miljon åren förväntas statistiskt cirka två jordskalv större än magnitud 5 i förvarets närhet.

## Växthusvariant

I växthusvarianten antas ett tempererat klimat råda under 50 000 år, innan den relativt milda starten av basvarianten av nästa glaciationscykel inträder. Det är stora variationer i temperatur och nederbörd under denna tempererade period. I början av perioden är både temperatur och nederbörd högre än dagens förhållanden på grund av global uppvärmning, men minskar efter hand.

## Resultat av analysen av referensutvecklingen

Efter varje tidsperiod i analysen av referensutvecklingen utvärderas förvarets olika säkerhetsfunktioner. Resultatet visar att för de allra flesta av de 6 000 deponeringshålen upprätthålls samtliga säkerhetsfunktioner, vilket också betyder att kapslarna förblir intakta så att det använda bränslet förblir inneslutet.

I ett miljonårsperspektiv finns dock två förlopp för vilka det inte fullständigt kan uteslutas att kapselskador uppkommer.

Det ena rör möjligheten att bufferten eroderas då den utsätts för utspädd grundvatten, antingen efter långa perioder av tempererat klimat eller under glaciala förhållanden. Om tillräcklig mycket buffert eroderas i ett deponeringshål kan buffertens funktion att motverka att grundvatten flödar genom hålet sättas ur spel. Kapseln blir då mer utsatt för korrosionsangrepp från sulfider i grundvattnet. För den osannolika kombinationen av ett deponeringshål med högt grundvattenflöde och de högsta halterna av sulfid som förekommer i förvarsmiljön kan kapselskador inte uteslutas. Sådana skador uppkommer, med låg sannolikhet, efter typiskt hundratusentals år. De kvantitativa analyserna visar att i medeltal mindre än en av de 6 000 kapslarna kan ha skadas till följd av ett sådant förlopp efter en miljon år.

Det andra rör kapselskador till följd av stora jordskalv i förvarets närhet. Större jordskalv kan av fysiska skäl bara förekomma i stora sprickzoner och i sådana deponeras inga kapslar. Stora skalv kan dock leda till så kallade sekundärrörelser i enskilda sprickor i berget och om en stor sådan spricka skär ett deponeringshål kan kapseln skadas av en sekundärrörelse. Analyserna visar att sannolikheten för att en enda sådan skada ska ha inträffat bland de 6 000 kapslarna efter en miljon år är mindre än en på tio. I den analysen har flera pessimistiska förenklingar gjorts där underlaget inte medgivit en detaljerad kvantitativ analys.

### 10.1.6.3 Scenarierna

#### Val av scenarier

Referensutvecklingen ligger till grund för ett huvudscenario som bedöms ge en rimlig bild av hur förvaret skulle kunna utvecklas. Huvudscenariot bygger helt på referensutvecklingen. Precis som för referensutvecklingen finns det två varianter av huvudscenariot, en basvariant och en växthusvariant. I en rad ytterligare scenarier analyseras ett antal kritiska frågor kring förvarets säkerhet:

- Kan bufferten frysa?
- Kan bufferten försvinna genom erosion?
- Kan buffertleran omvandlas till ett material med ogynnsamma egenskaper?
- Kan kapseln korrodera sönder?
- Kan kapseln skadas av trycket från den svällande bentonitleran och av grundvattentrycket på förvarsdjup?
- Kan kapseln skadas av jordskalv?

Var och en av dessa frågor utreds i ett eget scenario, för att belysa huruvida förhållandena kan bli mer ogynnsamma än i huvudscenariot och vilka konsekvenserna i form av dos till människa och biota (floran och faunan inom ett område) i så fall blir. Målet är att säkerställa att alla osäkerheter som inte hanterades i huvudscenariot tas om hand. Om det bedöms finnas en möjlighet att ett scenario kan inträffa tas konsekvenserna av det scenariot med i en risksummering för förvaret. I annat fall betraktas det som ett restsenario. Den sammanlagda risken jämförs sedan med SSM:s riskkriterium.

Buffertscenarierna analyseras först och varje fall av negativ påverkan på bufferten som inte kan uteslutas tas sedan med i analyserna av kapseln. För att få en fullständig bild av tänkbara händelseförlopp och risker måste också ytterligare kombinationer av scenarierna studeras.

#### Analys av förmågan att innesluta det använda kärnbränslet

Resultatet av analyserna av de olika scenarierna med avseende på förvarets förmåga att innesluta det använda kärnbränslet sammanfattas nedan.

**Frysning av bufferten:** Detta bedömdes som uteslutet i huvudscenariot eftersom bufferten fryser vid  $-4^{\circ}\text{C}$  eller lägre temperatur, vilket även med pessimistiska antaganden aldrig uppnås på förvarsdjup. Slutsatsen är också från analyserna i buffertfrysningsscenarioet att frysning kan uteslutas, även för extrema antaganden kring framtida klimat.

**Förlust av buffert:** Förlust av buffert genom erosion kan inte uteslutas i huvudscenariot, där advektiva förhållanden råder i ett antal deponeringspositioner under en period på en miljon år. De ytterligare analyserna av alla faktorer som påverkar bufferterosion visade att den möjliga omfattningen av buffertförlust kan variera inom något vidare gränser än i referensutvecklingen. Detta resultat fördes vidare till analysen av kapselskador till följd av korrosion.

**Omvandling av bufferten:** Det speciella mineral som buffertleran är uppbyggd av kan omvandlas vid höga temperaturer. Det finns även en risk för att bufferten kan skadas vid för höga pH-värden. Analyserna av tänkbara orsaker till skadligt förhöjd temperatur eller förhöjt pH i bufferten ledde till slutsatsen att detta kan uteslutas och att skadlig omvandling av bufferten därför betraktas som ett restsenario. Situationen med en omvandlad buffert behandlades därför inte vidare i analysen av kapselscenarierna.

**Kapselskador till följd av korrosion:** Kapselskador till följd av korrosion uppstår i huvudscenariot då bufferten är eroderad. Analyser av korrosion då bufferten är intakt visade att inga av dessa mekanismer hotar kapseln under den miljonårsperiod som analysen omfattar. De ytterligare analyserna i korrosionsscenarioet av kapselkorrosion i kombination med buffertförlust gav en något större omfattning av kapselskador jämfört med resultatet i referensutvecklingen. Utvärderingen av osäkerheterna kring detta händelseförlopp visar också att ett möjligt utfall vore att omfattningen av erosion är mycket ringa och att inga kapslar skadas. Ytterligare kunskap kring erosionsprocessen skulle därför kunna leda till att fenomenet utesluts i framtida säkerhetsanalyser. I SR-Site utvärderas konsekvenserna av dels kapselskador i samma omfattning som i referensutvecklingen, dels största möjliga omfattning av kapselskador givet osäkerheterna kring erosionsfenomenet. I det förra fallet blir det beräknade medelantalet skadade kapslar efter en miljon år mellan 0,1 och 0,7, i det senare cirka två gånger högre. Resultatet av analysen av konsekvenserna av dessa omfattningar av kapselskador redovisas i avsnitt 10.1.6.4 nedan.

**Kapselskador till följd av trycket från grundvattnet och bentonitleran:** För att avgöra om kapslarna kan komma att skadas på grund av trycket i förvaret ska det tryck kapseln är dimensionerad för jämföras med summan av det maximala trycket från den svällande bentoniten och det maximala grundvattentrycket. Kapselskador till följd av höga tryck bedömdes som uteslutet i huvudscenariot och ytterligare analyser av till exempel mäktigare inlandsisar än den i referensutvecklingen visade att sådana skador kan uteslutas.

**Kapselskador till följd av jordskalv:** Kapselskador till följd av jordskalv har låg sannolikhet i referensutvecklingen. Ytterligare analyser av faktorer som påverkar omfattningen av sådana kapselskador som genomfördes i jordskalvsscenarioet visade att den omfattning som antogs i referensutvecklingen kan betraktas som pessimistisk. Resultatet av analysen av konsekvenserna av sådana kapselskador redovisas i avsnitt 10.6.1.4 nedan.

**Framtida mänskliga handlingar:** Förvaret kan påverkas av olika typer av framtida mänskliga handlingar. I enlighet med SSM:s föreskrifter behandlar SR-Site endast oavsiktliga intrång. Dessa betraktas som restscenarier som inte ingår i risksummeringen. En metodisk genomgång av olika fall av intrång ledde till att följande fall analyserades: En oavsiktlig genomborring av en kapsel vid bergborring; ett oförslutet undersökningsborrhål, ett övergivet oförslutet förvar, en tunnelkonstruktion i de övre delarna av berggrunden ovan förvaret samt exploatering av potentiella mineraltillgångar i närheten av Forsmark.

Samtliga scenarier har analyserats också i ljuset av växthusvarianten av referensutvecklingen. Slutsatserna ovan gäller även för klimatutvecklingen i växthusvarianten.

## Analys av förmågan att fördröja utsläpp

Om den primära säkerhetsfunktionen att innesluta de radioaktiva ämnena i förvaret inte kan upprätthållas inträder den sekundära säkerhetsfunktionen, att fördröja eventuella utsläpp av radionuklider från förvaret. Analys av förmågan att fördröja utsläpp görs i form av beräkningar av de doser och risker individer i förvarets närhet kan utsättas för och i första hand och mest utförligt för de scenarier där kapselskador inte kunde uteslutas.

Under den långa tidsperiod som analyserats kommer biosfären att förändras dramatiskt, framför allt på grund av framtida klimatförändringar med perioder av permafrost och glaciala förhållanden. De högsta stråldoserna förväntas under perioder av tempererat klimat. På grund av förväntade framtida klimatförändringar förväntas platsen vara täckt av is under långa perioder, vilket leder till lägre grundvattenflöden och en betydande utspädning av eventuella utsläpp från förvaret. Det är också möjligt att radionuklider ackumuleras i bottensedimenten, vilket leder till att konsekvenser i form av stråldoser fördröjs i tiden. Det betyder också att konsekvensen av ett utsläpp som pågått under en längre tid kan bli större.

För att analysera hur slutförvaret uppfyller SSM:s riskkriterium beräknas doserna till en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk. Den mest exponerade gruppen definieras som en grupp människor som maximalt utnyttjar och exponeras för ett ekosystem av en given storlek. Alla potentiella exponeringsvägar har inkluderats, till exempel intag av kontaminerad mat

och kontaminerat vatten, inandning av kontaminerad luft och extern strålning från kontaminerade områden. Doserna har räknats fram med pessimistiska antaganden och ger därför pessimistiska dosuppskattningar. Det antas bland annat att individerna i gruppen får all mat och allt vatten från det mest kontaminerade området och tillbringar all sin tid i området.

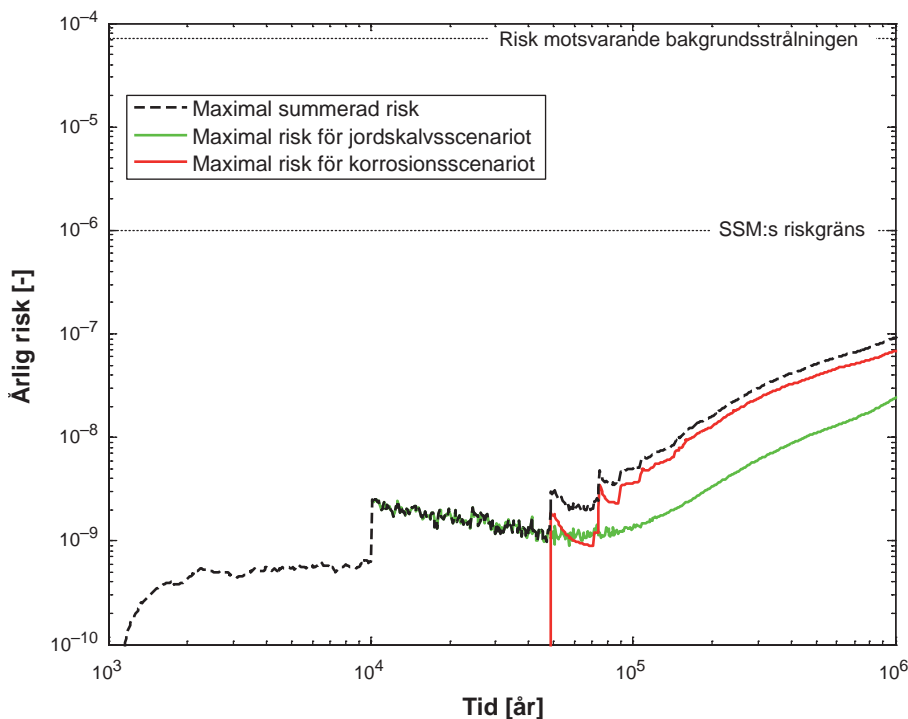
Doser till biota beräknas också för att visa om eventuella utsläpp kan påverka den yttre miljön. Fokus är främst på arter som för närvarande finns i Forsmarksområdet. Doseraten 10 mikrogray per timme ( $\mu\text{Gy/h}$ ) används i beräkningarna som gränsvärde för påvisbara effekter på biota.

#### 10.1.6.4 Slutsatser

##### Uppfyllelse av riskkriteriet

Scenarioanalyserna visar att kapselbrott under de första 1 000 åren kan uteslutas, med undantag för en minimal sannolikhet för skador på grund av jordskalv. Sannolikheten för ett sådant kapselbrott beräknas pessimistiskt till en på fyrtio tusen. Detta betyder i statistisk mening att 40 000 förvar, vart och ett med 6 000 kapslar, skulle behövas för att ett enda kapselbrott till följd av skalv ska uppkomma under en tusenårsperiod.

Under perioden fram till en miljon år efter förslutning kan kapselbrott uppstå dels på grund av kopparkorrosion orsakad av sulfid i grundvattnet ifall den skyddande bufferten eroderats, dels på grund av jordskalv. Med pessimistiska antaganden om bufferterrosion, kopparkorrosion och radionuklidtransport bedöms den radiologiska risken från erosion/korrosion vara obefintlig i tiotusentals år efter förslutning, högst en hundradel av riskgränsen på 100 000 års sikt och cirka en tiondel av riskgränsen på en miljon års sikt, se figur 10-41. Risken orsakad av kapselbrott på grund av jordskalv är mindre än en hundradel av riskgränsen på hundratusen års sikt och under en tiondel av riskgränsen på en miljon års sikt. Den sammanlagda risken för ett slutförvar i Forsmark hamnar med marginal under SSM:s riskkriterium även på en miljon års sikt och den centrala slutsatsen i SR-Site är därför att ett långsiktigt säkert KBS-3-förvar kan byggas i Forsmark. Figur 10-41 visar de beräkningsfall som ger högst risk för jordskalvsscenarioet och för korrosionsscenarioet samt summan av dessa.



Figur 10-41. Den samlade riskbilden i SR-Site. Figuren visar de beräkningsfall som ger högst risk för jordskalvsscenarioet och för korrosionsscenarioet samt summan av dessa. Eftersom summa kurvan ligger under riskgränsen under hela miljonårsperioden blir slutsatsen att SSM:s riskkriterium är uppfyllt för ett KBS-3-förvar i Forsmark.



## Doser till biota

Beräkningarna av doser till biota visar att de högsta dosraterna fås för korrosionsscenarioet. Dosraterna är dock långt under gränsvärdet 10 µGy/h, och utsläpp av radionuklider bedöms därmed inte att ge upphov till några biologiska effekter på arter i området.

## Uppfyllelse av övriga föreskriftskrav

Som nämndes inledningsvis finns utöver riskkriteriet en rad ytterligare föreskriftskrav på bland annat utformningen av ett förvar med ett flerbarriärsystem, val av en plats med gynnsamma egenskaper för långsiktig säkerhet samt innehållet i säkerhetsredovisningen vad gäller till exempel scenarier och hantering av osäkerheter. I Appendix A till huvudrapporten SR-Site återges föreskrifterna SSMFS 2008:21 och 2008:37 med tillhörande allmänna råd, och där anges också var i SR-Site-rapporten varje relevant del av föreskrifterna behandlas. Samtliga krav som är relevanta för säkerhetsanalysen bedöms som uppfyllda.

## Tilltro till resultatet

Tilltron till resultaten i SR-Site bedöms som tillräcklig för att utgöra underlag för beslut om ansökningarna. I sammanfattning bidrar följande till tilltron till resultaten.

- Den kunskap om berget och om ytförhållandena i Forsmark som erhållits från platsundersökningen är tillräcklig för att bedöma den långsiktiga säkerheten. Berget har gynnsamma egenskaper för den långsiktiga säkerheten och inga kvarstående frågor som behöver lösas för att visa den långsiktiga säkerheten har identifierats.
- Referensutformningen med specificerade och praktiskt genomförbara produktions- och kontrollmetoder ger ett initialtillstånd hos ett förvar i Forsmark som gynnar långsiktig säkerhet. Utformningen kan optimeras ytterligare då den vidareutvecklas.
- Den vetenskapliga förståelsen av frågor av betydelse för den långsiktiga säkerheten, som ett resultat av decennier av forskning inom det svenska och andra kärnbränsleprogram samt genom internationellt samarbete, är betryggande.
- En fullständig analys av frågor relevanta för den långsiktiga säkerheten har genomförts i SR-Site. Analysen är genomförd med en metodik där till exempel pessimistiska ansatser används där underlaget är behäftat med osäkerheter.

Dokumenterade rutiner för kvalitetssäkring har tillämpats då initialtillståndet fastlagts, då platsbeskrivningen utvecklats samt i analysen av långsiktig säkerhet. Rutinerna inkluderar bland annat granskning av utomstående experter.

## 10.1.7 Kemiskt toxiska risker från deponerat använt kärnbränsle

Utöver radiologiska risker förknippade med de ämnen som kommer att finnas i slutförvaret kan vissa ämnen även vara giftiga för människa och miljö om de når biosfären i höga koncentrationer. En bedömning har gjorts av riskerna för människors hälsa och miljön av icke-radioaktiva ämnen som finns i använt kärnbränsle och i kapseln som bränslet deponeras i, det vill säga koppar, stål och segjärn, samt själva bränslematrisen /10-34/.

Bedömningen baseras på den sammansättning som det använda kärnbränslet har vid tiden för deponering i slutförvaret, det vill säga cirka 40 år efter att bränslet tagits ur reaktorn.

Bedömningen har genomförts i två steg. I det första steget identifierades vilka ämnen som kräver stora mängder vatten för utspädning till ofarliga koncentrationer. De ämnen som kräver de största mängderna vatten prioriterades för nästa steg. Generellt användes pessimistiska antaganden för att de potentiella riskerna inte ska underskattas.

Det första steget utgår ifrån att en kapsel med innehåll, inklusive bränsle, löses upp i vatten ögonblickligen och att hela innehållet kommer till en enda recipient (brunn, sjö, vattendrag eller havsvik).

De vattenvolymer som behövs för utspädning till ofarlig koncentration enligt bestämda haltkriterier jämförs med omsättningen av vatten i berörda recipienter. Resultaten visar att det rör sig om förhållandevis begränsade volymer vatten som krävs för utspädningen. Till exempel skulle, om en kapsel med innehåll upplöses fullständigt, den volym vatten som årligen omsätts i en brunn i Forsmarksområdet räcka för att späda ut flertalet ämnen till halter som understiger dricksvattennormen. De ämnen som prioriterades för fortsatta beräkningar var koppar och uran samt bland andra nickel, krom, järn, koppar och mangan.

I det andra steget utgick man ifrån de modellberäkningar för skadade kapslar som gjorts i den förra säkerhetsanalysen, SR-Can. För att korrosion av insats, bränslebox och andra komponenter i kapseln, samt upplösning av det använda kärnbränslet, ska kunna ske måste kopparhöljet vara skadat. Utifrån de antaganden som gjordes i SR-Can beräknades möjliga halter av de olika ämnena i grundvattnet på försvarsnivå. Även utan hänsyn till utspädning underskrider halterna dricksvattennormerna och de miljöriskbaserade haltkriterierna för samtliga ämnen från kopparhöljet och stål- och segjärnsinsatsen, förutom koppar. Kopparhalter i vatten på försvarsnivå har beräknats kunna bli i samma storleksordning som det miljöriskbaserade kriteriet för saltvatten i hav, men understiga medelhalten av koppar i havsvattnet utanför Forsmark. Bedömningen är därmed att det inte finns någon risk för potentiella miljö- och hälsorisker av icke-radioaktiva ämnen som finns i använt kärnbränsle och i kapseln vid deponering.

Utvärderingen visar att den maximala halten uran kan förväntas uppgå till 0,02–0,2 mikrogram per liter ( $\mu\text{g/l}$ ), beroende på typ av recipient. Dessa halter underskrider haltkriterierna för uran. Övriga ämnen i bränslet har maximala halter som är minst 100 gånger lägre.

Sammanfattningsvis gäller att även med pessimistiska antaganden uppskattas halterna i recipienterna hamna långt under haltkriterierna, vilket indikerar att hälsorisker och miljörisker är osannolika.

## 10.2 Övervägt alternativ – Laxemar

I ansträngningarna att hitta den lämpligaste platsen för slutförvaret har Laxemar i Oskarshamn kommun sedan år 2004 undersökts till samma detaljnivå som Forsmark. I bilagan om platsvalet /10-35/ redovisas de faktorer som avgjorde valet till Forsmarks fördel.

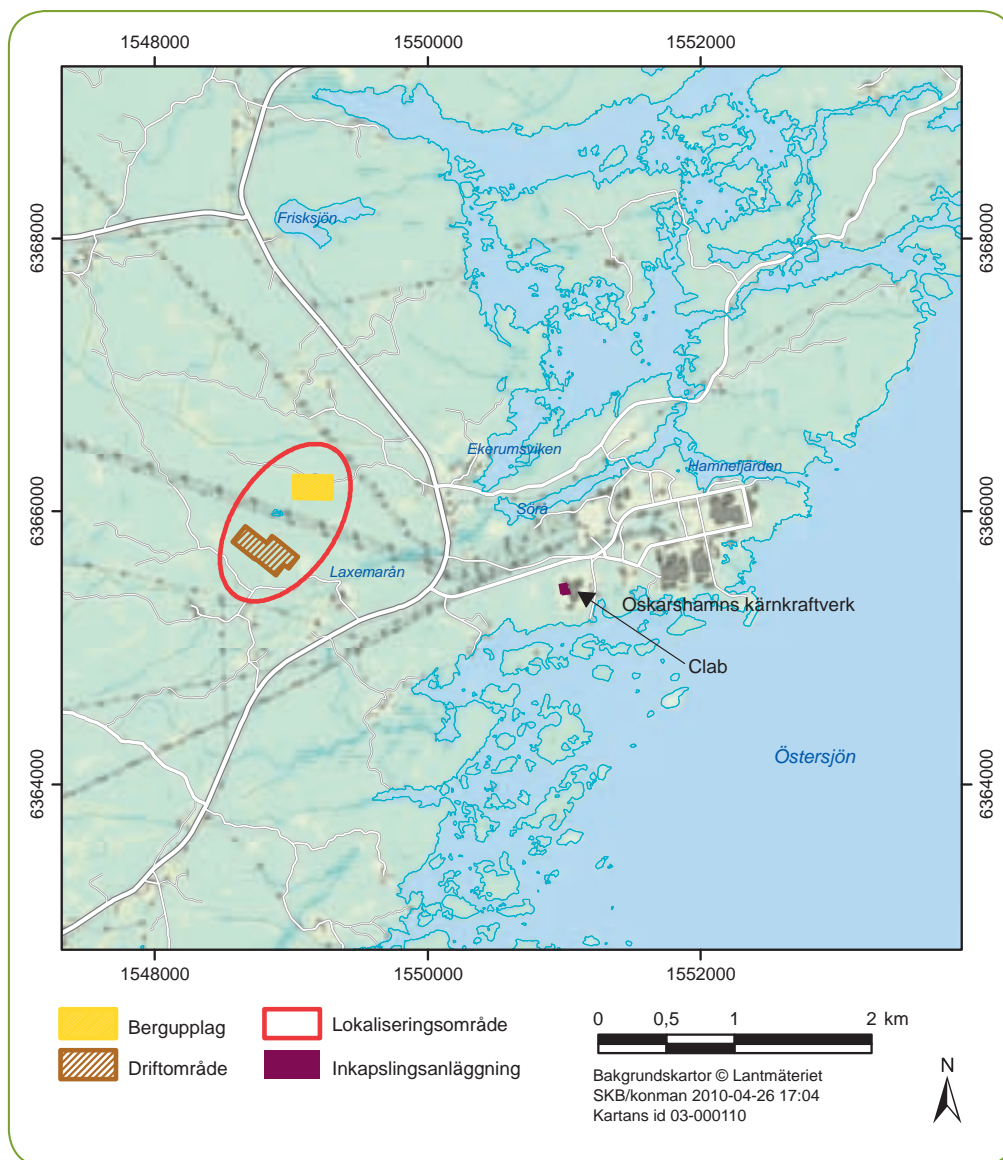
Under den långa och grundliga urvalsprocessen har också övriga miljöfaktorer undersökts i Laxemar. Här redovisas översiktligt de utredda konsekvenserna av alternativet slutförvar i Laxemar i närheten av kärnkraftverket på Simpevarpshalvön, se figur 10-42. Beskrivningen av den övervägda anläggningen och dess miljöpåverkan görs i jämförelse med slutförvarsanläggningen i Forsmark.

Information om ett eventuellt avvecklingsskede i Laxemar har inte tagits med i beskrivningen eftersom det långa tidsperspektivet till avveckling (cirka år 2070) gör antagandena högst osäkra. Skillnaden mot de bedömningar som gjorts för avvecklingsskedet i Forsmark är också små, med undantag för återfyllningen av slutförvarsanläggningen, där det i Laxemar hade krävts cirka en miljon ton mer återfyllnadsmaterial än i Forsmark.

### 10.2.1 Anläggningsutformning

Slutförvarsanläggningen i Laxemar skulle utformas på samma sätt som anläggningen i Forsmark, med en ovanmarksdel bestående av ett inre och ett yttre driftområde samt en undermarksdel bestående av ett centralområde och ett försvarsområde, se figur 10-43. Utformningen skiljer sig något mellan platserna till följd av skillnader i geologi och yttre miljö. Anläggningens försvarsområde under mark skulle blivit större i Laxemar än i Forsmark. Orsaken är framför allt att bergets värmeledningsförmåga är lägre i Laxemar och att kapslarna därför måste placeras på ett större avstånd från varandra.

Ovanmarksanläggningen planerades till ett naturmarksområde på den södra sidan av ett stort kraftledningsstråk i Laxemar. Där finns ingen omedelbar närhet till kust eller storskalig industri som i Forsmark. Antalet bostäder i närområdet är större i Laxemar än i Forsmark. Skillnaderna i närmiljön påverkar anläggningarnas inre disposition och byggnadernas form, se figur 10-44.



Figur 10-42. Ungefärligt läge för det övervägda alternativet, en slutförvarsanläggning i Laxemar.

Tabell 10-17 sammanfattar slutförvarsanläggningens storlek vid en förläggning i Laxemar jämfört med en anläggning i Forsmark.

Tabell 10-17. Jämförelse mellan en slutförvarsanläggning i Laxemar och Forsmark.

	Laxemar	Forsmark
Yta driftområde ovan mark (totalt yttre och inre)	75 000 m <sup>2</sup>	70 000 m <sup>2</sup>
Yta förvarsområde	5–6 km <sup>2</sup>	3–4 km <sup>2</sup>
Djup förvarsområde	–510 m	–470 m
Yta bergupplag	40 000 m <sup>2</sup>	40 000 m <sup>2</sup>
Höjd bergupplag	~15 m max ~10 m troligast	~15 m max ~10 m troligast
Högsta byggnad	45 m	50 m



Figur 10-43. Slutförvarsanläggningen under mark i den utredda lokaliseringen Laxemar.



Figur 10-44. Fotomontage av slutförvarsanläggningen ovan mark i Laxemar.

## 10.2.2 Verksamhetsbeskrivning

Verksamheten vid en slutförvarsanläggning i Laxemar vore densamma som i Forsmark. Anläggningarnas förutsättningar ger skillnader främst hand i transportarbetet, eftersom bergguttaget blivit större i Laxemar än i Forsmark.

### 10.2.2.1 Uppförandeskede

Slutförvarsanläggningen skulle uppföras på liknande sätt som anläggningen i Forsmark, beskrivet i kapitel 10.1.2.1.

Verksamheten i Laxemar skulle också ge upphov till förorenat vatten som spillvatten, lakvatten, dagvatten och länshållningsvatten med vattenströmmar i samma storleksordning som i Forsmark. Vattenrening skulle ske enligt samma principer som i Forsmark. Spillvattnet från driftområdet skulle samlas upp och ledas till OKG:s reningsverk som har kapacitet för behandling av vattnet.

Slutförvarsanläggningen i Laxemar var planerad att ligga något djupare under marken och uppta en större yta än förvaret i Forsmark, vilket gör att större bergvolymmer måste sprängas ut. Mängden bergmassor uppskattas till cirka 200 000 ton per år, eller totalt cirka 1,7 miljoner ton, vilket är ungefär 100 000 ton mer än i Forsmark /10-36/. Det större uttaget av berg gör att det blir fler bergtransporter ut från anläggningen. I Laxemar har transporterna under andra halvan av uppförandeskedet beräknats bli ett tiotal fler per dygn än i Forsmark (100 mot 90). Under första halvan av uppförandeskedet är antalet transporter detsamma för båda platserna (60 per dygn).

Arbetsresor, materialtransporter och övriga material- och servicetransporter är i samma storleksordning som i Forsmark. Transporterna till och från en slutförvarsanläggning i Laxemar beskrivs i rapport /10-37/.

### 10.2.2.2 Driftskede

Driften av anläggningen skulle ske på samma sätt som vid anläggningen i Forsmark, beskrivet i avsnitt 10.1.2.2.

Under driftskedet är det främst vattenmängder och transporter som skiljer sig från verksamheten i Forsmark. Länshållningsvatten i driftskedet beräknas bli minst dubbelt så mycket som i Forsmark. Självva masshanteringen är likartad, men mängden massor skulle bli större i Laxemar.

Det planerade uttaget av berg förväntas ge cirka 175 000 ton bergmassor per år i Laxemar, vilket är ungefär 55 000 ton mer per år än i Forsmark /10-36/. Det skulle bli cirka sju miljoner ton bergmassor totalt under den tid som bergarbetet pågår. Under driftskedet påbörjas även återfyllningen av deponeringstunnlarna med bentonit i form av block och pellets.

Transporterna av kärnbränsle skulle ske med terminalfordon från inkapslingsanläggningen till terminalbyggnaden i det inre driftområdet. Frånsett kortare förflyttningar inom anläggningarnas driftområden skulle kärnbränsletransporterna ske på landsväg, cirka 2,5 kilometer från Simpevarp till Laxemar.

### 10.2.2.3 Hamnar

Befintlig hamn i Simpevarp skulle inte kunna användas för slutförvarsverksamheten utan omfattande investeringar. Förutom breddning och fördjupning av farled och anläggande av vågbrytare skulle en ny hamnplan och en ny kaj behövas. Hamnen i Oskarshamn har däremot goda förutsättningar för att kunna användas för import av bentonit och lera, men av miljöskäl är den mindre lämplig att använda för utskeppning av bergmaterial /10-37/.

## 10.2.3 Påverkan

### 10.2.3.1 Lanspråktagande av mark

Markbehovet i Laxemar hade varit något större än i Forsmark. Slutförvarsanläggningens driftområde planerades till ett område som är skilt från kärnkraftverket på Simpevarpshalvön och annan industriell bebyggelse, se figur 10-45. Platsen består av oexploaterad naturmark med en mindre äng samt barr- och lövskog.

Anläggningens placering i ett naturmarksområde skulle ha inneburit att en ny anslutningsväg måste anläggas då befintligt vägsystem från söder inte har den standard som krävs. Slutförvarsanläggningens ovanmarksdelar skulle innehålla samma funktioner som i Forsmark, men utformningen hade blivit något annorlunda för att passa platsen. Driftområdet och bergupplaget skulle uppta ungefär lika stora ytor som i Forsmark.

Förorenat lakvatten från bergupplaget måste renas. Rening skulle ha kunnat ske i en planerad översilningsanläggning i anslutning till bergupplaget samt i en kärnmark nedanför översilningsanläggningen.



Figur 10-45. Placering av slutförvarsanläggningen. I bakgrunden syns Clab och kärnkraftverket.

### 10.2.3.2 Påverkan på grundvattennivå

Grundvattenföringen inom området och påverkan på grundvattennivån har varit föremål för omfattande modelleringsarbete. Påverkan på grundvatten är viktig att analysera för att bedöma eventuella konsekvenser för ekosystemet på ytan. Detaljerad information om bortledning av grundvatten, påverkan på grundvattennivåer och de metoder som har använts för den hydrogeologiska utredningen i Laxemar redovisas i /10-38/.

Inläckaget av grundvatten till en slutförvarsanläggning i Laxemar under uppförandeskedet skulle kunna bli i samma storleksordning som för slutförvarsanläggningen i Forsmark. Påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning skulle dock bli större under detta skede, jämfört med i Forsmark.

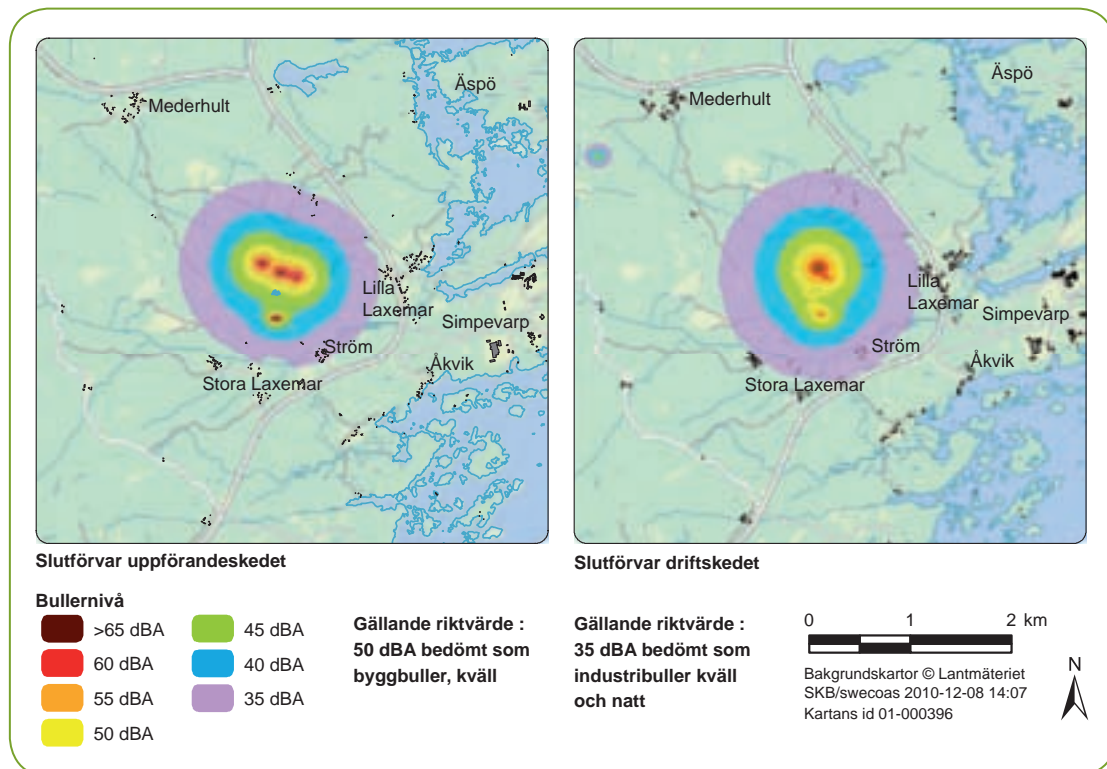
Under driftskedet skulle inläckaget till anläggningen bli minst dubbelt så stort som i Forsmark. Storleken på området som påverkas av en avsänkning av grundvattenytan beräknas bli cirka tio gånger större i Laxemar än vad som är fallet i Forsmark. Baserat på samma scenario som för Forsmark (hela förvaret är öppet samtidigt och en avsänkingsgräns på 0,1 meter för de områden som betraktas som påverkade) beräknas påverkansområdet blir cirka 20 kvadratkilometer jämfört med cirka två kvadratkilometer för Forsmark.

Skillnaden mellan Laxemar och Forsmark när det gäller påverkan på grundvatten förklaras bland annat av att på 500 meters djup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 meter i Laxemar, medan motsvarande avstånd är mer än 100 meter i Forsmark. Detta innebär att grundvattenflödet genom förvaret, och därmed inläckaget av vatten i tunnelsystemet, är större i Laxemar än i Forsmark.

En annan skillnad är att förekomsten av vattenförande sprickor är relativt homogen hela vägen till ytan vilket i sin tur gör att påverkansområdet för grundvattensänkning är cirkelformat jämfört med den stråkliska formen på påverkansområdet i Forsmark.

### 10.2.3.3 Buller

I uppförandeskedet är sprängningsarbeten, bergkrossning och borring de arbetsmoment som orsakar högst ljudnivåer /10-39/. Det gäller både för Laxemar och för Forsmark. Ljudet från sprängning är kortvarigt och kommer att förekomma någon eller några gånger per dag och påverkar inte den ekvivalenta ljudnivån i någon nämnvärd omfattning. Stomljud kan uppstå vid sprängning men bedöms inte heller i Laxemar uppgå till hörbara nivåer i kringliggande bostadshus /10-40/. Ljudnivån från borrningsarbeten ovan mark vid närmaste byggnad har beräknats bli cirka 5 dBA högre i Laxemar än i Forsmark (55 dBA). Ekvivalenta bullernivåer under uppförandeskedet och driftskedet redovisas i figur 10-46.



Figur 10-46. Buller kvällstid under uppförandeskedet (till vänster) samt buller kvälls- och nattetid under driftskedet (till höger).

De arbetsmoment som bedöms bullra mest under driftskedet är drift av skipen, användning av tunga fordon inom arbetsområdet samt berghantering inom bergupplaget. Ljud från evakueringsfläktar bidrar också till ökat buller. Det buller som en slutförvarsanläggning förväntas ge upphov till har beräknats för både Laxemar och Forsmark. Ljuddata för de båda platserna är likvärdiga.

### 10.2.3.4 Vibrationer

Vibrationsvärdena bedöms inte väsentligt skilja sig åt mellan Laxemar och Forsmark. I Laxemar finns färre vibrationskänsliga anläggningar i närheten av slutförvarsanläggningen än i Forsmark. Vibrationsnivåerna från sprängningsarbeten har bedömts bli så låga att inga byggnader, installationer eller utrustningar i Laxemar med omgivning skulle ha påverkats.

Tunga transporter kan ge upphov till vibrationer längs transportvägarna. Sådana vibrationer kan upplevas som störande för boende längs vägarna. Vibrationsnivåerna skulle inte förändrats till följd av trafiken till och från en slutförvarsanläggning, eftersom tunga transporter förekommer redan i dagsläget på vägarna i området /10-40/.

### 10.2.3.5 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

I den övervägda slutförvarsanläggningen i Laxemar skulle det förekomma naturligt radioaktiva ämnen, främst radon. Dessa radioaktiva ämnen ger upphov till viss strålning på samma sätt som i en anläggning i Forsmark. Till en slutförvarsanläggning tillförs under driftskedet kapslar med använt kärnbränsle som avger strålning.

Mängden kapslar som deponeras skiljer sig inte mellan det övervägda alternativet och en slutförvarsanläggning i Forsmark. Det som skiljer de två platserna vad gäller radioaktivitet och strålning är främst den naturliga radonhalten i berget.

#### Uppförandeskede

Överlag skulle radonhalterna i en slutförvarsanläggning i Laxemar vara betydligt högre än i anläggningen i Forsmark. Därmed skulle också ventilationsbehovet bli större i Laxemar för att radonhalten i anläggningen skulle klara Arbetsmiljöverkets gränsvärden. Från anläggningen skulle radon också ha släppts ut med vatten från anläggningen och på samma sätt som i Forsmark skulle radonet ha försvunnit genom avluftning innan vattnet nådde utsläppsledningen.

#### Driftskede

Det uppstår inga utsläpp av radioaktiva ämnen från kapslarna med använt kärnbränsle som deponeras i slutförvarsanläggningen. Strålskärning av gamma- och neutronstrålning från kapseln sker på samma sätt som i Forsmark och dos till personal skulle bli densamma på båda platserna /10-14, 10-15/.

### 10.2.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till luft

#### Uppförandeskede

Utsläppen från de interna transporterna är desamma för de båda platserna. För den första delen av uppförandeskedet, representerat av år 2015, skiljer sig inte heller utsläppen från de externa transporterna från dem i Forsmark. I den andra delen av uppförandeskedet skulle utsläppen från de externa transporterna blivit något högre i Laxemar på grund av fler materialtransporter. Skillnaderna är små, för de beräknade utsläppen är ökningen två till tio procent.

Bakgrundshalterna av såväl kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) som partiklar (PM10) i omgivningarna runt Laxemar ligger på samma nivå som i omgivningarna runt Forsmark. Haltbidragen av kväveoxider från slutförvarsanläggningen tillsammans med Clink i Laxemar-Simpevarp beräknas bli desamma som i Forsmark, medan haltbidragen av partiklar beräknas bli något lägre. Beräkningar har endast gjorts för slutförvarsanläggningens och Clinks gemensamma haltbidrag, men bidragen från Clink bedöms bli mycket små.

Depositionen av kväve från en slutförvarsanläggning i Laxemar skulle ha varit mindre än 0,002 procent av bakgrundsbelastningen, vilket är jämförbart med situationen i Forsmark.

#### Driftskede

På samma sätt som i Forsmark har utsläpp från transporter inom och utom slutförvarsanläggningens driftområde i Laxemar beräknats för år 2030. Utsläppen har beräknats bli marginellt större i Laxemar, undantaget koldioxid ( $\text{CO}_2$ ) som beräknas bli något lägre.

Spridningsberäkningar har gjorts som visar att halterna av kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ) och partiklar från slutförvarsanläggningen samt från transporterna längs de externa transportvägarna förväntas vara lägre år 2030 än år 2018. Det antas att utvecklingen av bränslen och motorer ger lägre utsläpp. Beräkningarna innefattar bidraget från inkapslingsanläggningen, som är litet. SKB:s bidrag till partikelhalterna har beräknats bli något högre i Laxemar år 2030 än i Forsmark. Spridningskartor redovisas i /10-41/.



### 10.2.3.7 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

Samma typ av vattenströmmar skulle uppstå i Laxemar som i Forsmark till följd av verksamheten vid slutförvarsanläggningen – spillvatten, länshållningsvatten från bergrum, lakvatten från bergupplag och dagvatten från driftområdet. Vattenströmmarna skulle bli ungefär lika stora som i Forsmark, med undantag för mängden länshållningsvatten som under driftskedet skulle bli minst dubbelt så stort som för slutförvarsanläggningen i Forsmark. Länshållningsvatten skulle renas på samma sätt som i Forsmark. Spillvattnet från driftområdet kan samlas upp och ledas till OKG:s reningsverk för behandling.

Precis som i Forsmark skulle lakvattnet i Laxemar renas från olja, partiklar och kväve med hjälp av sedimentation och kvävereduktion i kärnmark. Reningen efter kärnmarken har bedömts bli cirka 25 procent av kvävet eller cirka 0,5 ton /10-42/.

Dagvatten kan omhändertas lokalt (LOD) inom driftområdet. Samma typ av åtgärder för LOD som i Forsmark skulle ha använts. Det innebär att avrinnande dagvatten fördröjs och att föroreningar fastläggs i marken i stället för att ledas till mottagande recipient.

### 10.2.3.8 Ljussken

Belysning under slutförvarsanläggningens olika skeden skulle valts enligt samma principer som i Forsmark.

### 10.2.3.9 Avfall

Omhändertagandet av avfall i det övervägda alternativet skiljer sig inte från omhändertagandet i Forsmark.

Under uppförandeskedet bedöms lika mycket farligt och övrigt avfall uppkomma i Laxemar som i Forsmark (50 respektive 1 100 ton) /10-43/.

Verksamheten är tämligen konstant över tiden på båda platser vilket gör att avfallsmängderna inte varierar med åren under driftskedet. På samma sätt som i uppförandeskedet bedöms mängderna avfall bli ungefär desamma som i Forsmark, cirka 5 ton farligt avfall per år eller drygt 200 ton totalt, respektive 130 ton övrigt avfall per år eller 5 800 ton totalt /10-43/.

### 10.2.3.10 Energianvändning

Eftersom ett förvar i Laxemar skulle bli större än i Forsmark skulle det krävas mer elenergi för att ta ut och hantera bergmassor. Den större vattengenomströmningen i Laxemar innebär också att mer elenergi skulle krävas för att pumpa bort länshållningsvatten. I övrigt är tillförsel, användningsområden och besparingsmetoder lika som i Forsmark.

Under uppförandeskedet skulle lika mycket elenergi krävas i Laxemar som i Forsmark, cirka 60 GWh. Även dieselförbrukningen i fordon och maskiner skulle vara lika stor på båda platserna.

Elenergianvändningen under driftskedet skulle bli ungefär densamma som i Forsmark, medan dieselförbrukningen skulle bli högre /10-43/.

### 10.2.3.11 Vattenförbrukning

Verksamheten vid en slutförvarsanläggning förbrukar vatten i alla skeden. Behovet av vatten skulle bli lika stort per kubikmeter berg som i Forsmark (cirka 0,15 kubikmeter vatten per kubikmeter fast berg).

Eftersom förvarsområdet i Laxemar har beräknats bli större än i Forsmark skulle även vattenåtgången bli större. Under uppförandeskedet skulle cirka 200 000 kubikmeter vatten förbrukas totalt i Laxemar, vilket är mer än i Forsmark.

Under driftskedet skulle vattenförbrukningen bli cirka 20 000 kubikmeter per år, och därmed cirka 800 000 kubikmeter totalt /10-43/. I Forsmark är mängden beräknad till cirka 15 000 kubikmeter per år respektive 680 000 kubikmeter totalt.

### 10.2.3.12 Masshantering och resursförbrukning

Hantering av massor skiljer sig inte från den i Forsmark, men mängden bergmassor skulle bli större i Laxemar. Nedan angivna siffror härrör sig från tidigt bergprojekteringsunderlag. Fortsatt projektering har visat att ytterligare bergvolym krävs för att inrymma slutförvarsanläggningen under mark, vilket innebär att uttaget av bergmassor och åtgången av bentonit för återfyllnad skulle komma att bli större.

Mängden bergmassor i Laxemar har uppskattats till drygt 200 000 ton per år, vilket totalt ger cirka 1,7 miljoner ton bergmassor under uppförandeskedet (ungefär 100 000 ton mer än i Forsmark) /10-36/. Merparten av bergmassorna skulle avyttras på marknaden.

Under driftskedet fortsätter uttaget av berg, om än i mindre omfattning än i uppförandeskedet. Detta arbete skulle ge upphov till cirka 175 000 ton bergmassor per år i Laxemar. I Forsmark är motsvarande mängd per år cirka 120 000 ton. Under de 40 år som bergarbetet pågår skulle cirka 7 miljoner ton massor uppkomma i Laxemar. Motsvarande siffra för slutförvarsanläggningen i Forsmark är cirka 4,8 miljoner ton. Under driftskedet påbörjas även återfyllning av deponerings-tunnlarna med bentonit i form av block och pellets. Cirka 76 000 ton bentonit per år eller 3,4 miljoner ton totalt beräknas gå åt till återfyllning och buffert /10-36/. I Forsmark är motsvarande siffra cirka 2,3 miljoner ton.

## 10.2.4 Effekter och konsekvenser

### 10.2.4.1 Naturmiljö

#### lanspråktagande av mark

En etablering av slutförvarsanläggningens ovanmarksdel i Laxemar skulle ta ett oexploaterat markområde i anspråk. Områdets naturvärden är främst knutna till lövskogen, se figur 10-47. Området ligger i en av Naturvårdsverket utpekad värdetrakt för ädellövskog, vars naturvärden främst är skogsmiljön. Intill det område som planerats för slutförvarsanläggningen finns planer på ett naturreservat. Ovanmarksanläggningen och tillfartsvägen skulle ge märkbara negativa konsekvenser för naturmiljön i området.



Figur 10-47. Lövskogsområde i Laxemar.

För påverkan på sötvattens- och marina miljöer från utsläppen av lakvatten och läns hållningsvatten bedöms en slutförvarsanläggning i Laxemar kunna medföra små till märkbara negativa konsekvenser om inga åtgärder vidtas. Detaljer om konsekvensbedömningen för ianspråktagande av mark redovisas i /10-44/.

### Grundvattensänkning

Den grundvattensänkning som uppstår under slutförvarsanläggningens uppförande- och driftskede kan ge effekter på de omgivande naturområdena.

Laxemar präglas av torra förhållanden. Det innebär att de naturvärden som kännetecknar området inte är beroende av grundvattenytans läge. Viktigare för områdets naturvärden är tidigare markanvändning i form av hävd med bete och slätter. Ädellövs skogen och de gamla lövträden är också mindre känsliga för en grundvattensänkning eftersom naturvärdena främst är beroende av skogens ålder och skötsel.

Det finns ett antal naturvärdesobjekt som kan vara känsliga för en grundvattensänkning. Dessa redovisas i /10-45/ där inventerade naturobjekt har klassats utifrån sin känslighet för en grundvattensänkning.

Sammanlagt bedöms ett avsänkingsområde på cirka 20 kvadratkilometer medföra små negativa konsekvenser för större delen av de berörda naturobjekten. Utredningen har visat att de objekt som berörs av en större påverkan på grundvattennivån har förhållandevis låga naturvärden.

Inom det prognostiserade avsänkingsområdet förekommer det även jordbruksmark. Skördeavkastningen kan, baserat på erfarenheter från andra fall, komma att minska med i medeltal 5–10 procent på kärr- och gyttejordar (som dominerar jordbruksmarken i området) och 20 procent på grövre jordar.

Drygt 50 enskilda brunnar är belägna inom det prognostiserade avsänkingsområdet. I värsta fall skulle ett antal av dessa kunna få försämrad brunnskapacitet och/eller vattenkvalitet som en konsekvens av grundvattensänkningen.

Detaljer om de studier som har genomförts redovisas i /10-38/ samt /10-46/.

#### 10.2.4.2 Rekreation och friluftsliv

Området runt det planerade slutförvaret är relativt tyst, med liten påverkan från buller, med undantag för omgivningen runt länsväg 743. I närområdet finns Misterhults skärgård, som är av riksintresse för friluftslivet. Tre områden har ett måttligt värde för det rörliga friluftslivet, Kråkelund, Hamnefjärden och Ostkustleden, som utnyttjas av turister, närboende och föreningar. Den största påverkan som slutförvarsanläggningen skulle ha på friluftslivet i området är buller och ökad mänsklig närvaro.

De föreslagna nya tillfartsvägarna till en slutförvarsanläggning i Laxemar skulle korsa Ostkustleden. Eftersom vandringsleden har bedömts ha ett relativt högt värde för rekreation och friluftsliv har konsekvenserna här bedömts bli måttliga.

Den sammanlagda bedömningen är att trots de störningar som slutförvarsanläggningen med tillhörande verksamhet skulle ha medfört skulle många av de friluftaktiviteter som utförs i området i dag kunna fortsätta att utövas precis som tidigare /10-47/.

#### 10.2.4.3 Kulturmiljö och landskap

I Laxemar är kulturmiljövärdena knutna till landskapsbilden och inga miljöer av nationellt, regionalt eller kommunalt intresse för kulturmiljövården berörs av en slutförvarsanläggning. Inom området finns inga kända fornlämningar och inga nya har påträffats vid det utredningsarbete som gjorts /10-48/.

Kulturlandskapet kan inte sägas ha några unika värden utan är representativt för denna region och för stora delar av övriga Mellansverige, se figur 10-48.

En etablering i Laxemarområdet skulle innebära att ett tämligen opåverkat skogs- och odlingslandskap förändrades eftersom anläggningarnas skala skulle konkurrera med det småskaliga landskapet. Å andra sidan har kraftledningsgatorna genom området redan fört in den industriella storskaligheten i landskapet, vilket gör att en etablering här skulle ge en begränsad påverkan.



Figur 10-48. Odlingslandskapet runt Laxemar.

#### 10.2.4.4 Boendemiljö och hälsa

##### Buller

Precis som i Forsmark skulle uppförandet av en slutförvarsanläggning innebära att bullernivåerna i omgivningen ökade, men i Laxemar finns det permanentboende närmare den planerade anläggningen än i Forsmark.

Drift av skipen, användning av tunga fordon inom arbetsområdet och berghantering inom bergupplaget är de arbetsmoment som bullrar mest. Sju fastigheter med 20 boende skulle få bullernivåer över 35 dBA (riktvärde för industribuller under kväll och natt i fritidshusområden), vilket är fler än i Forsmark. Under dagtid skulle inga boende få bullernivåer över 40 dBA (riktvärde för industribuller under dagtid i fritidshusområden).

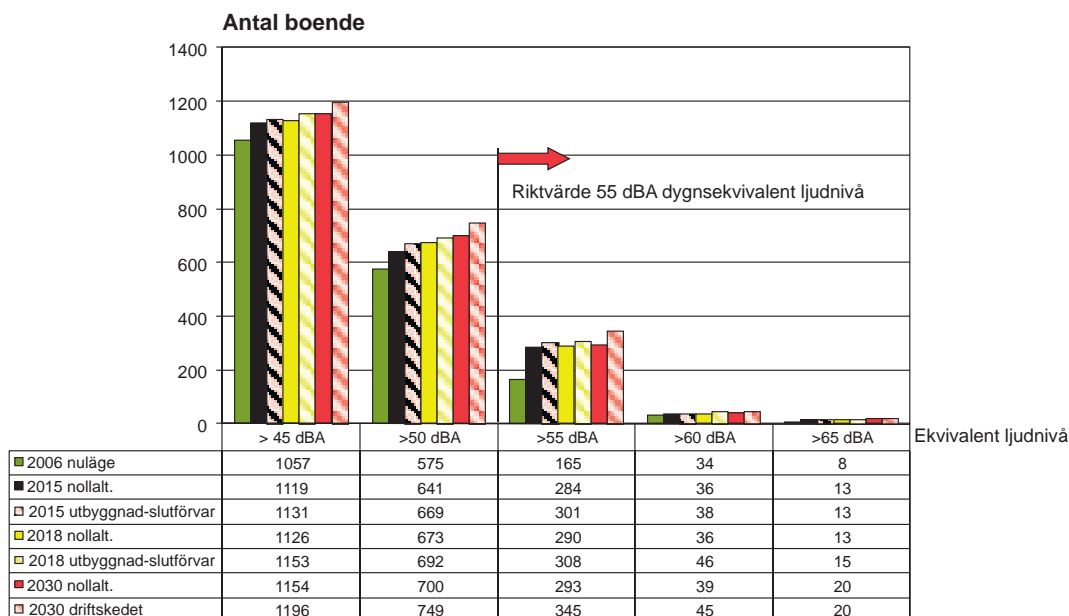
Stomljud från bergborrning bedöms inte bli hörbart och buller från ovanmarksborrning skulle understiga riktvärdena för byggbuller.

När det gäller buller från transporter på det allmänna vägnätet motsvarar ljudutbredningen i driftskedet den i uppförandeskedet. Ökningen av antalet boende som exponeras för ljudnivåer över 55 dBA till följd av transporter till och från slutförvarsanläggningen är cirka 50 (i Forsmark är antalet cirka 15) i driftskedet jämfört med cirka 20 som mest under uppförandeskedet, se figur 10-49.

Bullernivåerna längs delar av transportvägen upplevs redan i dag som störande av de närboende /10-39/.

##### Vibrationer

Vibrationsnivåerna från sprängningsarbeten skulle bli så låga att det inte uppstod någon risk för komfortstörningar för boende enligt Socialstyrelsens riktlinjer. Inga byggnader, installationer eller utrustningar i Laxemar med omgivningar skulle heller ha påverkats.



Figur 10-49. Boende längs vägsträckan Simpevarp–Oskarshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudintervall.

## Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen under uppförandeskedet skulle härröra från naturligt förekommande radioaktiva ämnen, till exempel radon, i berggrunden. Radon från en slutförvarsanläggning i Laxemar skulle spridas på samma sätt som från en slutförvarsanläggning i Forsmark. Genom dimensionering av ventilationen skulle Arbetsmiljöverkets gränsvärden för radon underskridas med god marginal.

## Icke-radiologiska utsläpp till luft

Transporterna under uppförandet av en slutförvarsanläggning i Laxemar skulle ge ett mycket litet bidrag till omgivningens luftföroreningshalter och inga miljö kvalitetsnormer skulle överskridas. Till följd av mindre trafik utefter länsväg 743 är halterna något lägre än längs med riksväg 76 i Forsmark.

Jämfört med Forsmark skulle fler bostäder få ökade partikelhalter i boendemiljön. 57 permanentbostäder och 20 fritidsbostäder skulle få ökade partikelhalter. Effekten av tillskottet i partikelhalt vid de mest belastade permanentbostäderna skulle bli densamma som för Forsmark. Haltbidraget från slutförvarsverksamheten förändras inte mellan uppförandeskedet och driftskedet. SKB:s haltbidrag från de externa transporterna är lågt och ligger långt under gällande miljö kvalitetsnormer /10-41/.

## 10.2.5 Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift

### 10.2.5.1 Miljöriskanalys

En miljöriskanalys har gjorts även för det övervägda alternativet i Laxemar /10-29/.

En miljörisk vid uppförandet av slutförvarsanläggningen är ett oväntat stort inläckage av vatten. I Laxemar är naturmiljön inte lika känslig för grundvattensänkning som i Forsmark. Andra miljörisker inom anläggningen i Laxemar bedöms inte skilja sig från miljöriskerna i Forsmark.

Särskilda miljörisker är knutna till transporterna. Både uppförande och drift av slutförvarsanläggningen kräver transporter av drivmedel, hydrauloljor och andra kemikalier. Inga vattenskyddsområden eller andra särskilt kritiska områden finns i anslutning till driftområdet i Laxemar.

Konsekvenserna av olyckor i driftskedet bedöms som mindre än i Forsmark på grund av den mindre känsliga naturmiljön i Laxemar.

Till skillnad från i Forsmark är översvämning på grund av höjda havsnivåer inte en risk i Laxemar, se figur 9-19 i kapitel 9 om Clink.

### 10.2.5.2 Radiologisk säkerhet under drift

Den radiologiska säkerheten under drift skiljer sig inte åt mellan alternativen Forsmark och Laxemar.

## 10.2.6 Säkerhet efter förslutning

I den förra analysen av den långsiktiga säkerheten, SR-Can /10-32/, analyserades ett slutförvar i Laxemar på samma sätt som för Forsmark. En referensutveckling, som kan sägas utgöra ett typiskt exempel på förvarets utveckling med tiden, studerades först och låg till grund för ett huvudscenario. Utöver referensutvecklingen/huvudscenariet studerades ett antal ytterligare scenarier som har till syfte att säkerställa att alla osäkerheter täcks in. En jämförande analys av säkerhetsrelaterade platsegenskaper har därefter gjorts, som visar skillnaderna i förutsättningarna att klara SSM:s riskkriterium /10-49/.

För Forsmark konstateras det i SR-Site att det största riskbidraget kommer från korrosions-scenariot, det vill säga det scenario där kapselskador till följd av korrosion uppstår på grund av att bufferten är eroderad, se 10.1.6.4. Risken för kapselskador på grund av jordskalv kan inte helt uteslutas, men riskbidraget är mindre än för korrosions-scenariot och bedöms dessutom vara likvärdigt för båda platserna. För att jämföra platserna bedöms det därför tillräckligt att endast jämföra riskbidragen från huvudscenariot, och bara för fallen med förlust av buffert och kopparkorrosion.

### 10.2.6.1 Slutsatser

På 500 meters djup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 meter i Laxemar. Motsvarande avstånd är mer än 100 meter i Forsmark. Detta innebär att grundvattenflödet genom förvaret är större i Laxemar och därmed blir även den advektiva transporten, transporten av lösta ämnen, i grundvattnet till buffert och kapsel större. I Laxemar kommer en betydligt större andel av deponeringspositionerna att utsättas för buffertförlust än i Forsmark. Buffertförlust och advektiva förhållanden kan leda till kapselkorrosion. Med pessimistiska antaganden kommer nästan alla deponeringspositioner som är i kontakt med en vattenförande spricka att utsättas för advektiva förhållanden på en miljon års sikt, och hälften av dessa redan efter 100 000 år.

I Forsmark är riskbidraget från kapselkorrosion litet och långt under riskgränsen. I Laxemar förväntas över hundra kapselbrott på grund av korrosion.

De första utsläppen av radionuklider sker efter cirka 20 000 år, då de första kapslarna går sönder. Efter mycket lång tid når risken en nivå som närmar sig den från den naturliga bakgrundsstrålningen. Om deponeringspositioner med höga flöden inte utnyttjas kan antalet kapselbrott, och därmed doserna, minskas men detta kräver ändringar i utformningen av förvaret. De säkerhetsmässiga förutsättningarna är således sämre än i Forsmark.

## 10.3 Sammanfattande slutsatser

För att tydliggöra skillnader mellan den sökta verksamheten och det övervägda alternativet görs här en sammanfattning av de slutsatser som framkommit vid bedömning av effekter och konsekvenser. Beskrivningen av det övervägda alternativet i Laxemar är av jämförande karaktär i förhållande till den sökta lokaliseringen i Forsmark.

Slutförvarets långsiktiga säkerhet rörande eventuell spridning av radioaktivt material på mycket lång sikt har analyserats för båda alternativen. Tidsperspektivet är en miljon år och ett antal olika händelseutvecklingar har studerats. Den största skillnaden mellan Forsmark och Laxemar är den större vattengenomströmningen på förvarsdjup i Laxemar. Vattengenomströmningen är viktig då den kan transportera lösta ämnen till buffert och kapsel, vilka kan påverka buffertens och kapselns långsiktiga funktion. En större vattengenomströmning innebär att transporten av lösta ämnen i grundvattnet till buffert och kapsel blir större och därmed blir även de säkerhetsmässiga förutsättningarna sämre. Yttre påverkan, såsom jordskalv eller frysning av bufferten vid framtida istider, skiljer sig inte åt mellan platserna. Sannolikheten för sådan påverkan bedöms också som mycket liten. Slutsatsen av analyserna är att Forsmark med marginal uppfyller SSM:s riskkriterium medan så inte är fallet för Laxemar.

Naturmiljön i Forsmark hyser höga naturvärden, främst beroende på förekomst av arten gölgröda. Tre gölar, varav två där gölgrödan har observerats, kommer att fyllas igen. SKB avser att finna lämpliga miljöer där gölar kan återskapas för att kompensera för de gölar som fylls igen. Vidare finns värdefulla naturobjekt i Forsmark, främst i form av rikkärr och gölar, vilka är mycket känsliga för grundvattensänkning. Dessa objekt har hög biologisk mångfald med flera rödlistade och fridlysta arter. Så lite som en decimeters grundvattensänkning kan orsaka vegetationsförändring i objekten och därmed påverkan på arter som är beroende av vegetationen. För att förhindra att objekten påverkas av grundvattensänkningen planeras lokal infiltration av vatten i de mest känsliga objekten, i det fall det behövs. I Laxemar består naturvärdena främst av ett område med ädellövskog av regionalt värde. Naturvärdena i området är inte i huvudsak kopplade till grundvattenytans läge, utan till tidigare hävd av området med bete och slätter. Naturmiljön i Laxemar är därmed inte lika känslig för avsänkning av grundvatten som naturmiljön i Forsmark.

En slutförvarsanläggning i Forsmark kommer att uppta mindre volym och yta under mark än en anläggning i Laxemar. Detta innebär att även resursförbrukningen (avfall, vattenförbrukning, energiförbrukning, berguttag) och transporter av material blir mindre i Forsmark än i Laxemar. Transporter till och från slutförvarsanläggningen medför på båda platserna att något fler boende än i nuläget blir störda av buller, särskilt i Laxemar där fler boende finns i anläggningens närhet och längs transportvägarna. Utsläppen till luft bedöms på båda platserna bli små i förhållande till bakgrundshalterna och inga utsläpp av radioaktiva ämnen sker. Strålning från kapslarna påverkar inte heller boendemiljön. Sammantaget innebär detta att risken för hälsokonsekvenser till följd av slutförvarsverksamheten är mycket liten i både Forsmark och Laxemar, men att boendemiljön påverkas något mer vid en placering i Laxemar.

Sammanfattningen ovan visas även i tabell 10-18.

Tabell 10-18. Sammanställning av konsekvenser som har belysts i miljökonsekvensbeskrivningen.

	Lokalisering i Forsmark	Lokalisering i Laxemar
<b>Naturmiljö</b> lanspråktagande av mark	<p>Tre gölar, varav två där gölgraden har observerats, kommer att fyllas igen. Det ger upphov till stora negativa konsekvenser. För att kompensera konsekvenserna för gölgradepopulationen utredes SKB möjligheten att skapa nya gölar lämpliga för gölgrador.</p> <p>Utsläpp av renat vatten bedöms ge begränsade konsekvenser för ett rikkärr av regionalt intresse.</p> <p>Ökad primärproduktion i Söderviken kan förväntas på grund av ökade kvävehalter vid utsläpp av länshållningsvatten. Recipienten är relativt tålig och därmed förväntas inga stora konsekvenser.</p>	<p>Oexploaterad mark av regionalt intresse tack vare förekomsten av ädellövskog tas i anspråk för slutförvarsanläggningen. Konsekvenserna av detta bedöms bli märkbara, eftersom området har utvecklingspotential ur naturvårdssynpunkt. Konsekvenserna blir dock inte lika stora som i Forsmark.</p> <p>Utsläpp av renat vatten till sötvattensmiljöer och marina miljöer bedöms ge små konsekvenser. Konsekvenserna bedöms bli mindre än i Forsmark.</p>
Grundvatten	Naturmiljön i Forsmark präglas av naturobjekt som är beroende av högt grundvatten, till exempel rikkärr och kalkgölar. Slutförvarsanläggningen innebär att grundvattnet avsänks, vilket kan ge negativa konsekvenser. Som konsekvensmildrande åtgärd planeras beredskap för lokal infiltration av vatten vid de känsligaste objekten.	I Laxemar finns naturvärdena främst i ett område med ädellövskog av regionalt värde. Naturvärdena i området är inte i huvudsak kopplade till grundvattensytans läge och är därmed inte lika känsliga för en grundvattensänkning som naturvärdena i Forsmark. Fler brunnar än i Forsmark riskerar att påverkas.
<b>Kulturmiljö och landskap</b>	Området hyser inga särskilda kulturmiljövärden. Slutförvarsanläggningen påverkar landskapsbilden, främst sett från havet. Exploateringen sker dock i direkt anslutning till befintligt industriområde.	Området har visst bevarandevärde och hyser några kulturlämningar. Landskapet är ett tämligen opåverkat skogs- och odlingslandskap, men kraftledningsgator har redan fört in industriell storskalighet i området. En exploatering i Laxemar innebär att landskapet förändras. Konsekvenserna bedöms bli större än i Forsmark.
<b>Rekreation och friluftsliv</b>	Området runt slutförvarsanläggningen nyttjas främst av människor i dess närhet. Slutförvarsanläggningen kan påverka friluftslivet i området genom buller och ökad mänsklig närvaro.	Konsekvenserna för rekreation och friluftsliv blir något större i Laxemar än i Forsmark, beroende på att området nyttjas av såväl närboende som turister. Slutförvarsanläggningen kan påverka friluftslivet genom buller och ökad mänsklig närvaro.
<b>Boendemiljö och hälsa</b> Buller	Arbetsmoment som sprängning, drift av skip och bergshandling bidrar till buller från anläggningen. Riktvärden för byggbuller bedöms underskridas vid närliggande beståder.	Bullerkällorna bedöms bli desamma som i Forsmark, men i Laxemar finns boende närmare slutförvarsanläggningen. Under driftskedet får sju fastigheter med 20 boende bullernivåer över riktvärdet under kvälls- och nattetid. I övriga skeden bedöms riktvärdena för buller från anläggningen innehållas.
Icke-radiologiska utsläpp till luft	Längs transportvägarna till och från slutförvarsanläggningen bedöms antalet boende som får bullernivåer över riktvärdet för transporter öka med som mest cirka 20 personer. Det avstånd från vägen som behövs för att riktvärdet för vägtrafikbuller ska underskridas bedöms öka med cirka 15 meter.	Längs transportvägarna till och från slutförvarsanläggningen bedöms antalet boende som får bullernivåer över riktvärdet för transporter bli fler än i Forsmark, som mest cirka 50 personer. Det avstånd från vägen som behövs för att riktvärdet för vägtrafikbuller ska underskridas, bedöms öka med cirka 20 meter, vilket är mer än i Forsmark.
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen	Transporter och arbetsmaskiner ger upphov till utsläpp till luft. Beräknade bakgrundshalter är betydligt högre än beräknade bidrag från SKB:s verksamhet. Miljökvalitetsnormer bedöms inte överskridas.	Något fler transporter krävs i Laxemar, och utsläppen bedöms därför bli något större än i Forsmark. Beräknade bakgrundshalter är dock betydligt högre än beräknade bidrag från SKB:s verksamhet och miljökvalitetsnormer bedöms inte överskridas.
<b>Risk och säkerhet</b> Icke-radiologiska risker	Slutförvarsanläggningen kommer inte att släppa ut radioaktiva ämnen. Den strålning som kapseln inte skärmar av har kort räckvidd och når endast personal i anläggningen. Dosgränser till personal underskrids med god marginal.	Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska utsläpp och strålning under uppförande, drift och avveckling.
Radiologiska risker	I Forsmark är den största icke-radiologiska risken ett oväntat stort inläckage av grundvatten, vilket kan ge konsekvenser för den värdefulla och känsliga naturmiljön. Vid framtida extrema havsvattennivåer finns risk för att delar av Forsmarksområdet översvämmas. Som skadeförebyggande åtgärd har driftområdets utformning anpassats för att klara översvämningar.	I Laxemar bedöms konsekvenserna av oväntat stort inläckage av vatten bli mindre än i Forsmark. I stället kan risken vara större att skada oupptäckta kulturarv i Laxemar. Det finns ingen risk att Laxemar översvämmas vid framtida extrema havsvattennivåer.
Radiologisk långsiktig säkerhet	Olika missöden och störningar vid drift av slutförvarsanläggningen har analyserats. Inga missöden eller störningar bedöms ge upphov till spridning av radioaktiva ämnen från slutförvaret.	Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker under drift.
	På försvarsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor större än 100 meter och grundvattenflödet genom förvaret är begränsat. Detta innebär stora säkerhetsmässiga fördelar för kopparkapseln och bentonitlerans långtidssäkerhet.	På försvarsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 meter. Grundvattenflödet genom förvaret och runt deponeringshålen är större i Laxemar, vilket ger en högre risk för att bentonitleran eroderas på grund av låga salthalter och att kopparkapseln skadas än i Forsmark. De säkerhetsmässiga förutsättningarna är således sämre än i Forsmark.
	Forsmark uppfyller med marginal SSM:s riskkriterium för ett slutförvar.	





2100

2011

# Nollalternativet

## 11 Nollalternativet

Nollalternativet beskriver trolig utveckling om inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd. Det innebär att det använda kärnbränslet även fortsättningsvis behöver lagras i Clab. Konsekvenserna av en sådan handlingslinje beskrivs i detta kapitel. Nollalternativet omfattar också en beskrivning av trolig landskaps- och samhällsutveckling i Simpevarp och Forsmark om inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd.

### 11.1 Fortsatt lagring i Clab

#### 11.1.1 Påverkan, effekter och konsekvenser

Förutsättningen för beskrivningen av effekter och konsekvenser av fortsatt lagring i Clab är att reaktorerna i Forsmark och Ringhals drivs i 50 år och att reaktorerna i Oskarshamn drivs i 60 år. I referensscenariot uppskattar SKB tiden från det att ansökan lämnas in till dess att slutförvaret för använt bränsle kan tas i drift till cirka 15 år. SKB planerar därmed att kunna ta slutförvarsanläggningen i drift runt år 2025. Eventuella förseningar under tillståndsprocessen eller under byggtiden kan inverka på planeringen.

En viktig faktor som ställer krav på tiden för driftstart av slutförvarsanläggningen är lagringskapaciteten i Clab. Clab har i dag tillstånd för att mellanlagra 8 000 ton uran i de två bergrummen. Totalt finns cirka 5 000 ton uran lagrat i Clab i dag. Med en inlastningstakt av cirka 200 ton per år bedömer SKB att Clab kommer att nå 8 000 ton cirka år 2023. Efter år 2026 sker successivt en minskning av inlastningstakten eftersom avställning av reaktorerna då inleds enligt referensscenariot. Kapaciteten i Clab kan ökas till 10 000 ton genom utökat användande av kompaktkassetter liknande de som till viss del redan finns i anläggningen i dag. Att öka kapaciteten kräver en ändring i drifttillståndet samt en utbyggnad av Clabs kylkedja. Om dessa förändringar genomförs skulle Clab kunna ta emot bränsle i ytterligare cirka tio år.

I Clab lagras även långlivat avfall i form av hårdkomponenter och styrstavar från kokvattenreaktorerna. En lösning för att ta hand om detta avfall skulle kunna vara att i stället övergå till torr mellanlagring. SKB planerar att starta ett projekt som syftar till att undersöka alternativ för mellanlagring av styrstavar, då detta skulle kunna medge större mellanlagringskapacitet för använt kärnbränsle i Clab.

Möjligheten finns även att bygga ut Clab med ett tredje bergrum med lagringsbassänger om detta skulle visa sig bli nödvändigt. En utbyggnad blir dock endast aktuell vid en mycket utdragen försening av uppförandet av inkapslings- eller slutförvarsanläggningen. En utbyggnad skulle sannolikt ske på liknande sätt som utbyggnaden av Clab 2, som togs i drift 2008. Med ett tredje bergrum skulle Clab kunna ta emot bränsle i ytterligare 20 till 25 år. Ledtiderna för projekt av denna karaktär är betydande och en utbyggnad bör därför initieras senast tio år innan bergrummet behöver tas i drift.

Erfarenheter från utbyggnaden av Clab 2 kan ligga till grund för bedömning av miljökonsekvenser för ett Clab 3 /11-1/. Under uppförandeskedet kommer hantering av bergmassor och länshållningsvatten att ske ungefär på motsvarande sätt som beskrivits i uppförandeskedet för inkapslingsanläggningen. Grundvattensänkning kommer att ske i berget i närområdet runt Clab under byggtiden. Viss påverkan på grundvattennivån kommer att kvarstå även under drifttiden till följd av grundvatteninflöde till det nya bergrummet. En ökad mängd använt kärnbränsle som mellanlagras i Clab gör även att mängden kylvatten och värmeenergi som avges till havet, samt avfallsmängder som uppstår i driften, ökar.

Förutom att nollalternativet innebär att lagringskapaciteten i Clab behöver utökas så kommer även lagringstiden att behöva förlängas. En sådan förlängd lagring förväntas, så länge den sker under kontrollerade former, ge motsvarande påverkan som driften av det befintliga Clab. Det finns emellertid ett par förutsättningar som förändras vid en förlängd lagring, dels kan förändringar ske

i omgivningen, exempelvis genom att Oskarshamns kärnkraftverk avvecklas, dels kommer det använda kärnbränslets aktivitet och värmeavgivning att minska med tiden. Att kärnbränslets aktivitet avklingar med tiden innebär att mängden radioaktiva ämnen som går till anläggningens renings-system för luft och vatten, och i viss mån avges till omgivningen, minskar med tiden vid en förlängd drift av Clab.

När allt använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken har placerats i Clab minskar transportbehoven i hanteringssystemet. Utsläpp till luft och buller från transporter kommer då att minska något i förhållande till nuläget. Avvecklingen av Oskarshamns kärnkraftverk kommer dock att ha avsevärt större effekt på antalet transportrörelser på Simpevarpshalvön och transportvägarna i området.

Clab försörjs i dag med vatten från Oskarshamnsverkets vattenverk och avloppsvattnet renas i Oskarshamnsverkets reningsverk. Då reaktorerna stängs av kan alternativa lösningar för vattenförsörjning och rening av avloppsvatten bli aktuella eftersom Clab står för en liten del av det vatten som i dag kommer från vattenverk och till reningsverk. Efter avstängning av reaktorerna kommer Clab att ensamt svara för utsläpp av kylvatten till Hamnefjärden. Den samlade temperaturpåverkan på Hamnefjärden kommer då att minska betydligt. Värmeavgivningen via Clabs kylvatten kommer också att minska successivt genom att bränslets resteffekt minskar med tiden.

## 11.1.2 Risk- och säkerhetsfrågor

### 11.1.2.1 Risker vid förlängd kontrollerad drift

I tidigare säkerhetsanalyser för Clab har ingående missödesanalyser genomförts. Olika scenarier som analyserats är bland annat brand, hanteringsmissöden, långvarig förlust av kylning och spädmatning av bassängerna, yttre påverkan, jordbävning och nedfallande stenblock i bassängen. Gemensamt för dessa är att konsekvenserna vid en förlängd lagring blir mindre än de som beräknats i säkerhetsredovisningen eftersom radioaktiviteten i bränslet, liksom resteffekten i bränslet, avklingar med tiden.

En förlängd mellanlagring i Clab innebär inte några väsentliga risker för omgivningen under förutsättning att dagens höga kvalitet på drift och underhåll kan upprätthållas. Ur teknisk synvinkel kan Clab med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i 100–200 år och bränslets tålighet för långtidslagring är god.

### 11.1.2.2 Risker vid oplanerat övergivande

Då samhällsutvecklingen i ett långtidsperspektiv är osäker går det inte att utesluta att Clab vid någon tidpunkt skulle komma att överges. Vid ett oplanerat övergivande av anläggningen ökar risken främst till följd av att samtliga system sätts ur spel och underhållet uteblir. Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten, till följd av ett oplanerat övergivande av Clab, har beräknats för ett scenario med 60 års drift av alla de reaktorer som nu är i drift. Det innebär att beräknade nivåer är något överskattade i förhållande till det referensscenario som gäller i dag för driften av kärnkraftverken.

### Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft

Om anläggningen överges kan vattnet i lagringsbassängerna torrkoka till följd av avsaknad av ventilation och kylning av bränslet. Vissa radioaktiva ämnen kommer då att förångas och frigöras från bränslet för att sedan transporteras ut ur anläggningen genom självdragsventilation. Torrkokning skulle gå snabbast då bränslet har sin maximala resteffekt, vilket inträffar år 2042. Om anläggningen överges vid denna tidpunkt tar det cirka en vecka innan vattnet börjar koka och därefter tar det ytterligare tio till tolv veckor innan bassängerna är torrlagda. Atmosfäriska spridningsberäkningar har genomförts för ett oplanerat övergivande av Clab. Beräkningarna visar att dosen som en person erhåller minskar med avståndet från anläggningen och är beroende av vid vilken tidpunkt övergivandet sker. Vid ett övergivande år 2042, då bränslet har sin maximala resteffekt, kommer en

person som befinner sig på en kilometers avstånd från Clab att få en dos på drygt 0,1 millisievert per timme. Detta motsvarar cirka 400 millisievert per år vid vistelse utomhus under åtta timmar per dygn på denna plats under ett år. Motsvarande dos om Clab överges år 2085 blir 0,06 millisievert per timme, vilket motsvarar en årsdos på 160 millisievert /11-2/. Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:51) är dosgränsen för allmänheten 1 millisievert per år för den sammanlagda dosen från alla verksamheter med joniserande strålning. Vid ett sent övergivande av Clab kommer bränslet inte att torrläggas eftersom resteffekten avtagit till en nivå som är lägre än förångningen av den vattenmängd som flödar in i anläggningen då vattennivån står i nivå med bassängernas överkant. År 2800 är den uppskattade tidpunkt efter vilken torrkokning möjligen kan undvikas, enligt genomförda beräkningar. Radioaktiva ämnen kommer dock att lakas ut till bassängvattnet och avgå till luften med vattenångan. Vid ett sent övergivande av Clab blir den förväntade dosen avsevärt mycket lägre än vid ett tidigt övergivande /11-2/.

### Utsläpp av radioaktiva ämnen till vatten

Om anläggningen överges och så småningom fylls med inläckande grundvatten kan radioaktiva ämnen lakas ut i grundvattnet och spridas vidare till recipient. Spridning kan ske först när resteffekten i det lagrade bränslet är tillräckligt låg för att inte längre bidra till en tillräcklig förångning av grundvattnet för att hålla grundvattenytan i och runt anläggningen avsänkt. Detta förväntas ske ungefär år 3100. Spridningsberäkningar, enligt en starkt förenklad spridningsmodell, för aktivitetsspridning via grundvattnet till de kustnära delarna av Östersjön indikerar att stråldosen för individer i kustområdet då blir 0,03 millisievert per år. Dessa beräkningar tar dock bara hänsyn till lätttrögliga nuklider och gäller vid den givna tidpunkten cirka 1 000 år fram i tiden. I det långa tidsperspektivet måste hänsyn också tas till svårösliga radionuklider med lång halveringstid, särskilt americium-241, plutonium-239 och neptunium-237. En pessimistisk uppskattning av stråldoser från dessa nuklider har också genomförts med ett resultat på cirka 15 millisievert per år. Denna stråldos är betydligt högre än om hänsyn endast tas till de mer lättlösliga radionukliderna. I ett långt tidsperspektiv behöver man också ta hänsyn till landhöjningen eftersom den innebär att radionuklider når land i stället för Östersjön och då skulle stråldoserna bli ännu högre /11-2/.

### Icke-radiologiska risker

Om anläggningen överges och så småningom fylls med inläckande grundvatten kan armeringsjärn och betong ge en påverkan på grundvattnets kvalitet, främst för pH och järninnehåll.

## 11.2 Platsens utveckling

### 11.2.1 Forsmark

I Forsmark innebär nollalternativet att marken inte tas i anspråk för ovanmarksanläggningar och vägar, och att berörda gölar med gölgröda samt skogar kommer att skötas efter de riktlinjer som gäller i dag.

Nollalternativet innebär en långsam naturlig igenväxning av gölgrödornas lekvatten. Denna pågående igenväxning kan komma att öka och göra våtmarksmiljöerna mer beroende av skötsel för att bibehålla sin öppenhet. En påtaglig igenväxning av vass har observerats i rikkärr i Norrtälje, vilket sannolikt även sker i Forsmarksområdet /11-3/. Tät vass är negativt för många rikkärtsarter, och kan vara ett hot mot rikkärren i Forsmark som gör att de har mist stora delar av sina naturvärden fram till år 2100.

I ett tidigare skede förvärvades ett markområde, som med god marginal täcker de delar av slutförvarsanläggningen som sträcker sig utanför industriområdet, av Sveaskog. Om anläggningen inte uppförs i Forsmark kommer SKB eventuellt att avyttra den marken. I så fall är det sannolikt att markanvändningen förblir densamma som i dag. Skogsskötseln, och därmed naturvårdshänsynen, blir givetvis beroende av vem som förvärvar marken och för vilket syfte.

En framtida höjning av havsvattennivån påverkar utvecklingen av mark- och vattenområden i Forsmark. I rapporten /11-4/ har tre prognoser för havsvattennivåhöjning använts för att uppskatta nivåerna om hundra år. Det mest extrema scenariot, korrigerat för lokal landhöjning, har beräknats till ett maximalt havsvattenstånd på +56 centimeter. Extrema vattenstånd, som orsakas av klimatförändringar i kombination med tillfälliga vädersystem, har beräknats och ger i det mest extrema fallet en maximal havsvattennivå på +316 centimeter. Dessa nivåer är något lägre än i Laxemar/Simpevarp, beroende på den snabbare landhöjningen i Forsmark.

Kärnkraftverket avvecklas på sikt vilket förändrar områdets karaktär. Om marken där kärnkraftverket ligger kommer att återställas eller om någon ny industri etableras är i dag inte möjligt att förutsäga.


SKB:s slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) kommer att byggas ut för att rymma rivningsavfallet från rivning av de svenska kärnkraftverken. Det ska också rymma ökad mängd driftavfall till följd av utökad drifttid för kärnkraftverken. Det finns olika scenarier för hur länge SFR kommer att vara i drift, men SFR kommer troligtvis att vara i drift efter att Forsmarks kärnkraftverk har rivits, eftersom andra reaktorer planeras att avvecklas senare.

### 11.2.2 Simpevarp

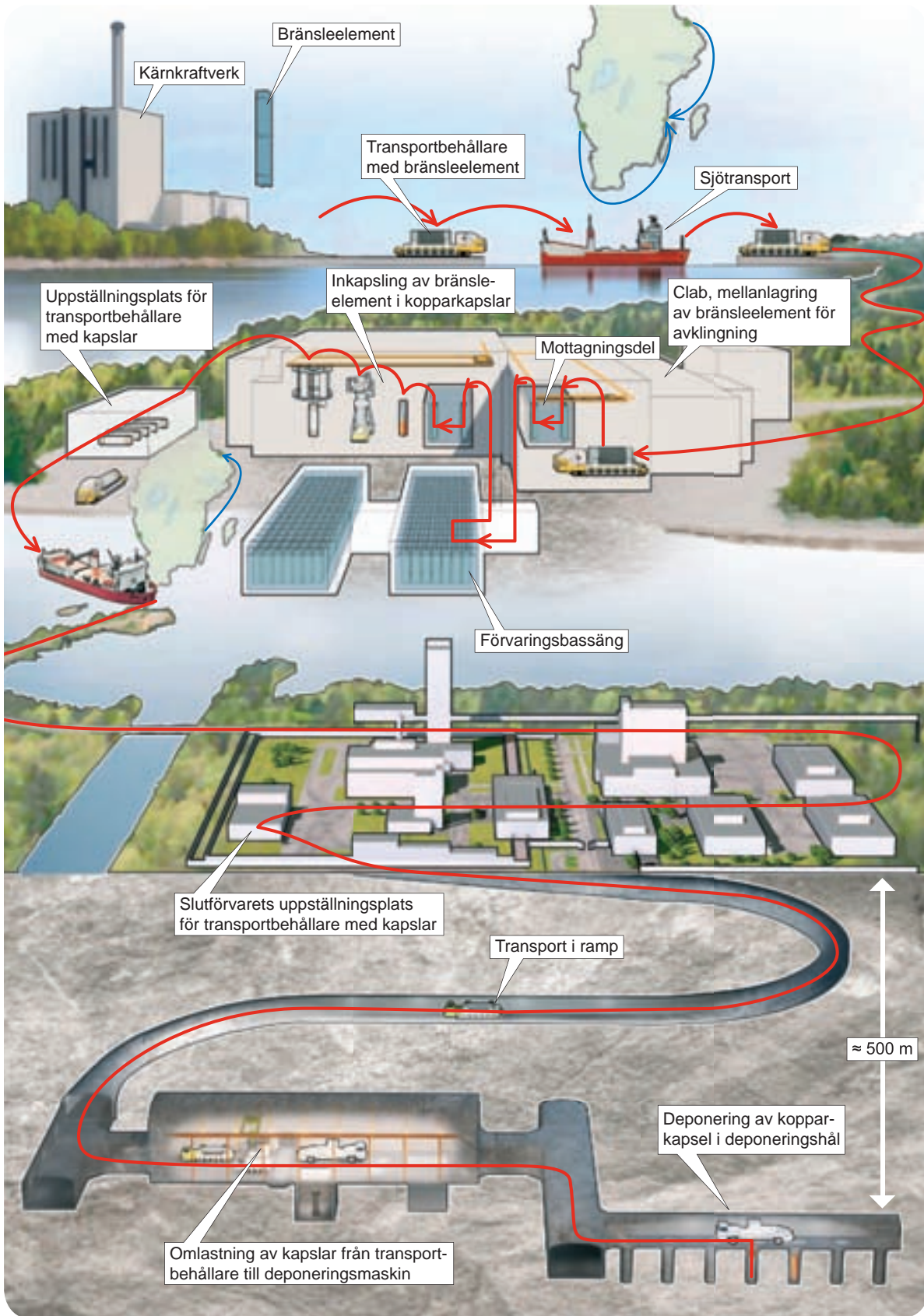
Om ingen inkapslingsanläggning uppförs inom planerat lokaliseringsområde vid Clab kommer platsens utveckling att bero på skötseln av skogen. För en tidsperiod på 60 år, den tidsperiod som inkapslingsanläggningen skulle ha funnits på platsen, är det mest troligt att det fortsatt bedrivs skogsbruk i området. Skötsel i form av gallring och avverkning i mindre skala innebär att beskrivningen av naturvärdena i dag även kommer att gälla nollalternativet. En slutavverkning inom 60 år kan också vara möjlig, med minskade naturvärden som följd. En sådan utveckling får liknande effekter och konsekvenser som inkapslingsanläggningen i fråga om ianspråktagande av mark, men återhämtningen bedöms gå snabbare eftersom påverkan på markskiktet blir mindre.

Global uppvärmning i kombination med andra faktorer kan orsaka en höjning av havsnivån fram till år 2100. Prognoser för framtida förändringar av havsnivån har stora osäkerheter. I rapporten /11-4/ har tre prognoser för havsvattennivåhöjning använts för hundraårsperspektivet. För det mest extrema scenariot, korrigerat för lokal landhöjning, är det prognostiserade havsvattenståndet i Laxemar/Simpevarp år 2100 maximalt +115 centimeter (i höjdsystemet RH70). Extrema vattenstånd, orsakade av klimatförändringar i kombination med tillfälliga vädersystem, har också beräknats och ger i det mest extrema fallet en maximal havsvattennivå på +341 centimeter.

Kärnkraftverket avvecklas på sikt vilket förändrar områdets karaktär. Om marken där kärnkraftverket ligger kommer att återställas eller om någon ny industri etableras är inte möjligt att förutsäga.



Hela systemet för  
mellanlagring, inkapsling  
och slutförvaring av  
använt kärnbränsle





## 12 Hela systemet

I detta kapitel ges en samlad bild av den påverkan och de konsekvenser som hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle ger upphov till. Kumulativa effekter och gränsöverskridande miljöpåverkan beskrivs, liksom de skadeförebyggande och kompensatoriska åtgärder som är möjliga. En samlad bedömning görs av de olika alternativen. Avstämning mot nationella och regionala miljömål görs i en egen bilaga /12-1/.

### 12.1 Sammanlagda konsekvenser

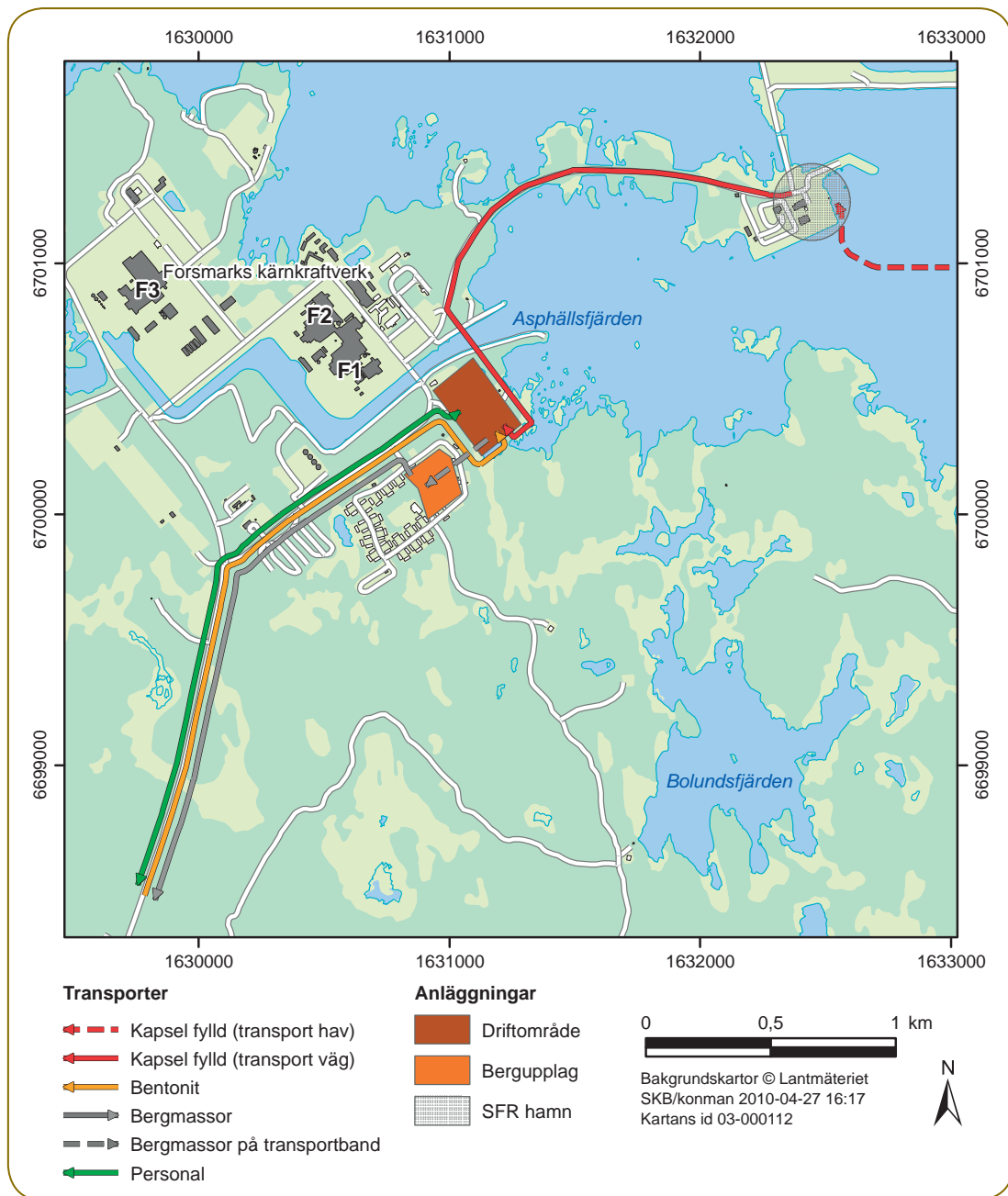
Syftet med detta avsnitt är att visa de sammanlagda konsekvenser som uppstår vid uppförande, drift och avveckling av en inkapslingsanläggning integrerad med Clab (Clink) på Simpevarps-halvön i Oskarshamn och en slutförvarsanläggning i Forsmark.

Ändamålet med verksamheten är att under mycket lång tid skydda miljö och människors hälsa mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet. Anläggningarna har utformats utifrån detta ändamål så att inga radiologiska konsekvenser av betydelse ska uppstå. Den långsiktiga säkerheten behandlas därför som en miljöaspekt bland andra i miljökonsekvensbeskrivningen men desto utförligare i den särskilda säkerhetsredovisningen och dess analys av säkerheten efter förslutning.

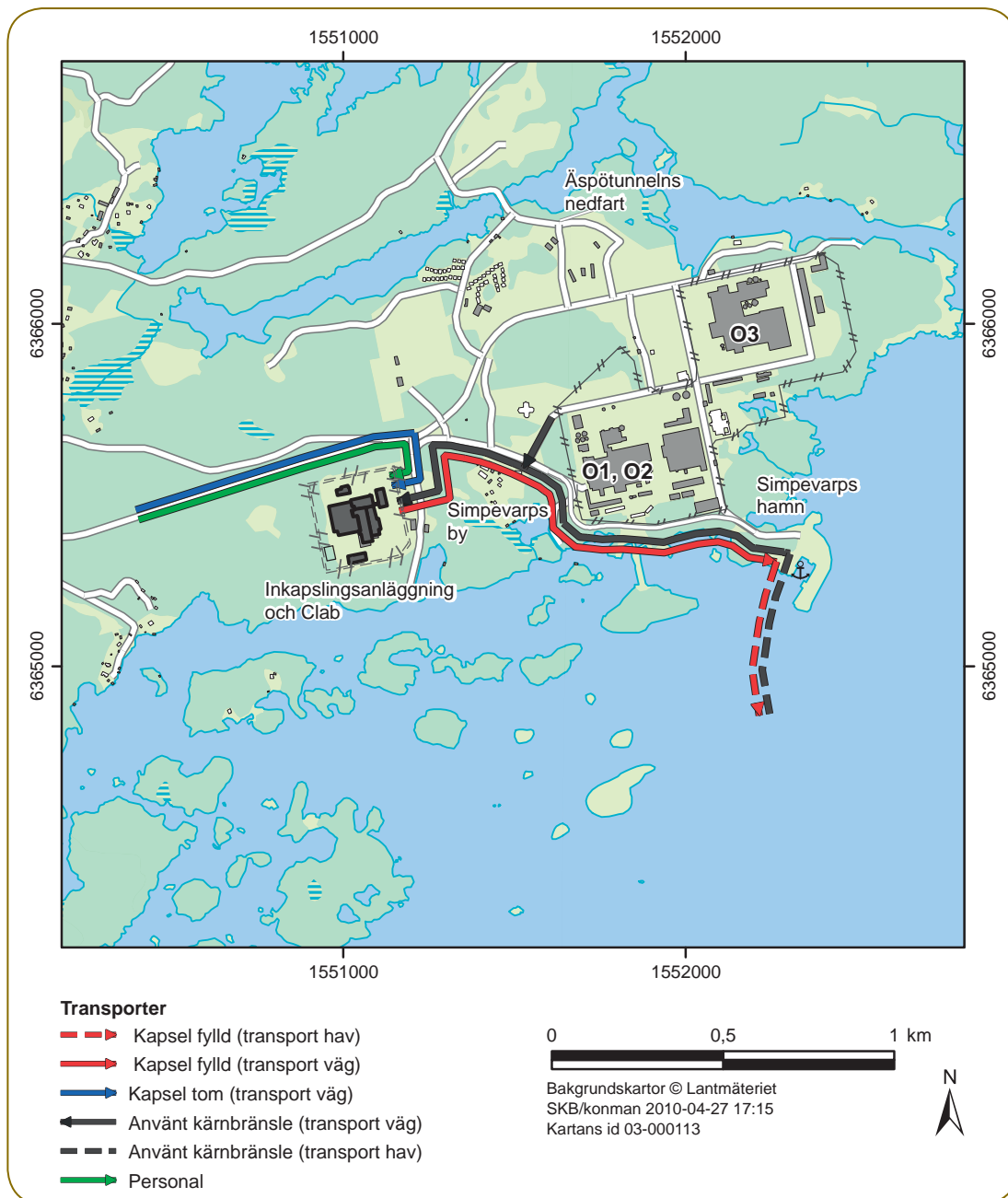
Figur 12-1 visar en översikt över anläggningarnas lokalisering och transporter av använt kärnbränsle där emellan och figurerna 12-2 och 12-3 visar transportererna vid respektive anläggning.



Figur 12-1. Anläggningarnas lokalisering.



Figur 12-2. Transporter till och från slutförvarsanläggningen i Forsmark.



Figur 12-3. Transporter till och från Clab och inkapslingsanläggningen i Simpevarp.

Då anläggningarna kommer att ligga cirka 450 kilometer ifrån varandra kommer de enda sammanlagda konsekvenserna att vara de som uppstår till följd av transporter mellan anläggningarna, det vill säga från buller och utsläpp till luft. Övriga konsekvenser kommer att uppstå lokalt på respektive plats och påverkar inte varandra.

Tabell 12-1 visar en översikt över de faktorer som har studerats. I de fall märkbara konsekvenser inte har bedömts uppstå så motiveras detta i tabellen, medan märkbara konsekvenser beskrivs närmare i avsnitt 12.1.1–12.1.3. Risk- och säkerhetsfrågor finns inte med i tabellen utan behandlas separat i avsnitt 12.1.4 då det rör sig om händelser som inte ska inträffa vid normal drift.

Tabell 12-1. Översikt över påverkan och konsekvenser för hela systemet

Faktor	Påverkan	Märkbara konsekvenser	Kommentar
<b>Naturmiljö</b>			
lanspråktagande av mark	●	●	
Grundvattensänkning	●	●	
Icke-radiologiska utsläpp till vatten	●		Åtgärder kommer att vidtas för att minska konsekvenserna.
<b>Kulturmiljö</b>			
Kulturmiljöer	●		Inga fornlämningar eller kulturmiljövärden av omistlig karaktär finns i Forsmark. Bullret ökar något i utkanten av riksintresset Forsmarks bruk men området är redan i dag utsatt för vägtrafikbuller.  I de skogsområden som tas i anspråk av slutförvarsanläggningen respektive av inkapslingsanläggningen kan enstaka kulturhistoriska objekt förekomma som i så fall kommer att genomgå en förundersökning. Konsekvenserna av etableringarna bedöms vara ringa.
Landskapsbild	●	●	
<b>Rekreation och friluftsliv</b>	●		I Forsmark förväntas friluftslivet främst påverkas av buller och ökad mänsklig rörelse. Inga märkbara konsekvenser förväntas. I Oskarshamn påverkas inte friluftslivet av att inkapslingsanläggningen byggs.
<b>Boendemiljö och hälsa</b>			
Buller	●	●	
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen	●		Inga utsläpp av aktivitet kommer att förekomma i slutförvarsanläggningen och SSM:s krav på strålskydd i anläggningen kommer att följas. Ventilationen kommer att vara dimensionerad så att radonhalterna i anläggningen understiger gällande gränsvärden.  I Clab frigörs aktivitet som släpps ut via luft och vatten. Både dos till personal och till kritisk grupp ligger under SSM:s krav. Stråldoser till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen från inkapslingsanläggningen till omgivningen kommer att vara i det närmaste försumbara i förhållande till gränsvärdet.
Icke-radiologiska utsläpp till luft	●		Utsläppen av luftföroreningar från transporter, anläggningsmaskiner och hantering av bergmassor ger så små tillskott till bakgrundshalterna att inga boende i vare sig Forsmarks- eller Oskarshamnsområdet riskerar att drabbas av några hälsokonsekvenser.
Psykosociala effekter	●		Psykosociala effekter har inte kvantifierats utan en diskussion förs nedan.

## 12.1.1 Naturmiljö

Mark tas i anspråk för de nya anläggningarna både i Forsmark och i Simpevarp. I Forsmark påverkas tre gölar, varav två där den fridlysta gölgrödan har observerats inom det framtida driftområdet. Konsekvenserna för gölgrödorna blir lokalt stora, men SKB:s ambition är att kompensera detta genom att skapa nya gölar. Ytterligare ett rikkärr av nationellt intresse kan komma att påverkas vid anläggandet av den norra ventilationsstationen. Med planerade skyddsåtgärder för hantering och rening av lakvatten, samt åtgärder vid anläggandet av ventilationsstationen med tillhörande bilväg, bedöms konsekvenserna bli begränsade. Vid utsläpp av länshållningsvatten i Söderviken kan begränsade effekter, i form av ökad primärproduktion, förväntas i viken och i Asphällsfjärden på grund av ökade kvävehalter. Tillgången på fosfor kommer dock att begränsa vegetationen. Med hänsyn till att recipienten bedöms vara relativt tålig anses påverkan vara liten och inga stora konsekvenser förväntas.

Slutförvarsanläggningens undermarksdel kommer att ge upphov till en grundvattensänkning i området. Om inga åtgärder vidtas kan grundvattensänkningarna innebära mycket stora konsekvenser för två våtmarksobjekt (dessa objekt bedöms vara av nationellt intresse), stora konsekvenser för 15 objekt och märkbara konsekvenser för åtta objekt. Med åtgärder som infiltration av vatten runt de mest värdefulla objekten kan konsekvenserna begränsas.

För inkapslingsanläggningen tas en del av ett skogsområde i anslutning till Clab i anspråk. Inga höga naturvärden har konstaterats och konsekvenserna blir små. Förorenat vatten kommer att renas innan det släpps ut och inga konsekvenser för havsmiljön förväntas. Området runt Clab är redan avsänkt och endast en marginell ytterligare avsänkning av grundvattennivån kommer att uppstå vid uppförandet av inkapslingsanläggningen.

## 12.1.2 Landskapsbild

De högsta byggnaderna i slutförvarsanläggningen, skipbyggnaden och produktionsbyggnaden, kommer att vara synliga från vattnet, men eftersom anläggningen etableras i nära anslutning till kärnkraftverket bedöms konsekvenserna för landskapsbildningen bli små. Om kärnkraftverket rivs kommer slutförvarsanläggningen att utgöra ett mer markant inslag i landskapet.

Inkapslingsanläggningen kommer troligen inte att synas från länsväg 743 eftersom den skyddas av en bred skogsridå. Från vattnet i sydost är Clab synligt i dag och inkapslingsanläggningen kommer att förändra byggnadens silhuett något. Konsekvenserna av detta bedöms bli små.

## 12.1.3 Boendemiljö och hälsa

### 12.1.3.1 Buller

Buller från verksamheten vid slutförvarsanläggningen bedöms inte ge några märkbara hälsoeffekter för de närboendeboende då inga permanentboende berörs av ekvivalentnivåer över 35 dBA kvällstid, vilket är riktvärdet för fritidsområde. De nya korttidsbostäderna vid Igelgrundet kommer att få ekvivalentnivåer på maximalt 55 dBA dagtid och 45 dBA kvällstid, vilket innebär att riktvärdena för byggbuller klaras.

Slutförvarsanläggningens transportvolym kommer att orsaka ett ökat buller längsmed transportvägarna. Ökningen av bullret är som störst närmast anläggningen för att sedan minska med avståndet. Antalet boende som exponeras för vägtrafikbuller över riktvärdet 55 dBA är som mest cirka 20 fler än vid samma tidpunkt utan en slutförvarsanläggning. Inga allvarliga hälsoeffekter förväntas av detta.

Under uppförandet av inkapslingsanläggningen kommer riktvärdena för byggbuller att kunna innehållas dagtid, men för kvällar och nätter behöver skärmande åtgärder vidtas för att riktvärdena inte ska överskridas. Under driften av inkapslingsanläggningen kommer riktvärdena för industribuller inte att överskridas. De transporter som anläggningen kommer att alstra medför en ökning på drygt 40 boende som utsätts för riktvärden över 55 dBA.

### 12.1.3.2 Psykosociala effekter

Med psykosociala effekter menas den påverkan på människors oro, välbefinnande, hälsa och livskvalitet som en åtgärd eller en verksamhet orsakar. De psykosociala effekterna av ett slutförvarssystem behandlas i utredningen Psykosociala effekter av ett slutförvar för använt kärnbränsle /12-2/. Rapporten baseras på studier som gjorts inom ramen för SKB:s samhällsforskningsprogram.

Medan tekniska experter mer betonar sannolikheten för att en olycka ska inträffa så påverkas allmänhetens riskupplevelse mer av konsekvenserna, det vill säga av vad som skulle kunna hända vid en olycka, oavsett om sannolikheten för att den ska inträffa är hög eller låg. Allmänhetens riskupplevelse påverkas också av värderingar och attityder som inte alltid är desamma som experternas och beslutsfattarnas.

Med stigmatisering avses en nedvärdering av en person, grupp eller plats, beroende på att den uppfattas som avvikande, farlig eller oattraktiv. Frågan om en inkapslingsanläggning eller ett slutförvar för använt kärnbränsle skulle kunna leda till att en ort drabbas av stigmatisering har belysts inom ramen för SKB:s samhällsforskning. Forskningen visar att invånarna i Östhammar och Oskarshamn har en helt annan uppfattning än befolkningen i resten av landet. Medan befolkningen generellt bedömer att det finns stor risk för att en inkapslingsanläggning eller ett slutförvar för använt kärnbränsle skulle medföra stigmatisering är denna uppfattning mycket ovanlig bland befolkningen i Östhammar och Oskarshamn. Att bedöma en teoretisk risk är dock något helt annat än att leva i ett område som råkar ut för en verklig olyckshändelse. Men så länge som inga stora olyckor inträffar är det troligt att befolkningens attityd till ett slutförvar blir alltmer positiv.

Som framgår av ett antal studier som redovisas i /12-2/ är det mycket som tyder på att ett slutförvar i Oskarshamn eller i Östhammar skulle medföra mindre eller mycket mindre psykosociala effekter än i någon annan kommun i landet. Viktiga skäl till denna slutsats är bland annat:

- Att flera studier tydligt visar att man i både Östhammars och Oskarshamns kommuner är betydligt mer positiv, både till kärnkraft och till ett slutförvar, än i andra kommuner i Sverige.
- Att boende i Oskarshamn och Östhammar bedömer riskerna med kärnkraft och slutförvar för använt kärnbränsle som betydligt mindre än boende i övriga delar av riket.
- Att boende i Oskarshamn och Östhammar har betydligt större kunskaper om kärnkraft och avfallsförvaring än boende i övriga riket.

### 12.1.4 Risk- och säkerhetsfrågor

I Sverige använder vi sedan mer än 30 år kärnkraftproducerad el. Det finns i dag ett säkert system för att ta hand om kärnavfallet där SFR och Clab, två anläggningar som har varit i drift sedan mitten av 1980-talet, utgör viktiga beståndsdelar. För att slutligt förvara det använda kärnbränslet krävs två nya anläggningar, en inkapslingsanläggning och en slutförvarsanläggning. Dessa båda anläggningar kommer att uppföras och drivas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. Båda anläggningarna utformas så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras. Resultaten av analyser av störningar och missöden vid driften av Clab/Clink och slutförvarsanläggningen visar att risken är liten att något inträffar som kan ge konsekvenser för barriärerna i slutförvaret eller ökade utsläpp till omgivningen. För Clab/Clink klaras acceptanskriterierna för omgivningsdos och för slutförvarsanläggningen släpps inget radioaktivt material ut från anläggningen. Vid transporter av både inkapslat och oinkapslat bränsle garanteras säkerheten i första hand av transportbehållarna. Behållarna klarar svåra olyckor utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen. De doser som beräknas till en person vid en hypotetisk olycka är långt under farliga nivåer och gällande gränsvärden.

Slutförvarets säkerhet efter förslutning baseras på ett system av passiva barriärer och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning. Inga störningar eller missöden ger upphov till några konsekvenser för den långsiktiga säkerheten. Resultaten från analysen av den långsiktiga säkerheten visar att myndigheternas krav uppfylls även efter förslutning för ett slutförvar i Forsmark.

Den samlade slutsatsen är därmed att den planerade verksamheten och anläggningarna i slutförvarssystemet, med redovisad utformning, åstadkommer en säker slutförvaring med avseende på kärnteknisk säkerhet och strålskydd både på kort och på lång sikt.

Andra miljörisiker som förekommer i samband med uppförandet av de båda anläggningarna är desamma som vid varje stort byggprojekt. De största riskerna utgörs av utsläpp av olja, diesel eller andra ämnen inom byggområdet eller längsmed transportvägarna. Riskerna förebyggs och reduceras genom regelbundna besiktnings- och hög beredskap. Transporter av inkapslat kärnbränsle mellan inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen sker till havs med m/s Sigyn eller motsvarande fartyg. Sannolikheten för att en fartygsolycka inträffar är låg. Vissa miljörisiker uppstår i samband med rivningen av anläggningarna, som läckage/utsläpp av farliga ämnen, brand eller utsläpp av syror som används vid dekontaminering. Med planerade åtgärder blir konsekvenserna begränsade. Ett oväntat stort inläckage av grundvatten (som orsakar en oväntat stor grundvattensänkning) är en miljörisk som framstår som allvarlig, trots att sannolikheten för att den ska inträffa är låg. Det beror på de konsekvenser som en stor grundvattensänkning skulle kunna orsaka för de värdefulla naturmiljöer och arter som finns i Forsmark. Riskerna reduceras genom tätning av berget och en beredskap för att vidta åtgärder, såsom till exempel infiltration.

En höjning av havsvattennivån till följd av global uppvärmning har studerats ur ett 100-årsperspektiv och är en risk som skulle kunna orsaka översvämning i driftområde och bergupplag. En översvämning ger inte upphov till radiologiska utsläpp eftersom kapslarna med använt kärnbränsle inte påverkas, men däremot kan bentonitbufferten behöva bytas ut om ej tillslutna eller återfyllda deponeringstunnlar skulle översvämmas. En översvämning kan också leda till att föroreningar, till exempel kväverester från bergupplaget och oljespill från driftområdet, sprids och förs ut i omgivande marker eller i havet. Krav ställs på de olika delarna av slutförvarsanläggningen för att motverka att detta sker, och framför allt anpassas höjdsättningen av anläggningen till prognostiserade framtida extremvattenstånd. Framtida klimatförändringar, som bland annat skulle kunna leda till havsvattennivåhöjningar, är inkluderade i analysen av den långsiktiga säkerheten. För Clink innebär prognostiserade framtida extremvattenstånd att intagsbyggnaden för kylvatten skulle komma att stå under vatten. Övriga delar av anläggningen är högre belägna och påverkas inte.

## 12.1.5 Riksintressen

I både Forsmark och Laxemar finns ett antal riksintressen enligt 3 och 4 kapitlet i miljöbalken, se avsnitt 7.1.2 och figur 7-5 respektive avsnitt 7.2.2 och figur 7-33. De olika riksintressena kan i olika grad komma att stå i konflikt med och påverka varandra.

På båda platserna finns ett område av riksintresse för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall, inom vilket den planerade inkapslings- respektive slutförvaringsverksamheten inryms.

### 12.1.5.1 Forsmark

Riksintresset för energiproduktion, högexploaterad kust, sjöfart, vindbruk och kulturmiljö bedöms inte påverkas negativt av den planerade verksamheten. Bedömningen grundar sig på att områdena i fråga antingen inte berörs av den planerade verksamheten eller att verksamheten är förenlig med och inte skadar dessa riksintressen.

Riksintresset för rörligt friluftsliv kan komma att påverkas av buller och av att mark tas i anspråk. Ianspråktagandet av mark är med undantag av en ventilationsstation i princip begränsat till områden inom eller i anslutning till befintligt detaljplanlagt industriområde (se avsnitt 7.1.1.2). Den planerade slutförvarsanläggningen medför att ett något större område än i dag kommer att påverkas av bullernivåer över 35 dBA (se avsnitt 10.1.4.2 och figur 10-34). Merparten av det tillkommande området som påverkas av buller över 35 dBA ligger öster om kärnkraftverket, är svårtillgängligt och har lågt värde för rekreation och friluftsliv. Det tillkommande bullret uppkommer under en begränsad tid och den planerade verksamheten bedöms därför endast medföra en marginell påverkan, som inte påtagligt skadar riksintresset för rörligt friluftsliv i Forsmark.

Havet och kusten utanför Forsmark är av riksintresse för yrkesfisket. Både utsläpp till vatten och sänkning av grundvattnet kan ha betydelse för fiskbestånden och fisket i området. Lakvatten från bergupplaget kommer att renas med avseende på kväve. Länshållningsvattnet som pumpas upp från undermarksanläggningen innehåller också kväverester, men i låga halter, och leds till den djupare delen av Söderviken. Vattenutsläppen från slutförvarsanläggningen bedöms därmed inte ha någon betydelse för fiskbeståndet och fisket. Grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningens undermarksdel bedöms inte ge upphov till några effekter av betydelse för vattennivåerna i Bol-

unds fjärden och Norra bassängen. Sjöarnas betydelse som yngelkammare för fisk och för fiskvandringen till och från havet bedöms inte heller påverkas (se avsnitt 10.1.4.1). Sammantaget bedöms inte den planerade verksamheten innebära någon skada för riksintresset för yrkesfiske.

Riksintresset för naturvård Forsmark-Kallrigafjärden grundas på områdets egenskaper såsom vildmarksprägel, den kalkrika moränen samt den rika floran och faunan. Riksintresset riskerar att påverkas av en eventuell grundvattensänkning, med påföljande konsekvenser för våtmarker såsom rikkärr och grunda gölar. Risken för att påverkan blir betydande kan inte uteslutas, om våtmarker med lång kontinuerlig utveckling och stor mångfald av arter påverkas /12-3/. För att begränsa konsekvenserna för områdets naturvärden och de mest värdefulla naturobjekten planeras ett antal åtgärder, vilka beskrivs i avsnitt 12.4.1. En viss risk för påtaglig skada på riksintresset för naturvård kvarstår dock även efter genomförda åtgärder. Denna risk måste vägas mot nyttan med slutförvaret för använt kärnbränsle.

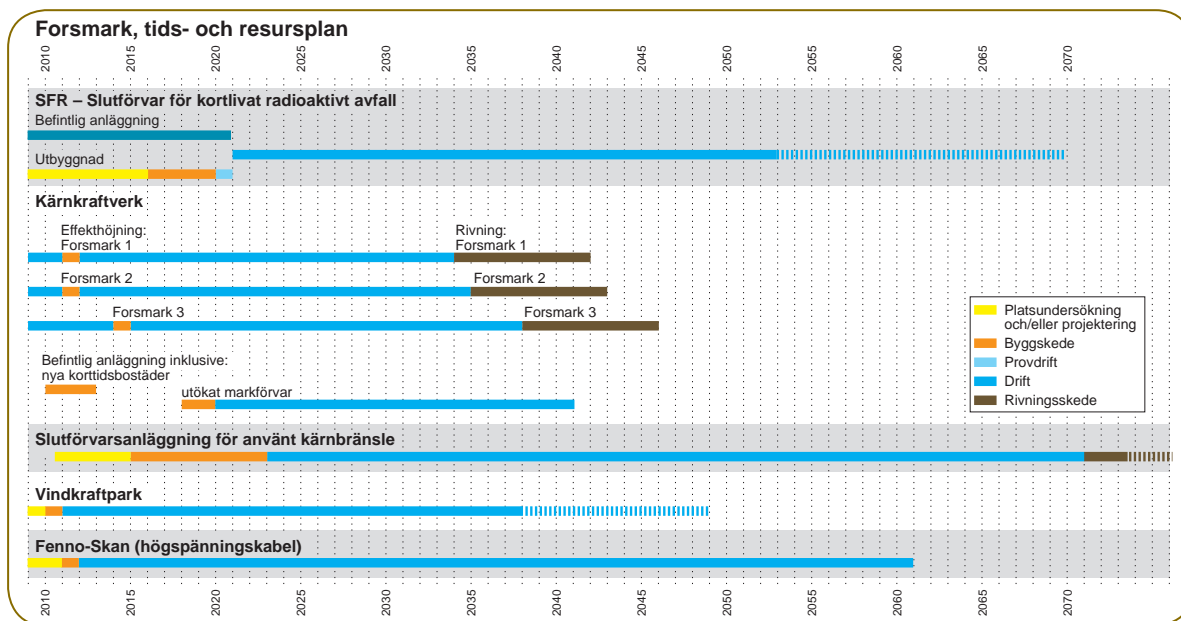
### 12.1.5.2 Oskarshamn

Den planerade verksamheten i form av uppförande av inkapslingsanläggningen, drift av Clink och sjötransporter av det inkapslade använda kärnbränslet bedöms inte orsaka påtaglig skada på något riksintresse. Bedömningen grundar sig på att riksintressena i fråga antingen inte berörs av den planerade verksamheten, som koncentreras till befintligt industriområde, eller att verksamheten är förenlig med riksintressena.

## 12.2 Kumulativa effekter

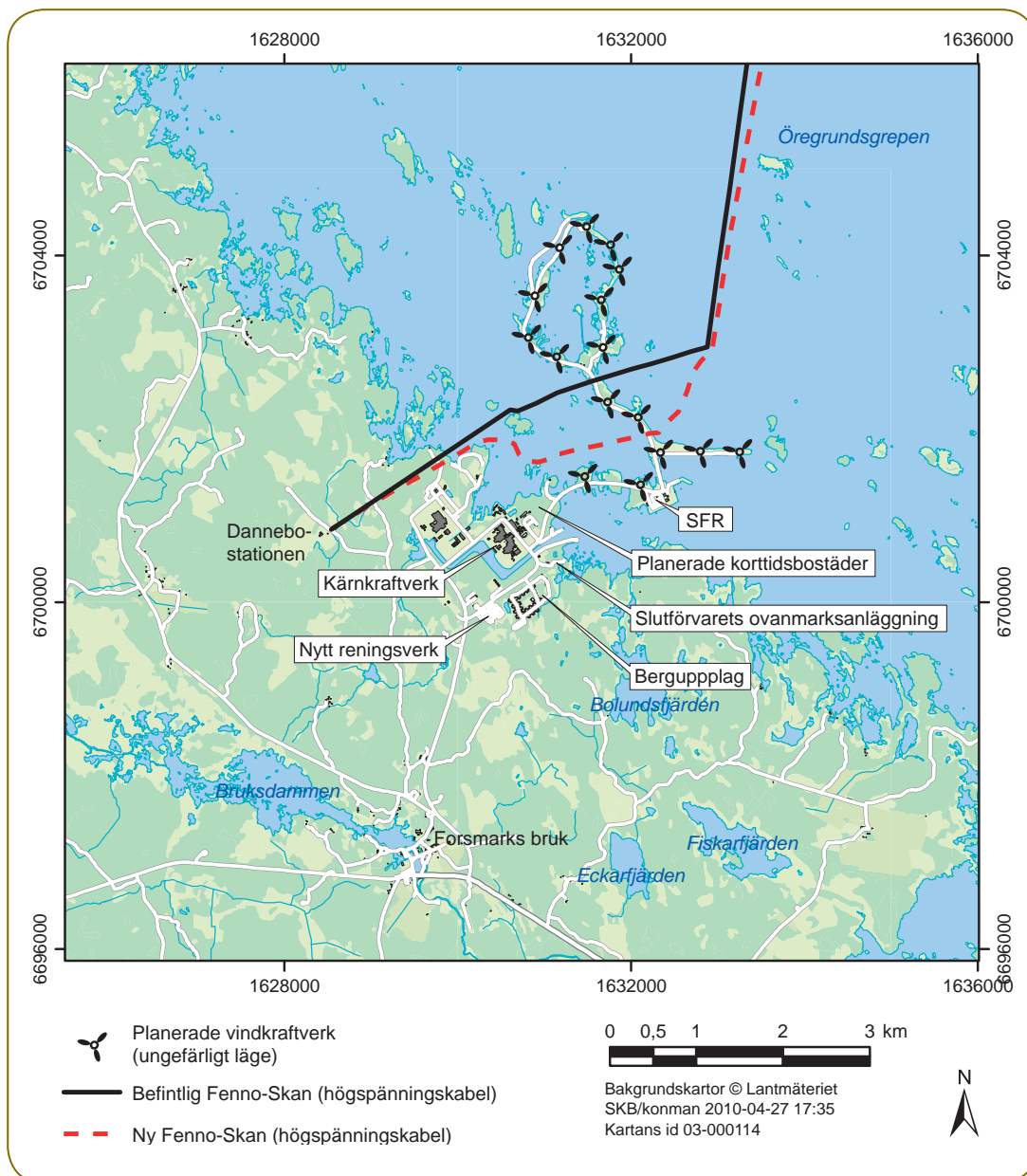
Med kumulativa effekter avses hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra verksamheter påverkar miljön i ett område. I detta avsnitt beskrivs de verksamheter som redan finns i anslutning till Clab och de tilltänkta anläggningarna, samt de som kan förutses tillkomma på de två platserna inom den tid som inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen kommer att uppföras och drivas. Verksamheter som ger upphov till påverkan som kan bli betydande och som berör samma område som Clink eller slutförvarsanläggningen, eller som nyttjar samma transportvägar, beskrivs. Många av aktiviteterna ligger långt fram i tiden och vissa projekt är ännu i ett tidigt planeringsskede. Det gör att uppgifterna om tidpunkten för projektens genomförande, omfattning och påverkan är preliminära och kan komma att ändras.

När projekten är tänkta att genomföras framgår av figurerna 12-4 och 12-7. Verksamheternas geografiska placering framgår av figurerna 12-5 och 12-8.



Figur 12-4. Översiktlig tidsplan för angränsande projekt i Forsmark. Tidsplanen för rivning av kärnkraftverken baseras på att reaktorerna i Forsmark drivs i 50 år.





Figur 12-5. Geografisk placering av angränsande verksamheter i Forsmark.

## 12.2.1 Forsmark

### 12.2.1.1 Forsmarks kärnkraftverk och planerade verksamheter

Inom Forsmarks industriområde finns redan i dag, som beskrivits i kapitel 7 om platsförutsättningar, Forsmarks kärnkraftverk. Till kärnkraftverket hör en rad kringverksamheter, bland annat kraftledningar, ett reningsverk, ett markförvar för lågaktivt avfall (Svalören) och ett område med korttidsbostäder. Gällande detaljplan för industriområdet medger att markförvaret får byggas ut, vilket planeras ske år 2018–2019, se figur 12-4.

Kärnkraftverket med kringverksamheter påverkar områdets karaktär och landskapsbild. Utsläppen av radioaktiva ämnen vid normal drift är mindre än en hundra del av gällande gränsvärde. Utsläppet av kylvatten orsakar en höjning av vattentemperaturen i Öregrundsgrepen, men konventionella utsläpp av förorenande ämnen till luft, mark och vatten från verksamheten är små /12-4/. FKA genomför omgivningskontroll för att följa upp den radiologiska och konventionella miljöpåverkan som verksamheten medför.

Till och från FKA sker gods- och persontransporter, som ger upphov till miljöpåverkan. FKA är en stor arbetsplats med omkring 900 anställda och sysselsätter därutöver flera hundra konsulter och entreprenörer. Vid kärnkraftverket genomförs revisioner några veckor per år, normalt under sommaren. Vid revisionerna utökas antalet som arbetar vid kraftverket med ytterligare några hundra upp till ett par tusen personer, beroende på revisionens omfattning. Vid revisioner och ombyggnader ökar omfattningen av transporter till och från kärnkraftverket.

Vid FKA kommer vissa förändringar av verksamheten att ske under den tidsperiod som slutförvaret för använt kärnbränsle uppförs och drivs. Innan bygget av slutförvarsanläggningen påbörjas kommer bland annat ett nytt reningsverk att anläggas och nya korttidsbostäder att uppföras (se vidare nedan). FKA har också fått tillstånd för att höja effekten i reaktorerna, vilket enligt nuvarande planering kommer att ske år 2011 för reaktorblock 1 och 2 och 2014 för reaktorblock 3. Då arbetet med effekthöjningen genomförs kommer buller och avfall att uppstå i samband med vissa ombyggnadsarbeten.

Slutligen avses reaktorerna rivas under den tid som slutförvarsanläggningen är i drift, förmodligen kring år 2040, se figur 12-4 /12-5/. Rivningsarbetena kommer att medföra miljöpåverkan i form av bland annat buller.

Rivningsavfallet från kärnkraftsblocken kommer att bestå av både konventionellt rivningsavfall och radioaktivt avfall. Merparten av de konventionella rivningsmassorna kommer att behövas för att återställa topografin i området. Det radioaktiva avfallet, som indelas i kortlivat respektive långlivat, kommer att tas omhand i slutförvar (SFR respektive SFL). Eventuella transporter av radioaktivt avfall kommer troligtvis att gå med fartyg (motsvarande m/s Sigyn).

### 12.2.1.2 Korttidsbostäder

Detaljplanen för Forsmark medger att nya korttidsbostäder får uppföras inom ett cirka 0,1 kvadratkilometer stort område vid Igelgrundet, öster om kärnkraftverket. Se figurerna 12-5 och 12-6. Nya korttidsbostäder är tänkta att uppföras innan uppförandet av slutförvarsanläggningen påbörjas och antalet korttidsbostäder kommer att bli liknande dagens antal.



Figur 12-6. Fotomontage av planerade korttidsbostäder vid Igelgrundet.

### 12.2.1.3 Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall

Inom Forsmarks industriområde finns sedan 1988 också slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, SFR, en berganläggning som är placerad cirka 50 meter under havsbotten nordost om kärnkraftverket. Anläggningen drivs av SKB och inrymmer kortlivat låg- och medelaktivt driftavfall från de svenska kärnkraftverken. Allt radioaktivt avfall transporteras med m/s Sigyn till SFR:s hamn. Den befintliga anläggningens miljöpåverkan är relativt liten och härrör huvudsakligen från elanvändning, användande av fossila bränslen (diesel), samt kemikalier för rengöring och underhåll. Anläggningens ovanmarksdel innebär en viss påverkan på landskapsbilden. Ventilationsanläggningen ger upphov till ljud men gällande villkor (45 dBA på ett avstånd om en kilometer från tunnelmynningen) underskrids med god marginal. Vatten och luft som släpps ut från anläggningen genomgår regelbunden kontroll och omgivningskontroll genomförs för att säkerställa att ingen betydande påverkan sker i omgivande miljö.

SKB planerar att bygga ut anläggningen mellan år 2016 och 2019, för att den även ska inrymma rivningsavfall från kärnkraftverken. Utbyggnaden kommer att omfatta en bergvolym av omkring 500 000 kubikmeter och kommer att innebära bergarbeten, inklusive borrhning och sprängning, och ge upphov till tunga transporter av bland annat bergmassor. Sprängningsarbeten och transporter kommer att innebära miljöpåverkan i form av buller. Under uppförandeskedet kommer etableringsytor ovan mark att behövas. Utbyggnaden innebär också en viss påverkan på grundvattenflöden, men eftersom anläggningen ligger under havet väntas inga betydande miljökonsekvenser till följd av detta. Modelleringar som genomförts av SKB indikerar att slutförvaret för använt kärnbränsle och SFR kommer att ha delvis överlappande påverkansområden avseende grundvatten. Detta beskrivs närmare i /12-6/.

SFR-utbyggnadens förväntade miljöpåverkan kommer att utredas närmare inför att tillstånd för utbyggnaden ska sökas.

### 12.2.1.4 Planerad vindkraftsanläggning

Vattenfall har ansökt om att få bedriva vindbruk vid Biotestsjön i Forsmark /12-7/. Upp till 15 vindkraftverk med en samlad effekt på 30 till 40 MW planeras. Om vindkraftsetableringen blir verklighet kommer den största miljöpåverkan att uppstå under vindkraftverkens driftskede. Verken kommer att påverka landskapet visuellt, ge upphov till skuggor och buller samt påverka fågellivet. Inga boendemiljöer finns inom det område där störande buller och skuggor kan uppstå. Vindkraftsanläggningen har även en positiv miljöpåverkan, genom att den ger förnyelsebar energi, som inte bidrar till utsläpp av växthusgaser.

### 12.2.1.5 Likströmskabel mellan Sverige och Finland

Sedan 1980-talet finns en likströmskabel mellan Sverige och Finland, den så kallade Fenno-Skan-kabeln, som går mellan Rauma i Finland och Dannebo vid Forsmark. Svenska Kraftnät och den finska motsvarigheten Fingrid har fått tillstånd att bygga ut förbindelsen med en ny mark- och sjökabel, kallad Fenno-Skan 2. Den planerade kabeln kommer i huvudsak att ha samma sträckning som befintlig kabel och kommer, liksom denna, att förläggas på havsbotten. Nära land kommer kabeln att grävas ner cirka en meter för att minska risken för skada på grund av yttre påverkan. Från stranden till övergång till luftledning förläggs kabeln i mark cirka två kilometer. Enligt nuvarande tidsplan kommer den nya kabeln att vara i drift då uppförandet av slutförvarsanläggningen påbörjas /12-8/.

I dagsläget, då det bara finns en strömkabel (en så kallad monopolär anläggning), uppstår en returström i vattnet och marken. För att sända respektive ta emot returströmmen har så kallade elektrodstationer anlagts på båda sidor om Östersjön. Elektrodstationen på den svenska sidan är placerad vid Björns skärgård nära ön Källen, några mil nordväst om Forsmark. Vid elektrodstationerna förekommer, till följd av returströmmen, en ökad risk för korrosion på stora metallföremål som har kontakt med mark eller vatten. När den nya kabeln tas i drift kommer i normalfallet inte någon ström att ledas genom mark och vatten via elektroderna. Strömmen i den nya kabeln är riktad åt motsatt håll, jämfört med den befintliga, och då uppstår inte längre returströmmar i samma omfattning. Korrosionsproblemet kommer därmed i praktiken att upphöra. Endast vid hög effekt och vid störningar på någon av de två kablarna kommer ström att ledas via elektroderna /12-8/.

### 12.2.1.6 Samlad bedömning

Att flera kärntekniska verksamheter lokaliseras till samma område väntas inte medföra några hälso-konsekvenser till följd av strålning. Kärnkraftverket, som står för den största delen av de radioaktiva utsläppen i Forsmark, bidrar med mindre än en hundradel av gällande gränsvärde, som är 0,1 millisievert (mSv) per år. Dosgränsen 0,1 mSv kan jämföras med medelvärdet för individdosen i Sverige, från alla källor, som är 4 mSv per år. Om flera anläggningar är placerade inom samma geografiska område gäller kravet 0,1 mSv för anläggningarnas sammantagna bidrag. Även när det gäller den långsiktiga säkerheten är kraven anpassade för att flera slutförvar ska kunna placeras inom samma område.

Kumulativa effekter med andra verksamheter i Forsmark kan förväntas avseende:

- Naturmiljö (ianspråktagande av mark, buller från transporter och verksamheter, samt eventuellt kumulativa effekter till följd av påverkan på grundvattenflöden).
- Landskapsbild.
- Boendemiljö och hälsa (buller och emissioner till luft från transporter).

Transporterna till och från de olika projekten, framför allt i respektive uppförandeskede, bedöms ge upphov till störst påverkan. Kärnkraftverket och slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle står för flest transporter. Övriga projekt ger så få transporter att de inte bedöms bidra till någon märkbar ökning av bullernivåer eller luftutsläpp.

För påverkan på landskapsbildningen kan konstateras att kustlinjen redan i dag är bruten av kärnkraftverket, som syns på långt håll, exempelvis från Gräsö och från Öregrund. Såväl slutförvaret för använt kärnbränsle, SFR, korttidsbostäderna och vindkraftsanläggningen kommer att vara synliga från vattnet och eventuellt också från Gräsö. Vindkraftverken kommer även att synas från Öregrund. Slutförvarsanläggningen och bostadsområdet kommer att vara upplysta och på vindkraftverken kommer det att finnas flygindikering som lyser. Detta innebär sammantaget en visuell påverkan som kan uppfattas som störande.

Buller uppstår från många olika verksamheter inom industriområdet, både från rörliga och stationära källor. Eftersom bullret från de olika verksamheterna har olika karaktär och därmed upplevs olika, även i de fall decibelnivåerna är likvärdiga, har det inte bedömts vara meningsfullt att beskriva den samlade bullerpåverkan i form av sammantagna ekvivalentnivåer. Det finns dessutom inte några permanentboende som bedöms störas av bullret.

Risken för att fåglar kolliderar med vindkraftverken kan tillsammans med buller, fordonsrörelser och mänsklig närvaro, ha en kumulativ effekt på vissa fågelarter, såsom rovfåglar.

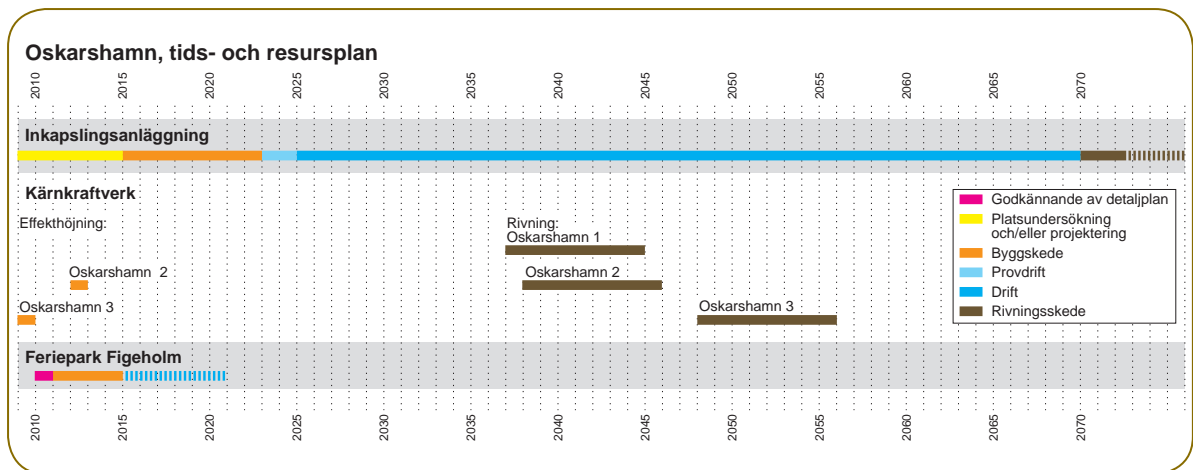
## 12.2.2 Oskarshamn

### 12.2.2.1 Oskarshamns kärnkraftverk

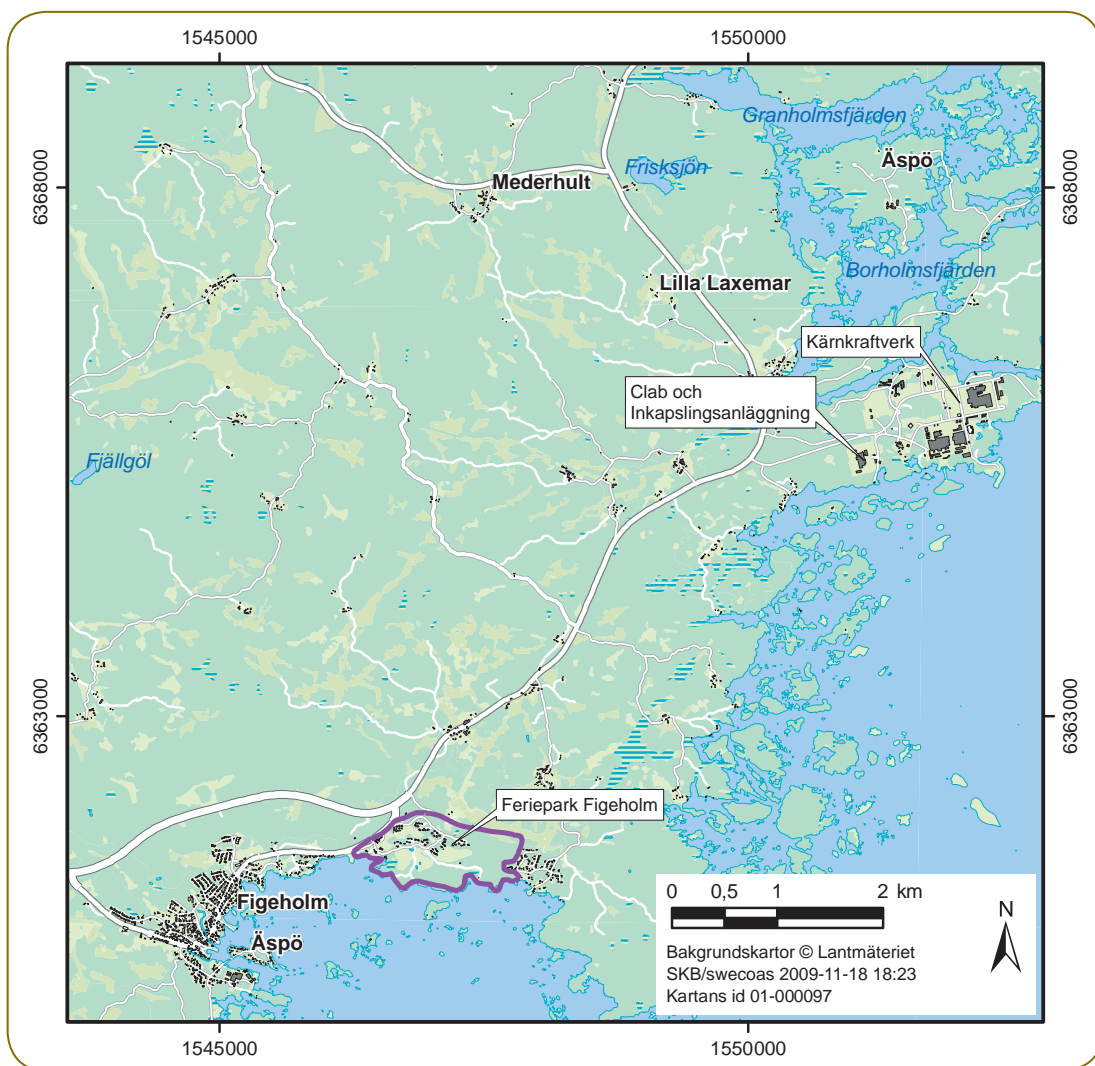
På Simpevarpshalvön finns Oskarshamns kärnkraftverk, som drivs av OKG. Precis som i Forsmark hör en rad kringverksamheter till kärnkraftverket, bland annat kraftledningar, ett reningsverk, ett markförvar för lågaktivt avfall (MLA) och ett bergtrum för låg- och medelaktivt avfall (BFA). Kärnkraftverket påverkar miljön på liknande sätt som Forsmarksverket gör i Forsmark.

Omkring 1 600 personer arbetar vid OKG. Några hundra av dessa åker buss till arbetet, men flertalet transporterar sig med bil. Vid de årliga revisionerna tillkommer, precis som i Forsmark, ytterligare några hundra upp till över tusen personer, beroende på revisionens omfattning. Vissa av dessa bor ute vid kraftverket, men många bor i någon närliggande stugby och reser till och från arbetsplatsen varje dag.

Liksom i Forsmark kommer verksamheten vid kärnkraftverket och dess kringverksamheter att genomgå förändringar, för att slutligen avvecklas, under den tid som SKB:s planerade anläggningar beräknas vara i drift. Sommaren 2009 genomfördes en effekthöjning i reaktorblock 3 i Oskarshamnsverket och senare planeras effekthöjning i reaktorblock 2. Vid dessa arbeten ökar transporterna till och från verket. Kärnkraftverket i Oskarshamn planeras att rivas omkring år 2040 (reaktorblock 1 och 2) respektive 2050 (block 3), se figurerna 12-7 och 12-8. Rivningsarbetena kommer att medföra miljöpåverkan i form av bland annat buller.



Figur 12-7. Översiktlig tidsplan för angränsande projekt i Oskarshamn. Tidsplanen för rivning av kärnkraftverken baseras på att reaktorerna i Oskarshamn drivs i 60 år.



Figur 12-8. Geografisk placering av angränsande verksamheter i Oskarshamn.

### 12.2.2.2 Figeholms feriepark

Vid Figeholm, några kilometer sydväst om Simpevarpshalvön, har planer på en större semesteranläggning diskuterats, se figurerna 12-7 och 12-8. Bakom förslaget står företagen Wendelboe West Properties och Norlandia Hotels & Resorts. Enligt förslaget, som det såg ut då det presenterades vid Oskarshamns kommuns samråd om detaljplaneprogram för området i november 2008, omfattar den planerade fritidsbyn cirka 1 200 stugor, en större centrumanläggning, hotell, golfbana, ett vattenland, en hamnanläggning med mera. Sammanlagt skulle omkring 5 000 personer per dag kunna vistas i området. Vid samrådet framfördes synpunkter som kan komma att påverka verksamhetens omfattning samt tidsplanen för det eventuella genomförandet.

Om ferieparken blir verklighet kommer den att ge upphov till miljöpåverkan bland annat genom att den tar mark i anspråk och påverkar områdets karaktär och landskapsbild. Oskarshamns kommun har beslutat att en miljökonsekvensbeskrivning ska tas fram i samband med att en detaljplan för området upprättas. Den koppling som finns till SKB:s anläggningar på Simpevarpshalvön är främst att samma väg som SKB kommer att använda till och från de kärntekniska anläggningarna, länsväg 743, kommer att nyttjas även för transporter till och från ferieparken. De kumulativa effekter som kan uppstå till följd av transporterna är buller och utsläpp till luft. I dagsläget finns inga uppgifter om transportvolymerna till och från ferieparken och de eventuella kumulativa effekterna kan därmed inte beskrivas närmare.

### 12.2.2.3 Samlad bedömning

Liksom i Forsmark förväntas inga hälsokonsekvenser till följd av strålning på grund av att flera kärntekniska verksamheter lokaliseras till samma område. Denna slutsats förklaras närmare i avsnittet om kumulativa effekter i Forsmark, avsnitt 12.2.1.

Kumulativa effekter med andra verksamheter i Oskarshamn kan förväntas avseende:

- Naturmiljö (ianspråktagande av mark, samt buller från transporter och verksamheter).
- Landskapsbild.
- Kulturmiljö.
- Boendemiljö och hälsa (buller och emissioner till luft från transporter).

Transporterna till och från de olika verksamheterna bedöms ge upphov till störst kumulativ påverkan.

Landskapet på Simpevarpshalvön är, som beskrivits i avsnitt 7.2.6, kraftigt påverkat av det befintliga industriområdet. Att inkapslingsanläggningen byggs intill Clab kommer inte att innebära någon stor förändring av landskapsbilden eller områdets karaktär jämfört med dagens läge. Inte heller när det gäller påverkan på naturmiljön i området väntas någon större förändring av de kumulativa effekterna i området.

På Simpevarpshalvön finns kulturhistoriska lämningar, bland annat fornlämningar från bronsåldern. Tidigare industrietableringar i området har påverkat halvöns kulturhistoriska lämningar och bygget av inkapslingsanläggningen kan komma att påverka ytterligare fornlämningar. Sannolikt kommer därför etableringen av inkapslingsanläggningen att föregås av någon form av arkeologisk undersökning. Konsekvensen av en eventuell utgrävning beror på vad lämningen består av.

## 12.3 Gränsöverskridande miljöpåverkan

I FN-konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen) stadgas att parterna har skyldighet att bedöma miljökonsekvenser av projekt av den art som slutförvarsanläggningen utgör. Staterna har även skyldighet att underrätta varandra och samråda med varandra om ett projekt på deras territorium kan tänkas medföra betydande gränsöverskridande miljökonsekvenser. Se vidare kapitel 4 om hur detta har gått till.

Den miljöpåverkan som skulle kunna bli gränsöverskridande är om radionuklider skulle spridas från Clab, inkapslingsanläggningen, slutförvarsanläggningen eller vid transporter av det

inkapslade kärnbränslet. Hur mycket radioaktivitet som eventuellt skulle kunna frigöras vid olika typer av missöden under anläggningarnas drifttid redogörs för i de olika säkerhetsredovisningar som har tagits fram för transportsystemet, Clink samt för slutförvarsanläggningen. Analyser visar på att de doser som beräknas till en person i anläggningens närområde är långt under gällande gränsvärden. Det finns därmed ingen risk för någon gränsoverskridande påverkan.

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har en föreskrift med ett riskkriterium som SKB måste visa att slutförvaret kommer att uppfylla på lång sikt. Riskkriteriet anger att ”den årliga risken för skadeverkningar inte får överskrida  $10^{-6}$  för en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk”. Med ”skadeverkningar” avses cancer och ärftliga skador. Riskgränsen motsvarar, enligt SSM, en dosgräns på cirka  $1,4 \cdot 10^{-2}$  mSv/år, det vill säga cirka en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige. Analysen av den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar lokaliserat till Forsmark visar att SSM:s riskkriterium kommer att uppfyllas, se avsnitt 10.1.6. SSM:s riskkriterium gäller för en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk. Individer boende på längre avstånd från slutförvaret, exempelvis i andra länder, kommer att utsättas för ännu lägre risk.

## 12.4 Förebyggande åtgärder och kompensationsåtgärder

Enligt gällande lagstiftning krävs att planerade åtgärder för att undvika, minska och om möjligt avhjälpa betydande skadliga effekter av ett projekt beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen. Det finns olika sätt att arbeta med dessa åtgärder, beroende på om syftet är att undvika, minska eller avhjälpa den påverkan som förväntas ske. Utöver dessa tillvägagångssätt finns också möjligheten att göra kompensationsåtgärder.

Föreslagna åtgärder baseras på tidigare erfarenheter (främst från platsundersökningarna), projekteringsutredningar, resultat från de miljöutredningar som tagits fram samt allmän praxis. De baseras också på synpunkter som lämnats av olika aktörer (intressegrupper, kommuner, länsstyrelsen) vid samråd. Begreppet åtgärder används här i vid mening. Under olika skeden av projekteringsarbetet för inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen har vissa skyddsåtgärder och skadeförebyggande åtgärder integrerats i utformningen av anläggningarna. Dessa redovisas här som en del av arbetet för att minska effekter på och konsekvenser för miljön.

### 12.4.1 Naturmiljö

Under platsundersökningarna har en särskild utbildning anordnats för att informera om de specifika förutsättningar som finns inom respektive område och hur man på bästa sätt kan minska en eventuell påverkan genom att vidta försiktighetsåtgärder /12-9/. Motsvarande utbildning planeras bli obligatorisk för alla som kommer att arbeta utanför slutförvarsanläggningens driftområde i Forsmark eller runt Clab och inkapslingsanläggningen i Oskarshamn. Ett specifikt miljöprogram för uppförandeskedet kommer också att tas fram.

#### 12.4.1.1 lanspråktagande av mark

Tre gölar kommer att behöva fyllas igen i samband med etableringen av slutförvarsanläggningen vid Söderviken. Då gölgröda förekommer i två av dessa gölar måste SKB söka dispens från artskyddsförordningen och ta fram förslag på hur förlusten av dessa miljöer kan kompenseras. Ett särskilt underlag tas fram för att skapa eller restaurera fyra eller fler nya gölar, lokaliserade med hänsyn till de lokala förutsättningarna (exempelvis hydrologi, solexponering och marktillgång) och gölgrödans population (möjlig spridning inom området). Utgångspunkten är att förutsättningarna för gölgrödan i Forsmark ska vara minst lika goda som i dag, även efter att slutförvarsanläggningen har etablerats. Inriktningen är att kompensera så nära det område som påverkas som möjligt så att den lokala gölgrödepopulationen inte påverkas. Tidpunkten för arbetet med att fylla igen de berörda gölarna kommer att väljas med hänsyn till gölgrödans ekologi och på sådant sätt att påverkan begränsas.

Vägdragningen för tillfartsvägen till den norra ventilationsstationen anpassas så att känsliga naturtyper undviks. Vidare kan tekniska åtgärder bli aktuella för att minska påverkan från vägen på

vattenflöden till de kringliggande våtmarkerna. Om detaljprojekteringen av vägen visar att lokala hydrologiska förhållanden kan komma att påverkas kan vägen byggas med en vattengenomsläpplig vägbank för att begränsa denna påverkan.

Tidigare erfarenheter från platsundersökningarna har visat att det främst är det fysiska intrånget samt rörelser av människor och utrustning som kan störa fågellivet inom området /12-10/. I möjligaste mån avses arbete och rörelser med personal och utrustning utanför driftområdet att begränsas under häckningssäsongen då påverkan förväntas vara som störst.

#### 12.4.1.2 Grundvattensänkning

Den främsta och viktigaste åtgärden för att begränsa inläckage av vatten i tunnelsystemet i slutförvarsanläggningen, och därmed en grundvattensänkning på ytan, är att genom injektering av tätningemedel täta berget där vattenförande sprickor förekommer. Ambitionen är att täta berget så långt som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt så att vattengenomsläppligheten i det injekterade tunnelsystemet blir runt  $10^{-8}$  meter per sekund. En specifik tätningstrategi har definierats för olika delar av undermarksanläggningen /12-11/. SKB följer utvecklingen av injekteringsmetoder och -medel, för att sedan välja en metod som innebär en så liten risk som möjligt för den omgivande miljön /12-12/.

Inom det eventuella påverkansområdet för grundvattensänkningen finns flera gölar och rikkärr som hyser mycket höga naturvärden och som är känsliga för ändringar i de lokala hydrologiska och hydrogeologiska förutsättningarna. För att åtgärda en eventuell påverkan på känsliga naturobjekt har SKB studerat olika tekniska lösningar för att upprätthålla vattennivån i dessa objekt. Tillämpningen av åtgärder bygger på ett omfattande kontroll- och/eller egenkontrollprogram. Ändringar i grundvattennivån som orsakas av slutförvarsanläggningen kan då snabbt identifieras. Beredskap för infiltration av vatten i och runt de objekt som har de högsta värdena och som kan komma att påverkas av en grundvattensänkning föreslås. Detaljer om den tekniska lösningen beskrivs i /12-6/.

#### 12.4.1.3 Skötsel av SKB:s mark i Forsmark

SKB har förvärvat flera fastigheter i området, som ska inrymma slutförvarsanläggningen och erforderliga vägar och upplagsytor. Fastigheterna domineras av skogsmark och består i övrigt av industrimark, kustområde, sjöar och våtmarker. SKB avser att ta fram en naturvårdsinriktad skötselplan för dessa fastigheter. Inom ramen för arbetet med skötselplanen föreslås åtgärder som i viss mån kan motverka negativa effekter på naturvärden från den planerade verksamheten.

Delar av den mark som SKB förvärvat ingick i en av Sveaskog planerad ekopark. SKB:s ambition är att fullfölja denna inriktning och därmed ha en naturvårdsinriktad skötsel av skogen. Emellertid omfattar SKB:s mark även områden av skogsbrukskaraktär, och en viktig uppgift är därför att hitta balansen mellan områden av produktionskaraktär och områden av naturskogskaraktär. Tänkbara naturvårdsinriktade skötselinsatser är bland annat gallring av barrskog för att öka andelen lövskog, naturvårdsbränning och igenläggning av gamla diken för att återfå fuktiga och blöta skogspartier.

Ett viktigt inslag i områdets natur utgörs av rikkärr och gölar med mycket höga naturvärden. I dessa miljöer förekommer ett flertal skyddsvärda arter. Några av miljöerna riskerar att påverkas av en grundvattensänkning. Samtidigt påverkas de av en mer eller mindre naturlig igenväxning. SKB har som ambition att genom åtgärder gynna dessa miljöer och de arter som är knutna till dem, med fokus på de våtmarker som riskerar att påverkas av en grundvattensänkning. Tänkbara åtgärder för våtmarker är röjning av busk- och trädvegetation eller, vid behov, slåtter för våtmarker med mycket höga naturvärdena.

#### 12.4.1.4 Vattenhantering

Verksamheten vid de olika anläggningarna ger upphov till olika typer av vatten som behöver omhändertas och renas på lämpligt sätt för att begränsa påverkan på de vattenmiljöer som blir recipienter. En detaljerad beskrivning av de olika tekniska lösningar som föreslås redovisas i /12-13/.



Länshållningsvatten från slutförvarsanläggningen kommer att genomgå sedimentering och oljeavskiljning när det pumpas upp från undermarksdelen.

Lakvattnet kommer att filtreras genom en översilningsyta innan det renas ytterligare i sjön Tjärnpussen. SKB och FKA har också diskuterat möjligheten att blanda det vatten som kommer ut från det planerade nya reningsverket med SKB:s renade lakvatten, och på så sätt få synergieffekter i form av en högre reningsgrad.

Dagvattnet från inkapslingsanläggningen (samt delvis Clab) i Oskarshamn och från slutförvarsanläggningens driftområde i Forsmark planeras att hanteras enligt principen för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Detta gör att behovet av infrastruktur för att transportera och rena dagvattnet (rör, uppsamlingsdamm etc) begränsas. För att LOD ska fungera bör följande principer iakttas vid anläggning av driftområdet:

- Hårdgjorda ytor minimeras.
- Diffus spridning av hopsamlat dagvatten sker så långt det är möjligt, till exempel kan hopsamlat dagvatten från takytor spridas på vegetationsklädda ytor där det kan infiltrera.
- Flacka diken, bevuxna grönytor och underliggande fyllnadsvolymer utnyttjas för fördröjning och rening.
- Oljeavskiljande funktioner finns där oljespill till dagvatten kan förväntas, till exempel på parkeringar, uppställningsytor och omlastningsytor.
- Dränerande ledningar används för att medge infiltration i underliggande fyllnadsmassor i de fall det blir nödvändigt med bortledning av dagvatten via brunnar och ledningar.
- Tillförsel av vatten eller andra vätskor som inte hör hemma i dagvattensystemet förhindras.
- Träd har god förmåga att fånga upp, kvarhålla och avdunsta en stor del av nederbörden. Genom att plantera träd i och kring parkeringsytor minskas flödet från dessa ytor vid häftiga regn och möjligheten att omhänderta föroreningarna i vattnet ökar.

För yttre byggnads- och anläggningsytor kommer material att eftersträvas som har liten benägenhet att utlaka föroreningar. Särskild vikt kommer att läggas vid att undvika omålade förzinkade ytor.

För Clab kommer hanteringen av dagvatten att förbättras genom infiltration på plats, samt genom att del av dagvattnet leds bort mot inkapslingsanläggningens sida där större möjligheter för infiltration finns i omgivande marker. Resterande dagvatten planeras att ledas mot en sedimenterings-/utjämningsdamm innan det rinner ut i viken Herrgloet /12-14/.

I samband med att gölarna i Forsmark fylls igen kommer vatten att trängas bort mot omgivande mark, som till stor del består av lättgenomsläpplig morän. Om vattnet infiltreras för långsamt i omgivande mark kan det pumpas och släppas ut i ett vassområde söder om driftområdet. Beroende på vattnets grumlighet kan också grov sedimentering i containrar vara aktuell innan vattnet pumpas mot vassområdet. Vassområdet kommer att fungera som ett naturligt filter där mindre partiklar kommer att fastna. Vattnet kommer att följa det naturliga flödet och sedan rinna ut i Söderviken.

## 12.4.2 Kulturmiljö

Inga åtgärder planeras. Eventuella fornlämningar som påträffas kommer att dokumenteras och grävas ut så som krävs enligt lag.

## 12.4.3 Landskapsbild

För att minska påverkan på landskapsbilden anpassas slutförvarsanläggningens gestaltning till de lokala förutsättningarna, till exempel det naturnära läget och befintlig verksamhet. Byggnadernas formspråk, färgval och materialval görs med hänsyn till det omgivande industrilandskapet. Storleken på området avsett för bergupplaget anpassas så att höjden på bergupplaget blir lägre än omgivande trädtoppar och därmed inte påverkar landskapsbilden. Slutförvarsanläggningens högsta byggnad är skipen. Skipens konstruktion har omarbetats ett flertal gånger för att höjden på skipbyggnaden ska kunna hållas nere.

Inkapslingsanläggningen kommer att byggas ihop med Clab och kommer att utformas för att passa ihop med Clabs formspråk.

## 12.4.4 Boendemiljö och hälsa

### 12.4.4.1 Buller

Bullrande verksamhet kommer i möjligaste mån att undvikas på kvällar och nätter.

I slutförvarsanläggningen placeras fläktmotorer för externa fläktar på förvaringsdjup under mark för att begränsa bullret.

För Clink planeras bullerdämpande åtgärder för fläktar, samt skärmning av borrhaggregat och kross, så att riktvärden för buller klaras.

### 12.4.4.2 Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten

Förslag till åtgärder för att minska de radioaktiva utsläppen till vatten från befintligt Clab och planerad inkapslingsanläggning redovisas i en särskild utredning /12-15/. Dessa åtgärder behöver övervägas närmare och kan bli aktuella endast i det fall säkerheten i anläggningen inte påverkas. Utredningen resulterade i följande åtgärdsförslag:

- reduktion av kemisk belastning (från rengöringsmedel med mera) på reningssystemet för golvdränagevatten,
- procedurförändring vid ingjutning av filtermassor,
- prov av olika selektiva jonbytare,
- pilotanläggning med membranfilterutrustning för kompletterande rening till reningssystemet för golvdränagevatten.

Preliminära studier tyder på att vissa av de föreslagna åtgärderna är svåra att genomföra. Om samtliga åtgärder visar sig vara genomförbara utan att säkerheten påverkas skulle de kunna resultera i en utsläppsreduktion med 95–99 procent jämfört med tidigare prognoser.

Vidare föreslås åtgärder i form av filter för att reducera utsläpp av radioaktiva ämnen till luft för den planerade inkapslingsanläggningen.

### 12.4.4.3 Icke-radiologiska utsläpp till luft

För att minska utsläppen till luft kommer SKB, i enlighet med sitt ledningssystem, att ställa miljökrav på de fordon som kommer att användas under uppförande- och driftskedet.

Då damning från bergupplaget utgör en stor del av partikelemissionerna kan vattenbegjutning (med sprinkler) användas vid och runt bergupplaget för att till viss del hindra damm från att suspenderas och spridas. Dammbindningsmedel kommer att användas på grusade ytor inom byggområden vid behov. I Simpevarp planeras samma metoder att användas i samband med bergsprängning då inkapslingsanläggningen byggs.

M/s Sigyn utgör den enskilt största utsläppskällan för emissioner till luft i systemet. I dag används en katalysator för avgasrening för att minska utsläppen av kväveoxider (NO<sub>x</sub>). Katalysatorn medför en signifikant minskning av NO<sub>x</sub>-emissionerna och är operativ ungefär 50 procent av tiden. Samtliga hamnar där Sigyn förtöjer under vanlig drift (Ringhals, Simpevarp och Forsmark) är sedan tidigare utrustade med möjlighet till elförsörjning av fartyg från land för att minska bränsleförbrukningen i hamn. Det nya fartyg som planeras ersätta m/s Sigyn kommer att ha bättre prestanda och vara utrustat med bättre reningsteknik.

## 12.4.5 Energiförbrukning

Under projekteringskedet har man systematiskt arbetat med energibesparande åtgärder för de olika anläggningarna. I Clink planeras återvinning av värme ur förvaringsbassängerna och i slutförvarsanläggningen planeras återvinning av värme ur frånluft och ur länshållningsvattnet. I slutförvarsanläggningen står ventilationen för en stor del av energiförbrukningen, varför ventilationen kommer att vara behovsstyrd. Det innebär att ventilationen kan minimeras om det inte pågår någon aktivitet i ett område.

## 12.5 Jämförelse av alternativa systemlösningar

Som beskrivs i kapitel 5 ansöker SKB om att få placera inkapslingsanläggningen intill Clab på Simpevarpshalvön i Oskarshamn och driva dem båda som en integrerad anläggning (Clink), samt om att få placera slutförvarsanläggningen i Forsmark. Som alternativ till de sökta lokaliseringarna har även en placering av inkapslingsanläggningen intill kärnkraftverket i Forsmark och en placering av slutförvarsanläggningen i Laxemar i Oskarshamn utretts. De möjliga alternativa systemlösningarna blir därmed följande:

- Sökt alternativ: Inkapslingsanläggning intill Clab i Simpevarp (Clink) – Slutförvarsanläggning i Forsmark.
- Övervägt alternativ 1: Inkapslingsanläggning intill Clab i Simpevarp (Clink) – Slutförvarsanläggning i Laxemar.
- Övervägt alternativ 2: Inkapslingsanläggning i Forsmark – Slutförvarsanläggning i Forsmark – Clab i Simpevarp.

De krav på lokaliseringen av slutförvarsanläggningen som följer av kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken innebär sammanfattningsvis att platsen ska vara lämplig med hänsyn till ändamålet med verksamheten, det vill säga att åstadkomma ett långsiktigt säkert slutförvar, att konsekvenserna ska vara rimliga, samt att vid en jämförelse av platserna ska den plats väljas som innebär minsta intrång och störning, och som erbjuder högsta säkerhet.

SKB:s analyser visar att i Forsmark är grundvattenflödet på förvarsnivå betydligt mindre än i Laxemar. Bergförhållandena i Forsmark ger också ett effektivare och mer robust genomförande än i Laxemar. Tillsammans bidrar detta till att förutsättningarna för att åstadkomma ett säkert slutförvar är gynnsammare i Forsmark.

Under uppförande och drift av anläggningarna kommer påverkan och miljökonsekvenser att uppstå oavsett lokalisering, men olika faktorer kommer att påverkas olika mycket. I Forsmark kännetecknas omgivningen av en känslig naturmiljö med höga bevarandevärden. En anpassning till dessa är nödvändig och möjlig vid en etablering av slutförvarsanläggningen, men ett visst mått av intrång i naturmiljön är ändå oundvikligt. Däremot påverkas människors boendemiljö i liten utsträckning, då få människor är permanentboende i området. Det finns inte heller några värdefulla kulturmiljöer i området.

En etablering av slutförvarsanläggningen i Laxemar skulle innebära betydligt mindre påverkan på naturmiljön än i Forsmark, trots att det är fråga om en så kallad "green-field"-etablering. Däremot bor och verkar ett större antal människor i området, vilka skulle påverkas av en etablering. Påverkan på kulturmiljö och landskap blir också något större i Laxemar.

En etablering av inkapslingsanläggningen intill Clab ger upphov till en något större påverkan på natur- och kulturmiljö än en anläggning i Forsmark, men konsekvenserna är små. En fördel med alternativet där slutförvarsanläggningen placeras i Laxemar skulle vara att hela hanteringskedjan för det använda kärnbränslet samlas till en plats i landet. Det finns inga samordningsvinster med att förlägga inkapslingsanläggningen i närheten av slutförvaret i Forsmark. Sjötransporter av använt kärnbränsle från Clab krävs ändå, med den skillnaden att bränslet inte är inkapslat.

I tabell 12-2 görs en jämförelse mellan det sökta alternativet och de båda alternativa systemlösningarna samt nollalternativet. Tabellen redovisar en sammanställning och sammanfattning av de miljökonsekvenser samt de risk- och säkerhetsfrågor som kan förväntas för de olika alternativa lösningarna.

Tabell 12-2. Sammanfattning av förväntade miljökonsekvenser och risker för de studerade alternativa systemlösningarna samt nollalternativet.

	<b>Sökt verksamhet:</b> Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 1:</b> Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 2:</b> Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	<b>Nollalternativ:</b> Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
<b>Naturmiljö</b> lanspråktagande av mark	I Forsmark påverkas tre gölar varav två med gölgröda inom det framtida driftområdet. Ett rikkärr av nationellt intresse riskerar att påverkas vid anläggandet av den norra ventilationsstationen. Konsekvenserna för gölarna blir lokalt stora men kan delvis kompenseras. SKB utreder möjligheten att skapa nya gölar lämpliga för gölgröda. Med planerade skyddsåtgärder vid anläggandet av ventilationsstationen med tillhörande bilväg bedöms konsekvenserna bli begränsade.  I Oskarshamn tas en del av ett skogsområde i anslutning till Clab i anspråk. Inga höga naturvärden har konstaterats och konsekvenserna blir därmed små.	Oexploaterad mark av regionalt intresse tack vare förekomsten av ädellövskog tas i anspråk för en slutförvarsanläggning i Laxemar. De negativa konsekvenserna av detta bedöms bli märkbara, eftersom området har utvecklingspotential ur naturvärdesynpunkt. Området har dock inte lika höga naturvärden som området i Forsmark och konsekvenserna blir därmed mindre.  För inkapslingsanläggningen/Clab blir situationen samma som för sökt verksamhet.	I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.	I Forsmark innebär nollalternativet att ingen mark tas i anspråk. Om anläggningen inte uppförs i Forsmark kommer SKB eventuellt att avyttra den marken. Sannolikt är då att markanvändningen förblir densamma som i dag. Skogsskötseln, och därmed naturvårdshänsynen, blir givetvis avhängig av vem som förvarar marken och för vilka syften.  Platsens utveckling intill Clab i Simpevarp kommer också att bero på vilka skötselåtgärder som vidtas i skogsområdet. Sett till en tidsperiod på 60 år, vilket motsvarar ungefär den tidsperiod som inkapslingsanläggningen skulle ha funnits på platsen, är det mest troligt att det även fortsättningsvis kommer att bedrivas skogsbruk i området.
Grundvattensänkning	Slutförvarsanläggningen kommer att ge upphov till en grundvattensänkning i området. Cirka 35 värdefulla och känsliga våtmarksobjekt riskerar att påverkas. För 17 av objekten skulle en avsänkning innebära mycket stora eller stora konsekvenser. Med åtgärder såsom infiltration av vatten kan konsekvenserna begränsas.  Området runt Clab är redan avsänkt och endast en marginell ytterligare avsänkning kommer att uppstå vid uppförandet av inkapslingsanläggningen.	Slutförvarsanläggningen kommer att ge upphov till en grundvattensänkning i området. Majoriteten av naturvärdena är dock inte kopplade till grundvattenytans läge och är därmed inte lika känsliga för en grundvattensänkning som i Forsmark.  För inkapslingsanläggningen/Clab blir situationen samma som för sökt verksamhet.	I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga bassänger under mark planeras i inkapslingsanläggningen och därmed uppstår ingen ytterligare påverkan på grundvattnet.	En utbyggnad av Clab innebär sprängning för att anlägga ytterligare ett bergrum med bassänger. Grundvattensänkning kommer då att ske i berget i närområdet runt Clab under uppförandetiden. Viss påverkan på grundvattennivån kommer att kvarstå även under drifttiden till följd av grundvatteninflöde till det nya bergrummet.  Situationen i Forsmark förväntas motsvara dagens situation.

	<b>Sökt verksamhet:</b> Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 1:</b> Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 2:</b> Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	<b>Nollalternativ:</b> Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
<b>Utsläpp till vatten</b>	<p>Ett regionalt värdefullt rikkärr intill Tjarnpussen påverkas då lakvatten och renat avloppsvatten leds dit. Med planerade skyddsåtgärder för hantering och rening av lakvatten bedöms konsekvenserna bli begränsade. Begränsade effekter i Söderviken i form av ökad primärproduktion kan förväntas på grund av ökade kvävehalter vid utsläpp av länshållningsvatten. Påverkan bedöms vara liten och recipienten relativt tålig och inga stora konsekvenser förväntas därmed.</p> <p>Förorenat vatten från Clink kommer att renas innan det släpps ut och inga konsekvenser för havsmiljön förväntas.</p>	<p>Påverkan på och konsekvenser för havsmiljön bedöms motsvara situationen i Forsmark.</p>	<p>I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.</p>	<p>En utbyggnad av Clab innebär ytterligare vatten som behöver tas omhand, främst under uppförandeskedet. Länshållningsvattnet kommer att, efter rening via oljeavskiljare och sedimenteringsbassäng, ledas till det befintliga dagvattensystemet för Clab med utlopp i Herrgloet. En ökad mängd använt kärnbränsle som lagras i Clab medför även att avgivande av värmeenergi till havet ökar. Efter avstängning av reaktorerna kommer Clab att ensamt svara för utsläpp av kylvatten till Hamnefjärden. Eftersom Clab står för en mycket liten del av kylvattenutsläppen i förhållande till Oskarshamnverket kommer den samlade temperaturpåverkan på Hamnefjärden att minska betydligt. Värmeavgivningen via Clabs kylvatten kommer också på längre sikt att minska successivt genom att bränslets resteffekt minskar med tiden.</p> <p>Situationen i Forsmark förväntas motsvara dagens situation fram till dess att kärnkraftverket stängs av, då det inte längre förekommer något utsläpp av kylvatten till Öregrundsgrepen.</p>
<b>Kulturmiljö</b>	<p>Inga fornlämningar eller kulturmiljövärden av omistlig karaktär finns i Forsmark. Bullret ökar något i utkanten av riksintresset Forsmarks bruk men området är redan i dag utsatt för vägtrafikbuller.</p> <p>I det skogsområde som tas i anspråk för inkapslingsanläggningen kan enstaka kulturhistoriska objekt förekomma som i så fall kommer att genomgå en förundersökning. Konsekvenserna bedöms bli ringa.</p>	<p>Laxemar hyser områden med visst bevarandevärde och några kulturlämningar. En exploatering i Laxemar innebär att ett tämligen opåverkat skogs- och odlingslandskap förändras. Genom att kraftledningsgator redan har fört in storskalighet i området bedöms konsekvenserna bli måttliga men något större än i Forsmark.</p> <p>För inkapslingsanläggningen/Clab blir situationen samma som för sökt verksamhet.</p>	<p>I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.</p>	<p>Situationen på båda platserna förväntas motsvara dagens situation.</p>

	<b>Sökt verksamhet:</b> Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 1:</b> Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 2:</b> Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	<b>Nollalternativ:</b> Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
<b>Landskapsbild</b>	Slutförvarsanläggningen kommer att vara synlig från vattnet men i och med att anläggningen etableras i nära anslutning till i dag påverkat område bedöms konsekvenserna för landskapsbildningen bli små. Om kärnkraftverket rivs kommer slutförvarsanläggningen att utgöra ett mer markant inslag i landskapet och konsekvenserna för landskapsbildningen därmed bli större. Inkapslingsanläggningen kommer troligen inte att synas från länsväg 743 på grund av att den skyddas av en bred skogsridå. Från sydost, från vattnet, är Clab synligt i dag och inkapslingsanläggningen kommer att förändra byggnadens silhuett något. Konsekvenserna av detta bedöms dock bli små.	En exploatering i Laxemar innebär att ett tämligen opåverkat skogs- och odlingslandskap förändras. Genom att kraftledningsgator redan har fört in storskalighet i området bedöms konsekvenserna bli måttliga men något större än i Forsmark. För inkapslingsanläggningen/Clab blir situationen samma som för sökt verksamhet.	I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.	Situationen på båda platserna förväntas motsvara dagens situation fram till dess att kärnkraftverken rivs.
<b>Boendemiljö och hälsa</b> Buller	Buller från verksamheten vid slutförvarsanläggningen bedöms inte ge upphov till märkbara hälsoeffekter för permanentboende då inga boende utsätts för bullernivåer över riktvärdet kvällstid. Antalet boende som exponeras för vägtrafikbuller över riktvärdet är som mest 20 fler än vid samma tidpunkt utan en slutförvarsanläggning. Inga hälsoeffekter förväntas av detta. Under uppförandet av inkapslingsanläggningen kommer riktvärden för byggbuller att kunna innehållas dagtid men för kväll och natt behöver skärmande åtgärder vidtas. Inga riktvärden kommer att överskridas på grund av buller under drift av Clink. De transporter som anläggningen kommer att alstra medför en ökning på drygt 40 boende som utsätts för riktvärden över 55 dBA. Hälsoeffekter på grund av detta bedöms endast kunna uppstå i ringa omfattning.	I Laxemar finns boende närmare slutförvarsanläggningen än i Forsmark och 20 boende kommer att utsättas för bullernivåer över riktvärdet kvällstid. Antalet boende som exponeras för vägtrafikbuller över riktvärdet är som mest dubbelt så många som i Forsmark. Precis som i Forsmark förväntas inga hälsoeffekter. För inkapslingsanläggningen/Clab blir situationen likartad som för sökt verksamhet.	I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.	Inga nya bullerkällor tillkommer. Enligt Vägverkets prognoser kommer trafiken på riksväg 76 i Forsmark och länsväg 743 och E22 i Oskarshamn att öka, vilket kan förväntas innebära en ökning av bullernivåerna längsmed vägarna. Dock kommer färre transporter till Clab att krävas när allt använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken har placerats i Clab. Avvecklingen av kärnkraftverken kommer också att innebära ett minskat antal transportrörelser på Simpevarpshalvön respektive i Forsmark.

	<b>Sökt verksamhet:</b> Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 1:</b> Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 2:</b> Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	<b>Nollalternativ:</b> Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen	Inga utsläpp av aktivitet kommer att förekomma i slutförvarsanläggningen och SSM:s krav på strålskydd i anläggningen kommer att följas.  I Clab frigörs viss aktivitet och släpps ut via luft och vatten. Både dos till personal och till kritisk grupp ligger under SSM:s krav. Stråldoser till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen från inkapslingsanläggningen till omgivningen kommer att vara i det närmaste försumbara i förhållande till gränsvärdet.	Situationen blir samma som för sökt verksamhet.	Situationen blir samma som för sökt verksamhet.	Under kontrollerade former skiljer sig inte en förlängd lagring i betydande grad från befintlig påverkan vid drift av Clab. Kärnbränslets aktivitet kommer att avklinga med tiden, vilket innebär att mängden radioaktiva ämnen som går till anläggningens renings-system för luft och vatten, och i viss mån avges till omgivningen, generellt minskar med tiden vid en förlängd drift av Clab.
<b>Risk och säkerhet</b> Icke-radiologiska risker	I Forsmark är den största miljörisken ett oväntat stort inläckage av grundvatten, vilket kan ge konsekvenser för den värdefulla och känsliga naturmiljön. Åtgärder planeras för att begränsa påverkan. Vid framtida extrema havsvattennivåer finns en risk för att delar av driftområdet, bergupplag och vägar översvämmas. En översvämning under driften ger inte upphov till radioaktiva utsläpp. Höjda havsvattennivåer är inkluderade i analysen av den långsiktiga säkerheten.  Övriga miljörisker utgörs av utsläpp av olja, diesel eller andra ämnen inom bygg- eller driftområdet eller längsmed transportvägarna och kan inträffa på båda platserna.	I Laxemar bedöms konsekvenserna av ett oväntat stort inläckage av vatten bli mindre än i Forsmark. I stället kan risken för att skada oupptäckta kulturarv vara större i Laxemar. Laxemar bedöms inte översvämmas vid framtida extrema havsvattennivåer.  Övriga miljörisker bedöms vara likvärdiga.	Situationen blir samma som för sökt verksamhet.	Situationen på båda platserna förväntas motsvara dagens situation.

	<b>Sökt verksamhet:</b> Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 1:</b> Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	<b>Övervägt alternativ 2:</b> Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	<b>Nollalternativ:</b> Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Radiologiska risker	Situationer kan uppstå i slutförvarsanläggningen som ger konsekvenser för barriärerna samt även ökad individdos. Inga störningar eller missöden ger upphov till några radioaktiva utsläpp eller konsekvenser för den långsiktiga säkerheten. Kapseltransportbehållarna klarar mycket stora olyckor utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen. Missöden i Clab och inkapslingsanläggningen ger upphov till mycket små utsläpp och bedöms inte orsaka några allvarliga konsekvenser för omgivningen.	Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker under drift.	Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker under drift.	Konsekvenserna av olika missöden har inte kvantifierats men blir mindre än om motsvarande missöde skulle inträffa med färskt bränsle i bassängerna. En förlängd mellanlagring i Clab innebär inte några väsentliga risker för omgivningen under förutsättning att dagens höga kvalitet på drift och underhåll kan upprätthållas. Clab kan med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i 100–200 år och bränslets tålighet för långtidslagring är god. Eftersom bränslets radioaktivitet avklingar blir konsekvenserna av eventuella missöden lindrigare med tiden. Om Clab däremot skulle behöva överges i framtiden kan det få allvarliga konsekvenser.
Radiologisk långsiktig säkerhet	På förvaringsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor större än 100 m och grundvattenflödet begränsat. Eftersom vatten kan transportera lösta ämnen till buffert och kapsel ger ett begränsat grundvattenflöde stora säkerhetsmässiga fördelar för kopparkapselns och bentonitlerans långtidsfunktion. Ett slutförvar i Forsmark uppfyller SSM:s riskkriterium.	På förvaringsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 m, vilket innebär att grundvattenflödet genom förvaret är större än i Forsmark och därmed även transporten av lösta ämnen till buffert och kapsel. Detta ger sämre säkerhetsmässiga förutsättningar än i Forsmark.	Situationen blir densamma som för sökt verksamhet.	Clab kan med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i 100–200 år och bränslets tålighet för långtidslagring är god. Då samhällsutvecklingen i ett långtidsperspektiv är svårbedömd går det inte att utesluta att Clab vid någon tidpunkt skulle kunna komma att överges. Vid ett oplanerat övergivande av anläggningen ökar riskerna främst till följd av att samtliga system sätts ur spel och underhåll uteblir. Om så sker fylls anläggningen så småningom med inläckande grundvatten och radioaktiva ämnen kan lakas ut i grundvattnet och spridas vidare till recipient.



## 12.6 Osäkerheter

Den planerade verksamheten befinner sig i ett projekteringskedje. Bedömningar av påverkan, effekter och konsekvenser baseras på beräkningar, modelleringar, prognoser och uppskattningar som i sin tur baseras på det projekteringsunderlag som finns tillgängligt vid denna tidpunkt. Det gör att det finns ett mått av osäkerhet i de bedömningar som görs i denna MKB. Denna osäkerhet hanteras genom ett pessimistiskt angreppssätt som gör att bedömningarna av påverkan, effekter och konsekvenser i viss mån överskattas. I en bilaga till MKB:n /12-16/ redovisas de metoder och bedömningsgrunder som använts i underlagsutredningarna till MKB:n. I bilagan anges i förekommande fall vilka osäkerheter som är förknippade med respektive utredning. Även i den bilaga som behandlar bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen /12-6/ redovisas osäkerheter.

Beskrivningen av verksamheten och dess påverkan, effekter och konsekvenser sträcker sig cirka 60 år framåt i tiden. Det långa tidsperspektivet gör att det finns en del osäkerheter i förutsägelseerna. Vid rivning av anläggningarna, som är det skede som ligger längst bort i tiden, är osäkerheten som störst. Hur rivningen ska gå till redovisas därför i form av alternativ och konsekvenserna beskrivs översiktligt.

De årtal som anges i miljökonsekvensbeskrivningen är exempel på typiska år för projektets olika faser och är beroende av när tillstånd ges för att uppföra och driva anläggningen. Det är också möjligt att det tar något längre tid att uppföra framför allt slutförvarsanläggningen jämfört med de planeringsförutsättningar som man har utgått från i olika utredningar. Detta tillsammans gör att den uppskattade påverkan kan komma att inträffa vid en annan tidpunkt, beroende på projektets fortskridande.

I analyserna av långsiktig säkerhet är tidsperspektiven mycket långa vilket gör att det finns osäkerheter i bedömningarna av förvarets utveckling. Enligt den metodik som används i SR-Site studeras först en referensutveckling som kan sägas utgöra ett typiskt exempel på förvarets utveckling med tiden. Referensutvecklingen ligger till grund för ett huvudscenario. Utvecklingen rymmer många osäkerheter och det är svårt att täcka in alla i referensutvecklingen/huvudscenariot. Därför studeras också ett antal ytterligare scenarier som har till syfte att säkerställa att alla osäkerheter täcks in.

Bedömning av konsekvenser görs utifrån planerad verksamhets påverkan och platsens förutsättningar. Både de sökta lokaliseringarna av inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen präglas i hög grad av de kärnkraftverk som finns på platserna. Vad som sker på platserna efter det att kärnkraftverken har avvecklats utgör en osäkerhet när det gäller de kumulativa effekter som kärnkraftverken orsakar tillsammans med SKB:s planerade verksamheter. Eftersom delar av den tekniska försörjningen av Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen är knuten till kärnkraftverkens anläggningar så medför en avveckling även att andra lösningar för den tekniska försörjningen kan bli aktuell.

SKB:s planeringsförutsättning är att reaktorerna i Forsmark och i Ringhals drivs i 50 år och att reaktorerna i Oskarshamn drivs i 60 år. En eventuell tidigare avveckling eller förlängd drift ligger utanför SKB:s ansvarsområde. Reactorernas drifttid påverkar mängden använt kärnbränsle som behöver kapslas in vilket i sin tur påverkar den planerade drifttiden för inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen, samt slutförvarets storlek. För nollalternativet innebär en förlängd drifttid av reaktorerna att Clab eventuellt kan behöva byggas ut eller att alternativa lösningar för att mellanlagra det använda kärnbränslet behöver övervägas.



## 13 Uppföljning

Uppföljning av verksamhetens miljöpåverkan kommer att ske genom att olika typer av kontrollprogram upprättas och genomförs. För den miljöfarliga verksamheten och vattenverksamheten blir länsstyrelsen i Uppsala län, länsstyrelsen i Kalmar län, Östhammars kommun eller Oskarshamns kommun tillsynsmyndighet, medan SSM blir tillsynsmyndighet för kärnsäkerhet och strålskydd.

I ansökan om tillstånd för miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet enligt miljöbalken ingår ett förslag till kontrollprogram för yttre miljö. Det föreslagna kontrollprogrammet redovisar hur verksamhetens miljöpåverkan, samt de villkor som miljödomstolen beslutar om, avses följas upp under uppförande-, drift och avvecklingsskedet. Kontrollprogrammet kommer att utvecklas och detaljeras i samråd med tillsynsmyndigheten när villkor för verksamheten har fastställts. Uppföljning av verksamhetens miljöpåverkan kommer också att göras inom ramen för den egenkontroll som SKB kommer att genomföra, i enlighet med förordningen om verksamhetsutövarens egenkontroll. Vidare kommer ett miljöprogram med detaljerade miljökrav att tas fram för respektive anläggning inför detaljprojektering och uppförande.

För områdena runt Forsmarks och Oskarshamns kärnkraftverk finns omgivningskontrollprogram, upprättade av dåvarande SSI (numera SSM), för radioaktiva utsläpp. Inkapslingsanläggningen byggs ihop med Clab till en anläggning, Clink, och därmed bedöms den befintliga omgivningskontrollen på Simpevarpshalvön vara tillräcklig. Inkapslingsanläggningens radioaktiva utsläpp blir gemensamma med Clabs och det system som används för Clabs radiologiska utsläppskontroll bedöms därför kunna användas även för den integrerade anläggningen.

Radiologisk utsläppskontroll bedöms inte behövas för slutförvarsanläggningen, eftersom ingen radioaktivitet från det använda, inkapslade kärnbränslet kommer att släppas ut från anläggningen.

### 13.1 Uppförande- och driftskede

#### 13.1.1 Clab och inkapslingsanläggningen, Clink

För Clink kommer ett kontrollprogram att tas fram som bygger på Clabs egenkontrollprogram. Detta omfattar följande parametrar avseende utsläpps- och omgivningskontroll:

- Kylvatten – flöde och temperatur.
- Brunnmätningar – grundvattennivå och konduktivitet.
- Bortlett grundvatten.
- Buller.
- Processvatten – alfa- och gammaaktivitet samt korrosionskemiska parametrar.
- Aktivitetsmätning i ventilationsskorsten – alfa- och gammaaktivitet samt strontium-90.

Under inkapslingsanläggningens uppförandeskede kan det även bli aktuellt att kontrollera vibrationsnivåer och påverkan på grund- och ytvattenkvalitet.

#### 13.1.2 Slutförvarsanläggningen

För slutförvarsanläggningen avses följande parametrar följas upp:

- Bortlett grundvatten.
- Grundvattensänkningens påverkan på grund- och ytvattennivåer.
- Grundvattensänkningens påverkan på grund- och ytvattenkvalitet.
- Buller.
- Vibrationer och luftstötstångor.
- Sättningar.

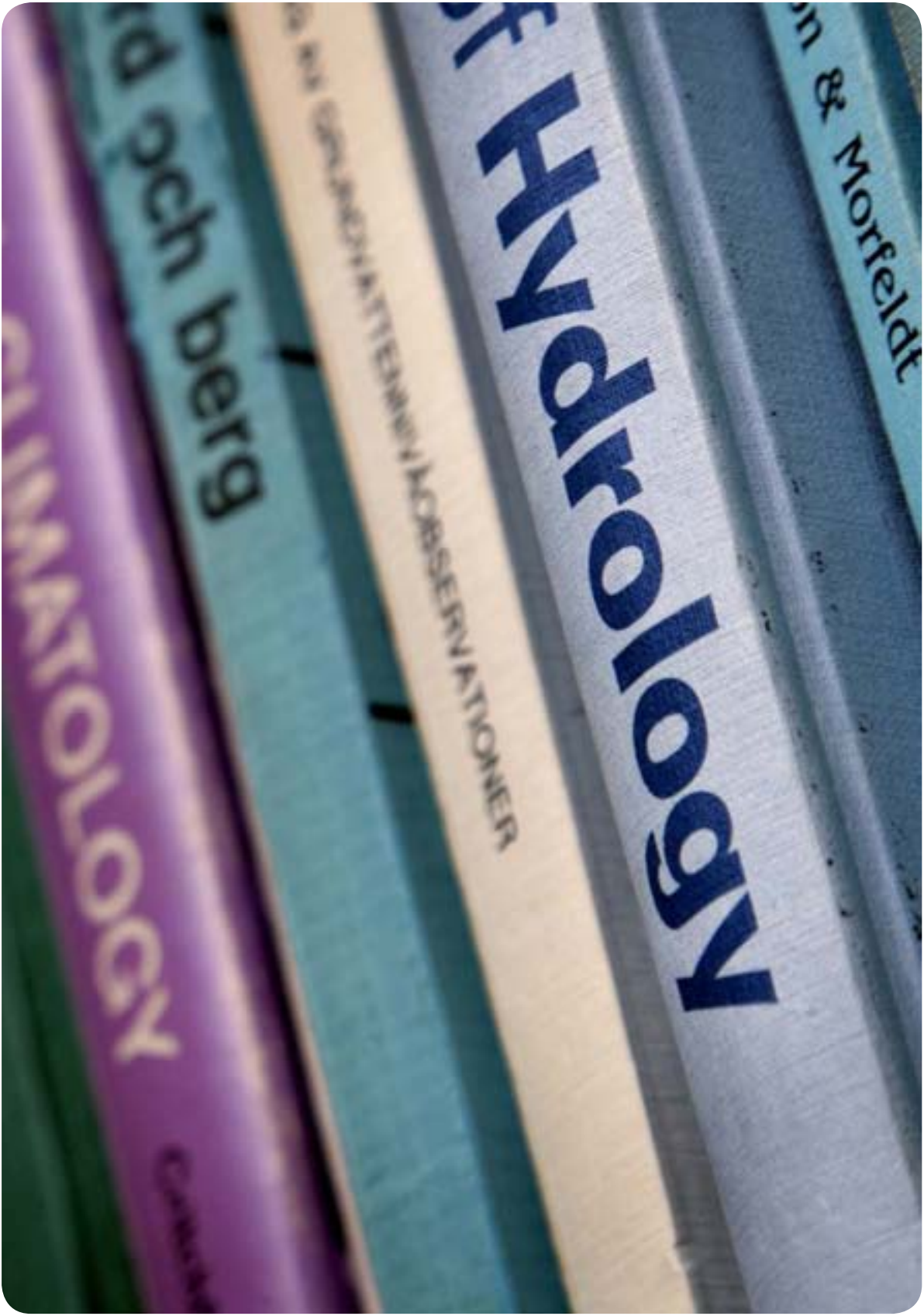
## 13.2 Avvecklingsskede

Vilka parametrar som blir aktuella för uppföljning i avvecklingsskedet kommer att bestämmas när det beslutats hur avvecklingen av respektive anläggning ska ske.

## 13.3 Efter avveckling och förslutning

Slutförvaret är utformat så att kontroller av exempelvis utsläpp av radioaktivitet inte ska behövas. I nuläget är därför inga kontroller planerade för tiden efter förslutning. Kontroller bedöms inte heller vara nödvändiga i Simpevarp efter det att Clink har avvecklats.

# Ordlista och referenser



CLIMATOLOGY

id och berg

PRESENTATIONER

Hydrology

in & Morfeldt

## 14 Ordlista

Ordförklaringarna avser den betydelse som ordet har i MKB:n. I vissa fall kan det vara en snävare avgränsning än ordets generella betydelse.

<b>Absorberad dos</b>	Den energi som joniserande strålning avsätter per kilogram kroppsvävnad. Skadligheten beror på vilket slags strålning det rör sig om. Enheten är gray (Gy).
<b>Advektiv transport</b>	Transport av lösta ämnen med flödande vatten.
<b>Aktinider</b>	Omfattar grundämnena med atomnummer 89–103, vilka har likartade egenskaper. (Aktinium har atomnummer 89).
<b>Använt kärnbränsle</b>	Kärnbränsle som ska slutförvaras och inte användas på nytt.
<b>Avrinningsområde</b>	Ett område vars ytvatten rinner till ett bestämt vattendrag.
<b>Barriär</b>	I denna MKB avses tillverkad eller naturlig del av slutförvaret för att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen.
<b>Bentonit</b>	En starkt vattenupptagande och svällande naturlig vulkanisk lera med låg vattengenomsläpplighet. Transporteras och hanteras i pulverform, kan pressas till block.
<b>Bequerel (Bq)</b>	Mått på mängden radioaktivitet hos ett ämne. Antalet radioaktiva atomkärnor som sönderfaller (omvandlas) per sekund, under utsändande av joniserande strålning. 1 Bq = 1 sönderfall per sekund.
<b>Bergdomän</b>	En gruppering av bergarter inom vilken egenskaperna är snarlika.
<b>Biosfär</b>	De delar av jorden och atmosfären där det finns levande organismer. Biosfären kan indelas i hav, sötvatten, land och atmosfär.
<b>Biotop</b>	Livsmiljö eller naturtyp som karakteriseras av ett antal miljöfaktorer och är lämplig för vissa djur och växter. Området avgränsas naturligt av till exempel lokalklimat och markbeskaffenhet. Exempel lövskog, barrskog myr och strandäng. Se även nyckelbiotop.
<b>Borrkax</b>	Restprodukt från borrhningen som pumpas upp till markytan. Består av samma material som de genomborrade geologiska formationerna.
<b>Buffert</b>	En bentonitlera som omger kapseln och fyller utrymmet mellan kapsel och berg. Den har tre uppgifter i slutförvaret: <ul style="list-style-type: none"><li>• att hindra korrosiva ämnen att ta sig fram till kapseln,</li><li>• att skydda kapseln vid mindre rörelser i berget,</li><li>• att fördröja spridning av radioaktiva ämnen som kan komma ut ur en kapsel som inte är tät.</li></ul> Bufferten är en av slutförvarets tekniska barriärer.
<b>Bärighetsklass</b>	I klassning av vägar innebär högsta bärighetsklass (BK 1) att vägen tål tunga transporter, upp till 60 tons totalvikt.
<b>Clink</b>	Clab och inkapslingsanläggningen som en integrerad enhet.
<b>dBA</b>	Måttenhet för buller. Decibel A, där A anger att man använt ett filter som dämpar låga frekvenser och förstärker medelhöga.
<b>dBC</b>	Måttenhet för buller. Decibel C, där C anger att man använt ett filter som dämpar de mycket låga frekvenserna endast i liten grad och används för att mäta lågfrekvent buller.

<b>Deformationszon</b>	Samlingsnamn för olika typer av svaghetszoner i berggrunden.
<b>Dosrat</b>	Anger hur stor stråldos en människa får under en viss tid. Enheten kan variera. Exempel är absorberad dos (gray) per sekund (Gy/s) och ekvivalent dos per år (Sv/år).
<b>Effektiv dos</b>	Summan av alla ekvivalenta stråldoser till människan, där hänsyn tagits till sannolikheten för skador i olika organ och vävnader. Enheten är sievert (Sv), men doser anges normalt i tusendels sievert, millisievert (mSv). När man i dagligt tal pratar om ”stråldos” är det vanligtvis den effektiva dosen som avses.
<b>Ekopark</b>	Ett större sammanhängande skogslandskap med höga naturvärden och naturvårdsambitioner. En ekopark har inget lagstadgat skydd.
<b>Ekosystem</b>	Växt- och djurarter och deras levnadsmiljö.
<b>Ekvivalent dos</b>	Summan av absorberad dos för varje strålningstyp multiplicerad med en viktningsfaktor (anger strålningstypernas relativa biologiska effekt). Den ekvivalenta dosen anses vara proportionell mot sannolikheten för skada inom ett stort dosområde och för många olika sorters skador. Enheten är sievert (Sv), men doser anges normalt i tusendels sievert, millisievert (mSv).
<b>Ekvivalentnivå (buller)</b>	Medelljudnivå under en viss tidsperiod, i trafiksammanhang oftast ett dygn.
<b>Endemisk art</b>	En djur- eller växtart som bara förekommer inom ett specifikt område eller biotop.
<b>Fauna</b>	Djurliv.
<b>FKA</b>	Forsmarks Kraftgrupp AB, som driver tre kärnkraftreaktorer.
<b>Flora</b>	Växtliv.
<b>Friklassning</b>	När material, (delar av) byggnader eller mark undantas från strålskyddslagens tillämpning och därför får hanteras utan begränsningar ur strålskyddssynpunkt.
<b>Fud-program</b>	Det program för Forskning, Utveckling och Demonstration som SKB enligt krav i kärntekniklagen presenterar vart tredje år.
<b>Föreskrift</b>	Av myndighet tvingande krav.
<b>Geofysiska mätningar</b>	Mätning av bergets fysikaliska egenskaper, till exempel magnetfält, elektrisk resistivitet eller andra parametrar i jordlagren och/eller berggrunden med syfte att kartlägga geologiska förhållanden.
<b>Geologi</b>	Läran om jordskorpan berg- och jordarter.
<b>Glacial</b>	Betecknar företeelser och bildningar relaterade till en inlandsis. Glaciertid, annat och mera vetenskapligt ord för istid.
<b>Granit</b>	Djupbergart (bergart som bildas på större djup i jordskorpan genom att en bergartsmälta (magma) tränger uppåt och stelnar) bestående huvudsakligen av mineralerna kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände. Färgen är vanligen grå eller röd.
<b>Gray (Gy)</b>	Enhet för absorberad dos. En gray är lika med en joule per kilogram.
<b>Grundvatten</b>	Vatten som fyller hålrum i jord och berg.
<b>Grundvattensänkning</b>	Grundvattennivån sjunker till följd av ett uttag och/eller läckage.



<b>Gränsvärde</b>	Värde som enligt bestämmelser i föreskrift eller liknande inte får överskridas. Gränsvärde för utsläpp av föroreningar kan föreskrivas som villkor vid miljöprovning av verksamheter. Se även riktvärde.
<b>Halveringstid</b>	Den tid det tar för hälften av antalet atomkärnor i ett radioaktivt ämne att sönderfalla.
<b>Hammarborrhål</b>	En borrhåtmotod som innebär att berget knackas sönder och ingen borrhåtkärna erhålles. Utförs vanligtvis oftast 115 millimeters diameter och ner till maximalt 200 meter.
<b>Hydrauliska randområden</b>	Hur grundvattnet rör sig inom det intressanta området för förvaret och i vilka mängder bestäms delvis av vilka hydrauliska egenskaper (vattengenomsläpplighet och grundvattentryck) som området omkring har. När modeller över grundvattenflödet och grundvattnets kemiska sammansättning upprättas kommer dessa zoner att utgöra så kallade "hydrauliska randområden" och blir en sorts startpunkt (randvillkor) för beräkningar av grundvattenflödet inom förvarsområdet. De är därför viktiga att karaktärisera trots att de ligger utanför det intressanta området för förvaret.
<b>Hydrogeokemi</b>	Kemiska förhållanden i ytvatten och i grundvatten i berg och jord.
<b>Hydrogeologi</b>	Ytvatten och grundvatten i berg och jord.
<b>Hydrologi</b>	Vattenförhållandena på jorden. Närmare bestämt vattnets cirkulation mellan hav, atmosfär och landområden. Innefattar också vattnets fysikaliska och kemiska egenskaper och dess samspel med allt levande – växter, djur och människor.
<b>Härdkomponenter</b>	Komponenter, exempelvis styrstavar, som har suttit i närheten av bränslet (härden) i en kärnkraftreaktor, och som blivit radioaktiva.
<b>Högaktivt avfall</b>	Avfall som på grund av sin höga radioaktivitet och utveckling av värme kräver såväl kylning som skärmning mot omgivningen. Till exempel använt kärnbränsle.
<b>Individdos</b>	Samlingsterm för effektiv dos eller intecknad effektiv dos. Enheten är sievert (Sv).
<b>Inert</b>	Ämne som inte reagerar kemiskt med sin omgivning.
<b>Infiltration</b>	Nedträngning av vatten i marken.
<b>Injektering</b>	Utfyllnad av hålrum med ett flytande ämne, som sedan stelnar. Vid berginjektering används oftast betong, som pressas in i sprickorna för att täta dessa och därmed förhindra eller minska inläckage av vatten.
<b>Isolinje</b>	En sammanhängande linje på en karta längs vilken samma nivå råder, till exempel föroreningshalt och buller.
<b>Joniserande strålning</b>	Strålning som utsänds när radioaktiva atomkärnor omvandlas. Den kan vara av olika typ: alfa-, beta-, gamma- eller neutronstrålning. Dessa skiljer sig åt bland annat genom sin genomtränglighetsförmåga och skadeverkan. Se även radioaktivitet.
<b>Jordborrhål</b>	Går genom jordtäckets och ett kort stycke ner i ytberget. Jordborrning används dels för miljökontroll vid borrhåtsplatser, dels för undersökningar av till exempel hydrologiska och hydrogeokemiska förhållanden.

<b>Kollektivdos</b>	Beräknas för att ge en bild av hur mycket strålning en verksamhet ger upphov till och är produkten av individernas genomsnittliga stråldos och antalet individer i gruppen som bestrålas av en viss strålkälla eller verksamhet. Enheten är mansievert (manSv).
<b>Kontrollerat område</b>	Begrepp inom strålskydd. Ett område inom vilket det inte är försumbart att en person kan erhålla stråldoser, eller från vilket radioaktiv kontamination av betydelse ur strålskyddssynpunkt kan spridas till omgivningen.
<b>Konvention</b>	Gångse benämning på en internationell överenskommelse slutet mellan två eller flera stater och underkastad internationell rätt.
<b>Kortlivat avfall</b>	Radioaktivt avfall där radioaktiviteten inom 500 år är nere på samma nivå som den som förekommer naturligt. Till exempel skyddskläder, verktyg, filter och annat som kan ha förorenats med radioaktiva ämnen.
<b>Kritisk grupp</b>	En representativ, verklig eller hypotetisk, grupp av personer ur befolkningen som kan förväntas få de högsta stråldoserna från en strålkälla.
<b>Kärnborrhål</b>	Görs för att erhålla ett sammanhållet prov av berget i form av borrhålor. Borrhålet är oftast 76 millimeter i diameter. Utförs vanligtvis till ett djup mellan 500 meter och 1 000 meter.
<b>Kärnteknik anläggning</b>	Anläggning som hanterar kärnämnen eller kärnavfall. De befintliga kärntekniska anläggningarna i Sverige är kärnkraftverken i Ringhals, Oskarshamn (inklusive Clab) och Forsmark (inklusive SFR), Studsvik, Westinghouse Electric Sweden AB:s bränslefabrik, Ranstad Mineral och Ågestaverket.
<b>Lakvatten</b>	Nederbörd och smält snö som passerat genom bergupplaget.
<b>Luftstövåg</b>	En tryckändring i luften som uppstår och fortplantar sig i samband med bergsprängningar.
<b>Lågaktivt avfall</b>	Radioaktivt avfall som kan hanteras direkt utan kylning eller strålskärning. Till exempel skyddskläder, verktyg, filter och annat som kan ha förorenats med radioaktiva ämnen.
<b>Långlivat avfall</b>	Radioaktivt avfall där det kan ta storleksordningen 100 000 år innan radioaktiviteten är i nivå med naturligt förekommande uranmalm. Till exempel använt kärnbränsle och hårdkomponenter.
<b>Länshållningsvatten</b>	Inläckande grundvatten (bergdränagevatten) och spolvatten som bortleds för att hålla bergrummen torra.
<b>Medelaktivt avfall</b>	Radioaktivt avfall som kräver strålskärning, men inte kylning vid hantering. Till exempel jonbyttmassor.
<b>Meta-</b>	Prefix (förstavelse) som används framför bergartsnamn för att indikera att bergarten är omvandlad.
<b>Miljö kvalitetsnorm</b>	Anger högsta tillåtna halt för luftföroreningar eller andra miljöförhållanden. I nuvarande förordning av miljö kvalitetsnormer regleras högsta tillåtna halter av kväveoxid, svaveldioxid, bly och partiklar i utomhusluft.
<b>Millisievert</b>	Se sievert.
<b>Natura 2000</b>	Ett ekologiskt nätverk inom EU som arbetar för att säkra den biologiska mångfalden genom att upprätta särskilda skyddsområden.

<b>Naturresevat</b>	Område som avsatts på grund av sina naturvärden. Verksamheten inom naturresevatet är reglerad genom beslut från berörd länsstyrelse eller kommun.
<b>Nollalternativ</b>	En beskrivning av konsekvenserna av att inte vidta föreslagen åtgärd eller bygga föreslagen anläggning.
<b>Nyckelbiotop</b>	Ett kvalitetsbegrepp inom naturvård. Ett mindre mark- eller vattenområde som utgör livsmiljö för känsliga eller sällsynta djur- och växtarter. Där finns också eller kan förväntas finnas rödlistade arter. Se även biotop.
<b>OKG</b>	Företag som driver de tre kärnkraftreaktorerna på Simpevarpshalvön.
<b>Percentil</b>	Statistiskt värde. Med exempelvis 98-percentil avses halt som endast överskrider två procent av tiden.
<b>Plastisk deformation</b>	Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, det vill säga betar sig som en trögflytande massa.
<b>PM10</b>	(Particulate Matter 10). En benämning på luftföroreningar i form av inandningsbara partiklar upp till 10 µm (0,01 mm) i storlek och som kan påverka luftvägar och hjärta/kärl.
<b>Primärproduktion</b>	Den mängd energi som växter använder för att växa. Den energi som inte används till tillväxt, går åt till cellandningen.
<b>Prioriterat område</b>	Område som i en stegvis process prioriterats för komplett platsundersökning.
<b>Påslag</b>	Plats där drivning av tunnel börjar.
<b>Påverkansområde</b>	Påverkansområdet definieras som det område där störningar av olika slag (grundvattensänkning, buller, vibrationer, ljussken, utsläpp till luft och vatten) kan ge betydande påverkan på omgivningen. Området kan vara olika stort för olika typer av störningar. För grundvattensänkning definieras området där grundvattenförändringen är mer än 0,3 meter (sakägare vattenverksamhet) respektive 0,1 meter (naturmiljö) i förhållande till omgivande opåverkade grundvattennivå.
<b>Radioaktivitet</b>	Naturlig omvandling av icke stabila (energirika) atomkärnor, varvid joniserande strålning utsänds. Se även joniserande strålning.
<b>Ramp</b>	Lutande tunnel som bland annat utgör transportväg för kapslar till undermarksdelen.
<b>Recipient</b>	Mottagare. Hav, sjö eller vattendrag där spillvatten släpps ut.
<b>Rikkärr</b>	Öppna eller skogskädda kärr med ständig tillförsel av mineralrikt vatten. Vegetationen domineras av olika stråväxter och örter.
<b>Riksintresse</b>	Område som inrymmer sådana speciella värden eller har så speciella förutsättningar att de bedöms vara av betydelse för riket i sin helhet. Enligt miljöbalken ska områden av riksintresse så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt försvårar nyttjandet enligt intresset.
<b>Riktvärde</b>	Ett värde som ska underskridas. Om det överskrider, medför det skyldighet för verksamhetsutövaren att vidta åtgärder. Se även gränsvärde.
<b>Rödlistad</b>	En förteckning över växt- och djurarter utsatta för olika grader och typer av hot.

<b>SFR</b>	Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall. SKB:s anläggning i Forsmark.
<b>Sievert</b>	Enhet för effektiv och ekvivalent stråldos. Doser anges normalt i tusendels sievert, millisievert (mSv).
<b>Signalarter</b>	En typ av indikatorart som Skogsstyrelsen använder, i samband med nyckelbiotopsinventering, för att hitta skogar med höga naturvärden.
<b>Skip</b>	Hiss för transport av bergmassor, buffert och återfyllning.
<b>Slutförvarsanläggning Slutförvar</b>	Den anläggning som krävs för att uppföra slutförvaret och genomföra de verksamheter som behövs för att deponera det inkapslade använda kärnbränslet. Anläggningen består av en del på markytan och en del under mark. Själva slutförvaret blir den del under mark som finns kvar efter förslutningen.
<b>Slutförvarssystemet</b>	De anläggningar med mera som SKB planerar, för att kunna genomföra slutförvaring av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. Systemet består av en central anläggning för mellanlagring (Clab), en inkapslingsanläggning, ett transportsystem för transporter av kapslar med använt kärnbränsle och en slutförvarsanläggning.
<b>Sprickdomän</b>	En gruppering av sprickor inom vilka egenskaperna är snarlika.
<b>Spröd deformation</b>	Deformation vid vilken berggrunden reagerar genom uppsprickning.
<b>SR-Can</b>	Analys av slutförvarets långsiktiga säkerhet som togs fram år 2006. (Can efter engelskans canister – kapsel.)
<b>SR-Site</b>	Analys av slutförvarets långsiktiga säkerhet. Tas fram inför de nu aktuella ansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen. (Site efter engelskans site – plats.)
<b>Stomljud</b>	Uppkommer när byggnader sätts i vibration av yttre störkällor, till exempel av fordonspassager. När byggnader vibrerar sätts till exempel golv och väggar i svängning och ett lågfrekvent ljud uppkommer.
<b>Tekniska barriärer</b>	Barriärer i ett slutförvar som är tillverkade av människan.
<b>Tektonisk lins</b>	Område, inneslutet i en plastisk deformationszon, och som är opåverkat eller betydligt mindre påverkat än deformationszonen som helhet.
<b>Terminalfordon</b>	Fordon för transport av bränsletransportbehållare och avfallstransportbehållare.
<b>Topografi</b>	Beskrivning av ett områdes terrängformer, bebyggelse, kommunikationer med mera.

# 15 Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på [www.skb.se/publikationer](http://www.skb.se/publikationer).

Referenser till SKB:s opublicerade dokument finns samlade i slutet av referenslistan. Opublicerade dokument lämnas ut vid förfrågan till [dokument@skb.se](mailto:dokument@skb.se).

## Kapitel 2

- 2-1 **Kärnavfallskonvention, 1997.** Konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (SÖ 1999:60). Stockholm: Utrikesdepartementet.
- 2-2 **Londonkonventionen, 1972 och 1996.** 1972 års konvention om förhindrandet av havsföroreningar till följd av dumpning av avfall och annat material (SÖ 1974:8) jämte 1996 års protokoll till konventionen (SÖ 2000:48). Stockholm: Utrikesdepartementet.
- 2-3 **Icke-spridningsavtalet, 1968.** 1968 års fördrag om förhindrande av spridning av kärnvapen (SÖ 1970:12). Stockholm: Utrikesdepartementet.
- 2-4 **Miljödepartementet, 2008.** Sweden's third national report under the Joint convention of the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management (Ds 2008:73). Stockholm: Miljödepartementet.

## Kapitel 3

- 3-1 **SKB, 2010.** Fud-program 2010. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-2 **SKB, 2007.** Långsiktig säkerhet för slutförvar för använt kärnbränsle vid Forsmark och Laxemar – en första värdering. Förenklad svensk sammanfattning av säkerhetsanalysen SR-Can. SKB R-07-24, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-3 **SKB, 2008.** Plan 2008. Kostnader från och med år 2010 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Underlag för avgifter och säkerheter åren 2010 och 2011. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-4 **Vattenfall, 2007.** Strålning – översättning till svenska av RADIATION. EPD. Referens till Vattenfall AB Elproduktion Nordens certifierade Environmental Production Declaration S-P-00021 och S-P-00026, Vattenfall AB.
- 3-5 **SSMFS 2008:51.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid joniserande strålning. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- 3-6 **SSMFS 2008:23.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- 3-7 **SKB, 2010.** Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle. SKB R-10-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-8 **SKB, 2006.** Kapsel för använt kärnbränsle. Svetsning vid tillverkning och förslutning. SKB R-06-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-9 **SKB, 2004.** Fud-program 2004. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning. Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 3-10 **Grundfelt B, 2010.** Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Jämförelse mellan KBS-3-metoden och konceptet djupa borrhål. SKB R-10-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-11 **SKB 1992.** Projekt AlternativStudier för Slutförvar (PASS). Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-12 **Nirex 2004.** A review of the deep borehole disposal concept for radioactive waste. Nirex report N/108, U.K. Nirex Ltd.
- 3-13 **Grundfelt B, 2010.** Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. SKB R-10-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-14 **SKB, 1992.** FUD-Program 92. Kärnavfallens behandling och slutförvaring. Program för forskning, utveckling, demonstration och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-15 **Johansson R, 2006.** Lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. En översikt av trettio års arbete. SKB R-06-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3-16 **SKB, 2010.** Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB R-10-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 4

- 4-1 **SKB, 2010.** Samrådsredogörelse. Samråd enligt miljöbalkens 6:e kapitel 4 § avseende mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB P-10-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4-3 **SKB, 2010.** Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle. SKB R-10-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4-4 **SKB, 2010.** Utvecklingen av KBS-3-metoden. Genomgång av forskningsprogram, säkerhetsanalyser, myndighetsgranskningar samt SKB:s internationella forskningssamarbete. SKB R-10-40, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4-5 **Grundfelt B, 2010.** Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. SKB R-10-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4-6 **Grundfelt B, 2010.** Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Jämförelse mellan KBS-3-metoden och konceptet djupa borrhål. SKB R-10-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4-7 **SKB, 2010.** Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB R-10-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 5

- 5-1 **Werner K, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Clab/inkapslingsanläggning (Clink) – bortledande av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm. SKB R-10-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-2 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del I). Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-3 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, Ridderstolpe P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del II). Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle: Vattenverksamheter ovan mark. SKB R-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-4 **SKB, 2008.** Horizontal deposition of canisters for spent nuclear fuel. Summary of the KBS-3H Project 2004–2007. SKB TR-08-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-5 **SKB, 2010.** Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB R-10-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 5-6 **SKB, 2010.** Comparative analysis of safety related site characteristics. SKB TR-10-54, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-7 **SKB, 2006.** Prioritering av utformningsalternativ för eventuellt slutförvar i Forsmark. SKB R-06-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-8 **Hansson B, Magnusson J, Söderlund P, 2009.** Underground design Forsmark, Layout D2. Layout and construction plan. SKB R-08-113, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-10 **Prav, 1977.** Centralt mellanlager för använt kärnbränsle. En förstudie, Revision 1 (september 1977). Programrådet för radioaktivt avfall.
- 5-11 **Pettersson M, Grundfelt B, 2006.** Förlängd lagring i Clab. SKB R-06-62, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5-12 **Kärnavfallskonvention, 1997.** Konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (SÖ 1999:60). Stockholm: Utrikesdepartementet.

## Kapitel 6

- 6-1 **Hedlund A, Kjellander C, 2007.** MKB: introduktion till miljökonsekvensbeskrivning. Lund: Studentlitteratur.
- 6-2 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 6-3 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Oskarshamn. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 7

- 7-1 **SCB, 2009.** Utdrag ur SCB:s databaserade befolkningsstatistik. Statistiska centralbyrån 2009-04-16 (handläggare Stefan Palmelius; uppgifterna avser 2007-12-31).
- 7-2 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-3 **Zetterling T, Hallberg J, 2008.** Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-64, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-4 **SKB, 2008.** Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-5 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del I). Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-6 **Allmér J, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Forsmark. SKB P-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-7 **Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark. Ekologisk fältinventering, naturvärdesklassificering samt beskrivning av skogsproduktionsmark. SKB R-10-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-8 **Nordén S, Söderbäck B, Andersson E, 2008.** The limnic ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp. Site descriptive modelling, SDM-Site. SKB R-08-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 7-9 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Forsmark, Östhammars kommun i Uppsala län. SKB P-08-63, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-10 **Ottosson P, 2007.** Nulägesanalys samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av ett slutförvar i Forsmark. SKB P-07-150, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-11 **Zetterling T, 2005.** Platsundersökning i Forsmark. Mätning av ljudnivåer kring Forsmark under perioden 25 februari till 6 oktober 2004. SKB P-04-303, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-12 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Forsmark (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-66, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-13 **SSI, 2005.** Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2002–2004 SSI rapport 2005:19, Statens strålskyddsinstitut.
- 7-14 **HELCOM MORS Project Group.** Concentrations of the artificial radionuclide caesium-137 in Baltic Sea fish and surface waters. HELCOM Indicator fact Sheets 2009. [Online] 2010-08-24. Tillgänglig: [http://www.helcom.fi/BSAP\\_assessment/ifs/ifs2009/en\\_GB/Cs137fish/](http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2009/en_GB/Cs137fish/)
- 7-15 **Oskarshamns kommun, 2009.** Utdrag ur databaserat befolkningsregister Oskarshamns kommun 2009-02-20 (handläggare Anders Selberg).
- 7-16 **Blomqvist P, Appelqvist S, 2005.** Idéstudie för väg 743, Figeholm – Lilla Laxemar. SKB R-05-48, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-17 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Oskarshamn. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-18 **Zetterling T, Hallberg J, 2009.** Anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-65, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-20 **SKB, 2009.** Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase. SDM-Site Laxemar. SKB TR-09-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-21 **Werner K, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Clab/inkapslingsanläggning (Clink) – bortledning av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm. SKB R-10-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-22 **Werner K, Öhman J, Holgersson B, Rönnback K, Marelius F, 2008.** Meteorological, hydrological and hydrogeological monitoring data and near-surface hydrogeological properties data from Laxemar-Simpevarp. Site descriptive modelling, SDM-Site Laxemar. SKB R-08-73, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-23 **Nilsson M, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn – Laxemar. SKB P-10-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-24 **Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamheter i Laxemar-Simpevarp. Ekologisk fältinventering, naturvärdesklassificering samt beskrivning av produktionsmark. SKB R-10-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-25 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-26 **Dahlström K, 2007.** Nulägesbeskrivning samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av slutförvar och inkapslingsanläggning i Oskarshamn. SKB P-07-151, Svensk Kärnbränslehantering AB.



- 7-27 **Zetterling T, 2005.** Platsundersökning i Oskarshamn. Mätning av ljudnivåer i Simpevarp och Laxemar under perioden 10 mars 2004 till 10 februari 2005. SKB P-05-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7-28 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 8

- 8-1 **Stråe D, 2009.** Dagvattenhantering för Clab och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB P-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-2 **Vattendom, 1998.** Tillstånd för uttag av grundvatten för länshållning av berggrum samt av havsvatten för kylningsändamål vid Clab i Simpevarp, Oskarshamns kommun, Kalmar län. Dom 1998-09-08.
- 8-4 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Oskarshamn. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-5 **SKB, 1997.** Icke-kärntekniska miljökonsekvenser. SKB Clab Etapp 2 Projektrapport PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-6 **Werner K, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Clab/inkapslingsanläggning (Clink) – bortledning av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm. SKB R-10-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-7 **Aggeryd I, Hallberg B, 1998.** Clab etapp 2 – Bergarbeten. Sammanfattande kontrollprogram för miljö, vibrationer och deformationer. SKB Clab Etapp 2 Projektrapport PR 98-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-8 **Rhén I, Ejdeling G, Magnusson J, 1998.** Grundvattenmodellering. SKB Clab Etapp 2 Projektrapport PR 98-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-9 **Lundin J, 2005.** CLAB. Berganläggningar och förvaringsbassänger. Sammanställning av mätresultat 1985–2004. SKB Projekt PM TP-05-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-10 **SSMFS 2008:1.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- 8-11 **SKB, 2010.** Teknisk beskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB R-10-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-13 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-14 **Barkefors C, Hallberg B, Graham P, 2004.** Miljökonsekvensbeskrivning för Oskarshamnsverket. Studsvik RW-04/01, Studsvik RadWaste AB.
- 8-15 **Zetterling T, Hallberg J, 2009.** Anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-65, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 8-16 **Naturvårdsverket, 2007.** Frisk luft: underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. Rapport 5765, Naturvårdsverket.
- 8-17 **SSI, 2005.** Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2002–2004. SSI rapport 2005:19, Statens strålskyddsinstitut.
- 8-18 **Magnusson M, Pettersson L, Øritsland, A, 2009.** Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning. SKB P-09-78, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 9

- 9-1 **SKB, 2008.** Plan 2008. Kostnader från och med år 2010 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Underlag för avgifter och säkerheter åren 2010 och 2011. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-2 **Lindstrand O, Norén A, 2006.** Icke-radiologisk miljöpåverkan från inkapslingsanläggningen vid Clab i Oskarshamn. Underlag till miljökonsekvensbeskrivning. SKB P-06-103, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-3 **SKB, 2010.** Teknisk beskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB R-10-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-5 **Hallberg B, Eriksson T, 2008.** Preliminär avvecklingsplan för Clink. SKB P-08-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-6 **SKB, 1997.** Icke-kärntekniska miljökonsekvenser. SKB Clab Etapp 2 Projektrapport PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-7 **Werner K, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Clab/inkapslingsanläggning (Clink) – bortledning av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm. SKB R-10-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-8 **Zetterling T, Hallberg J, 2009.** Anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-65, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-9 **Stille H, Fredriksson A, Johansson S-E, Niklasson B, 1997.** Bergmekanisk utredning av sprängningsinducerande dynamiska belastningar på befintligt berggrum. SKB Clab Etapp 2 Projektrapport PR 97-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-10 **Lind C, 2010.** Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter. Inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Laxemar. SKB P-10-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-12 **Hallberg B, Torudd J, Aquilonius K, Skoog S, Huutoniemi T, 2010.** Radiologisk påverkan på växter och djur från Clink under drift. SKB R-10-53, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-13 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-14 **Stråe D, 2009.** Dagvattenhantering för Clab och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB P-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-15 **Barkefors C, Hallberg B, Graham P, 2004.** Miljökonsekvensbeskrivning för Oskarshamnsverket. Studsvik RW-04/01, Studsvik RadWaste AB.
- 9-16 **Wahlman, H, Ramstedt H, Lundkvist E, 2006.** Bedömning av en inkapslingsanläggningens konsekvenser för naturmiljön. Oskarshamn och Forsmark. SKB P-06-109, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-17 **Nilsson M, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn – Laxemar. SKB P-10-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-18 **Allmér J, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Forsmark. SKB P-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-19 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-20 **Lundqvist L, 2005.** Inkapslingsanläggning på Simpevarpshalvön – Arkeologisk utredning etapp 1. SKB P-05-258, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 9-21 **SIS, 1992.** Vibration och stöt. Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Svensk standard SS 460 48 61, Swedish Standards Institute.
- 9-22 **Länsstyrelsen Kalmar län, 2003.** Regionala miljömål för Kalmar län. Kalmar: Länsstyrelsen Kalmar län. (Meddelande 2003:18)
- 9-23 **Magnusson M, Pettersson L, Øritsland A, 2009.** Miljörisikanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning. SKB P-09-78, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-24 **Brydsten L, Engqvist A, Näslund J-O, Lindborg T, 2009.** Förväntade extremvattennivåer för havsytan vid Forsmark och Laxemar-Simpevarp fram till år 2100. SKB R-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-25 **Nyström A, 2005.** Inkapslingsanläggning vid Forsmark. SKB R-05-58, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-26 **Hallberg B, Gatter P, 2006.** Preliminär avvecklingsplan för inkapslingsanläggningen. SKB P-06-107, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-27 **Gatter P, Wikström N, Hallberg B, 2005.** Preliminär avvecklingsplan för Clab. SKB R-05-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-28 **Lindstrand O, Norén A, 2006.** Icke-radiologisk miljöpåverkan från inkapslingsanläggning i Forsmark. Underlag till miljökonsekvensbeskrivning. SKB P-06-104, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-29 **Green M, 2008.** Site investigations Forsmark. Bird monitoring in Forsmark 2008. SKB P-08-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-30 **Zetterling T, Hallberg J, 2008.** Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-64, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 9-31 **Östhammars kommun, 2003.** Översiktsplan för Östhammars kommun. Del I. Kommunövergripande förutsättningar och mål. Östhammar: Östhammars kommun.
- 9-32 **Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund, 2008.** Uppdatering av NO<sub>2</sub>-kartläggning i Stockholms och Uppsala län, Jämförelser med miljö kvalitetsnormer. [Online]. Tillgänglig: <http://slb.nu/lvf//Miljokvalitetsnormer/no2karta/2006/osthammar.pdf>. [2009-06-08].

## Kapitel 10

- 10-1 **SKB, 2009.** Site engineering report Forsmark. Guidelines for underground design Step D2. SKB R-08-83, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-2 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-3 **SKB, 2010.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle. Anläggningsbeskrivning layout D – Forsmark. SKB R-09-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-4 **Ridderstolpe P, Stråe D, 2010.** Vattenhantering vid ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – läge Söderviken. SKB P-10-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-5 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del I). Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-6 **Hjorth C, Tensskog M, 2006.** Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden. Borlänge: Vägverket. (Publikation 2006:127)
- 10-8 **SKB, 2010.** Teknisk beskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB R-10-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 10-9 **Fors P, Lange F, 2007.** Slutförvar för använt kärnbränsle. Förstudie. Mottagningsanläggning för bentonit och lera i Hargshamn. SKB R-07-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-10 **Axelsson C-L, Follin S, 2000.** Grundvattensänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djupförvar. SKB R-00-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-11 **SKB, 2009.** Underground design Forsmark. Layout D2. SKB R-08-116, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-12 **Zetterling T, Hallberg J, 2008.** Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-64, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-13 **Lind C, Johansson S-E, 2010.** Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter. Slutförvar för använt kärnbränsle. SKB P-10-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-14 **Jelinek C, 2008.** Beräkning av radonhalter och radonavgång från ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB P-08-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-16 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Forsmark (inklusive Clab och inkapslingsanläggningen). SKB P-08-66, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-17 **LVF, 2008.** Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun: utsläppsdata för år 2006. LFV 2008:5, Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund.
- 10-18 **Allmér J, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Forsmark. SKB P-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-19 **Hallberg B, Tiberg L, 2010.** Preliminär plan för avveckling – slutförvar för använt kärnbränsle. SKB P-10-30, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-21 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, Ridderstolpe P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del II). Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle: Vattenverksamheter ovan mark. SKB R-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-22 **Sohlenius G, Hedenström A, 2009.** Platsundersökning Forsmark. Stratigrafiska undersökningar i våtmarksobjekt. SKB P-09-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-23 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 2010.** Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark – beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion. SKB R-10-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-24 **Ottosson P, 2007.** Nulägesanalys samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av ett slutförvar i Forsmark. SKB P-07-150, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-25 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Forsmark, Östhammars kommun i Uppsala län. SKB P-08-63, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-26 **Nyström K, 2005.** Landskapsbildsanalys Forsmark. SKB P-05-257, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-27 **SIS, 1999.** Vibration och stöt. Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning. Svensk standard SS 02 52 11, Swedish Standards Institute.
- 10-28 **SIS, 1992.** Vibration och stöt. Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Svensk standard SS 460 48 61, Swedish Standards Institute.
- 10-29 **Magnusson M, Pettersson L, Öritsland A, 2009.** Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning. SKB P-09-78, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-30 **Brydsten L, Engqvist A, Näslund J-O, Lindborg T, 2009.** Förväntade extremvattennivåer för havsytan vid Forsmark och Laxemar-Simpevarp fram till år 2100. SKB R-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 10-32 **SKB, 2006.** Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar – a first evaluation. Main report of the SR-Can project. SKB TR-06-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-33 **SKB, 2011.** Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-34 **Jones C, Svensson H, Wiborgh M, Yesilova H, 2010.** Kemisk toxicitet hos ämnen som deponeras i slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB P-10-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-35 **SKB, 2010.** Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB R-10-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-37 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Oskarshamn. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-38 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp: slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle – bortledande av grundvatten samt vattenverksamheter ovan mark. SKB R-10-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-39 **Zetterling T, Hallberg J, 2009.** Anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-65, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-40 **Lind C, 2010.** Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter. Inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Laxemar. SKB P-10-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-41 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, Forsberg B, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-44 **Nilsson M, 2010.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn – Laxemar. SKB P-10-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-45 **Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Ekologisk fältinventering, naturvärdesklassificering samt beskrivning av produktionsmark. SKB R-10-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-46 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 2010.** Bortledande av grundvatten från en slutförvarsanläggning i Laxemar – beskrivning av konsekvenser för naturvärden och produktionsmark. SKB R-10-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-47 **Dahlström K, 2007.** Nulägesbeskrivning samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av slutförvar och inkapslingsanläggning i Oskarshamn. SKB P-07-151, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-48 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 10-49 **SKB, 2010.** Comparative analysis of safety related characteristics. SKB TR-10-54, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 11

- 11-1 **SKB, 1997.** Clab etapp 2 – Icke-kärntekniska miljökonsekvenser. SKB CLAB Etapp 2 Projektrapport PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 11-2 **Pettersson M, Grundfelt B, 2006.** Förlängd lagring i Clab. SKB R-06-62, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- 11-3 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 2010.** Bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark – beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion. SKB R-10-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 11-4 **Brydsten L, Engqvist A, Näslund J-O, Lindborg T, 2009.** Förväntade extremvattennivåer för havsytan vid Forsmark och Laxemar-Simpevarp fram till år 2100. SKB R-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Kapitel 12

- 12-1 **Malmlund A, 2010.** Avstämning mot miljömål. SKB P-10-31, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-2 **Johansson R, 2008.** Psykosociala effekter av ett slutförvar för använt kärnbränsle. En sammanfattning av studier och forskning. SKB P-08-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-3 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 2010.** Bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark – beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion. SKB R-10-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-4 **FKA, 2005.** Miljökonsekvensbeskrivning av Forsmarks Kraftgrupp AB:s verksamhet. FKA rapport 2005-290.
- 12-5 **SKB, 2008.** Plan 2008. Kostnader från och med år 2010 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Underlag för avgifter och säkerheter åren 2010 och 2011. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-6 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del I). Bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-7 **Kindlund G, Kyed Larsen J, Grusell E, 2009.** Miljökonsekvensbeskrivning. Vindbruk i anslutning till biotestsjön, Forsmark. 2009-07-09, uppdragsnummer 2434900-10000. (Slutlig miljökonsekvensbeskrivning som ingår i Vattenfall Vindkraft Sverige AB:s ansökan om tillstånd till uppförande och drift av en gruppstation för vindkraft vid biotestsjön, Forsmark). Vattenfall Power Consultant AB.
- 12-8 **Svenska Kraftnät, 2006.** Utbyggnad av Fenno-Skan. Sjö- och markkabel Dannebo – svenska territorialgränsen: miljökonsekvensbeskrivning, december 2006. Svenska Kraftnät.
- 12-9 **SKB, 2005.** Platsundersökning Forsmark. Program för fortsatta undersökningar av geosfär och biosfär. SKB R-04-75, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-10 **Green M, 2008.** Site investigations Forsmark. Bird monitoring in Forsmark. SKB P-08-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-11 **SKB, 2009.** Underground design Forsmark. Layout D2. SKB R-08-116, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-12 **SKB, 2007.** Fud-program 2007. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-13 **Ridderstolpe P, Stråe D, 2010.** Vattenhantering vid ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – läge Söderviken. SKB P-10-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-14 **Stråe D, 2009.** Dagvattenhantering för Clab och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB P-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 12-16 **Malmlund A, 2010.** Metodik för miljökonsekvensbedömning. SKB P-10-32, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## Opublicerade dokument

Ref nr	SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
4-2	1208614 ver 1.0	Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna - slutförvarssystemet	SKB, 2010
5-9	1208614 ver 1.0	Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna - slutförvarssystemet	SKB, 2010
7-19	1091265 ver 1.0	Den geografiska avgränsningen av skyddsvärda kustområden vid Simpevarp	Mannheimer Swartling Advokatbyrå, 2005
8-3	1171993 ver 3.0	Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring i Forsmark	SKB, 2010
8-12	1229823 ver 1.0	Clab – Reduktion av radioaktiva utsläpp från Clab	SKB, 2010
9-4	1171993 ver 3.0	Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring i Forsmark	SKB, 2010
9-11	1229823 ver 1.0	Clab – Reduktion av radioaktiva utsläpp från Clab	SKB, 2010
10-7	1203765 ver 1.0	Material- och persontransporter till och från slutförvaringsanläggningen	SKB, 2009
10-15	1091132 ver 3.0	Säkerhet Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle – Allmän del (SR-drift) kapitel 7 – Strålskydd och strålskärmning	SKB, 2010
10-20	1224909 ver 1.0	Slutförvar för använt kärnbränsle, Forsmark – Sammanställning av resursförbrukning	SKB, 2010
10-31	1091141 ver 3.0	Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys	SKB, 2010
10-36	1195211 ver 1.0	Slutförvarsanläggning, projekteringssteg layout D2. Sammanställning av materialflöden	SKB, 2009
10-42	1261197 ver 1.0	Hantering av länshållnings- och lakvatten i Laxemar – visualisering och precisering av förslag	SKB, 2010
10-43	1252042 ver 1.0	Slutförvar för använt kärnbränsle, Laxemar. Sammanställning av resursförbrukning	SKB, 2010
12-2	1091141 ver 3.0	Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys	SKB, 2010
12-15	1229823 ver 1.0	Clab – Reduktion av radioaktiva utsläpp från Clab	SKB, 2010



Svensk Kärnbränslehantering AB ansöker om att få mellanlagra och inkapsla använt kärnbränsle på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun samt att få slutförvara detta i Forsmark i Östhammars kommun.

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är bilaga till ansökningarna enligt kärntekniklagen och miljöbalken.



**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Box 250, 101 24 Stockholm | Telefon 08-459 84 00 | [www.skb.se](http://www.skb.se)