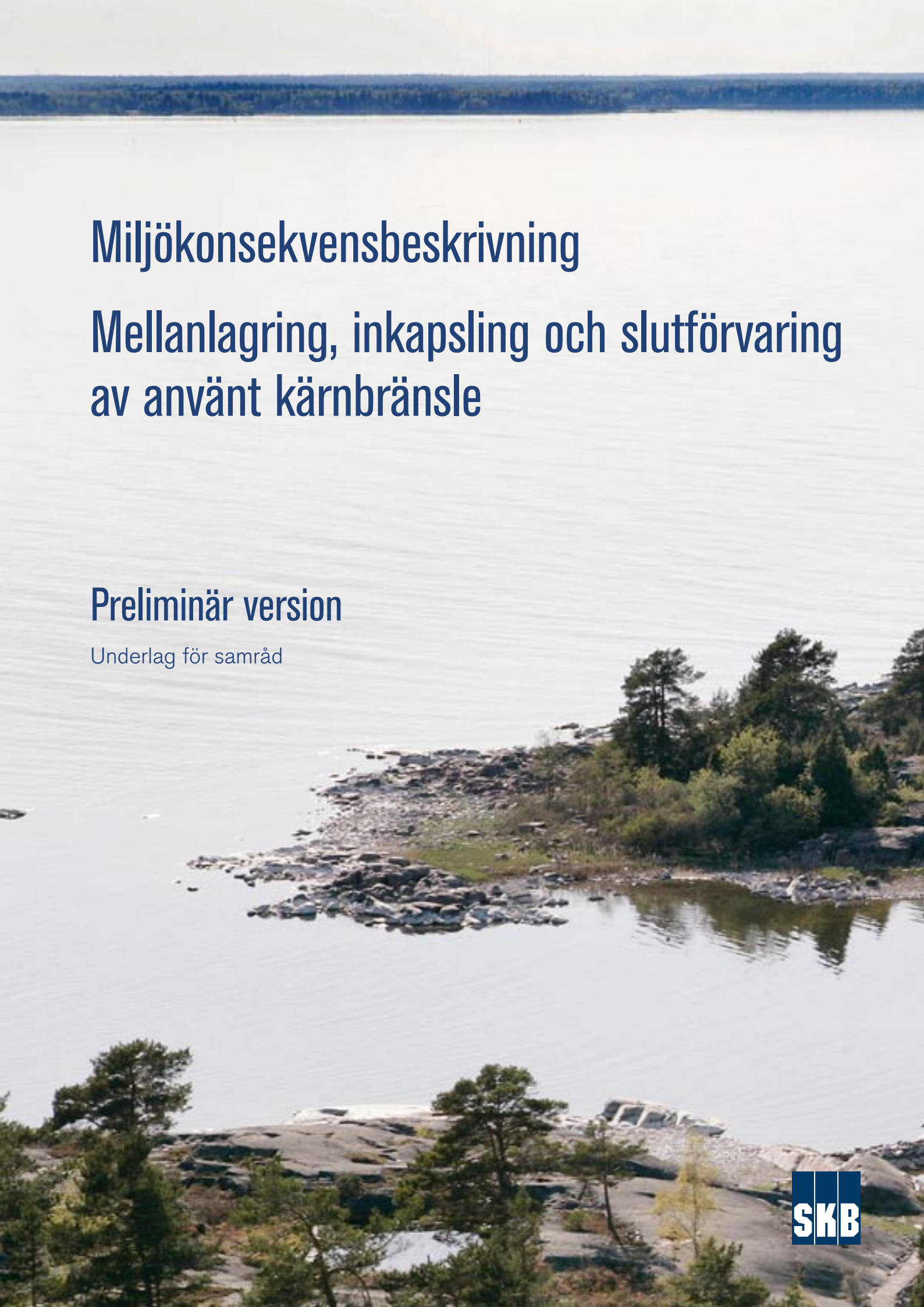
Miljökonsekvensbeskrivning

Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

Preliminär version

Underlag för samråd



Miljökonsekvensbeskrivning

Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2009

Preliminär version

Underlag för samråd

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 Andersson, Mikael Gontier, Yvonne Andersson, Pia Ottosson, 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 externa konsulter för att utreda påverkan och bedöma konsekvenser. 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 miljöriskanalys har upprättats av Vattenfall Power Consultant.

Läsanvisning

Det är obligatoriskt att genomföra och lämna in en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) 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.

Detta är en preliminär version av miljökonsekvensbeskrivningen. Den är framtagen för samråd enligt miljöbalken i syfte att ge en uppfattning om de samlade miljökonsekvenserna och att ge möjlighet till att lämna synpunkter på disposition, avgränsningar, innehåll och slutsatser. Efter samrådet kompletterar och bearbetar SKB miljökonsekvensbeskrivningen med hänsyn till slutresultaten från några ännu pågående utredningar, de synpunkter som erhållits under samrådet och redaktionella förbättringar. Det resulterar i slutversioner av miljökonsekvensbeskrivningen och samrådsredogörelsen som kommer att ingå i tillståndsansökningarna. Efter att samrådet avslutats och tillståndsansökningarna lämnats in finns möjlighet att framföra synpunkter på miljökonsekvensbeskrivningen direkt till miljödomstolen och Strålsäkerhetsmyndigheten, inom ramen för deras prövningar enligt miljöbalken respektive kärntekniklagen av SKB:s ansökningar.

Den preliminära miljökonsekvensbeskrivningen som utgör underlag för samrådet består av nio huvuddelar med olika färgtema för att underlätta orientering i dokumentet:

- Icke-teknisk sammanfattning
- Inledande del, kapitel 1–6
- Platsförutsättningar, kapitel 7
- Clab, kapitel 8
- Clink (Clab och inkapslingsanläggning), kapitel 9
- Slutförvarsanläggning, kapitel 10
- Nollalternativ, kapitel 11
- Hela slutförvarssystemet, kapitel 12–14
- Ordlista och referenser, kapitel 15–16

I den inledande delen beskrivs bakgrund, syfte 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. Långsiktig säkerhet i slutförvaret 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 och uppföljning av hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle ges i kapitel 12–14. Här jämförs också den av SKB sökta verksamheten – inkapslingsanläggningen i Simpevarp i Oskarshamn och slutförvarsanläggningen i Forsmark – med övervägda systemalternativ samt med nollalternativet.

Innehåll

Icke-teknisk sammanfattning 11

1 Utgångspunkter 29

1.1 Tillståndsprövning 29
1.2 Långsiktig säkerhet 30
1.3 Miljökonsekvensbeskrivning 30

2 Ändamålet med slutförvaret 33

2.1 Krav och utgångspunkter 33
2.2 Strategier, system och metoder 34

3 Bakgrund 35

3.1 SKB:s uppdrag 35
3.2 Befintligt system för omhändertagande av kärnavfall 35
3.3 Använt kärnbränsle 36
3.4 Radioaktivitet och strålning 37
3.5 KBS-3-metoden 39
3.6 Andra metoder 41
3.6.1 Geologisk deponering 42
3.6.2 Separation och transmutation 44
3.6.3 Övervakad lagring 45
3.6.4 Övriga metoder 46
3.7 Lokaliseringsarbetet 46
3.7.1 Perioden 1973–1985 47
3.7.2 Perioden 1985–2000 48
3.7.3 Val av områden för platsundersökningar 51
3.7.4 År 2001 – Regeringen ger klartecken 52
3.7.5 Riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall 52
3.7.6 Lokalisering vid kusten eller i inlandet 52
3.8 Platsundersökningarna 53
3.8.1 Platsundersökningen i Forsmark 53
3.8.2 Platsundersökningen i Laxemar 56

4 Sökt verksamhet och alternativ 59

4.1 Sökt verksamhet 59
4.1.1 Sökt verksamhet – Clab 59
4.1.2 Sökt verksamhet – Clink 60
4.1.3 Sökt verksamhet – slutförvarsanläggningen 61
4.2 Alternativ lokalisering och utformning 64
4.2.1 Clab 65
4.2.2 Inkapslingsanläggningen 65
4.2.3 Slutförvarsanläggningen 65
4.3 Motiv till sökt lokalisering och utformning 65
4.3.1 Clab 65
4.3.2 Inkapslingsanläggning 67
4.3.3 Slutförvarsanläggning 68
4.4 Nollalternativ 74

5 Avgränsning 75

5.1 Avgränsning av verksamhet 75
5.1.1 Kärnkraftverken 76
5.1.2 Koppar, järn och bentonit samt kapseltillverkning 76
5.1.3 Anläggningar för drift- och rivningsavfall 76
5.2 Avgränsning av påverkan, effekter och konsekvenser 76
5.3 Geografisk avgränsning 77
5.3.1 Lokaliseringsområde 78
5.3.2 Påverkansområde 78
5.3.3 Transporter av använt kärnbränsle 78
5.3.4 Övriga transporter 78
5.4 Avgränsning i tid 79

6 Samråd 81

7 Platsförutsättningar 85

7.1 Forsmark 85
7.1.1 Planförhållande, befolkning och infrastruktur 85
7.1.2 Riksintressen och skyddade områden 91
7.1.3 Geologi 91
7.1.4 Hydrologi och meteorologi 100
7.1.5 Naturmiljö 102
7.1.6 Kulturmiljö och landskap 107
7.1.7 Rekreation och friluftsliv 110
7.1.8 Buller 110
7.1.9 Utsläpp till luft 113
7.1.10 Radiologiska förutsättningar 113
7.1.11 Naturresurser 113
7.2 Laxemar/Simpevarp 115
7.2.1 Planförhållande, befolkning och infrastruktur 115
7.2.2 Riksintressen och skyddade områden 121
7.2.3 Geologi 122
7.2.4 Hydrologi och meteorologi 130
7.2.5 Naturmiljö 131
7.2.6 Kulturmiljö och landskap 136
7.2.7 Rekreation och friluftsliv 139
7.2.8 Buller 139
7.2.9 Utsläpp till luft 141
7.2.10 Radiologiska förutsättningar 142
7.2.11 Naturresurser 142

8 Clab 147

8.1 Sökt verksamhet – Befintlig anläggning i Simpevarp 148
8.1.1 Anläggningsutformning 148
8.1.2 Verksamhetsbeskrivning 152
8.1.3 Påverkan 156
8.1.4 Effekter och konsekvenser 165
8.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor 168
8.2 Sammanfattande slutsatser 169

9 Clink 173

9.1 Sökt verksamhet – Simpevarp 173
9.1.1 Anläggningsutformning 173
9.1.2 Verksamhetsbeskrivning 176
9.1.3 Påverkan 180
9.1.4 Effekter och konsekvenser 193
9.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor 199
9.2 Övervägt alternativ – Forsmark 202
9.2.1 Anläggningsutformning 202
9.2.2 Verksamhetsbeskrivning 203
9.2.3 Påverkan 205
9.2.4 Effekter och konsekvenser 208
9.2.5 Risk- och säkerhetsfrågor 209
9.3 Sammanfattande slutsatser 210

10 Slutförvar för använt kärnbränsle 215

10.1 Sökt verksamhet – Forsmark 215
10.1.1 Anläggningsutformning 216
10.1.2 Verksamhetsbeskrivning 222
10.1.3 Påverkan 234
11.1.4 Effekter och konsekvenser 255
10.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift 274
10.1.6 Långsiktig säkerhet 277
10.1.7 Kemiskt toxiska risker från deponering av använt kärnbränsle 279
10.2 Övervägt alternativ – Laxemar 280
10.2.1 Anläggningsutformning 280
10.2.2 Verksamhetsbeskrivning 280
10.2.3 Påverkan 284
10.2.4 Effekter och konsekvenser 288
10.2.5 Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift 292
10.2.6 Långsiktig säkerhet 292
10.3 Sammanfattande slutsatser 293

11 Nollalternativet 297

11.1 Fortsatt lagring i Clab 297
11.1.1 Påverkan, effekter och konsekvenser 297
11.1.2 Risk- och säkerhetsfrågor 298
11.2 Platsens utveckling 299
11.2.1 Simpevarp 299
11.2.2 Forsmark 299

12 Hela systemet 303

12.1 Sammanlagda konsekvenser 303
12.1.1 Naturmiljö 307
12.1.2 Landskapsbild 307
12.1.3 Boendemiljö och hälsa 307
12.1.4 Risk- och säkerhetsfrågor 308
12.2 Kumulativa effekter 309
12.2.1 Kumulativa effekter i Forsmark 309
12.2.2 Kumulativa effekter i Oskarshamn 314

12.3 Gränsöverskridande miljöpåverkan 316
12.4 Förebyggande åtgärder och kompensationsåtgärder 316
12.4.1 Naturmiljö 317
12.4.2 Kulturmiljö 318
12.4.3 Landskapsbild 319
12.4.4 Boendemiljö och hälsa 319
12.4.5 Energiförbrukning 320
12.5 Jämförelse av alternativa systemlösningar 320
12.6 Avstämning mot miljömål 326

13 Osäkerheter 327

14 Uppföljning 329

14.1 Uppförande- och driftskede 329
14.1.1 Clab och inkapslingsanläggningen, Clink 329
14.1.2 Slutförvarsanläggningen 330
14.2 Avvecklingsskede 330
14.3 Efter förslutning 330

15 Ordlista 333

16 Referenser 339

Underbilagor

Inga underbilagor skickas ut med den preliminära MKB:n. Underbilagorna 3–5 om vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp respektive Forsmark skickas till de identifierade sakägarna på respektive plats, inför samråd om vattenverksamhet. Samtliga underbilagor kommer att presenteras i den slutliga versionen av MKB:n som följer med ansökningarna.

Underbilaga	Titel	Innehåll
1	Samrådsredogörelse	*Beskriver hur samråden har bedrivits och huvudsakliga frågeställningar som framkommit och hur SKB bemött dessa.*
2	Metoder och bedömningsgrunder	*Redovisar vilka analysmetoder och bedömningsgrunder (riktvärden, miljökvalitetsnormer etc) som använts för att ta fram underlagsutredningar och genomföra konsekvensbedömningar.*
3	**Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp** Clab/inkapslingsanläggning – Bortledande av grundvatten, uttag av kylvatten från havet samt anläggande av dagvattendamm	Beskriver grundvattensänkning och övriga vattenverksamheter vid Clink och konsekvenserna av dessa.
4	**Vattenverksamhet i Forsmark I** Bortledande av grundvatten från en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle	Beskriver grundvattensänkning kring slutförvarsanläggningen samt konsekvenserna av denna.
5	**Vattenverksamhet i Forsmark II** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle: Vattenverksamheter ovan mark	Beskriver övriga vattenverksamheter vid slutförvarsanläggningen (utfyllnad av vattenområde, bro över kylvattenkanalen med mera) och konsekvenser av dessa.
6	Avstämning mot miljömål	*Beskriver projektets påverkan på lokala, regionala och nationella miljömål.*

Icke-teknisk sammanfattning



Icke-teknisk sammanfattning

Här sammanfattas miljökonsekvensbeskrivningen (MKB:n) för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Denna utgåva av MKB:n är preliminär och ligger till grund för samråd våren 2010. Den slutliga miljökonsekvensbeskrivningen kommer att vara en del av Svensk Kärnbränslehanterings (SKB:s) ansökan om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

SKB ansöker om att få fortsätta driva det befintliga mellanlagret för använt kärnbränsle (Clab), samt uppföra och driva anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Miljökonsekvensbeskrivningen 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 bifogas MKB:n.

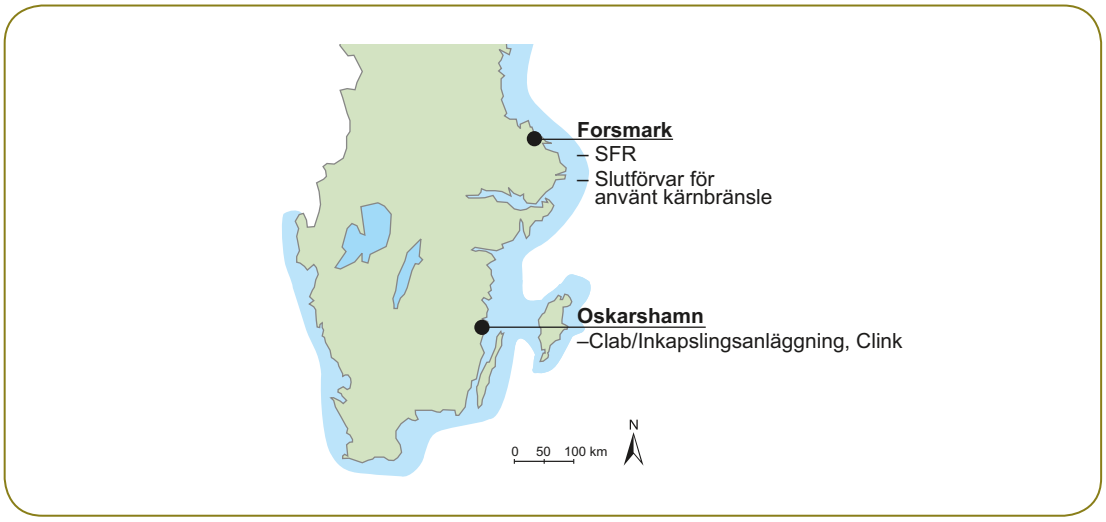
Bakgrund

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 därför bildat SKB. Under nära 30 års tid har SKB bedrivit forskning och utvecklat metoder 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. Använt kärnbränsle transporteras till Clab med SKB:s specialbyggda fartyg m/s Sigyn.

SKB förutsätter i sin planering 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 12 000 ton använt kärnbränsle (vilket motsvarar cirka 6 000 kapslar, se nedan).

SKB planerar att förlägga inkapslingsanläggningen intill Clab på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun. De båda anläggningarna ska därefter fungera som en integrerad anläggning, benämnd Clink (Clab och inkapslingsanläggning). Slutförvarsanläggningen kommer att placeras i Forsmark i Östhammars kommun, se figur S-1.



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

Driftsäkerhet och långsiktig säkerhet

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.

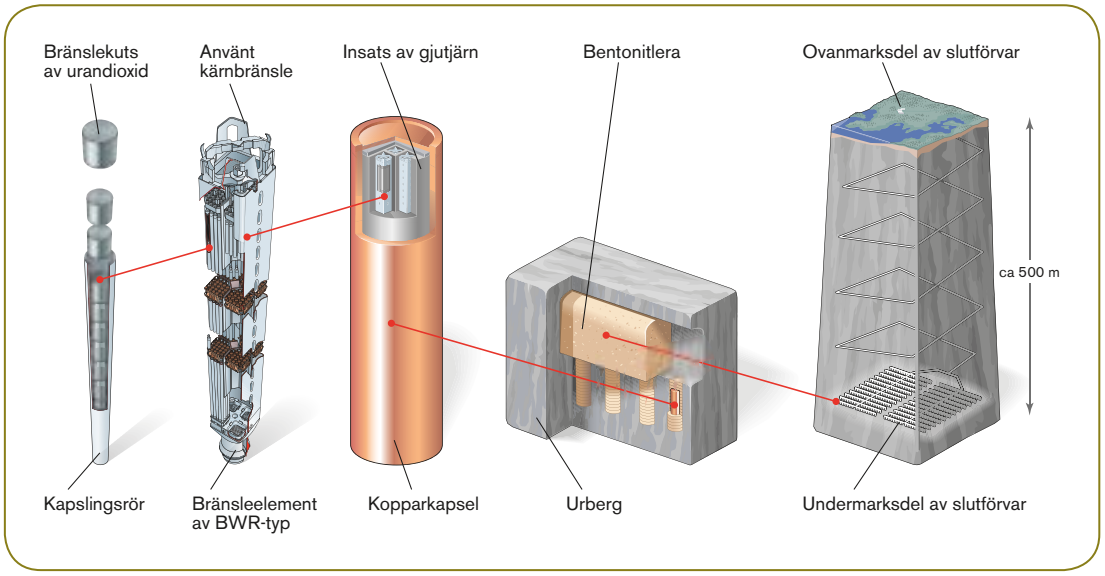
Slutförvarets långsiktiga säkerhet är en central fråga vid prövningen och redovisas i en separat bilaga till ansökan. SKB visar där att anläggningen uppfyller Strålsäkerhetsmyndighetens krav, vilket innebär att slutförvaret inte får ge upphov till några betydande miljö- eller hälsokonsekvenser i framtiden. Slutförvarets långsiktiga säkerhet behandlas översiktligt i miljökonsekvensbeskrivningen.

KBS-3-metoden

Metoden för att ta hand om det använda kärnbränslet kallas KBS-3, där KBS står för KärnBränsle-Säkerhet, se figur S-2. Metoden bygger på att det använda kärnbränslet innesluts i kopparkapslar och slutförvaras djupt ned i berggrunden. Kärnbränslet hålls då åtskilt från människa och miljö till dess radioaktiviteten avklingat.

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

- Ägarna till kärnkraftverken ansvarar för att kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt.
- Avfallet ska tas omhand 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.
- Kärnavfallsfrågan ska till alla väsentliga delar lösas av de generationer som haft nytta av kärnkraften.



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 400–700 meters djup i berggrunden.

Om planerna på slutförvaret ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring. Sedan 90-talets början har SKB därför valt att enbart arbeta i kommuner som dels har en potentiellt lämplig berggrund och dels inte motsätter sig arbetet.

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 metoder än den valda KBS-3-metoden. Ingen av de andra metoderna uppfyller samtliga ovan nämnda grundläggande krav och förutsättningar eller så är metoderna 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 och kontroll upprätthålls. Av den anledningen är metoden 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 beskrivs i det så kallade nollalternativet i MKB:n.

Beskrivning av området i Forsmark

Slutförvarsanläggningen är tänkt 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 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 slutförvaret är ett. Delar av det område som slutförvaret kan komma att påverka är också av riksintresse för naturvården och enligt miljöbalkens särskilda hushållningsbestämmelser för högexploaterade kuststräckor.

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 borrkärnor 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 lins, 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.



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

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 mycket 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 indelats i fyra klasser, enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik. I vissa gölar i området förekommer den rödlistade gölgrodan. En rad rödlistade fågelarter förekommer också.

En kulturmiljöanalys inklusive en arkeologisk utredning och en landskapsbildsanalys har genomförts. Kulturmiljön i området är påverkad 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 tättbefolkade 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 femhundradel 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 lokaliseringen av Clab och den tilltänkta inkapslingsanläggningen, se figur S-4.

På Simpevarpshalvön ligger Oskarshamns kärnkraftverk med tillhörande verksamheter i form av bland annat en markdeponi för mellanlagring av lågaktivt avfall och ett bergrum för låg- och medelaktivt avfall. På halvön ligger också Clab, SKB:s platsundersökningskontor, nedfartstunneln till SKB:s berglaboratorium på Äspö och Simpevarps hamn, som nyttjas 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.

Området Laxemar/Simpevarp ligger i en naturgeografisk region som präglas av ett sprickdalslandskap med små höjdskillnader, hällmarkstallskog, 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 hundradel 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.



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

Clab

Anläggning och verksamhet

I Clab förvaras för närvarande 5 000 ton använt kärnbränsle 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 en ny anläggningsdel som togs i drift i början av 2008, se figur S-5.

Lagringen i Clab sker i underjordiska bassänger, placerade i bergrum 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.

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

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. Frånluften 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 huvudskorstenen, där mätutrustning registrerar radioaktivitetsutsläpp kontinuerligt.



Figur S-5. Clab är beläget på Simpevarpshalvön.

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, jonbytarmassor med mera tas omhand och förs till markförvar eller slutförvar.

Utsläpp till vatten

Uppvärmt vatten som använts för att kyla anläggningen släpps ut i recipienten utanför 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 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 skogsridån.

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 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 slutförvarsanläggningen. Kapselns funktion i anläggningen är att innesluta och isolera det använda kärnbränslet.

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

Påverkan, effekter och konsekvenser

Driftsäkerhet och strålskydd

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



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 i bilden.

Den radioaktivitet som frigörs vid hanteringen i bassängerna i inkapslingsanläggningen samlas upp i filter och jonbytare i ett vattenreningssystem 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 radioaktivitetsutsläpp till luft och vatten beräknas ligga långt under gränsvärdet och kommer inte att ge upphov till några hälsokonsekvenser för närboende.

Radioaktivt avfall

Avfall från inkapslingsanläggningen kommer att hanteras som på Clab.

Markanspråk och dess konsekvenser

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 tillhörande transporter) bedöms inte vara av den omfattningen att de medför någon risk för hälsokonsekvenser eller överskridande av miljökvalitetsnormerna för luft.

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

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 kopparkapslarna 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 intensivast 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 rutinmässig drift, som båda kräver tillstånd från Strålsäkerhetsmyndigheten för att inledas. Den rutinmässiga driften av anläggningen beräknas pågå i ungefär 45 år. Huvudaktiviteterna under den rutinmässiga driften är detaljundersökningar, tillredning av deponeringstunnlar, deponering av kapslar, samt återfyllning och förslutning av deponeringstunnlar.

När alla kapslar deponerats återfylls och försluts anläggningen. Sammanlagt beräknas förvarets tunnlar uppta en yta om cirka 3–4 kvadratkilometer på ett djup av cirka 475 meter.

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



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

Påverkan, effekter och konsekvenser

Driftsäkerhet och anläggningens strålskydd

Så länge kapseln är tät kan den inte ge upphov till några utsläpp av radioaktiva ämnen. Kapseln kommer att dimensioneras för att klara normal drift, störningar och missöden utan att skadas. 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 från slutförvarsanläggningen.

Långsiktig säkerhet

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har en föreskrift med ett riskkriterium, för att skydda människors hälsa och miljön mot skadliga verkningar från det använda kärnbränslet, som SKB måste visa att slutförvaret kommer att uppfylla på lång sikt. Den risk som tillåts motsvarar en stråldos som är cirka en procent av dosen från den naturliga bakgrundsstrålningen. De första värderingarna av den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar lokaliserat till Forsmark visar att SSM:s riskkriterium uppfylls.

Riksintressen och skyddade områden

De värden som motiverar de riksintressen som finns i Forsmark bedöms inte påverkas av slutförvarsanläggningen. Inte heller de skyddade naturområden som finns bedöms påverkas.

Markanspråkets konsekvenser för naturmiljön

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 gölgrodan observerats, kommer att fyllas igen. SKB utreder möjligheten att skapa nya gölar.

Ungefär 1,5 kilometer öster om driftområdet kommer en ventilationsstation att uppföras. Vägdragningen till ventilationsstationen bör 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 mänskliga rörelser 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 hotade och rödlistade arter.

Kulturmiljö

Söderviksområdet 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.

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 karaktär 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 i sedimentationsdammar. Därefter leds det till en översilningsyta och vidare ut i intilliggande tjärn, benämnd Tjärnpussen, vilket renar vattnet från kväve från sprängämnesrester.

Länshållningsvattnet som pumpas upp från tunnlarna består till största delen av inläckande grundvatten, men innehåller även spolvatten från sprängningsarbeten. Länshållningsvattnet kommer att renas under jord 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

Att grundvatten läcker in till anläggningen kommer att medföra en lokal avsänkning av grundvattnet och kan också medföra effekter på vattennivåer i våtmarker.

Vid undermarksarbete tätas berget med hjälp av injektering där sprickor och sprickzoner förekommer. Beroende på vilken täthet som uppnås kring tunnlarna bedöms påverkansområdet, där grundvattensänkningen blir en decimeter eller mer, uppgå till mellan 2–3 kvadratkilometer.

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. Om grundvattnet avsänks i ett 2–3 kvadratkilometer stort område (vilket bedöms vara ett ”värsta scenario”) skulle grundvattensänkningen innebära mycket stora konsekvenser för 4 objekt (dessa fyra objekt bedöms vara av nationellt intresse), stora konsekvenser för 10 objekt och märkbara konsekvenser för 9 objekt. Åtgärder i form av lokal infiltration av vatten planeras för att mildra konsekvenserna för de känsligaste och mest värdefulla våtmarksobjekten.

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 i slutet av uppförandeskedet, då omkring 90 bergtransporter per dygn kan komma att ske, inklusive de tomma lastbilar som förutsätts hämta bergmassorna.

Vägtrafikbullret utefter riksväg 76 upplevs redan i nuläget som störande av de boende utefter vägen. Transporterna till och från slutförvarsanläggningen kommer att öka antalet 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 allra 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, kvävedioxider och partiklar. Utsläppen har kartlagts, men 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.

Energi- och resursförbrukning

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

Behovet av bentonitlera bedöms uppgå till omkring 49 000 ton per år under anläggningens drifttid. Bentonittäkter saknas i Sverige vilket gör att materialet måste importeras. Inskeppningen planeras ske via Hargshamns hamn, cirka 30 kilometer söder om Forsmark.

Övervägda lokaliseringsalternativ

Clab

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

Inkapslingsanläggning

Som alternativ till att lokalisera inkapslingsanläggningen till Simpevarpshalvön har en lokalisering inom Forsmarks industriområde 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 hanteringsbassänger 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.

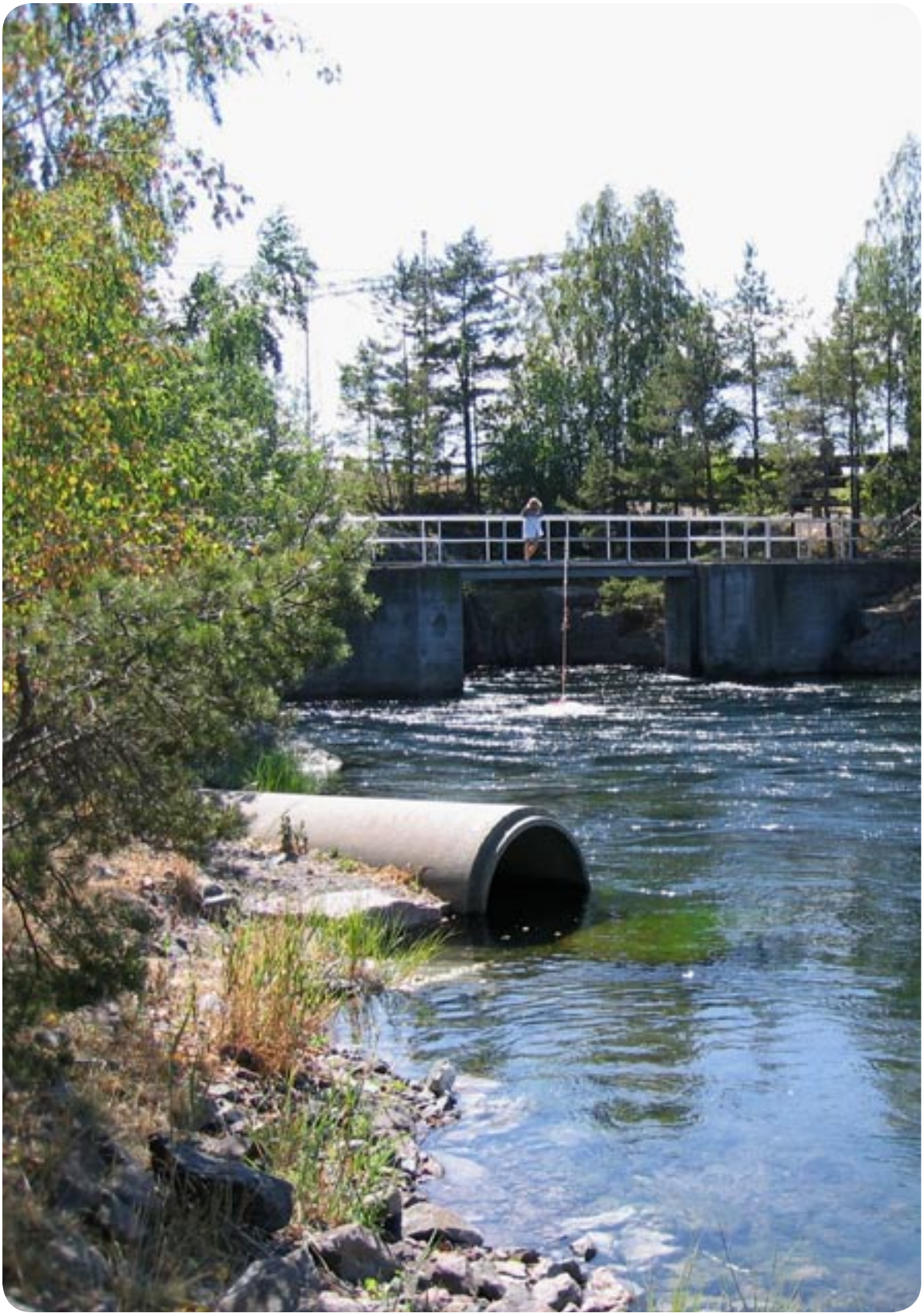
Slutförvar

Som alternativ lokalisering av slutförvarsanläggningen beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen en lokalisering i Laxemar, intill Simpevarp i Oskarshamn. Konsekvenserna för naturmiljö 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 förvarsdjup 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.

Inledande del



1 Utgångspunkter

1.1 Tillståndsprövning

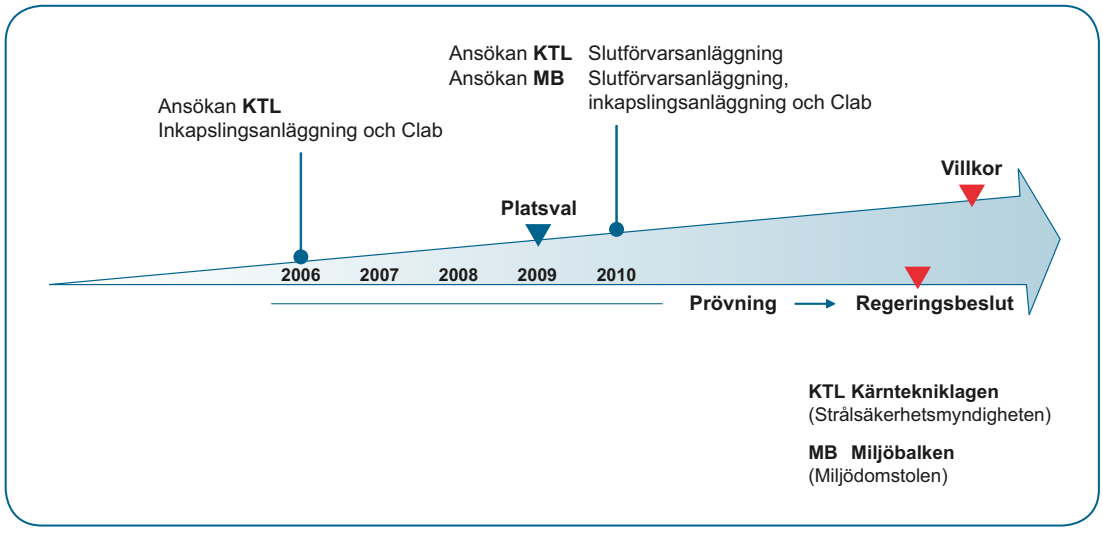
Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har i uppdrag att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken så att människors hälsa och miljön skyddas på kort och lång sikt. SKB har utvecklat en metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet, den så kallade KBS-3-metoden (KBS står för KärnBränsleSäkerhet). 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:s plan är att förlägga inkapslingsanläggningen intill Clab. Slutförvarsanläggningen planeras förläggas i Forsmark i Östhammars kommun.

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.

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. Denna benämns i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning Clink. Eftersom inkapslingsanläggningen kommer att byggas ihop med Clab behöver befintliga tillstånd för Clab ersättas.

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 plan för ansökningar, prövningar och beslut.

1.2 Långsiktig säkerhet

Säkerhet och strålskydd är centrala begrepp i kärnteknisk verksamhet och ska alltid vara styrande vid utformning 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.

Ändamålet med slutförvaret för det använda kärnbränslet är att under lång tid skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet. Slutförvarets långsiktiga säkerhet efter avveckling och förslutning är därför en huvudfråga för säkerhetsredovisningen och tillståndsprövningen. Analysen av den långsiktiga säkerheten visar att verksamheten inte ger radiologiska konsekvenser av betydelse för människors hälsa och miljön. Detta utgör en förutsättning för miljökonsekvensbeskrivningen och för att tillstånd för verksamheten ska kunna erhållas. Eftersom slutförvaret inte ger upphov till några radiologiska miljökonsekvenser av betydelse behandlas detta endast översiktligt här i miljökonsekvensbeskrivningen men istället desto utförligare i den särskilda säkerhetsredovisningen och dess analys av den långsiktiga säkerheten. Säkerhetsredovisningen bifogas ansökningarna om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

Den långsiktiga säkerheten för ett KBS-3-förvar har analyserats vid en rad tillfällen sedan den första rapporten publicerades år 1983. SKB:s senaste analys före ansökan, SR-Can, publicerades år 2006 och utgjorde en förberedelse för SR-Site, den säkerhetsrapport som ska ligga till grund för ansökan om att få uppföra och driva slutförvarsanläggningen. Då SR-Site ännu inte finns framme i sin helhet har redovisningen av den långsiktiga säkerheten i denna miljökonsekvensbeskrivning hämtats från SR-Can samt från det underlag som togs fram inför platsvalet. Den slutliga versionen av miljökonsekvensbeskrivningen som lämnas in med ansökningarna om tillåtlighet och tillstånd enligt miljöbalken för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring samt enligt kärntekniklagen för slutförvarsanläggningen kommer att vara uppdaterad med resultaten från SR-Site. Då kommer även den långsiktiga utvecklingen på platsen samt stråldoser i de olika scenarier som studerats att beskrivas.

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 och sprida eventuella utsläpp från kapseln så att dessa inte orsakar oacceptabla konsekvenser. Enligt den metodik som används i SR-Can och även 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 ytterligare ett antal scenarier.

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. SKB har tagit fram *en* miljökonsekvensbeskrivning för prövning enligt både miljöbalken och enligt kärntekniklagen. MKB:n omfattar hela systemet med anläggningar för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring samt tillhörande vattenverksamheter. Syftet är att ge en samlad redovisning av miljökonsekvenserna, oberoende av enligt vilket lagrum som prövningen sker.

Det övergripande syftet med MKB:n anges i 6 kap 3 § miljöbalken som:

”att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön”.

I arbetet med att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning ingår både utredningsarbete och samråd. Samrådet ska enligt bestämmelser i miljöbalken (6 kap 4 §) avse verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen.

I MKB:n beskrivs planerade verksamheter, med utgångspunkt från vad som är relevant att beskriva för att kunna bedöma miljöpåverkan, samt förutsättningarna på de aktuella platserna. Utifrån en sammanvägning av platsernas egenskaper och planerade verksamheters miljöpåverkan görs en bedömning av vilka miljökonsekvenser som kan uppstå. I de fall det bedöms vara motiverat beskrivs även åtgärder för att förebygga, avhjälpa eller minska de miljökonsekvenser som kan uppstå.

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 miljökonsekvensbeskrivning.

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

- Ett nytt läge för alternativ lokalisering av inkapslingsanläggningen i Forsmark har tagits fram.
- En ny lösning för dagvattenhantering från Clab och inkapslingsanläggningen har tagits fram.
- Mer detaljerade utredningar avseende vibrationer, grundvattensänkning, miljörisker och utsläpp till luft har genomförts.
- Kompletterande utredning avseende påverkan på landskapsbilden har genomförts.
- Säkerhetsredovisningen, som utgör underlag för säkerhet under driften, har ersatts med en gemensam säkerhetsredovisning för Clab och inkapslingsanläggningen.

2 Ändamålet med slutförvaret

Ändamålet med slutförvaret för använt kärnbränsle är att under mycket lång tid skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet.

SKB:s uppdrag omfattar att uppföra, driva och försluta en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle med fokus på säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn. Förutsättningarna för utformningen av anläggningen är att olovlig befattning med kärnbränsle ska förhindras, både före och efter förslutning. Efter förslutning ska slutförvaret förbli säkert utan underhåll eller övervakning. Den långsiktiga säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer.

Slutförvaret är avsett för använt kärnbränsle från de svenska reaktorerna och ska skapas inom Sveriges gränser. SKB:s utgångspunkt är att lokaliseringen ska ske med frivillig medverkan av berörda kommuner och att slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av de svenska reaktorerna.

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 kärnkraftanläggningar innan det kapslas in och förs till slutförvarsanläggningen.

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

2.1 Krav och utgångspunkter

Innebörden av viktigare bestämmelser för utformningen av slutförvarssystemet är följande:

- Enligt miljökraven i miljöbalken (1998:808) ska kommande generationer tillförsäkras en god och hälsosam miljö, samt ska återanvändning och återvinning och annan hushållning med material, energi och andra resurser främjas.
- Enligt säkerhetskraven 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 och underhåll. Systemet ska vara tåligt mot felfunktioner och ha hög tillförlitlighet. I första hand ska beprövade konstruktionsprinciper användas.
- Enligt strålskyddskraven i strålskyddslagen (1988:220), med tillhörande föreskrifter, ska den joniserande strålningens påverkan 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 säkerhet 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 i Londonkonventionen 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 såsom att:

- ägarna till kärnkraftverken ansvarar för att kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt,
- avfallet ska tas omhand 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 och underhåll,
- kärnavfallsfrågan ska i alla väsentliga delar lösas av de generationer som har haft nytta av kärnkraften.

2.2 Strategier, system och metoder

Olika principer och strategier för omhändertagande av använt kärnbränsle 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 strategi som har störst förutsättning att vara en lösning på det slutliga omhändertagandet. Med hänsyn till olika geologiska, sociala och juridiska förhållanden i olika länder måste man anpassa det valda systemet för geologisk förvaring och dess tekniska utformning till förutsättningarna i varje land.

Om slutförvarsprojektet ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring av alla viktiga beslut. En grundläggande förutsättning för SKB:s lokaliseringsarbete ända sedan det inleddes i början av 1990-talet, har varit principen att enbart arbeta i kommuner som dels har en potentiellt lämplig berggrund, dels inte motsätter sig arbetet.

Sverige har i dag genom SKB, lagstiftningen, myndigheterna och ytterst regering och riksdag kontrollen över det använda kärnbränslet och systemet för att hantera det avfall som måste slutförvaras.

3 Bakgrund

3.1 SKB:s uppdrag

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

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 den 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). Hittills har SKB presenterat elva Fud-program, inklusive tre kompletteringar som regeringen begärt. Den senaste redovisningen kom i september 2007 /3-1/ och en komplettering av denna lämnades in i mars 2009 /3-2/.

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:

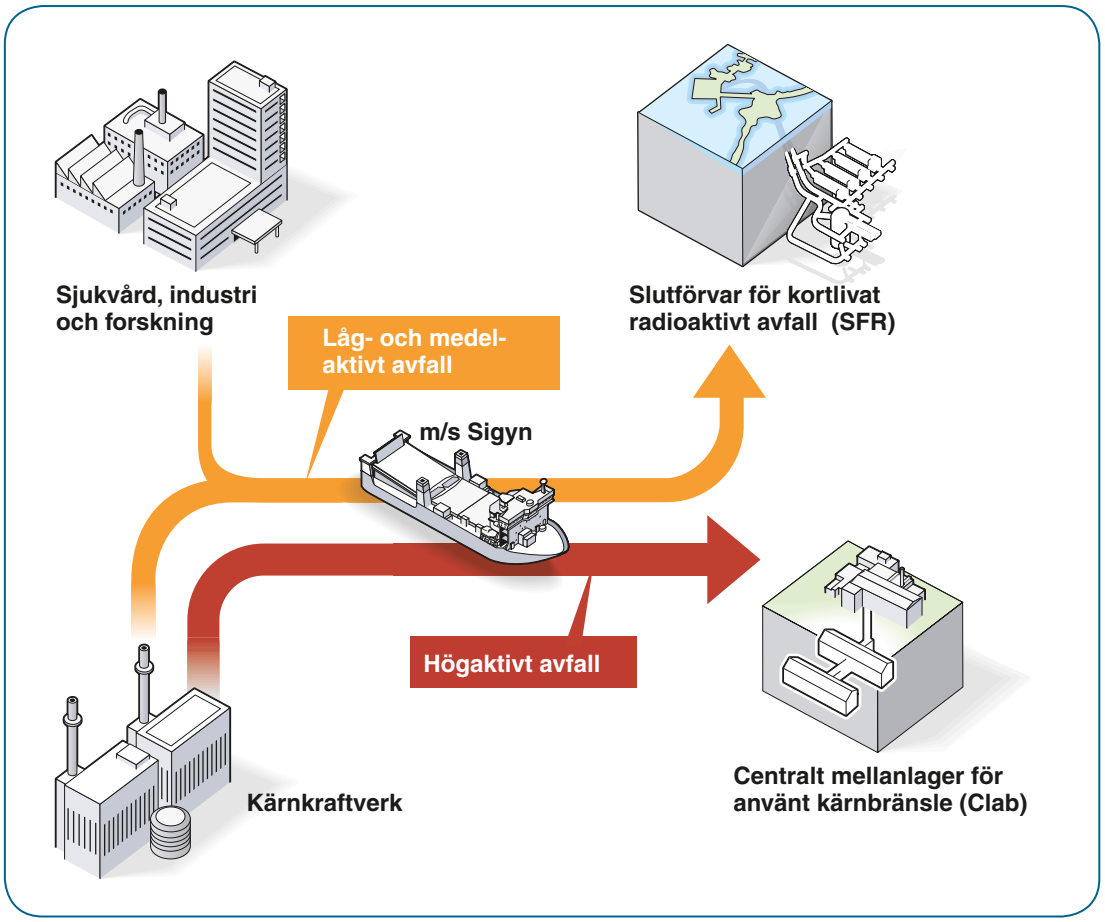
- Kortlivat låg- och medelaktivt avfall.
- Långlivat låg- och medelaktivt avfall.
- Använt kärnbränsle (högaktivt och långlivat avfall).

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. Strålskärmning 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.

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.



Figur 3-1. Befintliga anläggningar i det svenska avfallshanteringssystemet.

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 2007 /3-1/ och i kompletteringen av detta /3-2/.

3.3 Använt kärnbränsle

Kärnbränsle framställs av uranmineral. Vid driften i 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 utbränningsgrad (hur mycket energi som utvunnits ur kärnbränslet) samt tiden efter att det tagits ur reaktorn. 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 avrundat 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 den joniserande strålningen från de radioaktiva ämnena kan åstadkomma om människor exponeras för den. 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.

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. Neutronstrålningen finns naturligt, men även alltid inuti reaktorer när de är i drift eftersom neutroner frigörs under kärnklyvning. Neutronstrålningen når dock inte utanför reaktorinneslutningen i kärnkraftverket och upphör praktiskt taget helt när kärnklyvningarna upphör.

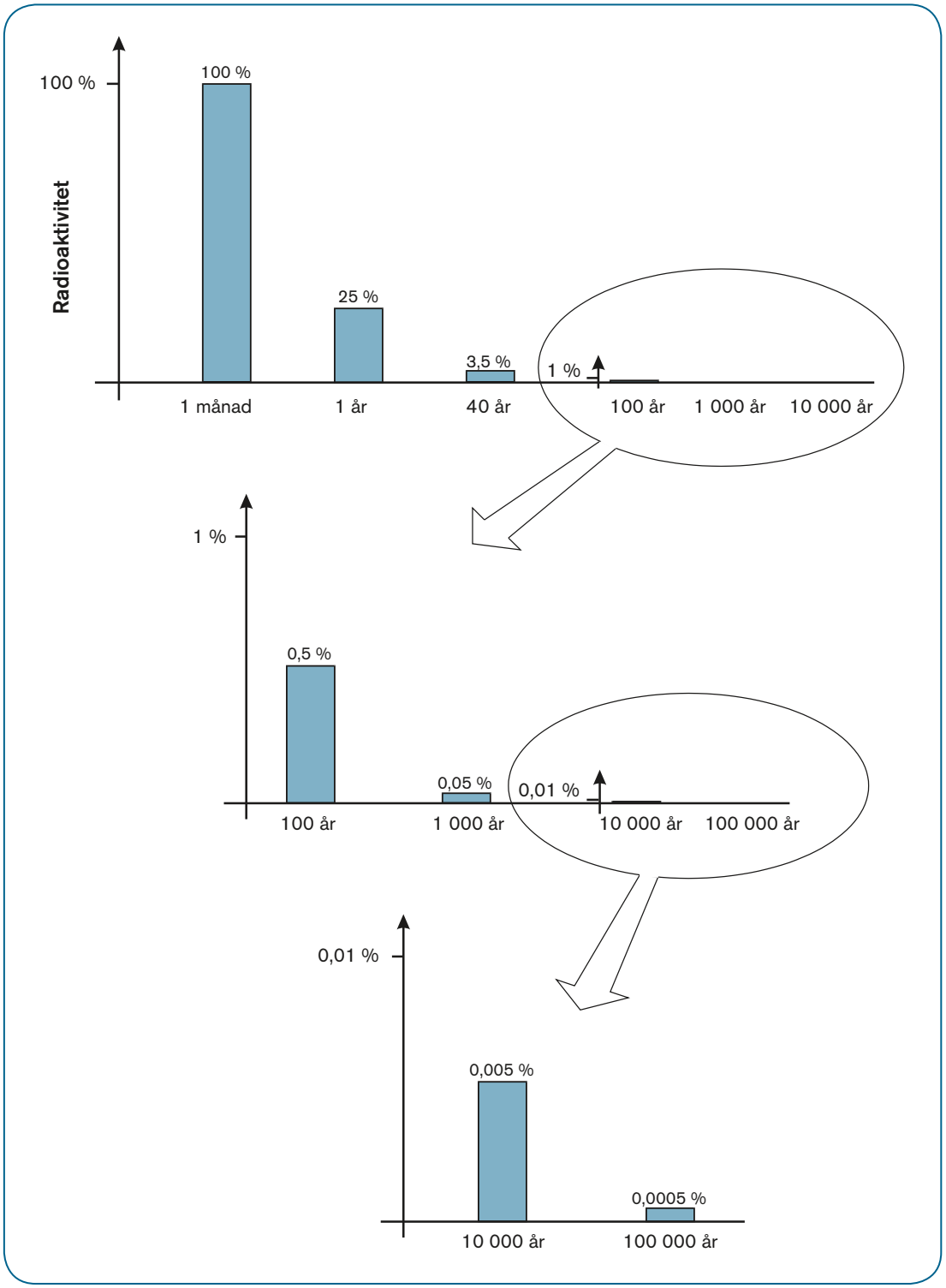
För radioaktiva ämnen kan information om ämnet ges med begreppen aktivitet och halveringstid. Aktiviteten mäts i becquerel, som är antalet sönderfall per sekund för en given mängd. En hög aktivitet innebär att ämnet sönderfaller snabbt till sina dotterprodukter. Halveringstiden är därför kort. Omvänt 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 domineras farligheten av ämnen som kommer att finnas kvar under mycket lång tid. Efter cirka 100 000 år har det använda bränslets farlighet avtagit till samma nivå som de naturliga uranmineral det framställts av.

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 den direkt eller indirekt bryter sönder DNA-molekylerna, vilket på sikt kan ge cancer om strålningen skadar cellen utan att den dör och cellen istället fortsätter 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 symtom från strålningsinducerade cancerformer varierar och kan i vissa fall uppgå till mer än 50 år.

I Sverige får en ”medelsvensk” årligen en stråldos på 4–5 mSv. Strålningskällorna är främst radon i bostäder (45 procent), medicinska undersökningar och behandlingar (35 procent), naturlig bakgrundsstrålning från mark och kosmos (19 procent). Övriga strålkällor från exempelvis industri och kärnkraft utgör endast en procent.



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 /3-4/. (Nivån 100 procent på den översta delen svarar mot en aktivitet av $3{,}35 \cdot 10^{17}$ becquerel.)

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. Mäts i becquerel (Bq). 1 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 summera 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.

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 /3-5/.

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 en mSv per år /3-6/.

Dosgräns för den effektiva dosen från kärnteknisk verksamhet till någon individ i den så kallade kritiska gruppen är 0,1 mSv per år för alla kärntekniska anläggningar inom samma geografiska område /3-7/.

3.5 KBS-3-metoden

Ansökan 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 /3-8/. Villkorslagen, som stiftades år 1977, krävde att innehavarna av reaktorer – för att få regeringens tillstånd att tillföra bränsle till nya reaktorer – skulle uppvisa antingen ett avtal om upparbetning av använt kärnbränsle samt visa hur och var en säker deponering av det högaktiva avfallet från upparbetningen kunde ske, eller visa var och hur en säker förvaring av använt, icke upparbetat kärnbränsle kunde ske. För att uppfylla villkoren i lagen startade de dåvarande kärnkraftföretagen KBS-projektet (KärnBränsleSäkerhet). 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 flerbarriärsystem.

Åren kring 1980 växte det i Sverige fram en ny syn när det gällde inställningen till upparbetning som huvudlinje för att ta hand om det använda kärnbränslet. I stället framstod direktdeponering som det rimligaste alternativet. I KBS-3-rapporten 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. Finland har liknande geologiska förutsättningar. Posiva, SKB:s motsvarighet i Finland, har sedan länge ett nära samarbete med SKB och planerar också att slutförvara använt kärnbränsle i ett KBS-3-förvar.

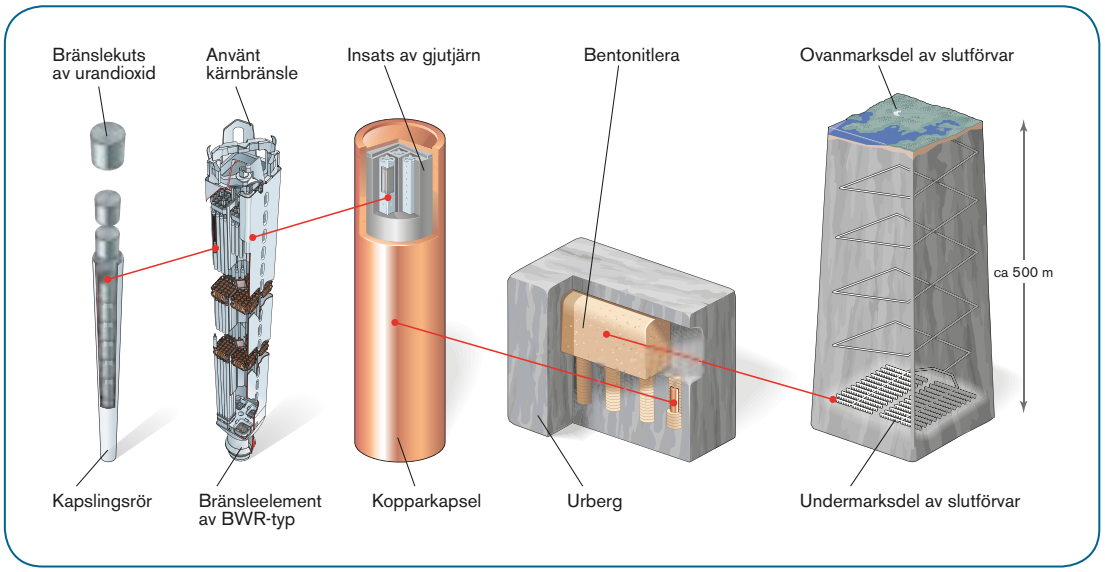
Metoden innebär att det använda bränslet kapslas in i kopparkapslar som sedan deponeras, omgivna av en buffert av bentonitlera, i deponeringshål i ett tunnelsystem på 400–700 meters djup i berggrunden, se figur 3-3. De tre barriärerna (kapseln, bufferten och berget) har till uppgift att isolera de radioaktiva 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.

Kapseln levereras färdigtillverkad till inkapslingsanläggningen. Den utgörs av en cylindrisk behållare bestående av ett hölje av koppar, med 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. 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 förvarsområdet med deponeringstunnlar. I deponeringstunnlarna placeras kapslarna i vertikala hål omgivna av bentonitlera. Efter att kapslarna deponerats fylls tunnlarna 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 är inte avsikten att kapslarna med kärnbränsle ska återtas efter avslutad deponering. Slutförvaret är emellertid utformat så att det går att återta deponerat avfall. En anledning till återtag kan vara att framtida generationer av något skäl vill förändra, komplettera eller förbättra förvarets utformning eller funktion, eller för att komma åt avfallet för annan användning. Det kommer dock att krävas omfattande åtgärder för att i praktiken genomföra ett återtag efter förslutning.

Anläggningarna Clab, Clink och slutförvarsanläggning beskrivs även närmare i avsnitten *Verksamhetsbeskrivning* respektive *Anläggningsutformning* 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 grundkrav vid val av metod. KBS-3-metoden har utformats med hänsyn till dessa övergripande krav och utgångspunkter. Ingen av de andra metoderna uppfyller dessa i alla delar eller så är de inte tillgängliga. De behandlas därför inte inom ramen för alternativredovisningen i denna miljökonsekvensbeskrivning. Däremot kommer information om alternativa metoder att redovisas i Bilaga om metodhistorik som ska skickas med ansökningarna.

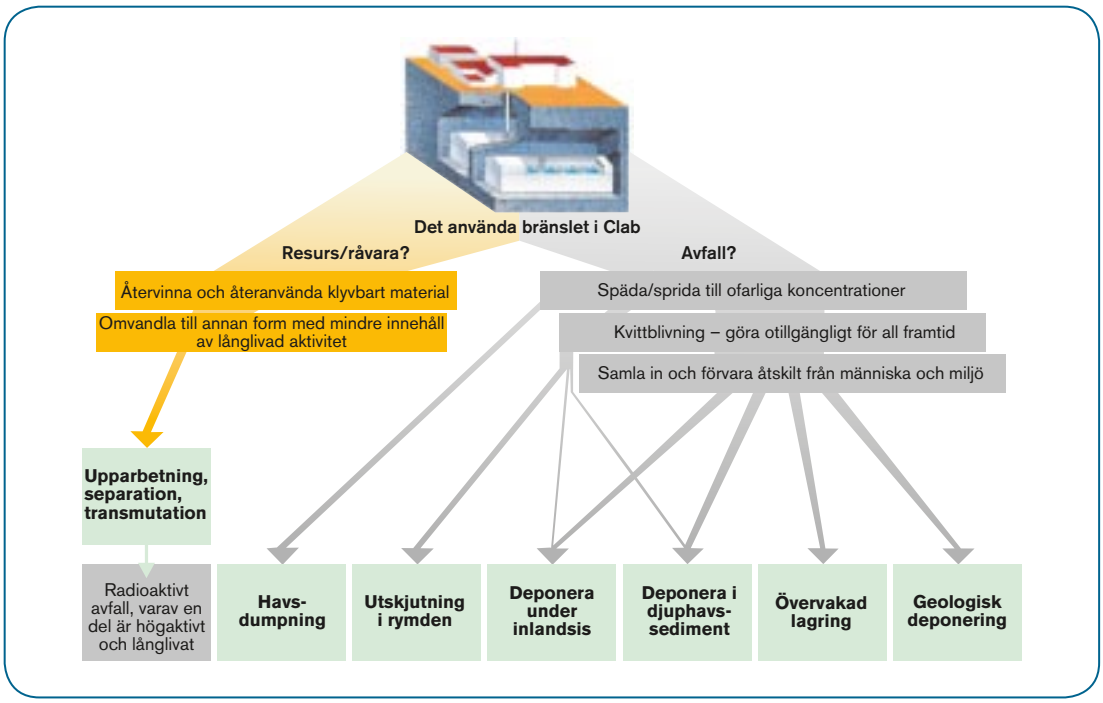
Efter mellanlagringen av det använda kärnbränslet finns det två tänkbara principer för omhändertagande. Den ena innebär att man betraktar det använda bränslet som en resurs för återvinning till nytt kärnbränsle. För att åstadkomma detta måste det använda kärnbränslet upparbetas. Upparbetning ger dock ger 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 principer, strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle har presenterats vid ett flertal tillfällen, se figur 3-4. Alternativens för- och nackdelar har jämförts med KBS-3-metoden, som är SKB:s val av metod för slutförvaring /3-8/.

KBS-3-metoden prövades formellt av myndigheter och regering i början av 1980-talet och utgjorde en grund för tillstånden att ta reaktorerna Oskarshamn 3 och Forsmark 3 i drift. 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.

Nedan ges en översikt av strategier och 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 /3-8/ och /3-10/.



Figur 3-4. Principer, strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle.

3.6.1 Geologisk deponering

Geologisk deponering, förvaring djupt ned 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 strategi som bäst lämpar sig för att ta hand om långlivat radioaktivt avfall /3-8/. Olika geologiska miljöer har studerats i olika länder, alltefter de geologiska förutsättningarna. Utöver KBS-3-metoden har SKB studerat följande alternativ för geologisk deponering, se figur 3-5:

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

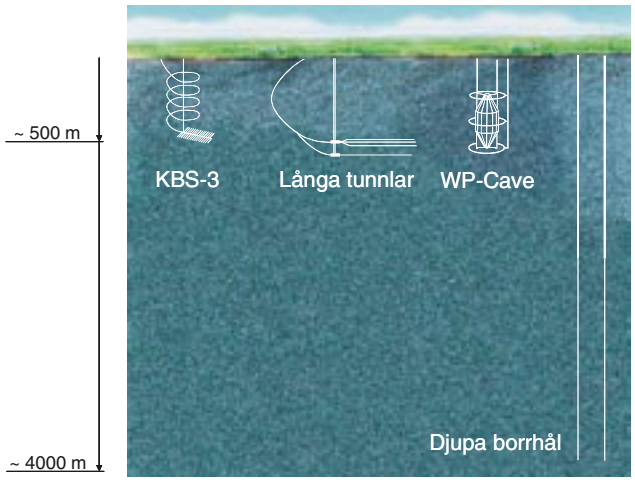
SKB har sedan början av 1990-talet även studerat möjligheterna för deponering av flera kapslar i horisontella hål, så kallade medellånga långa hål (KBS-3 MLH). Denna variant av KBS-3-metoden kallas numera KBS-3H (horisontell deponering) och beskrivs mer i avsnitt 4.1.3.2.

3.6.1.1 Djupa borrhål

SKB har genomfört 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 så rättvisande som möjligt, trots att det föreligger stora skillnader i nivå 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 dock sig 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 istället 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. Konceptet bygger på låg rörlighet hos grundvatten på stora djup, bland annat beroende på lägre sprickighet i berget. Dessutom förhindrar den höga salthalten i vattnet (hög densitet) kontakt med ytligare vatten med lägre densitet. Därmed skulle det finnas en stabil miljö där avfallet hålls isolerat under lång tid. Kunskapen om förhållandena på flera kilometers djup i kristallint berg kommer från en handfull spridda borrhål, varav två i Sverige.



Figur 3-5. Alternativa metoder för geologisk deponering.

Den utformning som presenterats innebär att det ryms 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 en bentonitslurry. De övre två kilometrarna 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 internationellt refererats som det mest genomarbetade konceptet för slutförvaring i djupa borrhål /3-11/.

Vid varje deponeringshål behövs utrustning för borrning och iordningställande av hålet, för hantering av borrhålsvätska, för mellanlagring och strålskärmning 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 till risken för ”kollision” mellan borrhål som avviker från vertikal riktning och värmeutvecklingen i det deponerade använda kärnbränslet. Med detta avstånd skulle ett slutförvar som rymmer allt använt kärnbränsle från referensscenariot – 60 hål – kräva en sammanlagd yta av cirka 15 kvadratkilometer.

För att gå vidare med konceptet deponering i djupa borrhål måste förhållandena på stora djup undersökas ingående för att verifiera att det finns lämpliga sammanhängande områden med salt grundvatten. Vidare krävs omfattande arbete för att utveckla teknik för borrning, deponering och förslutning.

Det finns inte någon praktisk kunskap om hur man kan få ner 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 varken buffertens placering 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 inte kan tillgodoräkna sig varken buffert eller kapsel som barriär vid deponering i djupa borrhål. Fokus för slutförvarets säkerhet kommer därmed att hamna på den geologiska barriären.

Vid deponering i djupa borrhål kan missöden inträffa med konsekvenser som inte kan återställas eller repareras. Exempelvis kan en kapsel fastna i hålet och skadas innan den har nått deponeringsdjup. Borrhålet är vid deponeringstillfället fyllt med borrhålsvätska. Från en skadad kapsel kan radionuklider spridas med borrhålsvätskan i borrhålet, med problematisk kontaminering som följd.

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 så gör den okontrollerade deponeringen och ogynnsamma miljön att säkerheten i allt väsentligt kommer att grundas på berget och 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 konsekvenserna kan bli för säkerheten i ett slutförvar enligt konceptet deponering i djupa borrhål vid en framtida nedisning eller en jordbävning.

Den begränsade kunskapen om förhållandena så djupt ned i berggrunden gör 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 föreligger i att visa att de för den långsiktiga säkerheten antagna fördelaktiga förhållandena på stora djup faktiskt föreligger 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. Kapslarna skulle omges av en buffert av bentonitlera. Från ytan leder en ramp ned till förvarsnivå. Där placeras ett bergrum 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.

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 hydraulisk bur som ska minska vattenomsättningen i deponeringsområdet. 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 WP-Cave förvar är detsamma 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 varken långa tunnlar eller WP-Cave.

3.6.2 Separation och transmutation

Transmutation av ett grundämne innebär att detta genom en kärnreaktion övergår till ett annat grundämne, till exempel genom klyvning och radioaktivt sönderfall. I kärnkraftdebatten har tekniken förts fram som ett sätt att ”oskadliggöra” det använda kärnbränslet och därigenom minska kraven på slutförvaringen.

Transmutation av använt kärnbränsle innebär att de ämnen som ska transmuteras separeras för att ingå i bränsle till särskilda transmutationsreaktorer. I dessa reaktorer sker transmutationen genom bestrålning med neutroner. Grundtanken är att det avfall som bildas vid transmutationen ska ha en kortare livslängd än det ursprungliga använda kärnbränslet.

En satsning på transmutation innebär att man för lång tid framöver investerar i en utbyggnad av kärnkraft byggd på teknik som ännu inte är utvecklad. En sådan investering framstår inte som ekonomiskt rimlig om syftet enbart är att reducera avfallets livslängd.

En konsekvens av en sådan satsning skulle bli att en del av kärnbränslets långsiktiga risker byts mot ökade risker i ett kortare perspektiv. Den omfattande hanteringen av högaktiva ämnen genom upparbetning, separation, bränsletillverkning och transmutation medför stråldoser till personalen. Separation och transmutation ger upphov till flera typer av radioaktiva avfall som måste omhändertas och slutförvaras. Metoden innebär inte att man slipper slutförvaring.

Förutsättningen för att genomföra transmutation är att de långlivade ämnena i bränslet kan separeras från resten av bränslet. För detta krävs såväl upparbetning av det använda bränslet som en avancerad separationsteknik för renframställning av de ämnen i bränslet som ska transmuteras. Tekniken för transmutation befinner sig fortfarande på forskningsstadiet. För att metoden ska kunna fungera industriellt krävs insatser av både tid och pengar i en omfattning som bara stora länder eller EU har resurser för. Nationella forskningsprogram om transmutation finns i dag i till exempel Japan, USA och Frankrike. Inom EU finns en rad olika forskningsprojekt. SKB satsar årligen cirka fem miljoner kronor för att stödja svensk forskning och följa teknikutvecklingen inom området.

Amerikanska och europeiska studier har kommit fram till att ett grundforskningsprogram på sex år och en kostnad på flera hundra miljoner euro är nödvändigt för att få fram den baskunskap som krävs för att kunna bygga en experimentell transmutationsreaktor av den typ som i flera länder tilldrar sig huvudintresset, ADS. Med denna tidsplan skulle en nästan fullskalig försöksanläggning i bästa fall kunna finnas tillgänglig i mitten av 2030-talet. Driftsättning av en ADS-anläggning i full skala kan knappast bli aktuell förrän tidigast under 2050-talet.

SKB:s bedömning är att separation och transmutation inte är en realistisk lösning på avfallsfrågan för svensk del.

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.

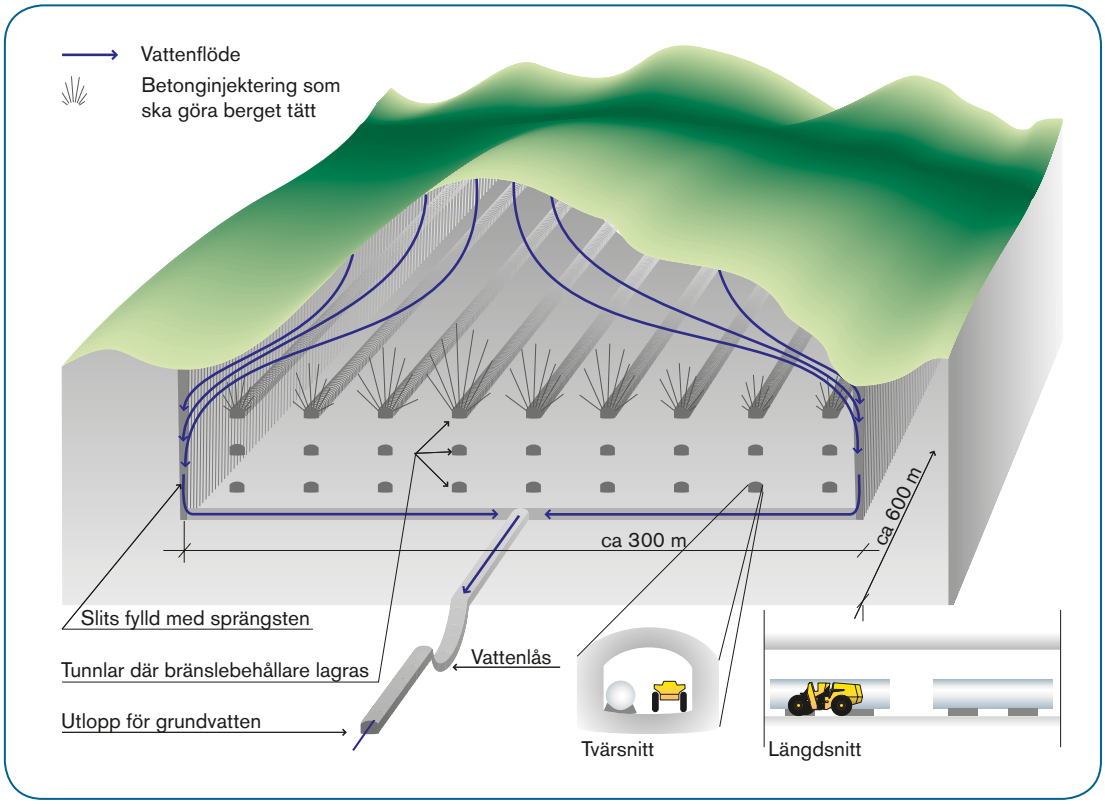
Miljö-, säkerhets- och strålskyddskrav kan uppfyllas så länge mänsklig övervakning och kontroll upprätthålls. Då kan såväl torr som våt lagring troligen pågå i minst hundra år utan att säkerheten äventyras. I ett längre tidsperspektiv blir osäkerheterna större.

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, flera tusen år, dock längst fram till nästa istid, då lagret ligger inom permafrostområdet, se figur 3-7. I DRD-konceptet placeras behållare med bränsle i ett självdränerande bergrum, som byggs i en bergformation som skjuter upp över en omgivande dalsänka. Efter deponering stängs bergrummet. Inga insatser krävs för länspumpning eller kylning. Tanken är att minimera behovet av underhåll och övervakning, så att lagringen kan ske under lång tid. Höga temperaturer och närvaro av syre gör dock att det är svårt att visa att behållarna förblir täta under långa tidsperioder. SKB:s bedömning är att DRD-konceptet inte fyller kraven på ett slutförvar eftersom övervakning och underhåll kommer att krävas samt förvarets funktion inte kan garanteras efter nästa istid.



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



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

3.6.4 Övriga metoder

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

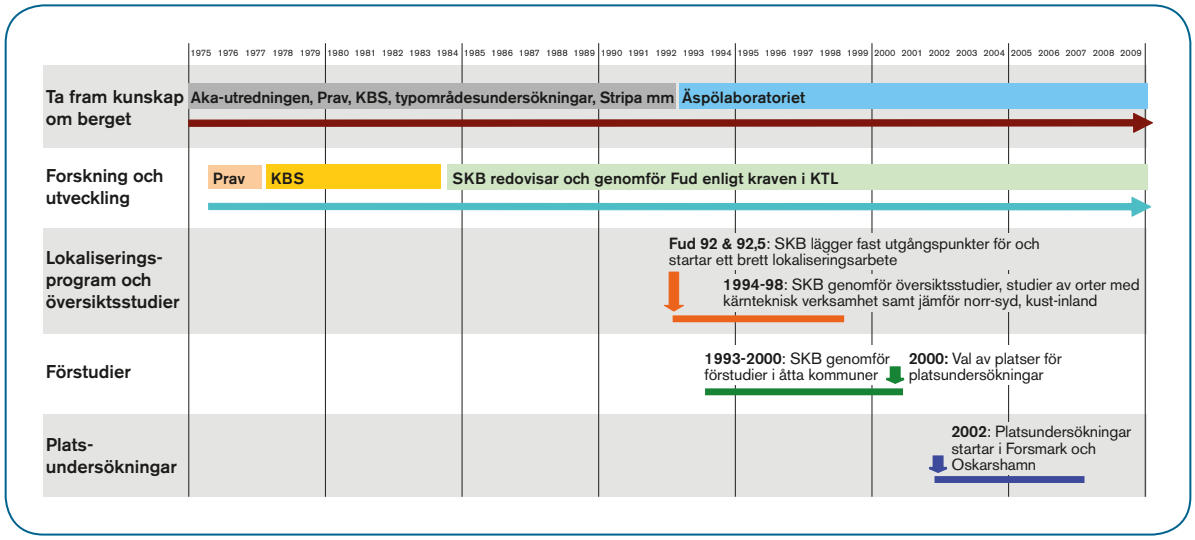
Utskjutning i rymden studerades i USA i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet som en metod för att bli kvitt det använda kärnbränslet för all framtid. Säkerheten bygger på att bränslet kan skjutas ut till en plats i universum och aldrig mer komma i kontakt med människan och miljön. Det kostar oerhört mycket pengar att skjuta ut farkoster i rymden och det skulle krävas enorma mängder raketbränsle. 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 Grönland eller Antarktis strider mot internationella överenskommelser. Dessutom är nuvarande kunskap om inlandsisar eller framtida klimatförändringar 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. Arbetet började med att skaffa kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att kravet på en säker slutförvaring skulle kunna uppnås. Förutom kraftindustrin har regeringen, myndigheter och andra statliga instanser, kommuner, forskarsamhället, miljörörelsen och andra aktörer varit engagerade i arbetet med att finna en lämplig lokalisering av en anläggning för slutförvaring av det radioaktiva avfallet och flera utredningar har pågått parallellt, se figur 3-8 /3-12/. Sedan Fud-processen inleddes har redovisning av lokaliseringsarbetet fortlöpande skett i Fud-programmen.



Figur 3-8. Huvudskeden 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 år 1973 och som redovisade sitt slutbetänkande år 1976. Utredningens viktigaste förslag var att man skulle bygga dels ett mellanlager för använt kärnbränsle, och dels ett slutförvar i berg för låg- och medelaktivt avfall. Förslagen ledde till byggandet av Clab (i drift 1985) och SFR (i drift 1988) samt SKB:s sjötransportsystem med m/s Sigyn (i drift 1982).

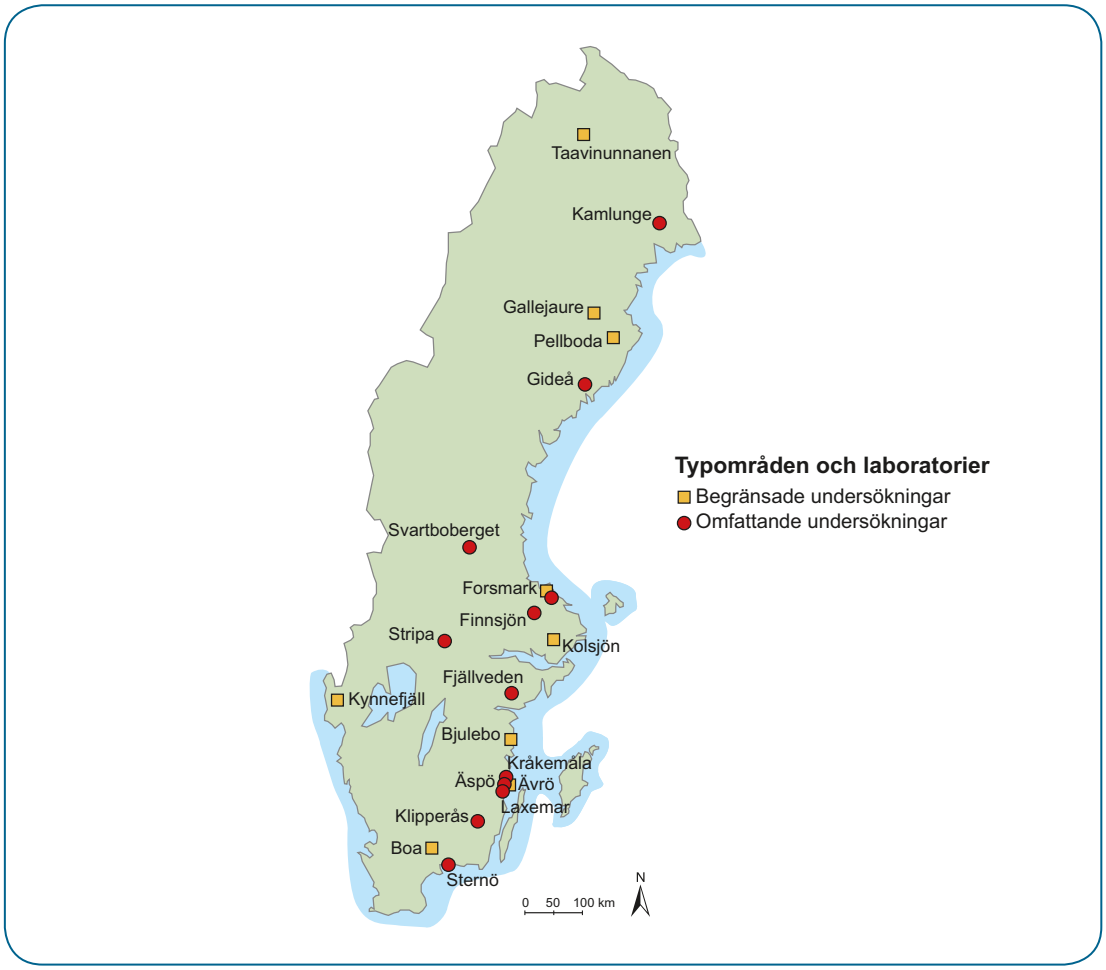
Utredningen rekommenderade en slutlig förvaring av radioaktivt avfall i urberg. De studier som Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) utförde på utredningens uppdrag visade att Sverige har gynnsamma geologiska förutsättningar för sådan förvaring. Geologiska detaljstudier av platser för slutförvaring borde, enligt utredningen, omgående påbörjas i första hand nära Forsmark och Simpevarp. Även andra platser borde studeras för att klarlägga alternativen.

Prav (Programrådet för radioaktivt avfall), som regeringen tillsatte i november 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 upparbetning av använt kärnbränsle. Pravs ambition var att under en tioårsperiod studera ett stort antal referensområden över hela Sverige.

KBS-projektet (KärnBränsleSäkerhet) startades av kärnkraftföretagen som en följd av villkorslagen (1977) som bland annat krävde att en reaktorinnehavare skulle redovisa hur och var en helt säker slutförvaring av upparbetningsavfall eller använt kärnbränsle kan ske. Provborrningar och undersökningar utfördes på tre platser: Sternö (Karlshamns kommun), Kråkemåla (Oskarshamns kommun) samt Finnsjön (Tierps kommun, cirka 15 kilometer sydväst om Forsmark). För att hinna genomföra nödvändiga studier inom KBS-projektets snäva tidsramar, fick även andra faktorer än rent geologiska och hydrologiska aspekter styra valet av undersökningsområden. Särskilt gällde detta markägarfrågor, transportfrågor samt fördelen med närhet till befintliga kärnkraftverk.

Under åren 1977–1985 genomförde SKB omfattande undersökningar på åtta platser, så kallade typområden. Syftet var att öka den generella kunskapen om geologiska förhållanden av betydelse för ett slutförvar av använt kärnbränsle. Valet av områden baserades på de omfattande rekognoseringar och översiktliga bedömningar som pågått sedan år 1975. På flera håll möttes undersökningarna av protester från ortsbefolkningen och ibland fick de avbrytas. Typområdesundersökningarna avslutades år 1985 och därefter inledde SKB undersökningar för berglaboratoriet på Äspö i Oskarshamns kommun.

Resultaten från de typområdesundersökningar och andra studier av berggrunden, se figur 3-9, som genomförts visade att det går att hitta många platser i Sverige, där de geologiska förutsättningarna är lämpliga för att anlägga ett slutförvar.



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 regeringen för granskning och utvärdering.

Det egentliga arbetet för att hitta lämpliga platser för lokalisering av slutförvaret inleddes när SKB hösten 1991 formerade ett lokaliseringsprojekt. I Fud-program 1992 redovisade SKB bakgrunden till och planerna för lokaliseringen av ett slutförvar. Regeringen ställde i sitt beslut krav på kompletterande redovisning av bland annat de kriterier och metoder som kunde bilda underlag för val av lämpliga platser /3-13/.

I augusti 1994 lämnade SKB den begärda kompletteringen (”Fud 92,5”). I den skrev SKB bland annat att uppläggningen av lokaliseringsarbetet byggde på övertygelsen om att det är nödvändigt och möjligt att finna en plats som uppfyller höga miljö- och säkerhetskrav, samtidigt som man söker en lokal förståelse för slutförvarsetableringen. SKB menade att denna inriktning stämde väl överens med de intentioner som låg bakom gällande lagstiftning i bland annat dåvarande naturresurslagen och kärntekniklagen. Inriktningen stämde även med de rekommendationer som då hade utgivits av de nordiska ländernas strålskydds- och säkerhetsmyndigheter.

I sitt beslut om Fud 92,5 uttalade regeringen att ”de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”. Regeringen uttalade vidare att ”ansökningarna om tillstånd enligt 4 kap naturresurslagen och 5 § kärntekniklagen att

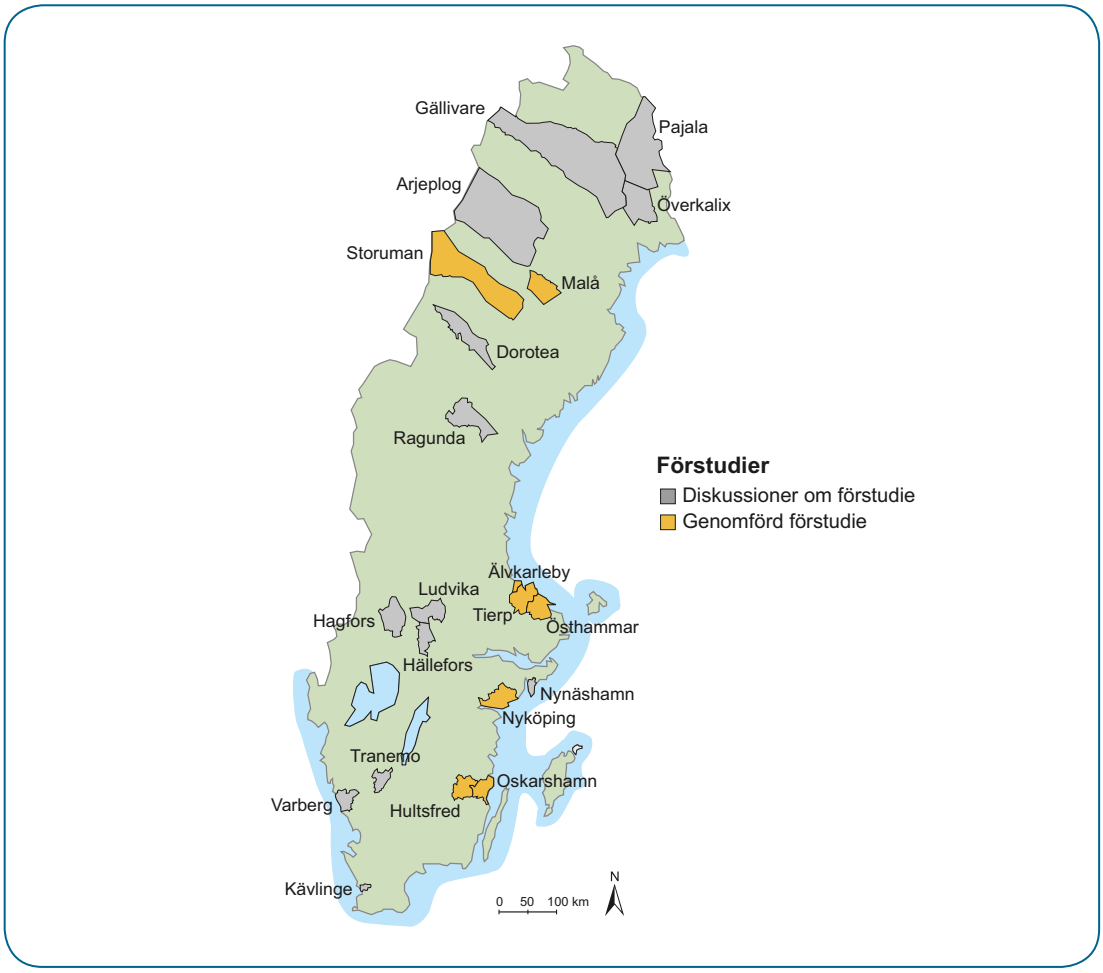
uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på mellan 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser." /3-14/.

En av SKB:s slutsatser från bland annat typområdesundersökningarna var att det finns många områden i Sverige med förhållanden som medger isolering av det radioaktiva materialet. SKB fann det rimligt att i första hand vända sig till intresserade kommuner med lämplig berggrund, för att där närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar.

Översiktsstudie 95 var en studie i nationell skala, som i huvudsak byggde på det omfattande bakgrundsmaterial som SKB löpande tagit fram som ett led i det forsknings- och utvecklingsarbete som bedrivits sedan slutet av 1970-talet. Den identifierade främst förhållanden i olika landsdelar som kunde vara ogynnsamma för ett slutförvar. Av geologiska skäl bedömdes det vara olämpligt att lokalisera slutförvaret till fjällkedjan, Skåne och Gotland.

En annan studie som genomfördes år 1995 var om kommuner med kärntekniska anläggningar kunde vara lämpliga för förstudier. I dessa kommuner finns infrastruktur och kompetens som bedöms vara viktiga faktorer att beakta vid lokalisering av slutförvaret. Studien av detta omfattade fem kommuner: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Nyköping och Östhammar. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och antydde goda förläggningsmöjligheter. SKB föreslog och genomförde sedan förstudier i dessa kommuner. SKB föreslog en förstudie även i Varberg, men kommunen sa nej. I Kävlinge kommun skulle en lokalisering av slutförvaret vara komplicerad både med hänsyn till geologiska och tekniska förhållanden. SKB var därför inte intresserat av att genomföra en förstudie i Kävlinge.

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. Mellan åren 1993 och 2000 genomförde SKB förstudier i åtta kommuner: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping,

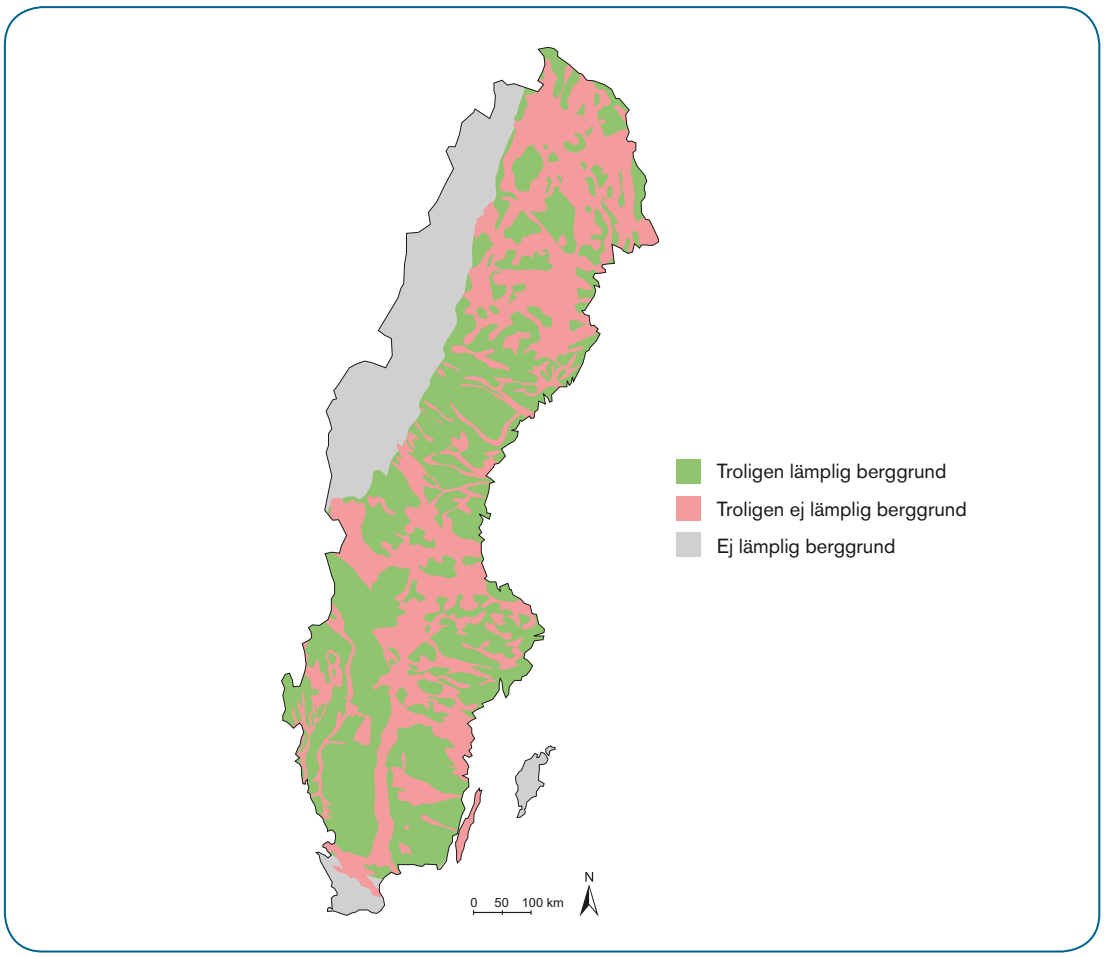


Figur 3-10. Kommuner där SKB har haft kontakter om att genomföra en förstudie.

Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred. Villkoren för att inleda en förstudie var att de två kriterierna potentiellt lämplig berggrund och frivillig medverkan var uppfyllda. Syftet var att, med hjälp av befintligt material, bedöma om det fanns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett slutförvar. Bedömningarna gjordes utifrån fyra faktorer: långsiktig säkerhet, teknik och säkerheten i driftskedet, mark och miljö samt samhälle.

I Fud-program 1998 gav SKB en fyllig redovisning av lokaliseringsarbetet med översiktsstudier och förstudier samt planering av platsundersökningar. Vidare beskrev SKB hur man avsåg att välja områden för platsundersökningar och gav exempel på möjliga urvalsgrunder. SKB utgick från samma fyra huvudområden med lokaliseringskriterier – långsiktig säkerhet, teknik och säkerhet i driftskedet, mark och miljö samt samhälle – som användes i förstudierna och kommenterade kort möjligheterna att göra bedömningar och värderingar baserat på det underlag som togs fram i dem.

Under 1998–1999 presenterade SKB översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland). Länsstudierna hade föregåtts av synpunkter från myndigheterna om att SKB borde underbygga slutsatsen att lämplig berggrund troligen finns på många platser i landet. Studierna fokuserade främst på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden. Därutöver omfattade studierna översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och transportförutsättningar. Huvudslutsatsen var att det i samtliga studerade län finns berggrund som är intressant för vidare studier rörande lokaliseringen av slutförvaret. Samtidigt finns det stora områden som troligen är olämpliga, se figur 3-11.



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

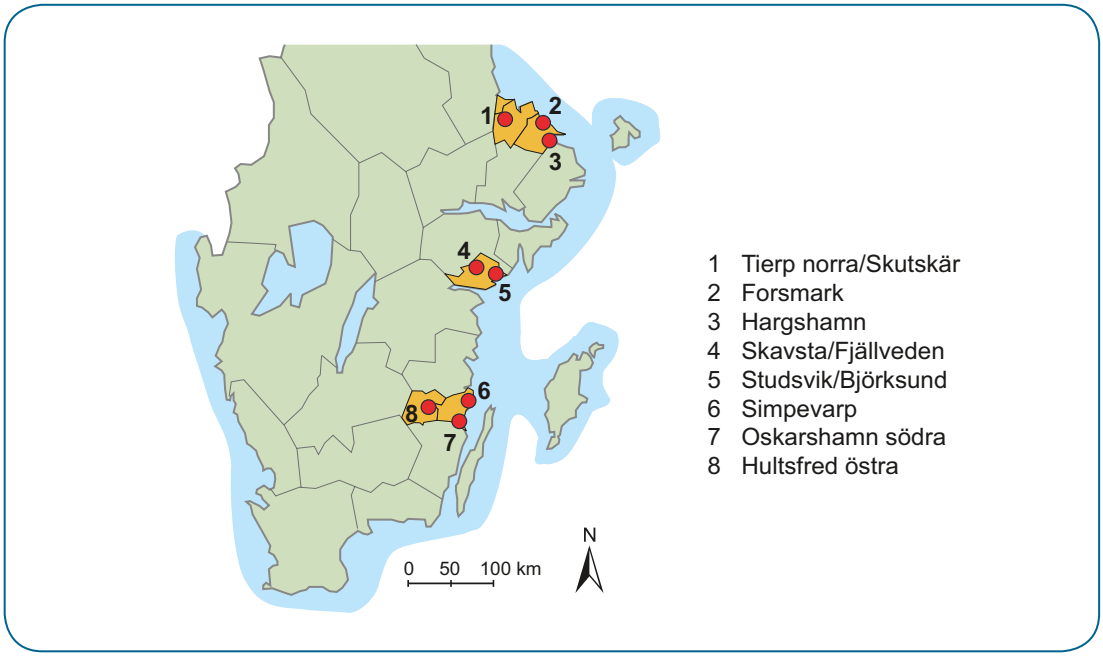
SKB utredde också för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till norra respektive södra Sverige, samt förläggning vid kusten respektive i inlandet. Studierna gjordes på begäran av regeringen /3-15/. Den viktigaste slutsatsen var att det utifrån generella jämförelser och överväganden i översiktlig skala, inte går att prioritera vare sig den norra eller den södra delen av landet med avseende på förutsättningar för en lokalisering. Bedömningar av lämpligheten måste istället grundas på studier av konkreta områden. Samma slutsats gäller för jämförande värderingar av lokaliseringsförutsättningar i kustområdet, respektive i inlandet.

3.7.3 Val av områden för platsundersökningar

Ett avgörande steg i lokaliseringsarbetet för slutförvaret var SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet, den så kallade Fud-K (den av regeringen begärda kompletterande redovisningen av Fud-program 1998). Redovisningen, som presenterades i december 2000, innehöll en fyllig sammanfattning och utvärdering av det omfattande lokaliseringsunderlag som SKB tagit fram genom åren.

Slutsatsen från förstudierna var att det i alla kommuner, utom Älvkarleby, finns områden där berggrunden bedöms som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Storuman och Malå hade redan efter slutförda förstudier tackat nej till fortsatt medverkan, med hänvisning till utfallet av kommunala folkomröstningar. Urvalsunderlaget omfattade därefter åtta olika lokaliseringsalternativ i fem olika kommuner, som representerade tre olika regioner i landet, se figur 3-12. Lokaliseringsalternativen representerade fyra skilda geologiska miljöer.

De åtta alternativen värderades med avseende på krav och önskemål som då var möjliga att bedöma vad gäller berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan. Markanvändnings- och miljöaspekterna ingick i de lokaliseringsfaktorer som kopplas till slutförvaret som industriprojekt. Krav och intentioner i miljöbalken skulle uppfyllas, bland annat skulle anläggningarna lokaliseras till mark som är lämplig för ändamålet och lokaliseringen skulle inte hämma en långsiktigt god hushållning med mark och vatten.



Figur 3-12. SKB:s val av platser för platsundersökningar utgick från åtta möjliga lokaliseringsalternativ i fem olika kommuner som hade identifierats i förstudierna.

Utgångspunkten var att det för samtliga åtta olika lokaliseringsalternativ finns områden där berggrunden bedöms som lämplig för ett slutförvar. Lämpligheten måste dock verifieras genom undersökningar med borrning, vilket inte ingick i förstudierna. Simpevarp och Forsmark framstod sedan som särskilt lämpliga avseende industrietableringen, med tanke på befintlig infrastruktur. Platserna bedömdes också ge goda förutsättningar för att etablera och driva slutförvarets anläggningar och transportsystem med små miljökonsekvenser. Osäkerheterna bedömdes vara större för de andra alternativen, bland annat på grund av behovet av landtransporter av använt kärnbränsle och/eller exploatering av nya markområden för industriändamål.

Samhällsfrågan handlade både om förutsättningarna för vad samhället kan tillföra projektet såsom resurser i form av arbetskraft, offentlig och enskild service med mera och om etablering kunde ske med frivillig medverkan från förtroendevalda, närboende och markägare. Förutsättningarna för att uppnå förtroende och stöd för slutförvarsprojektet ansågs svårbedömda och kunde komma att ändras. Förtroende och stöd borde kunna vinnas i samtliga kommuner, men förutsättningarna bedömdes som särskilt goda vid en lokalisering till Simpevarp eller Forsmark. Den bedömningen utgick från att kommuninvånarna redan hade erfarenhet av kärnteknisk verksamhet. Det finns kärnkraftverk och hantering av radioaktivt avfall i båda kommunerna, Clab ligger i Oskarshamn och SFR i Östhammar.

För att få en större bredd på det geologiska underlaget föreslog SKB en platsundersökning även i Tierp norra/Skutskär och ytterligare utvärderingar av alternativet Skavsta/Fjällveden. Nyköpings kommun tackade dock nej till fortsatt medverkan och därmed utgick alternativet Skavsta/Fjällveden. Övriga alternativ erbjöd inte några uppenbara fördelar ur perspektivet geologisk bredd. Hultsfred utgjorde ett möjligt alternativ till Simpevarp om platsundersökningar inte skulle kunna påbörjas där, eller om undersökningarna skulle visa att berggrunden inte klarade kraven.

3.7.4 År 2001 – Regeringen ger klartecken

Regeringens beslut i november 2001 innebar klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i Fud-K /3-16/. Regeringen hade inget att invända mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra/Skutskär. Även Älvkarleby tillfrågades om medverkan i platsundersökningarna, eftersom det var tänkt att transportera inkapslat kärnbränsle till hamnen i Skutskär och därifrån på järnväg till ett eventuellt slutförvar i Tierp. Kommunfullmäktige i Älvkarleby sa i mars 2002 ja till fortsatt medverkan. Kommunfullmäktige i Tierp röstade med knapp majoritet nej till platsundersökningar, varför området Tierp norra/Skutskär inte längre var aktuellt. Genom beslut av kommunfullmäktige i Östhammar (4 december 2001) och Oskarshamn (11 mars 2002) kunde SKB påbörja platsundersökningar i Forsmarksområdet i Östhammars kommun och Simpevarpsområdet i Oskarshamns kommun. Under år 2004 utvidgades undersökningarna i Oskarshamn till att även omfatta Laxemarområdet.

3.7.5 Riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall

Med stöd av 3 kap 8 § miljöbalken beslutade SKI (Statens kärnkraftinspektion, 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 /3-17/.

3.7.6 Lokalisering vid kusten eller i inlandet

Efter att SKB påbörjat platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn, båda nära Östersjön, har frågan om inlands- kontra kustlokalisering åter studerats.

Under år 2005 genomförde SKB en utförlig analys av grundvattnets regionala flödesförhållanden i östra Småland. Analysen har enbart syftat till att ta fram ytterligare vetenskapligt underlag

i en lokaliseringsdiskussion med hänsyn till grundvattnets in- och utströmning samt dess kemiska sammansättning. Flödesvägar för grundvatten från ett djup som motsvarar djupet för ett tänkbart slutförvar för kärnbränsle har modellerats. Analysen baseras på 5 000 teoretiska förvarsområden som är av storleken en kvadratkilometer.

Slutsatsen var att lokala förhållanden i berggrunden och lokal topografi har stor betydelse för grundvattnets flödesmönster. Flödesmönster och grundvattnets sammansättning (salthalt) medför inte någon generell fördel för ett slutförvar i inlandet eller en lokalisering vid kusten. Grundvattnets flödesmönster är bara en lokaliseringsfaktor av många och ett inströmningsområde innebär i sig ingen avgörande fördel. Liknande erfarenheter har även gjorts i Finland där man under 1990-talet bedrev platsundersökningar i två inlandslokaliseringar och två lokaliseringar vid kusten. Inte heller resultaten från dessa undersökningar kunde säkert visa på några generella fördelar med en inlandslokalisering.

3.8 Platsundersökningarna

Platsundersökningarna inleddes år 2002 och pågick under drygt fem års tid i Forsmark, Östhammars kommun och i Simpevarp/Laxemar i Oskarshamns kommun. Undersökningar och analyser var indelade i två huvudetapper – inledande platsundersökning respektive komplett platsundersökning. Motsvarande etappindelning gäller för projekteringen 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 projekteringsresultaten (D2) och för säkerhetsanalysen SR-Site. Själva datainsamlingen på plats har skett med flera frekventa avstämningspunkter – så kallade datafrysar. Detsamma gäller de olika versioner av platsbeskrivningar som tagits fram.

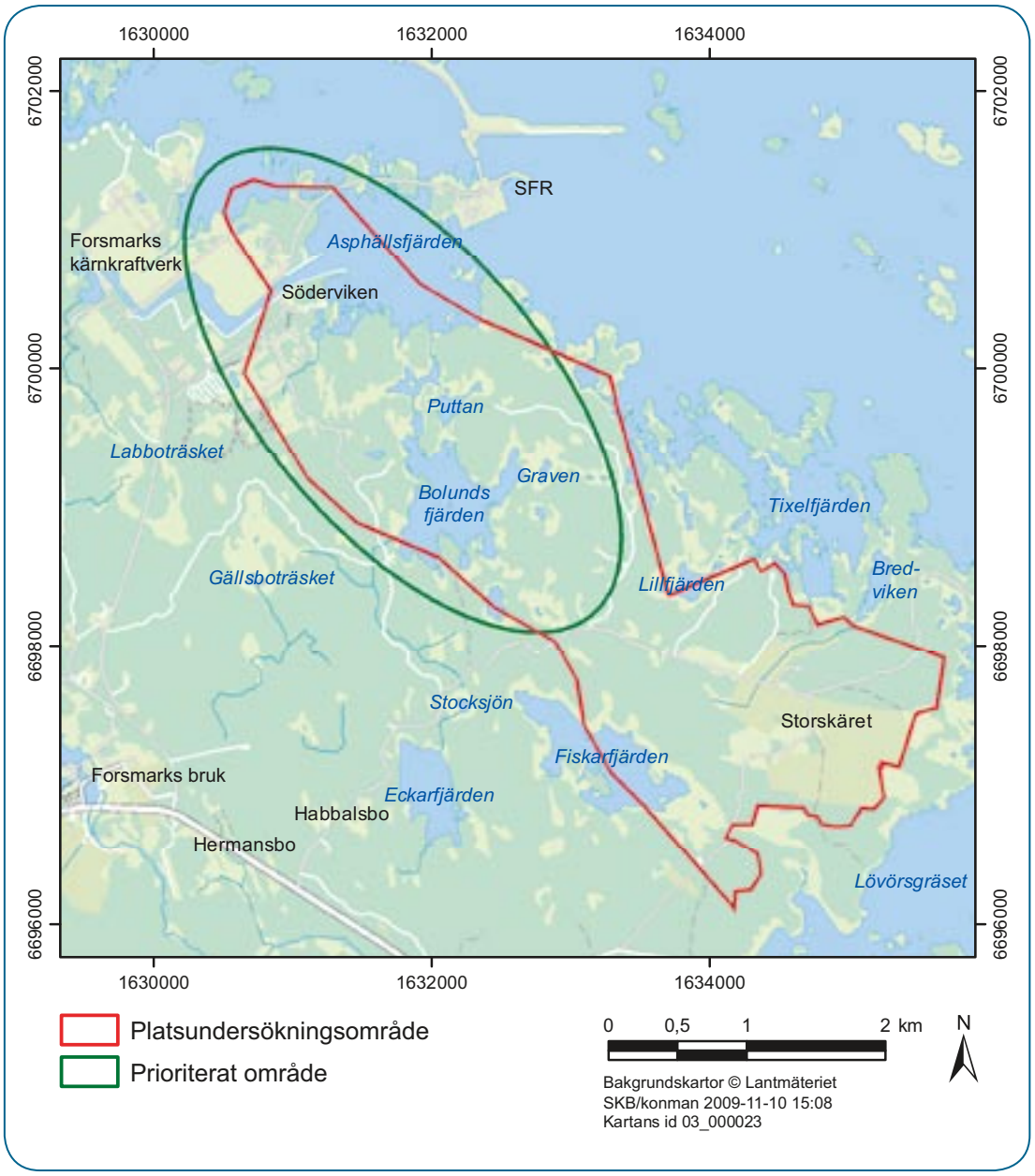
Platsundersökningarna kunde starta utifrån en gedigen kunskapsbas vad avser geovetenskapliga undersökningar. Som en följd av de delvis unika behoven har strategier, metoder och instrument för ytbaserade undersökningar utvecklats och tillämpats allt sedan starten av kärnavfallsprogrammet. Den senare etableringen 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 utfördes därför ett omfattande arbete för att identifiera vilka förhållanden och egenskaper hos de ytnära ekosystemen som behövde bestämmas, tänkbara karakteriseringsmetoder och lämpliga modeller för platsmodelleringen.

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 platsundersökningarna /3-18/. 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 avgränsades naturligt mot omgivningen genom att berggrunden består av en tektonisk lins. Med en tektonisk lins menas en relativt opåverkad bergkropp som är omgiven av zoner med omvandlat berg. Mot sydost bestämdes avgränsningen av gränsen till naturreservatet. Fokus för undersökningarna låg på att besvara generella och platsspecifika frågor som sågs som avgörande för att bedöma platsens lämplighet.

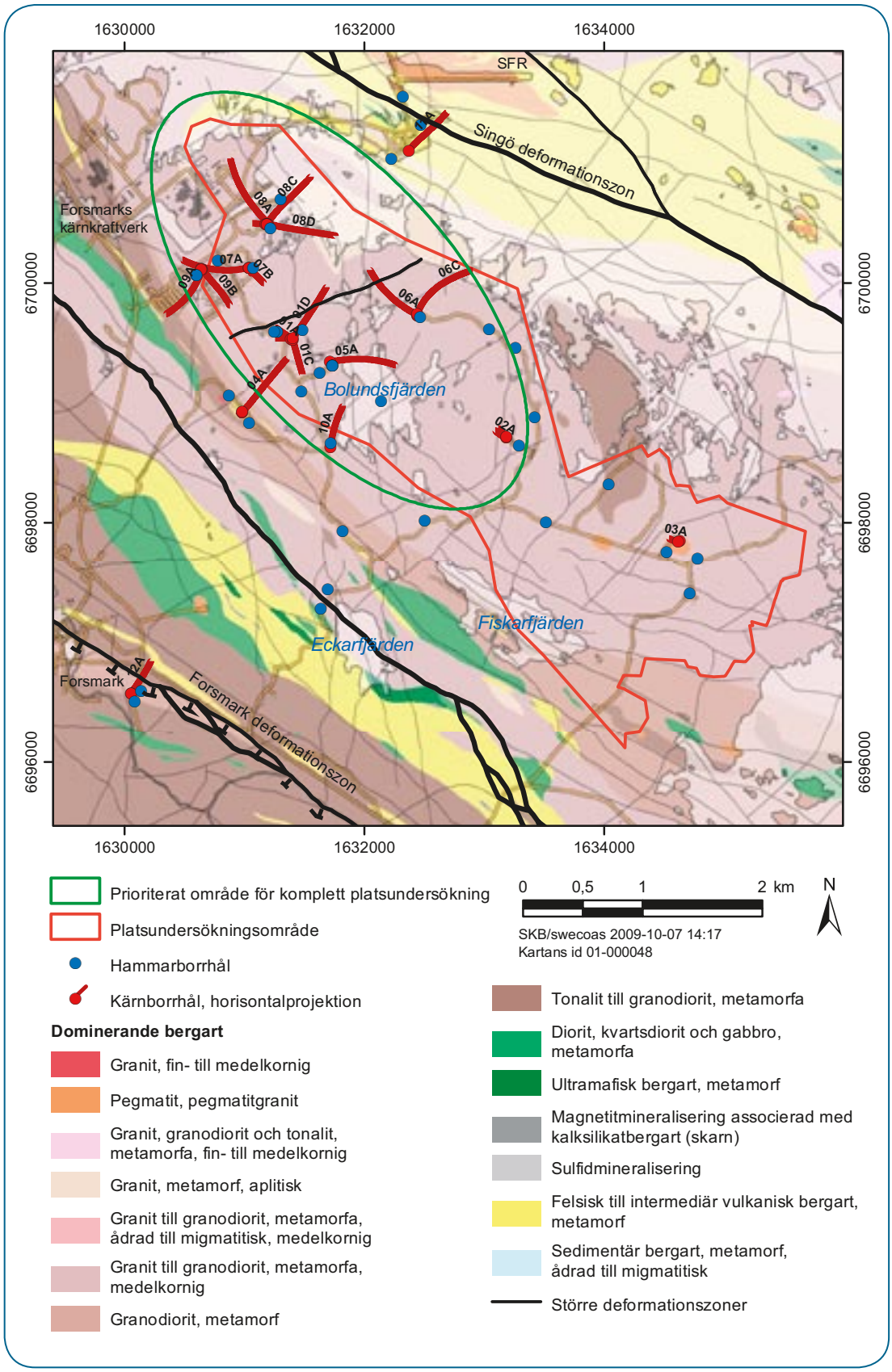
När den inledande undersökningsetappen genomförts och en preliminär platsbeskrivande modell tagits fram gjordes en avstämning av kunskapsläget mot de grundläggande krav som redovisats innan platsundersökningarna inleddes, och som måste kunna visas vara uppfyllda för att en plats ska vara av intresse för slutförvaret /3-19/. 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.



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

Med detta som grund upprättades ett program för den avslutande delen av platsundersökningen /3-20/. 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 delvis under industriområdet möjliggjorde en förvarsutformning med markförlagda anläggningar inrymda på befintlig industrimark. Detta bedömdes ge en rad tekniska och miljömässiga fördelar.



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

De undersökningar som programmet omfattade 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.

3.8.2 Platsundersökningen i Laxemar

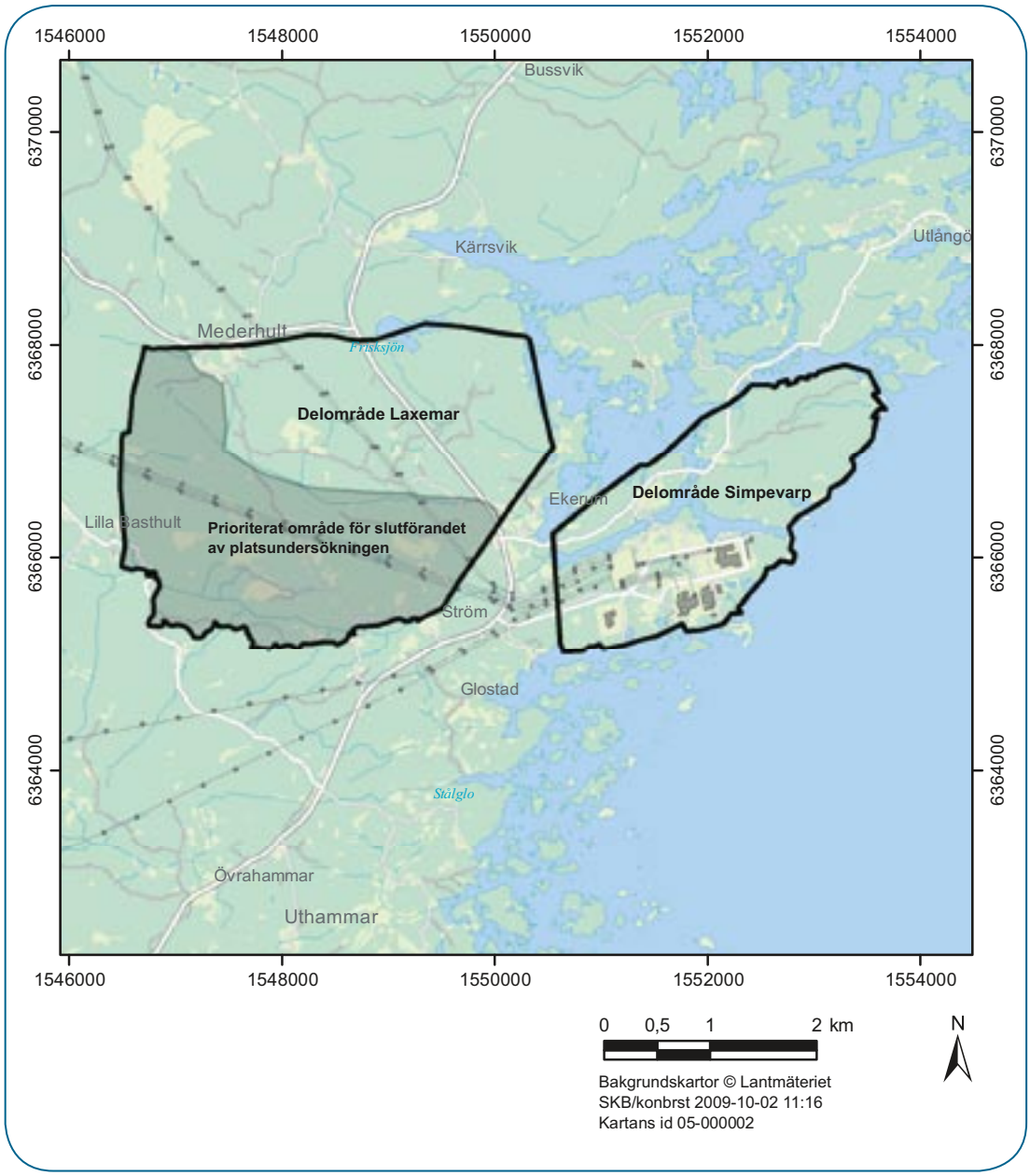
Platsundersökningen i Laxemarområdet avslutades under första kvartalet 2008. Undersökningarna koncentrerades i slutfasen till ett cirka sex kvadratkilometer stort område, se figur 3-14, som prioriterades för ett eventuellt slutförvar. Det prioriterade området är resultatet av successiva avgränsningar som gjorts inför och under platsundersökningen.

Ett program för inledande platsundersökning av Simpevarpsområdet redovisades hösten 2002 och omfattade det cirka 60 kvadratkilometer stora område som rekommenderades i förstudien. På Simpevarpshalvön, som utpekats separat i förstudien, inleddes omedelbart borrningar. 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.

Väster om Simpevarp startade undersökningarna med helikopterburna geofysiska mätningar, fältkontroller med mera, 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 /3-21/. Delområde Laxemar i figur 3-16 är cirka nio kvadratkilometer stort och prioriterades inför fortsättningen. Flera andra områden bedömdes likvärdiga från 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.

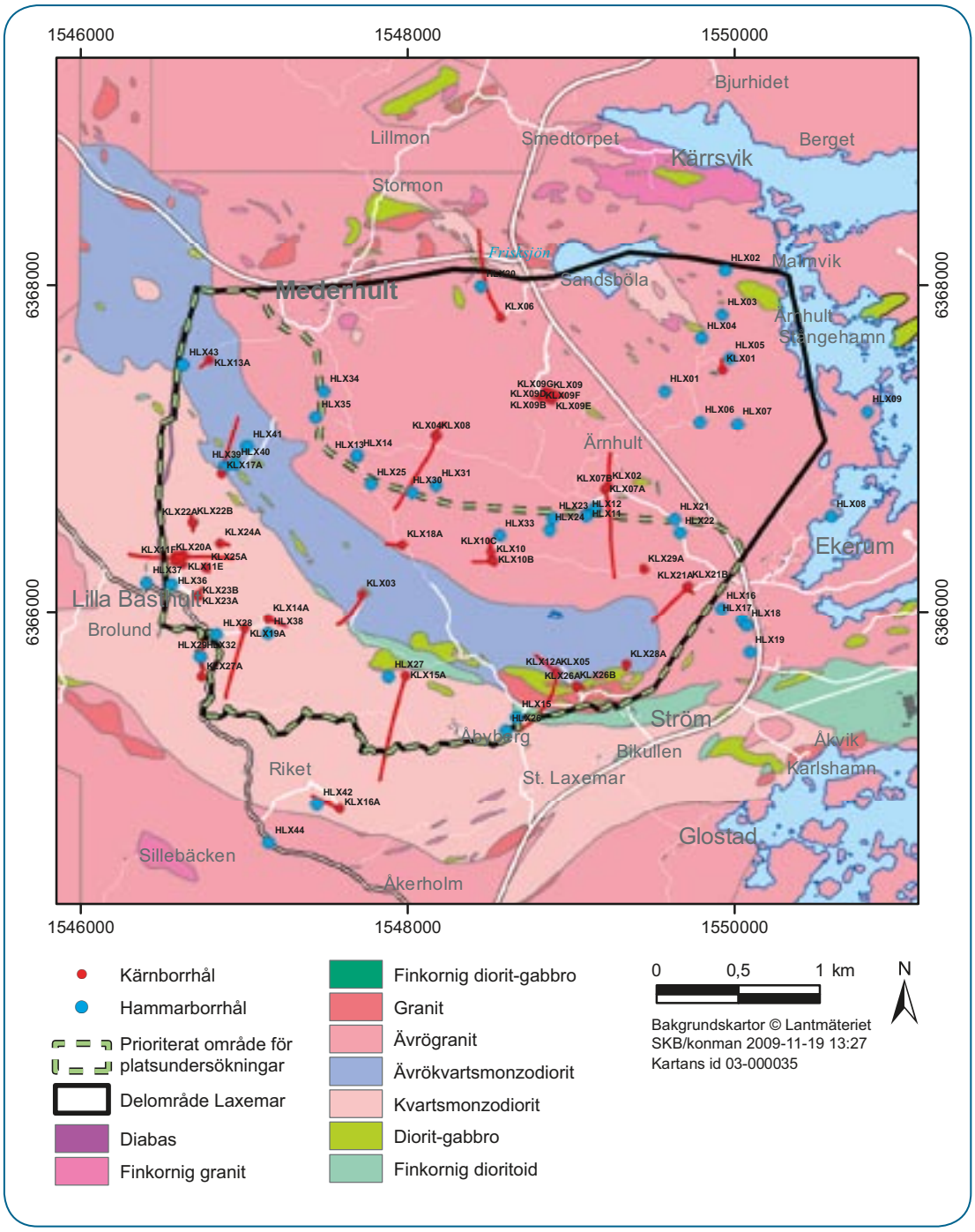
Nästa milstolpe var att prioritera ett av delområdena Simpevarp eller Laxemar, för en komplett platsundersökning. I samband med att de inledande undersökningarna slutfördes, prioriterades preliminärt Laxemarområdet. Det underlag för jämförelser som senare tillkom i form av platsbeskrivningar, projekteringsresultat (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 kan sammanfattas i följande punkter /3-22/:

- Båda områdena kan troligen inrymma ett förvar, men i fallet Simpevarp är marginalerna små. I fallet Laxemar finns gott om utrymme och därmed stora marginaler. Detta ger flexibilitet för framtida förändringar av förvarslayouten och goda möjligheter att hantera eventuella geologiska överraskningar, även i sena skeden.
- De säkerhetsbedömningar som redovisats indikerar att båda områdena uppfyller kraven. Den mera homogena berggrund som präglar delar av Laxemarområdet kan dock ge fördelar i form av jämförelsevis låg sprickfrekvens och låg vattenföring. Den större flexibiliteten i fallet Laxemar bidrar också till möjligheterna att anpassa ett förvar så att alla säkerhetskrav kan visas vara uppfyllda.
- Ett förvar i Laxemar innebär nyetablering av markförlagda anläggningar och infrastruktur på skogsmark, med åtföljande påverkan på miljön. Simpevarp är däremot planlagd industrimark och miljön 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 bedöms vara fullt godtagbara.



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 detta område för* ***prioriterat*** *område i denna MKB.)*

Inför den kompletta platsundersökningen krävdes en reducering av undersökningsområdets storlek inom delområde Laxemar, men informationen om berggrundens egenskaper var inte tillräcklig för att medge en väl grundad fokusering. Därför genomfördes först undersökningar för att få fram det underlag som behövdes /3-23/. Därefter upprättades ett program för de fortsatta undersökningarna i det prioriterade området /3-24/. Undersökningarna hade successivt inriktats mot områdets södra och västra delar, se figur 3-15. Skälet är 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 borrhålslägen.

4 Sökt verksamhet och alternativ

En miljökonsekvensbeskrivning ska förutom en beskrivning av 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 alternativ. I kapitel 8–11 finns utförligare beskrivningar samt bedömningar av påverkan, effekter och konsekvenser av den sökta verksamheten och alternativen.

4.1 Sökt verksamhet

SKB ansöker om tillstånd om att få fortsätta verksamheten med mottagning och mellanlagring av använt kärnbränsle vid befintligt 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 i berg förlagd 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 av bortledning 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 underbilagorna 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp, 4 Vattenverksamhet i Forsmark I och 5 Vattenverksamhet i Forsmark II.

4.1.1 Sökt verksamhet – Clab

Clab är en befintlig anläggning belägen i anslutning till Oskarshamns kärnkraftverk på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun, se figur 4-1. I Clab mellanlagras det använda kärnbränslet i bassänger. Under mellanlagringen avtar kärnbränslets radioaktivitet och värmestrålning, vilket underlättar fortsatt hantering. SKB ansöker om att fortsätta den befintliga driften av Clab. Motiv för val av plats för Clab beskrivs i avsnitt 4.3.1.

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 förbinds med en vattenfylld transportkanal. Vattnet i bassängerna skyddar mot strålningen och kyler samtidigt ner bränslet. Förvaringskapaciteten är sammanlagt 8 000 ton använt kärnbränsle och härdkomponenter.



Figur 4-1. Clab är beläget på Simpevarpshalvön. Oskarshamns kärnkraftverk i bakgrunden.

4.1.2 Sökt verksamhet – Clink

SKB ansöker om att få placera inkapslingsanläggningen intill Clab, se figur 4-2. 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 4.3.2.

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 anläggningen kommer en bassängdel att finnas med lägsta botten på cirka 14 meter under mark. Bassängdelen kommer att ligga ovanför de bergrum som inrymmer Clabs bassänger.

Innan kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har det mellanlagrats i bassänger i Clab för att minska radioaktivitet och värmealstring. 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 järn 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, med 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, anländer färdigtillverkade till inkapslingsanläggningen. Slutprodukten från inkapslingsanläggningen är en fylld kopparkapsel placerad i en transportbehållare och förberedd för transport till slutförvarsanläggningen.



Figur 4-2. Inkapslingsanläggningen placeras i direkt anslutning till Clab (fotomontage). De röda markeringarna anger vad som är fotomontage i bilden.

4.1.3 Sökt verksamhet – slutförvarsanläggningen

SKB ansöker om att få placera slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle i Östhammars kommun i norra Uppland. Förläggningsplatsen ligger vid kusten inom Forsmarks industriområde i närheten av kärnkraftverket och SFR. SKB benämner den sökta förläggningsplatsen Söderviken, se figur 4-3. Motiv till valet av plats beskrivs i avsnitt 4.3.3.

Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle består av en ovanmarksdel och en undermarksdel, se figur 4-4. Huvuddelen av anläggningsdelarna ovan mark är samlade i ett driftområde som är uppdelat i en yttre och 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.

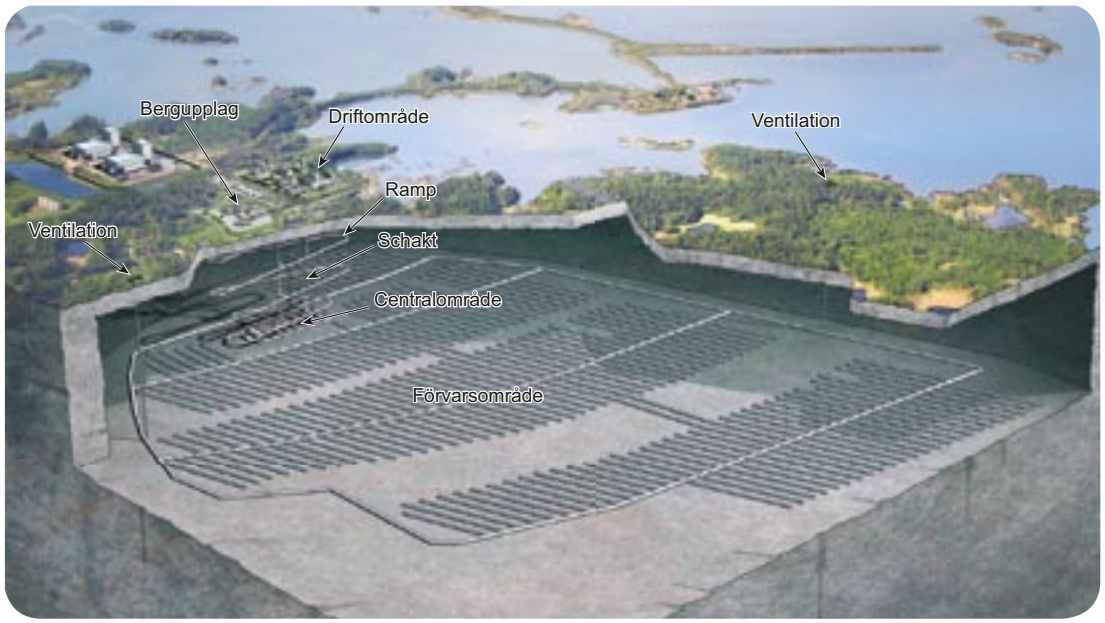
Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde, samt förbindelser till ovanmarksdelen i form av schakt för hissar och ventilation, och en ramp för fordonstransporter. Centralområdet innehåller utrymmen med funktioner för driften av undermarksdelen. I förvarsområdet ska kapslarna slutförvaras.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

4.1.3.1 Referensutformning – KBS-3V

SKB:s referensutformning är ett KBS-3-förvar med vertikal deponering (KBS-3V) vilket innebär att kapseln deponeras vertikalt 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 de-



Figur 4-3. Slutförvarsanläggningen placeras vid Söderviken i Forsmark (fotomontage). Forsmarks kärnkraftverk skymtar till vänster. De röda markeringarna anger vad som är fotomontage. Ytan längst ner är bergupplaget.



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

poneringshålen 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 en stamtunnel.

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

4.1.3.2 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 istället för i de vertikala deponeringshål (KBS-3V) som är SKB:s referensutformning. Om, eller när, det finns en säkerhetsanalys som visar att man kan byta till KBS-3H med bibehållen eller ökad säkerhet, så kan det bli aktuellt att överväga en övergång till horisontell deponering.

SKB påbörjade i början av 1990-talet arbetet med att utreda förutsättningarna för horisontell deponering, som en del i det pågående arbetet med att optimera utformningen av slutförvarsanläggningen. SKB och Posiva (motsvarighet till SKB i Finland) har därefter gemensamt utrett förutsättningarna för horisontell deponering. Tekniken är inte tillräckligt utvecklad för att vara tillgänglig , det återstår betydande insatser för att avgöra om den kan användas.

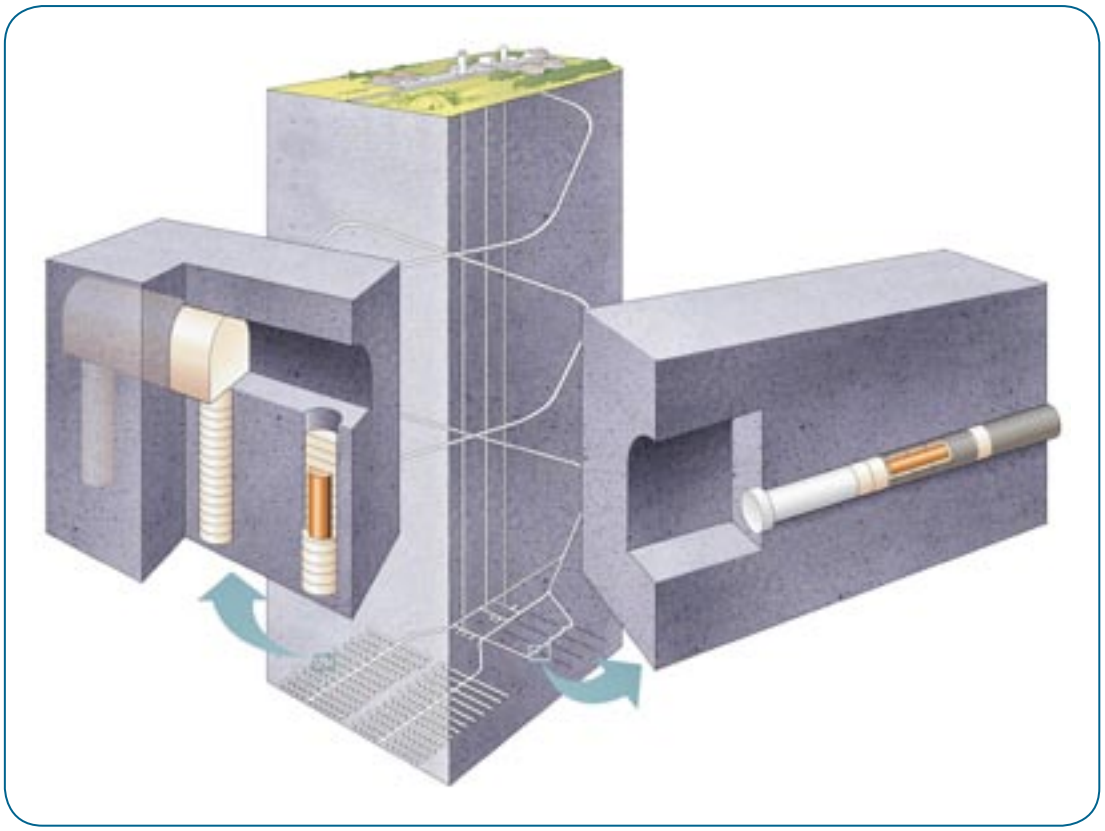
4.1.3.3 Likheter och skillnader mellan KBS-3V och KBS-3H

Det finns många likheter mellan KBS-3V och KBS-3H, se figur 4-5. 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 båda varianterna. I KBS-3H behövs däremot inga deponeringstunnlar, utan 100–300 meter långa horisontella deponeringshål borras direkt från stamtunneln. Deponeringstekniken skiljer sig åt mellan vertikal och horisontell deponering. 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 /4-1/.

Långsiktig säkerhet

En preliminär analys av den långsiktiga säkerheten för KBS-3H har genomförts under ledning av Posiva /4-1/. Analysen har genomförts för ett slutförvar i Olkiluoto, Finland, och baseras på platsdata därifrån samt på en preliminär referensutformning för KBS-3H. De huvudsakliga slutsatserna från den preliminära säkerhetsanalysen, 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 kunna göra en heltäckande säkerhetsanalys.

I det fortsatta utvecklingsarbetet med KBS-3H kommer den genomförda preliminära analysen att kompletteras med en platsspecifik säkerhetsanalys 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.



Figur 4-5. Deponering i vertikala hål (KBS-3V) och horisontella hål (KBS-3H). Varianterna har stora likheter då bränsle, kapsel, buffert och berg är desamma och då stora delar av ovanmarks- och undermarksdel är identiska.

Miljöpåverkan

Den tydligaste skillnaden i miljöpåverkan mellan KBS-3H och KBS-3V är hanteringen av bergmassor och lera. Deponeringshålen i KBS-3H är mindre än deponeringstunnlarna i KBS-3V och det medför att mängden bergmassor som behöver tas ut minskar med cirka 50 procent. I KBS-3H saknas deponeringstunnlar och därför behövs ingen lera för att fylla igen deponeringstunnlarna när deponeringen avslutats, vilket krävs för KBS-3V.

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 berguttag 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 det återstår mycket arbete med anläggningens utformning. 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.

4.2 Alternativ lokalisering och utformning

I detta avsnitt beskrivs kortfattat de alternativa lokaliseringar och utformningar som har övervägts.

4.2.1 Clab

Inför uppförandet av Clab utreddes placeringen i en förstudie som presenterades år 1977 /4-2/. Förstudien resulterade i tre alternativ som utreddes vidare: Simpevarp i Oskarshamns kommun, Forsmark i Östhammars kommun och Studsvik i Nyköpings kommun. Clab uppfördes åren1980 till 1985 i Simpevarp.

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

4.2.2 Inkapslingsanläggningen

SKB har utrett en placering av inkapslingsanläggningen i närheten av kärnkraftverket i Forsmark. Den föreslagna platsen har justerats något i förhållande till den som redovisats 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 Forsmarks kraftgrupp 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. Inkapslingsanläggningens utformning vid en placering i Forsmark samt dess påverkan, effekter och konsekvenser redovisas i avsnitt 9.2.

4.2.3 Slutförvarsanläggningen

Som tidigare beskrivits i avsnittet om platsundersökningar (3.8) har SKB genomfört kompletta platsundersökningar även i Laxemar i Oskarshamns kommun. Inom det undersökta området har SKB studerat ett antal lägen för placering av driftområde med tillhörande centralområde för ett slutförvar för använt kärnbränsle. Den plats som SKB utrett i Laxemar är optimerad med avseende på goda berggrundsförhållanden för uppförande av schakt och tunnelramp samt skulle ge kort avstånd till inkapslingsanläggningen. Laxemar är därför det lokaliseringsalternativ 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.

4.3 Motiv till sökt lokalisering och utformning

I detta avsnitt ges motiv till vald lokalisering och utformning för Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen. De flesta av de alternativa lösningar som SKB har övervägt utgör detaljutformningar, sett utifrån KBS-3-systemet som helhet, och kan därför inte i miljöbalkens mening anses utgöra alternativa utformningar i förhållande till sökt verksamhet. Viktiga vägval beskrivs därför i en annan bilaga till ansökningarna, Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna, och motiveras utifrån miljöbalkens bestämmelser om tillämpande av ”bästa möjliga teknik”.

4.3.1 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 kunna tömma reaktorn på bränsle vid behov, dels för att förvara det använda kärnbränslet innan det sänds iväg 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 anläggas 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 transportsträckan mellan kärnkraftverken och Clab. En lokalisering vid kärnkraftverken Ringhals och Barsebäck valdes bort. I Ringhals saknades utrymme för ett mellanlager eftersom expansion av området var begränsat av naturreservat och befintlig bebyggelse. I Barsebäck var berget olämpligt för bergrumsbyggen. 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 /4-3/ varför SKB ansökte om – och fick – regeringens tillstånd att uppföra Clab i Oskarshamn.

I dag lagras cirka 5 000 ton använt kärnbränsle 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 i Clab har bedrivits inom ramen för de befintliga tillstånd och villkor som finns för anläggningen. Att anlägga 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 omhand.

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

4.3.2 Inkapslingsanläggning

4.3.2.1 Motiv till sökt lokalisering av inkapslingsanläggningen

Platser som SKB bedömt vara rimliga 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 i Oskarshamn var det ännu inte avgjort var SKB avsåg placera slutförvarsanläggningen. Vid valet att placera inkapslingsanläggningen intill Clab 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 bränslehiss. Transport utanför anläggningen, till slutförvaret, blir endast aktuellt 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 rimligaste.

4.3.2.2 Motiv till sökt utformning av inkapslingsanläggningen

Hanteringsmetod

I inkapslingsanläggningen kommer olika hanteringsmetoder att vara aktuella beroende på var anläggningen placeras. För en lokalisering intill Clab är det våt hantering i bassäng som är aktuell, medan det i en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle vara en torr hantering. Detta för att undvika att behöva bygga en bassäng i Forsmarksanläggningen med de renings-, kyl- och avfallshanteringssystem som en bassäng medför. I det senare fallet skulle därför det använda kärnbränslet torkas i Clab innan det transporterades till inkapslingsanläggningen.

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. En torr hantering av bränsle mellan Clab och en inkapslingsanläggning, oberoende av inkapslingsanläggningens lokalisering, innebär dock en utökad hantering av bränsle 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

Den valda svetsmetoden påverkar inkapslingsanläggningens utformning och verksamhet. SKB har parallellt utvecklat två alternativa svetsmetoder för att försluta kopparkapseln, elektronstrålesvetsning och friktionssvetsning.

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

Miljöpåverkan var ett av kriterierna vid utvärdering av metoderna. Vid utvärderingen 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 svetssystemen 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.

4.3.3 Slutförvarsanläggning

4.3.3.1 Motiv till sökt lokalisering av slutförvarsanläggningen

Den plats där slutförvarsanläggningen förläggs ska uppfylla två grundläggande krav: Det måste finnas berggrund som medger en långsiktigt säker förvaring, och det måste finnas en politisk och allmän acceptans i den berörda kommunen och bland närboende. Det är SKB:s sak att visa att det första kravet uppfylls. Det andra kravet anser SKB är uppfyllt för båda platserna som valet nu stått mellan.

De krav på lokaliseringen av slutförvaret som följer av kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken kan sammanfattas som att:

- platsen ska vara lämplig med hänsyn till ändamålet med verksamheten, det vill säga att åstadkomma ett långsiktigt säkert slutförvar,
- konsekvenserna ska vara rimliga,
- vid en jämförelse av platserna ska den plats väljas som innebär minsta intrång och störning, och som erbjuder högsta säkerhet.

Med detta som utgångspunkt har SKB lagt fast sin strategi för platsvalet. Förutsättningarna för att uppnå långsiktig säkerhet har störst betydelse. Analyser har gjorts av de platsrelaterade egenskaper som har betydelse för säkerheten och förutsättningarna att på ett robust sätt genomföra slutförvarsprojektet så att platsens egenskaper tas tillvara. I det fall analyserna visar på en tydlig skillnad mellan platserna, skulle den plats väljas som gav bäst förutsättningar för långsiktig säkerhet. I det fall analyserna inte visade på någon avgörande skillnad i förutsättningarna att uppnå långsiktig säkerhet fick andra platsvalsfaktorer större betydelse. Exempel på sådana faktorer är anpassningen till den omgivande miljön eller effektiviteten i genomförandet av projektet.
SKB:s strategi för att välja plats kan 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 systematiskt med avseende på faktorer som kan ha betydelse för den samlade värderingen.

Figur 4-6 visar den uppsättning lokaliseringsfaktorer som bildade grund för de jämförande utvärderingarna. Det bör understrykas att faktorerna i sig inte ger någon vägledning om vad SKB värderade som mer eller mindre viktigt, 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 dessa jämförelser gett ett heltäckande underlag för en samlad värdering och ett platsval.

Lokaliseringsfaktorerna är indelade i fyra huvudgrupper: säkerhetsrelaterade platsegenskaper, teknik för genomförande, hälsa och miljö, samt samhällsresurser.

Den systematiska genomgången av förhållanden på platserna visar att Forsmark ger bäst förutsättningar för att säkerhet på lång sikt ska uppnås i praktiken. De viktigaste orsakerna är de stora skillnaderna i frekvens av, och genomsläpplighet i, vattenförande sprickor. Bergförhållandena i Forsmark ger också ett robustare och effektivare genomförande än i Laxemar.



Figur 4-6. Faktorer som bildat grund för jämförelse av lokaliseringsalternativ inför platsvalet.

De industriella förutsättningarna för att etablera och driva slutförvarsanläggningen på ett bra sätt bedöms vara goda för båda platserna. De skillnader som finns har inte någon avgörande betydelse för platsvalet.

En beskrivning av konsekvenser för miljö och hälsa av en slutförvarsanläggning i Forsmark respektive i Laxemar finns i kapitel 10.

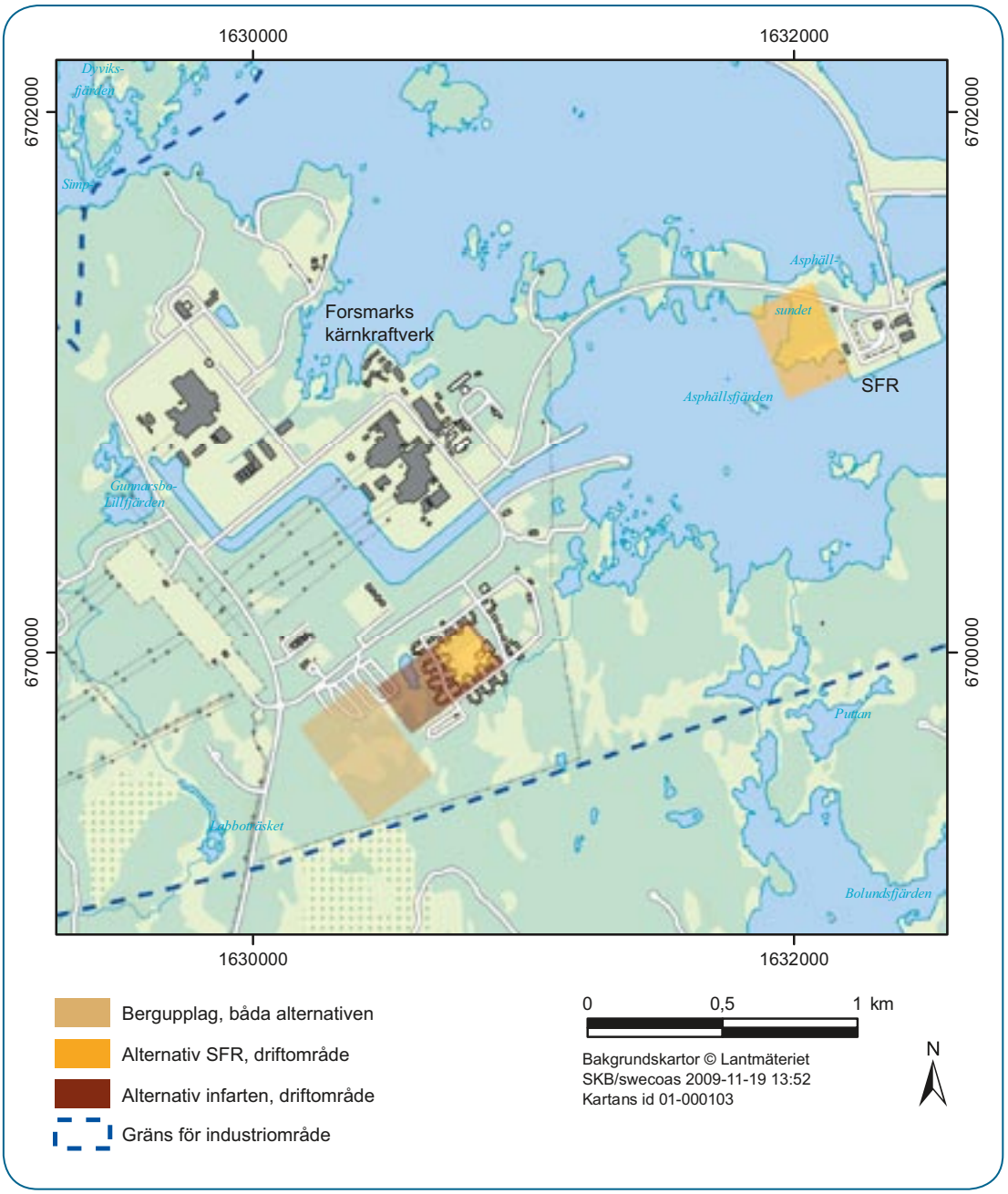
4.3.3.2 Motiv till sökt utformning av slutförvarsanläggningen

Placeringen av anläggningens driftområde i Forsmark i läget Söderviken har bestämts av de geologiska förutsättningarna, och av de förutsättningar som råder ovan mark. En målsättning har även varit att placera ovanmarksdelen inom det i detaljplanen avsatta industriområdet. Läget är dock huvudsakligen styrt av de geologiska förhållandena i berget.

Arbetet med att ta fram en platsanpassad utformning av en slutförvarsanläggning i Söderviken har genomförts i ett stegvis förfarande. Projekteringen av slutförvarsanläggningen har varit uppdelad i två huvudskeden, 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 projekteringsskede 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 4-7. 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 /4-4/.

I projekteringsskede 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. Motiven för detta är att bergspänningarna visar en lägre ökningstakt mot djupet än vad

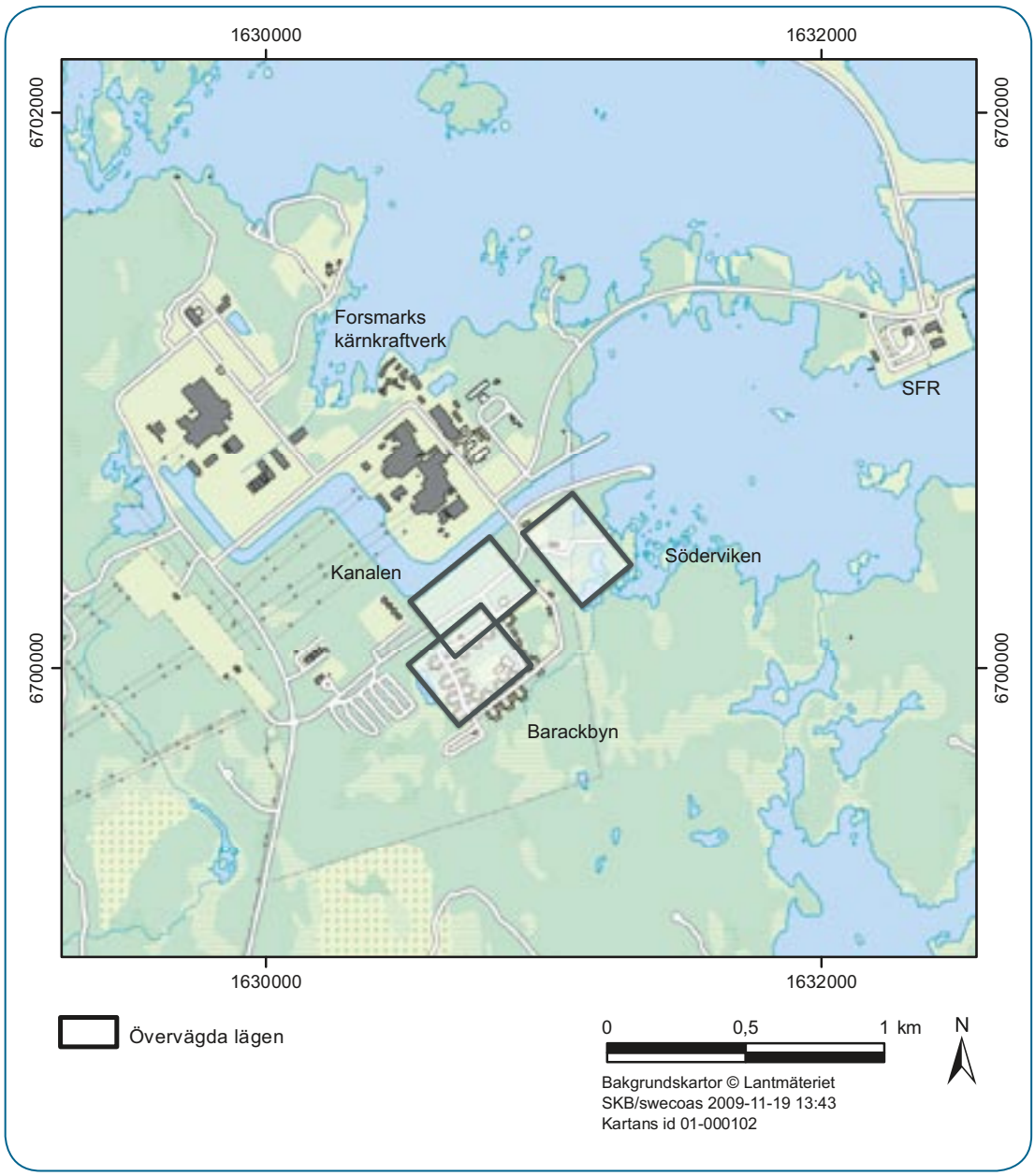


Figur 4-7. Lägen för infarten och SFR. För alternativet SFR behövdes två driftområden (gula rutor i figuren, varav den ena överlappar med driftområdet för läge infarten) medan alternativet infarten kunde samla alla anläggningar till ett driftområde (röd ruta i figuren). Läge infarten prioriterades efter jämförande värdering.

som antogs inledningsvis, samt att mönstret av sprickzoner på platsen ger gynnsammare förutsättningar för att placera ut slutförvarets deponeringsområden inom det nu föreslagna djupintervallet.

Med starten av projekteringsskedet 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. Se figur 4-8.

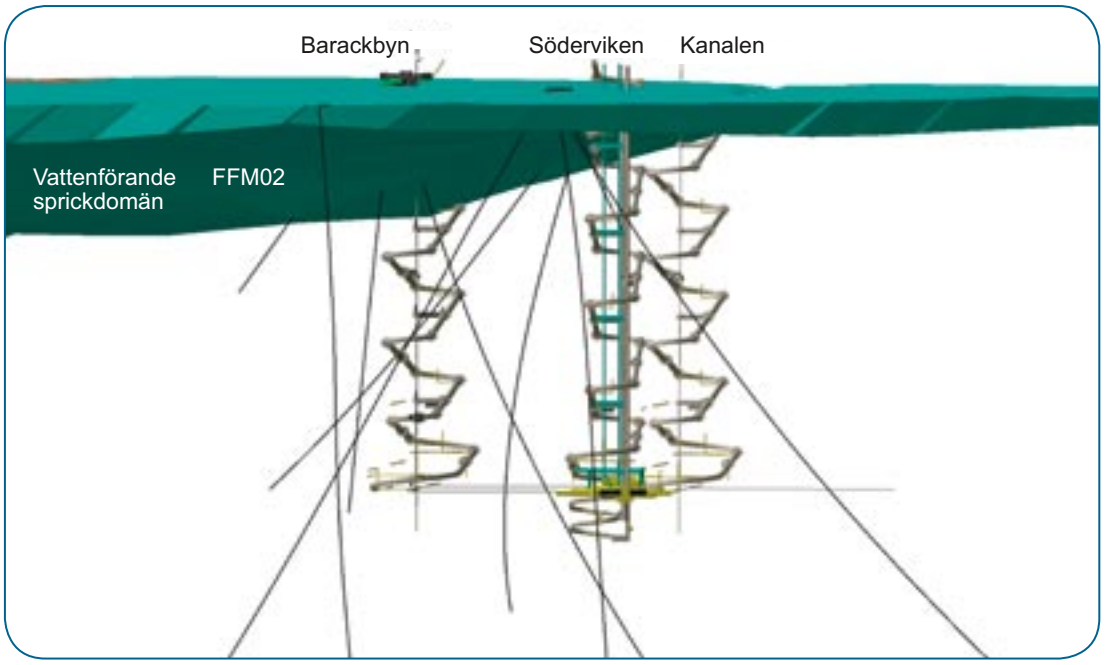
Huvudmotivet för att överväga olika alternativ inom läge infarten var bedömningen att den övre delen av berggrunden (benämnd sprickdomän FFM02 i figur 4-9) är lokalt kraftigt vattenförande, och att mäktigheten på den vattenförande sprickdomänen minskar mot norr och nordost. I alternativet Barackbyn, som föreslogs i projekteringsskede D1, är därför mäktigheten av denna del av berggrunden större än för de övriga två alternativen, Kanalen och Söderviken, se figur 4-9.



Figur 4-8. Karta med övervägda lägen Kanalen, Barackbyn och Söderviken inom läge Infarten i Forsmark.

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

Alternativen Kanalen och Söderviken skiljer sig också på olika punkter. Under mark innebär alternativet kanalen flera passager genom den brantstående deformationszonen som benämns ENE1061A i figur 4-10, medan layouten för alternativ Söderviken endast tangerar denna deformationszon i anslutning till centralområdet /4-5/. Som illustreras i figur 4-10 är Söderviken det alternativet som bäst undviker områdets brantstående deformationszoner med klara fördelar för byggbarheten som följd. En annan nackdel med alternativet Kanalen är just närheten till kylvattenkanalen med en ökad risk för hydrologisk kontakt inom sprickdomän FFM02 och därmed



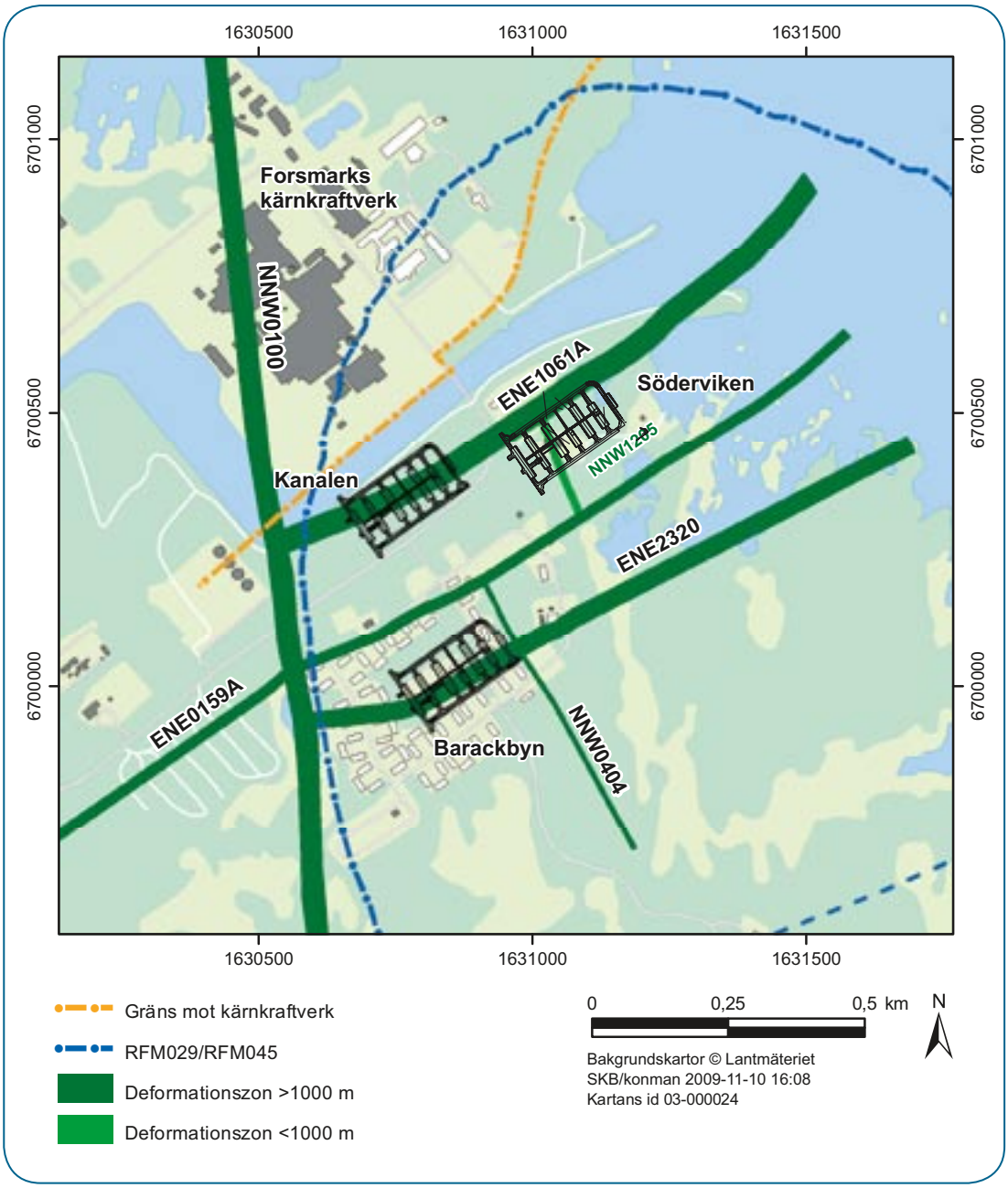
Figur 4-9. Lägen för schakt och ramp för de tre alternativen, betraktade från nordost, i förhållande till den vattenförande sprickdomänen FFM02.

inläckage från kylvattenkanalen. Ovan mark har alternativet Kanalen andra nackdelar i förhållande till Söderviken genom närheten till kanalen, oljedepån och FKA:s 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.

Söderviken bedöms vara det mest fördelaktiga läget med avseende på funktion och genomförande. Läget utnyttjar befintlig infrastruktur på ett bra sätt, men ger ändå en klar uppdelning mellan FKA:s verksamhet och slutförvarsanläggningens. Verksamheterna kan därmed utvecklas oberoende av varandra och störningsriskerna minimeras. En tillkommande bro närmare kanalmynningen 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 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 av utfyllnaden. Det kommer också att finnas ett nettobehov av bergmassor i inledningsskedet, innan den egna bergproduktionen börjar generera överskott.

Prioritering av läge och skillnader i miljöpåverkan

Huvudmotivet för att överväga olika alternativ var den kraftigt vattenförande övre delen av berggrunden. I alternativet Barackbyn är denna zon mäktigare i förhållande till de två övriga alternativen, vilket leder till större risk för vatteninläckage under uppförandeskedet som i sin tur medför ökade tätningsbehov och eventuellt större grundvattensänkning. Kanalen och Söderviken är likvärdiga i detta avseende. Vidare har Kanalen nackdelar i förhållande till Söderviken med avseende på passage genom brantstående deformationszoner, närheten till kylvattenkanalen (med ökad risk för inläckage) samt möjligheten att samlokalisera med befintlig verksamhet. Den sammanvägda bedömningen av förutsättningar ovan mark och under mark, gör att Söderviken är det läge som SKB valt för placering av slutförvarsanläggningen.



Figur 4-10. Lokalisering av centralområdet under mark i förhållande till områdets deformationszoner.

Skillnaderna i förvarslayout bedöms bli marginella och medger ingen rangordning av alternativen, varken med avseende på förvarets säkerhet, kapacitet, funktionalitet eller byggtekniska frågor. Alla alternativ förutsätter samma systemutformning med ramp, separata schakt för berg- och person-transporter samt två ventilationsschakt, alla anslutna till centralområdet. De små skillnader som finns mellan alternativen har inte bedömts medföra någon skillnad med avseende på säkerhet och strålskydd. Ovan mark kan bergupplaget för Söderviken placeras på redan påverkad mark, medan övriga alternativ skulle ta opåverkad mark i anspråk. För att anlägga driftområdet i Söderviken krävs emellertid utfyllnader i vatten och i strandnära naturmark. Konsekvenserna av detta, samt åtgärder för att minska miljöpåverkan av ingreppet beskrivs i konsekvensbedömningen av det sökta alternativet. Sett till slutförvarsanläggningen som helhet bedöms dock inte valt alternativ medföra någon betydande skillnad i miljöpåverkan i förhållande till övervägda utformningsalternativ. De övervägda utformningsalternativen som redovisats i detta avsnitt beskrivs därför inte vidare i denna miljökonsekvensbeskrivning.

4.4 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 (Clab 1 och 2). Om inkapslingsanläggningen och slutförvaret inte kommer till stånd kommer Clab att behöva byggas ut för att utöka lagringskapaciteten. En sådan utbyggnad är tekniskt möjlig. Att förvara det använda kärnbränslet i Clab kräver övervakning och underhåll. Om detta upprätthålls förväntas Clabs livslängd vara 100–200 år, förutsatt att vissa installationer successivt byts ut /4-6/.

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) /4-7/. Enligt denna ska – som framgår av det förgående (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 miljökonsekvensbeskrivningen.

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 i denna miljökonsekvensbeskrivning.

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 slutförvarssystemet planeras drivas.

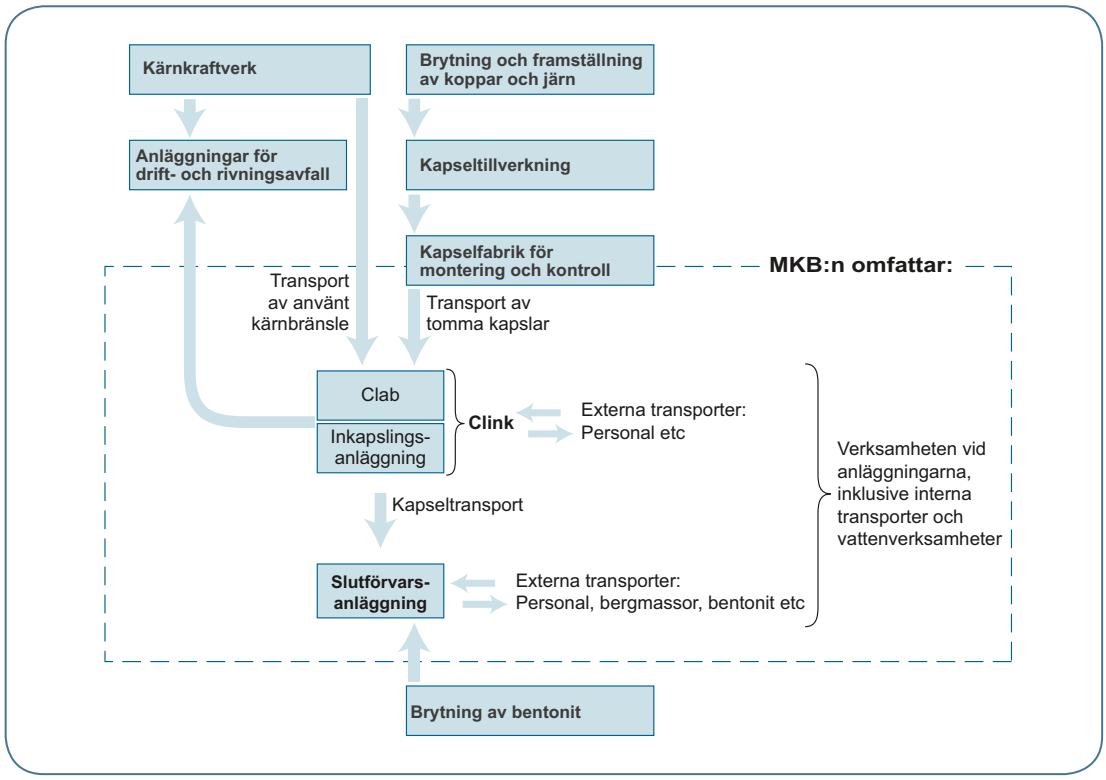
5 Avgränsning

I detta kapitel anges vilka avgränsningar i tid, i rum och i sak som gäller i miljökonsekvensbeskrivningen. Avgränsningen styrs av de planerade verksamheterna och deras lokalisering samt av övervägda alternativ.

5.1 Avgränsning av verksamhet

Miljökonsekvensbeskrivningen omfattar mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle samt 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 verksamheten ska kunna utnyttjas på ett ändamålsenligt sätt. Det måste dock göras en rimlig avgränsning så att endast följdföretag 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 5-1.Verksamheter som inte ingår i MKB:n är 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). Båttransport av material, till exempel bentonit från brytningsområde, till hamnanläggning i Sverige ingår inte heller i MKB:n.



Figur 5-1. Avgränsning av vilka verksamheter och anläggningar som beskrivs inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen.

I avsnittet om kumulativa effekter (avsnitt 12.2) beskrivs emellertid de verksamheter som redan finns i anslutning till de tilltänkta anläggningarna, samt de som kan förutses tillkomma på platsen inom den tidsrymd som anläggningar för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle kommer att uppföras och drivas. 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.

5.1.1 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.

5.1.2 Koppar, järn och bentonit samt kapseltillverkning

Brytning av koppar och järn för kapseltillverkning, liksom själva kapseltillverkningen, ingår inte i miljökonsekvensbeskrivningen. Produktion och kontroll av kapseln sker i kapselfabriken som kommer att byggas i Oskarshamns kommun. Kapselfabriken hanteras senare i en separat process enligt miljöbalken men beskrivs som en följdverksamhet till inkapslingsprocessen i kapitel 9. Arbetet med att välja leverantörer av kapselkomponenter har inte påbörjats. Enligt nuvarande plan kommer det att inledas ungefär när byggandet av inkapslingsanläggningen startar.

Brytning av bentonit ligger också utanför avgränsningen för miljökonsekvensbeskrivningen.

5.1.3 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 heller i denna MKB.

5.2 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 miljökvalitet (en miljöeffekt) som i sin tur kan ge följdverkningar för någon eller för något intresse, en miljökonsekvens /5-1/. 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, till exempel 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 skyddsvärden 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.

Gjorda avgränsningar baseras på vilken typ av verksamhet som kommer att bedrivas, påverkans och effekters omfattning samt på skyddsvärden i omgivningen. 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 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 miljökonsekvensbeskrivningen. Det gör att en del miljöaspekter, som till exempel påverkan från ljussken, beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen trots att miljöpåverkan enligt SKB:s uppfattning inte är betydande.

Miljökonsekvensbeskrivningen omfattar beskrivning av påverkan, effekter och konsekvenser under normala förhållanden och vid olyckstillbud. 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 relevant att beskriva i miljökonsekvensbeskrivningen anges i tabell 5-1.

Ianspråkstagande 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 utifrån påverkan från Clab, 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).

5.3 Geografisk avgränsning

Den geografiska avgränsningen anger det område som kan påverkas av planerade verksamheter och som omfattas av miljökonsekvensbeskrivningen.

Tabell 5-1. Saklig avgränsning vid beskrivning av påverkan, effekter och konsekvenser för Clab, Clink och slutförvarsanläggning.

	Clab	Clink	Slutförvar
Påverkan			
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	●	●	●
Effekter och konsekvenser			
Naturmiljö	●	●	●
Friluftsliv och rekreation			●
Kulturmiljö		●	●
Landskapsbild	●	●	●
Boendemiljö och hälsa	●	●	●
Risk och säkerhet			
Icke-radiologiska risker	●	●	●
Radiologiska risker under drift	●	●	●
Långsiktig säkerhet			●

5.3.1 Lokaliseringsområde

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

5.3.2 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 ännu längre avstånd och inte i anslutning till anläggningarna. Detta gäller för vattenområden som är mottagare av utsläpp till vatten från anläggningarna samt för transportvägar för transporter till och från anläggningarna. Transportvägarna ingår i påverkansområdet genom att transporterna ger upphov till buller, vibrationer och utsläpp till luft (se avsnitt 5.3.3 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 används för att beteckna den grupp av människor som på grund av levnadsvanor, ålder eller vistelseort får högre dostillskott 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 nordnordost om kärnkraftverket. Vid beräkning av omgivningspåverkan vid missöden i Clab och inkapslingsanläggningen har dosen beräknats vid 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, för 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 av Östersjön som ligger utanför Forsmark.

5.3.3 Transporter av använt kärnbränsle

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

5.3.4 Övriga transporter

Utredningar av miljöpåverkan från materialtransporter baseras på att de sker med lastbil /5-2, 5-3/. Utredning 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 genomförts vid känsliga avsnitt, till exempel vid passage av tätbebyggt område. För att kunna genomföra mängdberäkningar av utsläpp till luft (totala utsläpp per år) har en genomsnittlig transportlängd på 25 kilometer (enkel resa) antagits. Detta avstånd bestäms bland annat av var personalen bor, vilka entreprenörer som kommer att verka samt hur den framtida marknaden för avsättning av bergmassor kommer att se ut, varför det finns osäkerhet i antagandet.

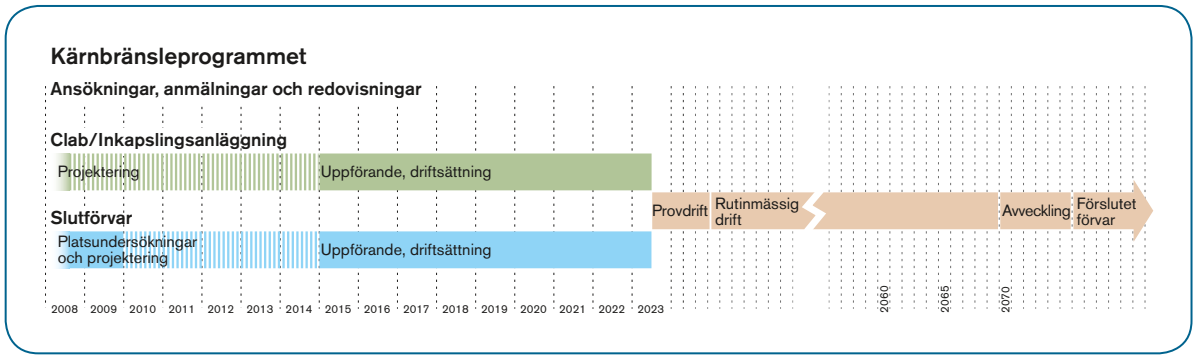
5.4 Avgränsning i tid

De tidsskeden som beskrivs är de skeden då verksamheten ger konsekvenser. För Clab är det drift- och avvecklingsskedena. För inkapslingsanläggningen tillkommer uppförandeskedet. För slutförvarsanläggningen omfattar beskrivningen uppförande, drift och avveckling.

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 avvecklingsskedet.

Avvecklingen beräknas att påbörjas cirka år 2070 varför detta blir den bortre tidsramen i konsekvensbeskrivningen, se figur 5-2. Undantaget utgör dock de delar av MKB:n som rör den långsiktiga säkerheten. Underlag till dessa beskrivningar hämtas från analyser av den långsiktiga säkerheten, SR-Site, med utvecklingsscenarier som sträcker sig en miljon år framåt i tiden.

Strålsäkerhetsmyndigheten kräver att en MKB ska upprättas och bifogas den säkerhetsredovisning som ska tas fram inför rivningsskedet /5-4/. Med hänsyn till detta, och då rivningen ligger långt fram i tiden, beskrivs rivningsskedet och dess miljökonsekvenser endast översiktligt i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.



Figur 5-2. Tidsplan för uppförande, drift och rivning av anläggningarna Clab, inkapslingsanläggning och slutförvar.



6 Samråd

I arbetet med att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning ingår både utredningsarbete och samråd. Samrådet ska enligt bestämmelser i miljöbalken (6 kap 4 §) avse verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. Ett annat viktigt syfte är att ta tillvara den lokalkännedom som personer och organisationer har. SKB:s mål för samråden är att alla som vill engagera sig ska ges tillfälle till detta. Detta gäller såväl allmänhet och organisationer som kommuner och statliga myndigheter.

I den slutliga MKB:n, som tas fram när samråden är avslutade, kommer genomförda samråd att sammanfattas i detta kapitel. En hänvisning kommer att finnas till den samrådsredogörelse som kommer att bifogas MKB:n.

Platsförutsättningar



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).

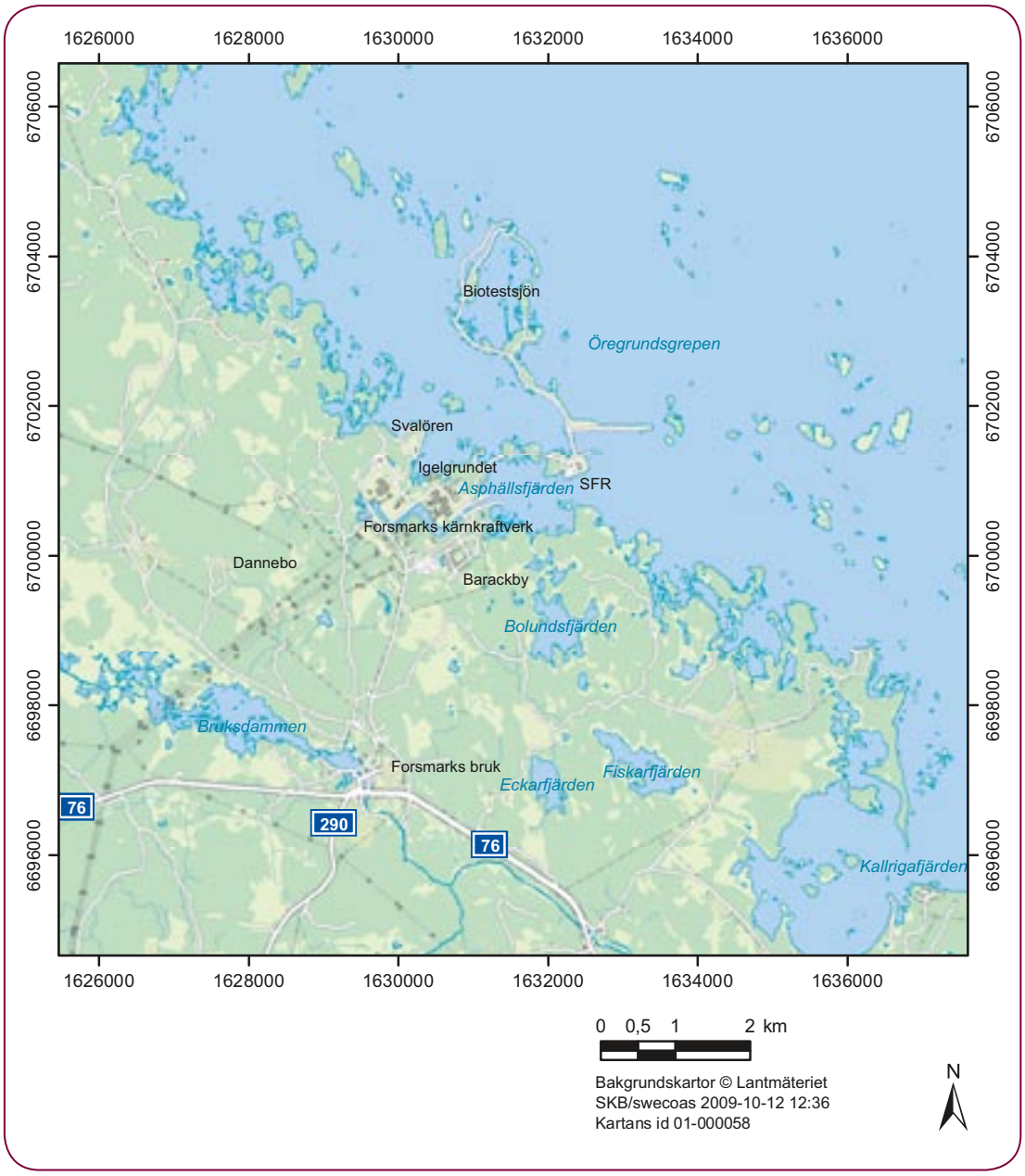
7.1 Forsmark

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, 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.

7.1.1 Planförhållande, befolkning och infrastruktur

7.1.1.1 Översiktsplan

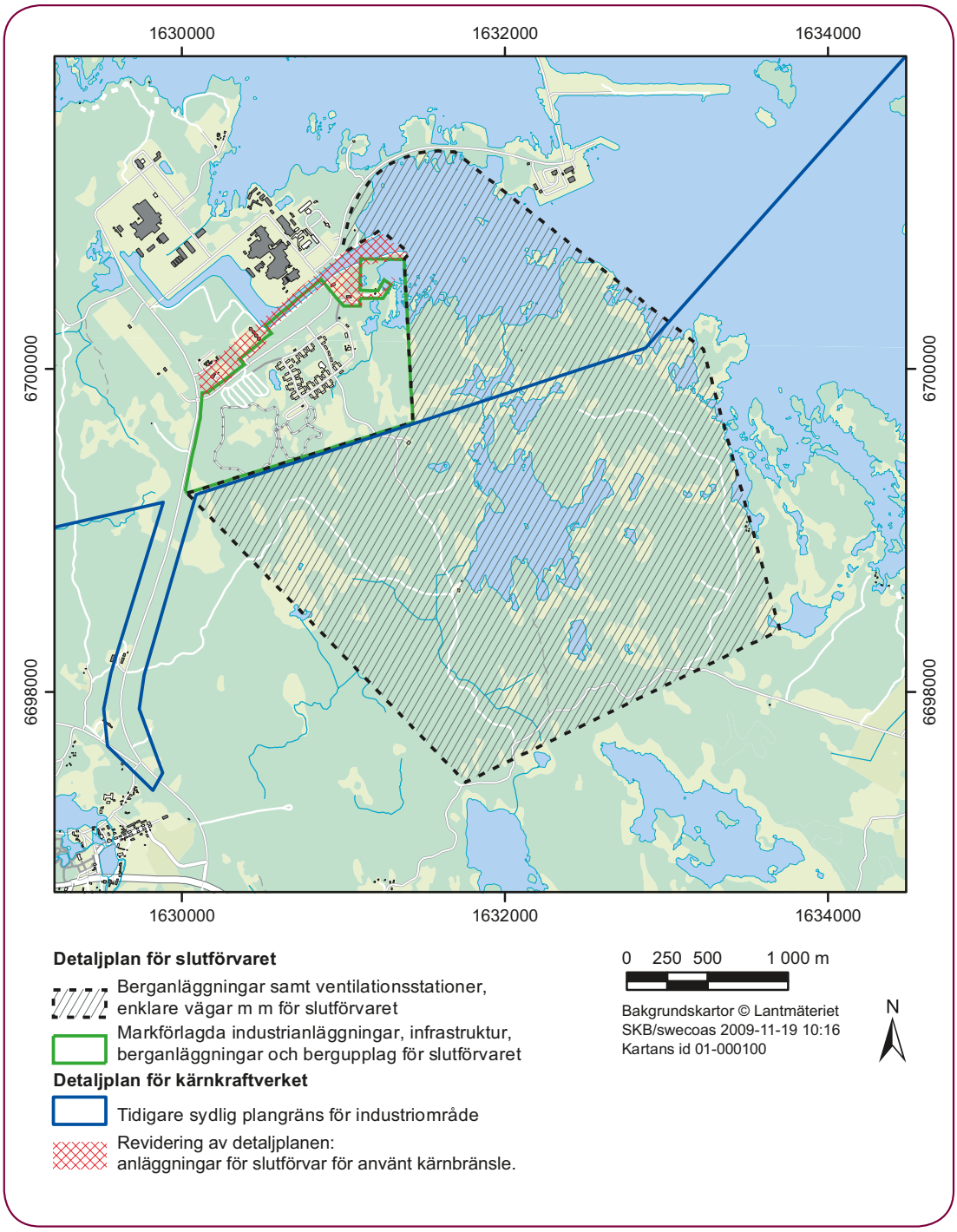
Gällande översiktsplan för Östhammars kommun (ÖP 2000) antogs av kommunfullmäktige år 2003. Området söder om Forsmark utpekas i översiktsplanen som potentiellt gynnsamt för anläggning av djupförvar (tidigare benämning på slutförvar) av använt kärnbränsle. Översiktsplanens inriktning är att kommunen upprätthåller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



Figur 7-1. Forsmarksområdet.

7.1.1.2 Detaljplan

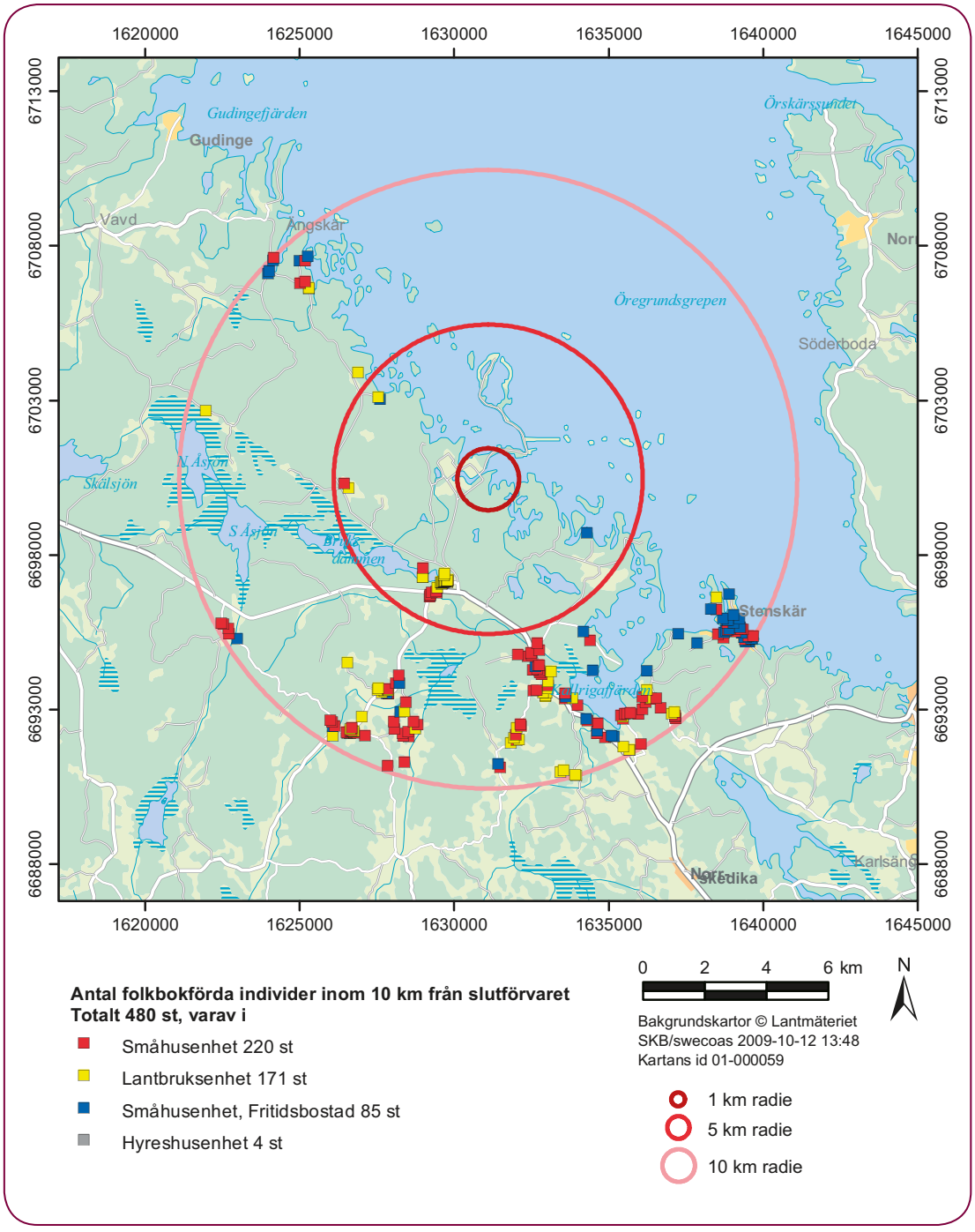
Gällande detaljplan för Forsmarksverket antogs av kommunfullmäktige 1992 och vann laga kraft 1994. Planen omfattar ett relativt stort land- och vattenområde, som inbegriper bland annat Forsmarks kärnkraftverk, markförvaret för lågaktivt avfall, avloppsreningsverket, SFR och biotestsjön, Forsmarks hamn (belägen vid SFR) med mera. Planen ger huvudsakligen förutsättningar för produktion av elektrisk kraft, energiproduktion och energiteknisk verksamhet. Ändringar antogs i den befintliga planen 2008 för att bland annat möjliggöra ett slutförvar under delar av planområdet. Samtidigt antogs en ny detaljplan som ersätter delar av den befintliga planen samt utvidgar det detaljplanelagda området och medger ovan- respektive undermarksanläggningar för slutförvaret, se figur 7-2.



Figur 7-2. Område som omfattas av detaljplan som medger slutförvarets anläggningar.

7.1.1.3 Befolkning

Närområdet saknar i stort sett bostadsbebyggelse. Närmaste samlade bostadsbebyggelse ligger runt Forsmarks bruk. 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 inga boende. Inom fem kilometer bor knappt 100 folkbokförda personer. Därutöver finns också ett tiotal fastigheter för fritidsboende. Inom en mil bor cirka 500 folkbokförda personer, se figur 7-3 och tabell 7-1.



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

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

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 till Uppsala via Österbybruk och riksväg 76 till Norrtälje och Gävle. Från Östhammar leder länsväg 288 till Uppsala. Dessa vägar har högsta bärighetsklass, BK1. 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 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 förvärvsarbetande med bostad inom kommunen ändå vuxit. Omkring två tredjedelar av pendlingen går mot Uppsala. Enligt Vägverkets förstudie för väg 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.

Uppgifter om befintlig trafikbelastning (2006) har hämtats från Vägverket /7-2/ för fyra avsnitt längs riksväg 76 och länsväg 288 (1. Johannisfors, 2. Börstil, 3. Harg och 4. Rasbo), se figur 7-4.

Trafiken på riksväg 76 i området kring Forsmarks bruk uppgick för år 2006 till cirka 2 000 fordon per dygn, varav cirka tio procent utgör tung trafik /7-3/. Trafiken på infartsvägen till Forsmarksverket var cirka 520 fordon per dygn för år 2006 /7-4/.

Nuvarande transporter till och från FKA och SFR bedöms ingå i trafikunderlaget från Vägverket. Utöver de normala persontransporterna tillkommer all den tillfälliga arbetskraft som sysselsätts i de årliga revisionerna samt olika utvecklingsprojekt vid kraftverket. En normal revision berör cirka 500 personer under revisionsperioden som omfattar cirka två månader för hela kärnkraftverket. Ett år med stora ingrepp såsom exempelvis turbinbyte kan antalet uppgå till över 700. Flertalet av dessa bor ute vid kraftverket i den befintliga barackbyn.



Figur 7-4. Valda vägavsnitt för bedömning av trafikflöden /7-3/.

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. 66 procent var bosatta i Östhammars kommun med tyngdpunkt på orterna Östhammar, Öregrund och Österbybruk. Med förbättrade vägförbindelser, goda pendlingsmöjligheter och snabbare kollektivtrafik mot Uppsala kommer Alunda och Gimo att sannolikt få en ökad betydelse för tillväxten i länet /7-3/.

7.1.1.5 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

SKB äger och driver ett transportsystem 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 Ostkustbanan 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.

7.1.1.7 Hamnar och farleder

I kommunen finns två hamnar som är aktuella för SKB:s transporter:

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. Fartyg upp till 2 000 ton och 130 meters längd kan angöra hamnen. 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, i dag en renodlad godshamn med fyra olika kajlägen. I Harghamns 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 dödvikt på dellast, vilket är väsentligt större än de fartyg som antas bli aktuella för slutförvarsanläggningen. Hargs Hamn AB planerar att under 2009 justera farledens sträckning samt lokalt utvidga och fördjupa farleden för att kunna betjäna större fartyg. Med anledning av detta inledde Hargs Hamn AB 2007 en tillståndsprocess.

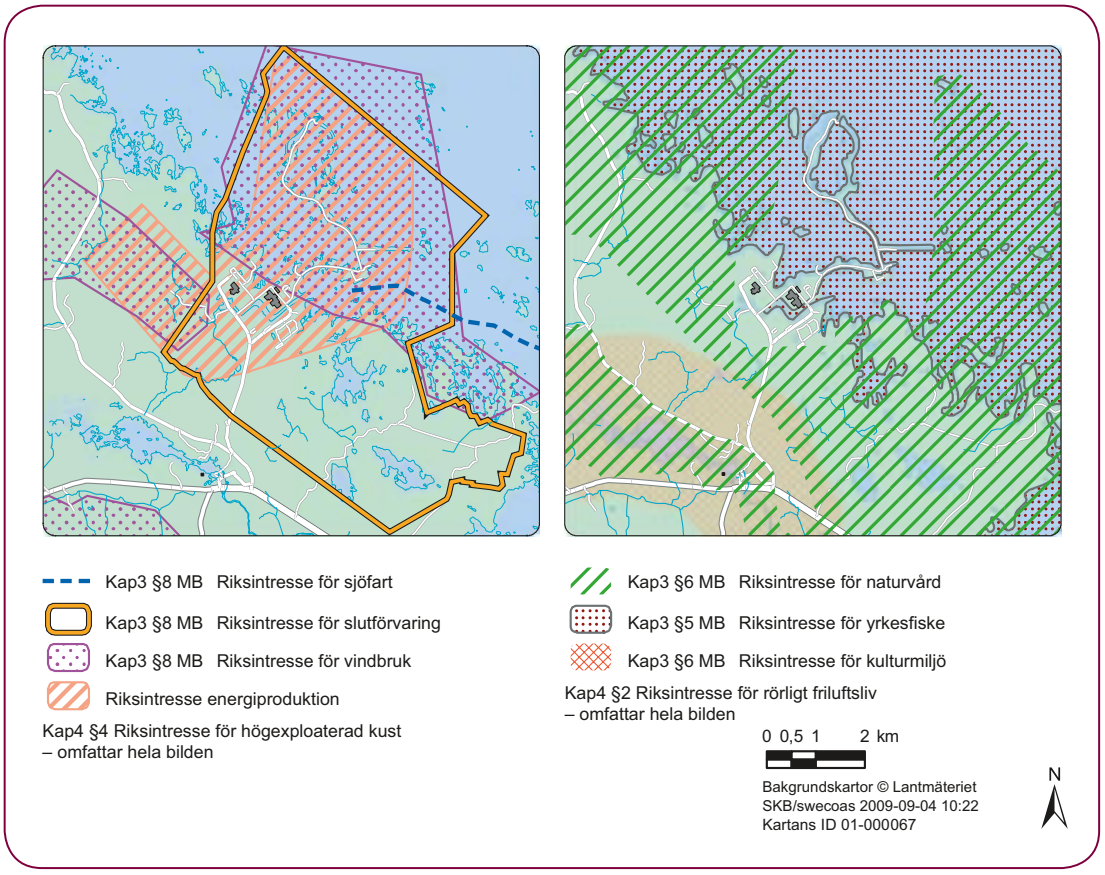
Från Hargshamn leder länsväg 292 ut till riksväg 76 och vidare i västlig riktning. Vägen har högsta bärighetsklass och en bredd över åtta meter. Hargshamn har också enkelspårig järnväg som anknyter till norra stambanan.

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. 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 naturmiljö samt Natura 2000-områden finns utpekade i figur 7-17, se avsnitt 7.1.5 Naturmiljö. Samtliga områden av riksintresse är markerade i figur 7-5.

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 borrkärnor, se figur 7-6. Totalt har platsundersökningen omfattat 25 kärnborrhål (ner till som mest cirka 1 000 meter samt en total borrhålslängd på 17 800 meter) och 38 hammarborrhål (total borrhålslängd på 6 500 meter, ingen borrkärna).



Figur 7-5. Riksintressen.

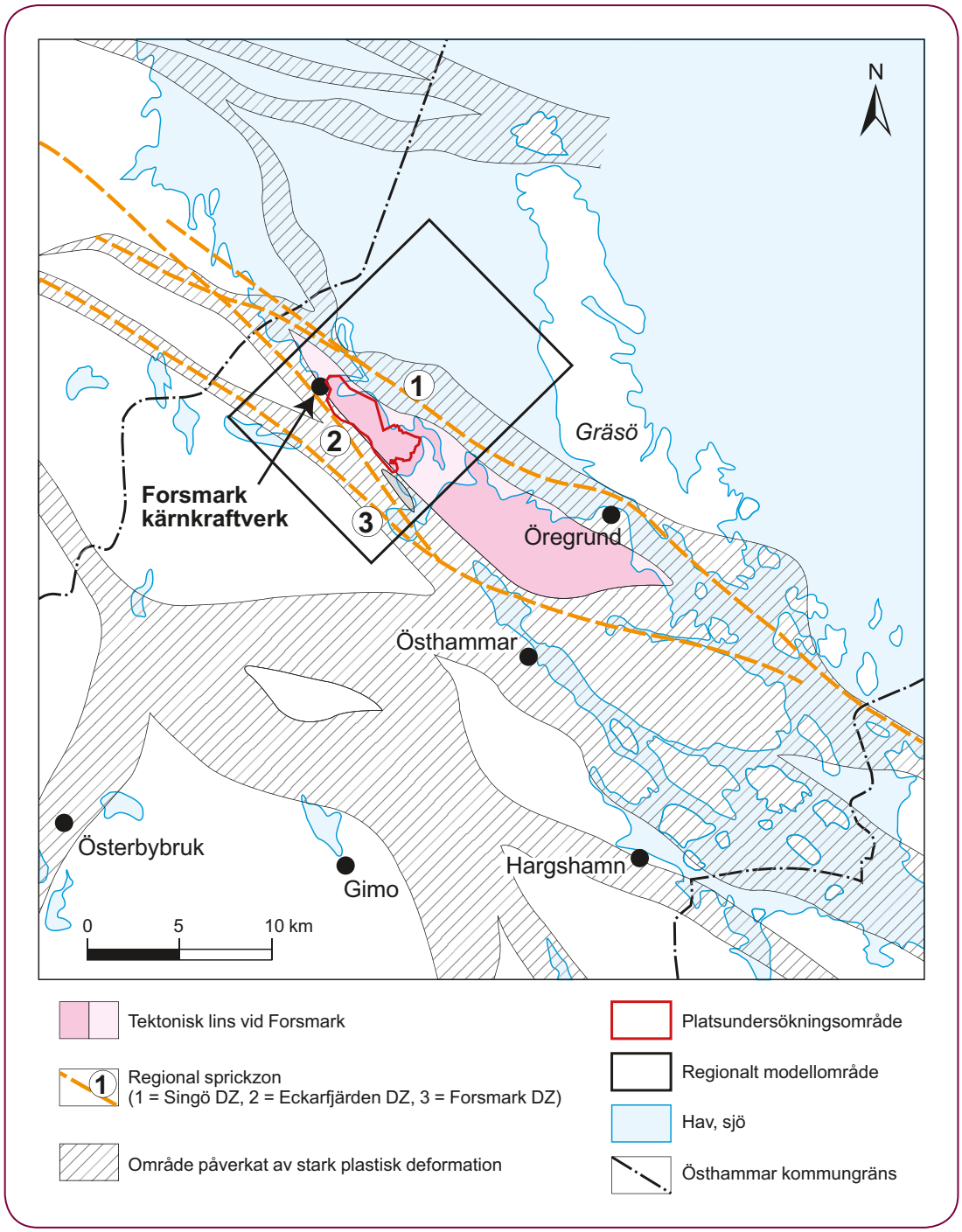


Figur 7-6. Platsundersökningarna, undersökning av borrkärnor och borrhål.

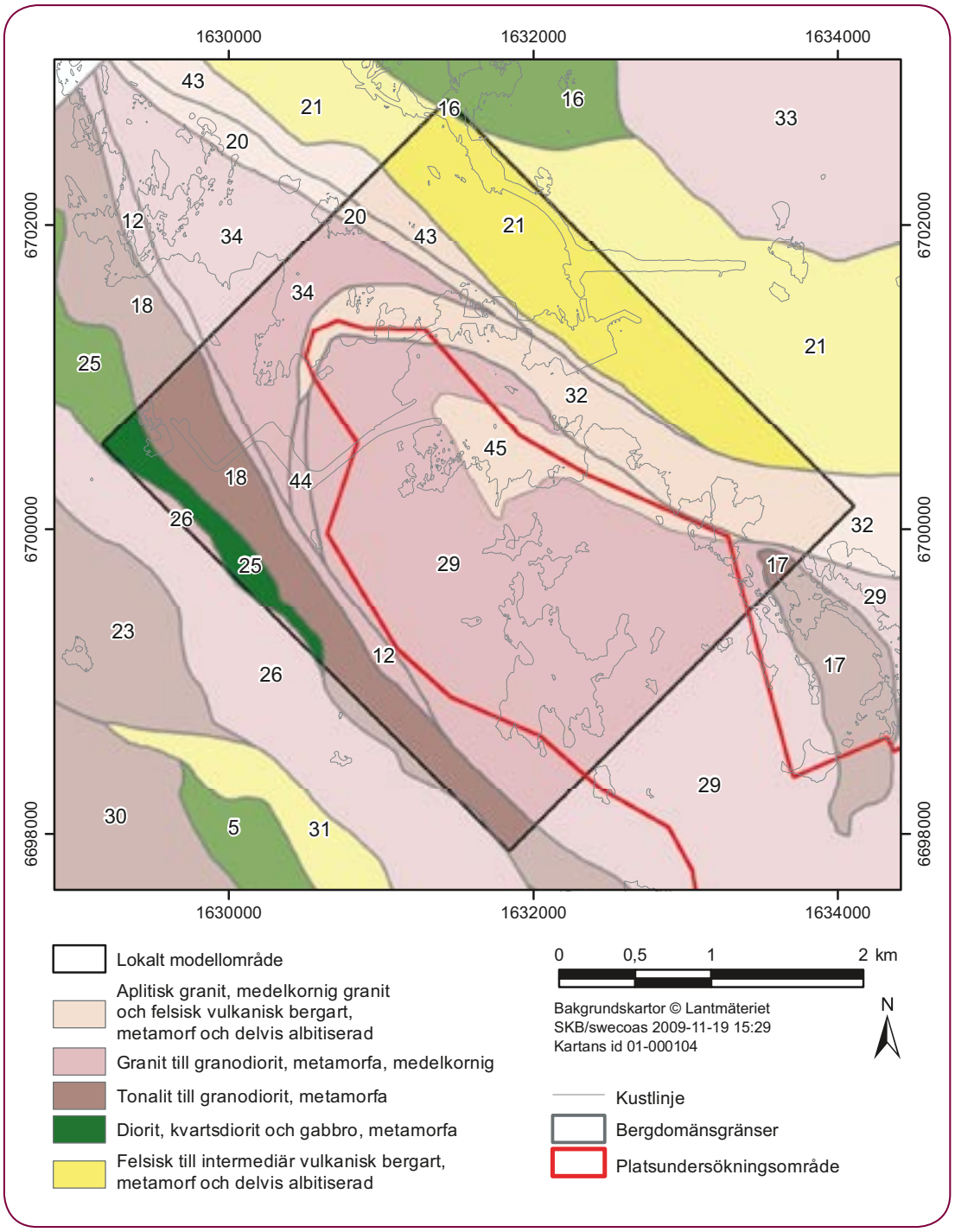
Information och data om jordlagren har inhämtats från cirka 100 jordborrhål. Resultaten från undersökningarna har sammanfattats i en för respektive ämnesområde anpassad modell. Förenklat handlar platsmodellering om att förstå hur en plats fungerar samt om att tolka och överföra den punktvisa information, 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 en sammansatt bild av området fram 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 /7-5/.

7.1.3.1 Berggrunden

Berggrunden i platsundersökningsområdet utgörs av den nordvästra delen av en så kallad tektonisk lins, se nedan. 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 /7-5/.



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



Figur 7-8. Bergdomäner i det prioriterade området.

Bergdomän RFM029, markerad 29 i figur 7-8, domineras av medelkornig metagranit och innehåller underordnat 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 /7-5/.

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 defomationszonerna 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 /7-5/.

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 välutbildad (tjock) jordskorpa /7-5/.

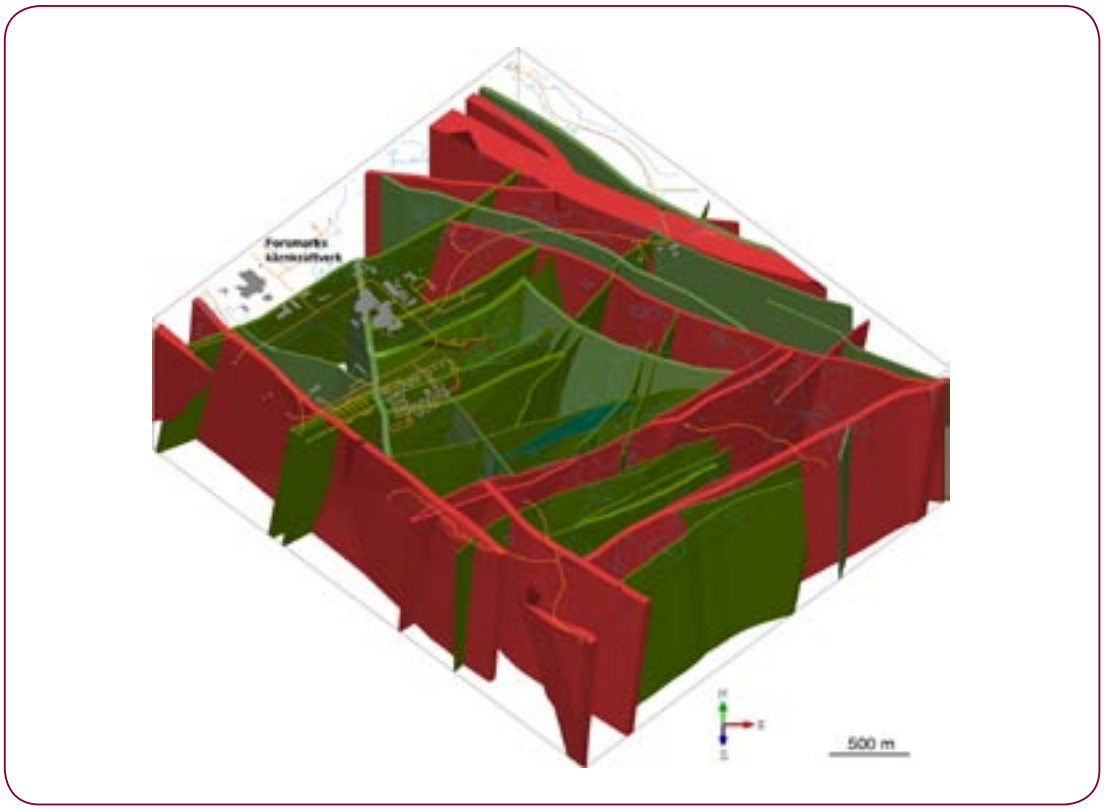
Sprickbildningen i berget under de senaste cirka 600 miljoner åren har skett genom belastning och avlastning av jordskorpan som påverkade mestadels den översta delen av berggrunden. Förutom olika typer av sediment som borteroderades och pålagrades har den snabba avlastningen efter istidens slut (när trycket från isen lättat) bidragit till sprickbildningen i den övre delen av berggrunden /7-5/.

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

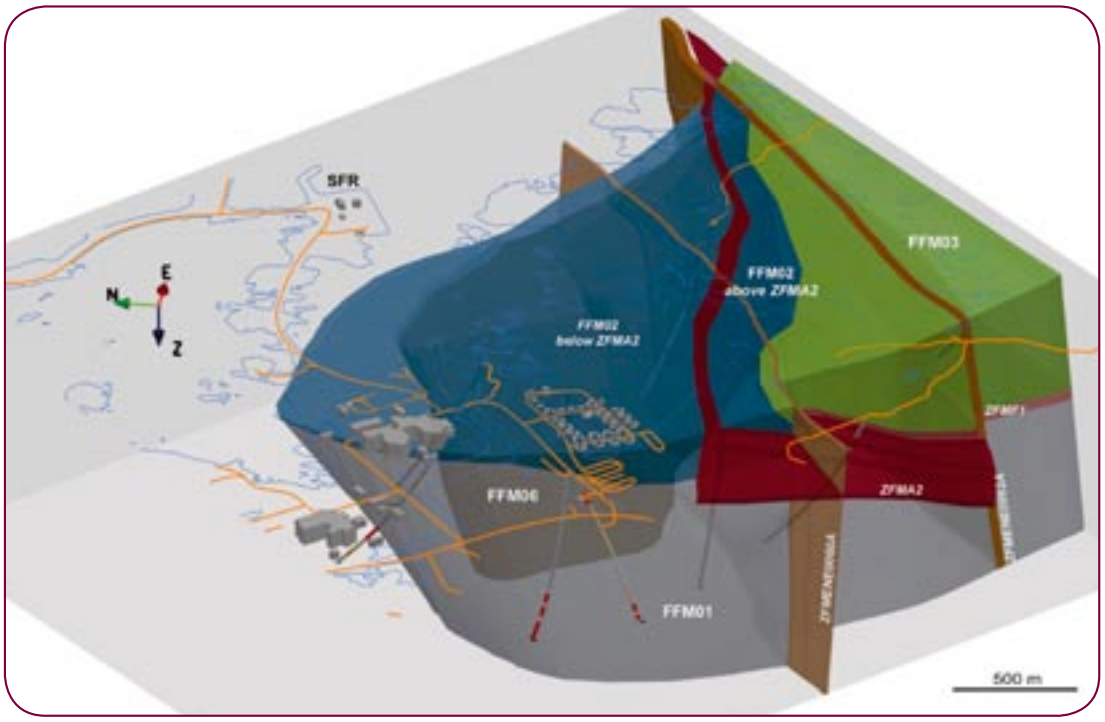
Mellan sprickzonerna finns ett mer homogent berg. Berggrunden mellan sprickzonerna i det prioriterade området har delats in i sprickdomäner för att särskilja bergvolymer med olika sprickfrekvens, se figur 7-10. Sprickfrekvensen i sprickdomänerna 1 och 6 (FFM01 och FFM06), inom vilka slutförvaret planeras, 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 /7-5/.

7.1.3.2 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 givetvis ökar med djupet. De horisontella belastningarna är mera 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. Spänningarna varierar dessutom kraftigt i olika riktningar, den största spänningen är orienterad i nordväst-sydostlig riktning /7-5/.



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 som är kortare än tre kilometer.



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. Bild tagen vid anläggandet av kylvattenkanalen i Forsmark.

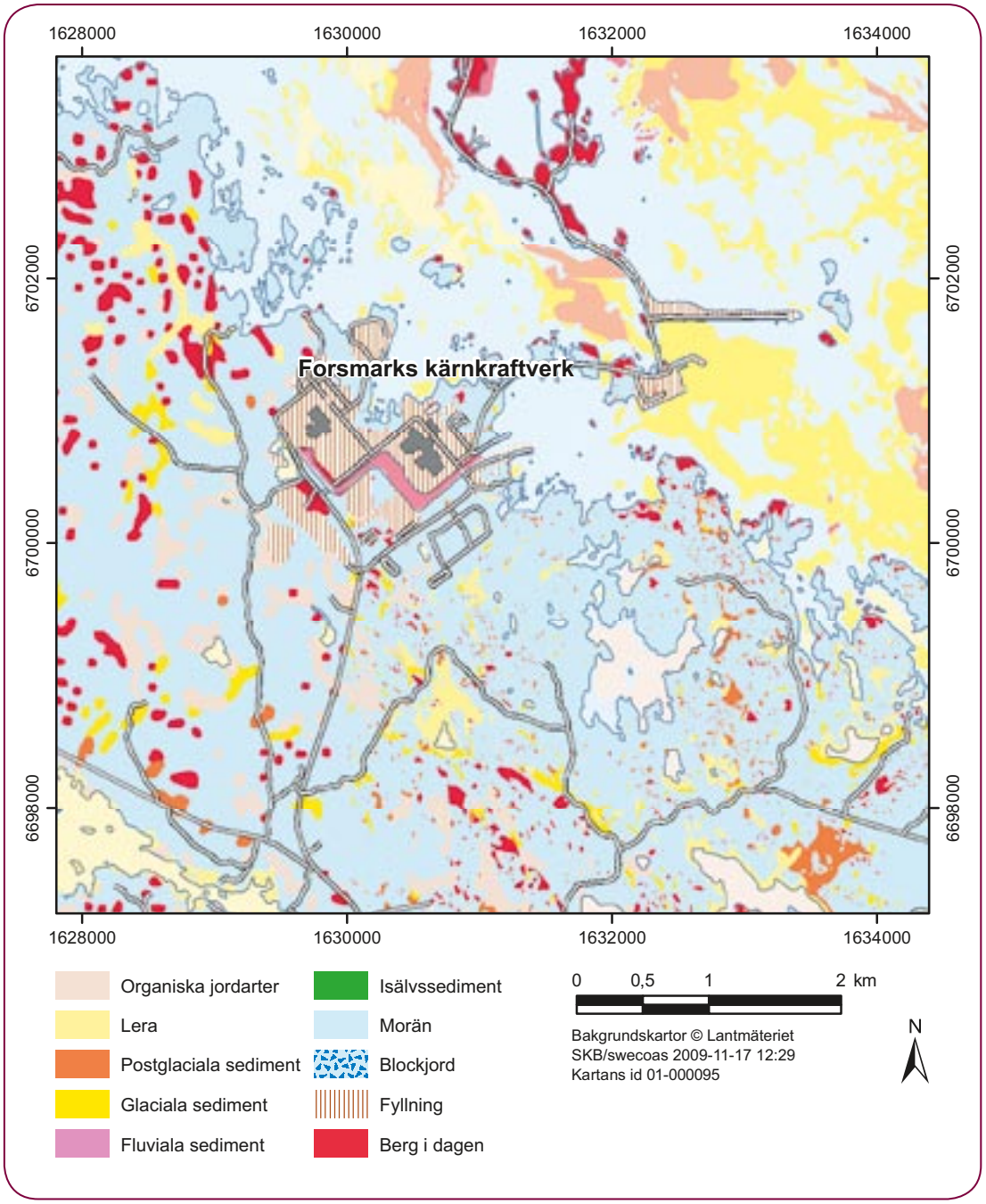
7.1.3.3 Jordarter

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, gyttjelera 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 /7-5/.

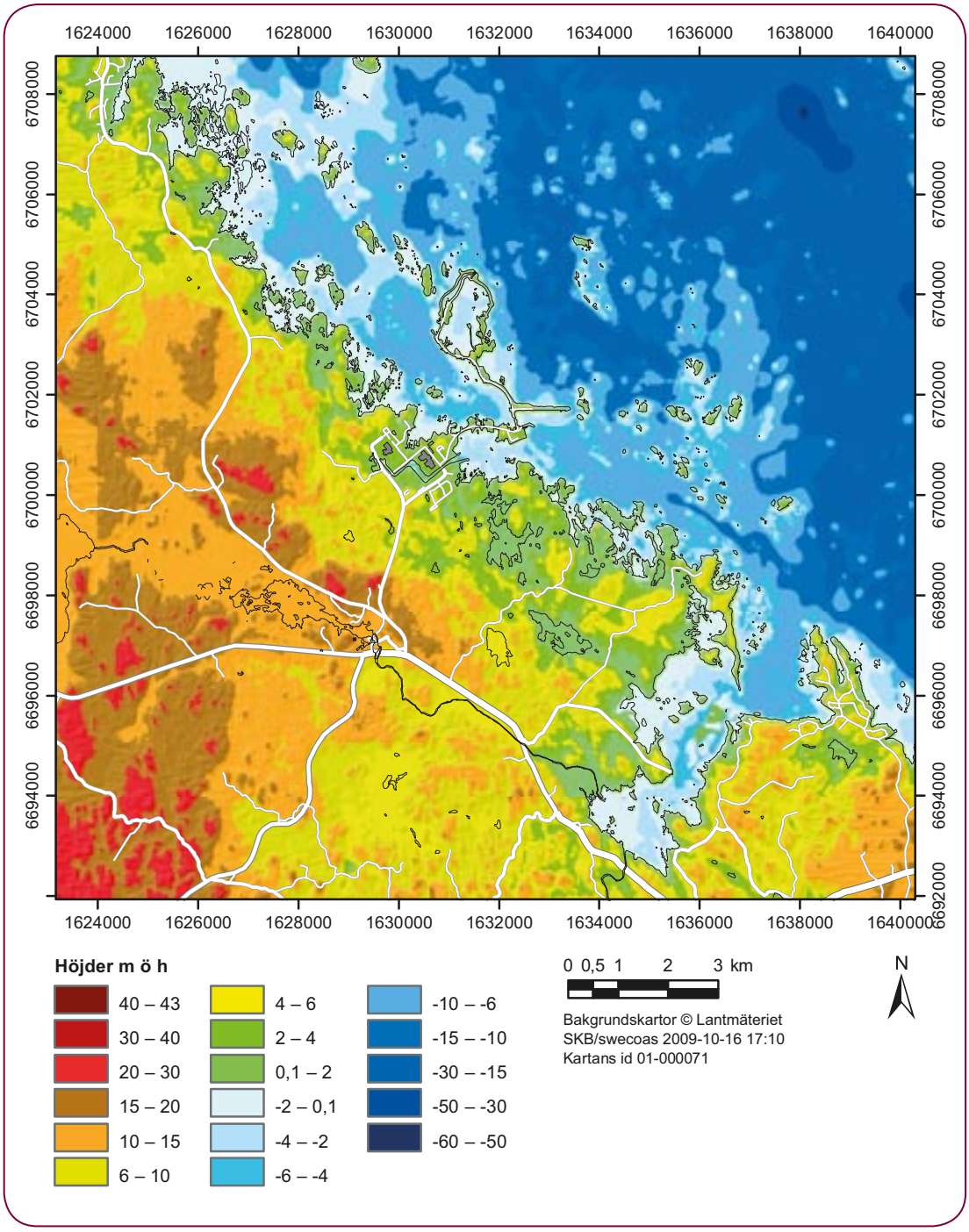
Tre områden med olika typer av morän har urskiljts. De västra och norra delarna av Forsmarksområdet domineras av sandig morän, medan det finns lerig morän i de sydöstra delarna vid Storskäret och öster om sjön Fiskarfjärden. I de östra delarna av området, nära Börstilåsen, har moränen hög blockfrekvens, 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 /7-5/.

7.1.3.4 Hydrogeologi

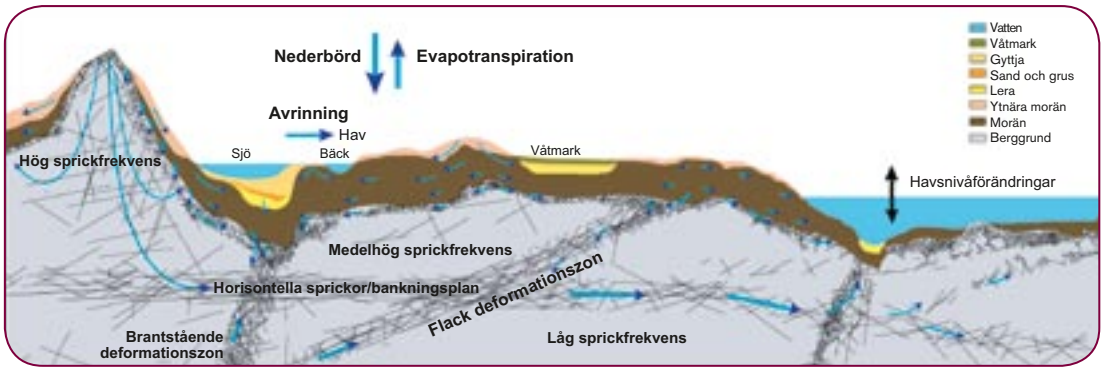
Största delen av Forsmarksområdet är beläget lägre än 20 meter över havets nivå, se figur 7-13. Inom de övre cirka 150 metrarna av berget i det prioriterade området förekommer långa, vattenförande horisontella sprickor. Bergets vattengenomsläpplighet minskar påtagligt med djupet. På djup större än 400 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 7-14. Den största delen av grundvattenutbytet mellan berget och jordlagren bedöms ske i de begränsade områden där de branstående zonerna har sitt utgående vid bergytan /7-5/.



Figur 7-12. Jordartskarta över Forsmarsområdet.



Figur 7-13. Topografisk karta över Forsmarksområdet.



Figur 7-14. Konceptuell tvärsektion som illustrerar begreppet "ytlig bergakvifer" och dess tänkta inverkan på grundvattenflödena i berget.

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 ytnära flödessystem med lokala in- och utströmningsområden överlagrar djupare och mer storskaliga flödessystem i berget. Vattenomsättningen i det ytnära 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 /7-6/.

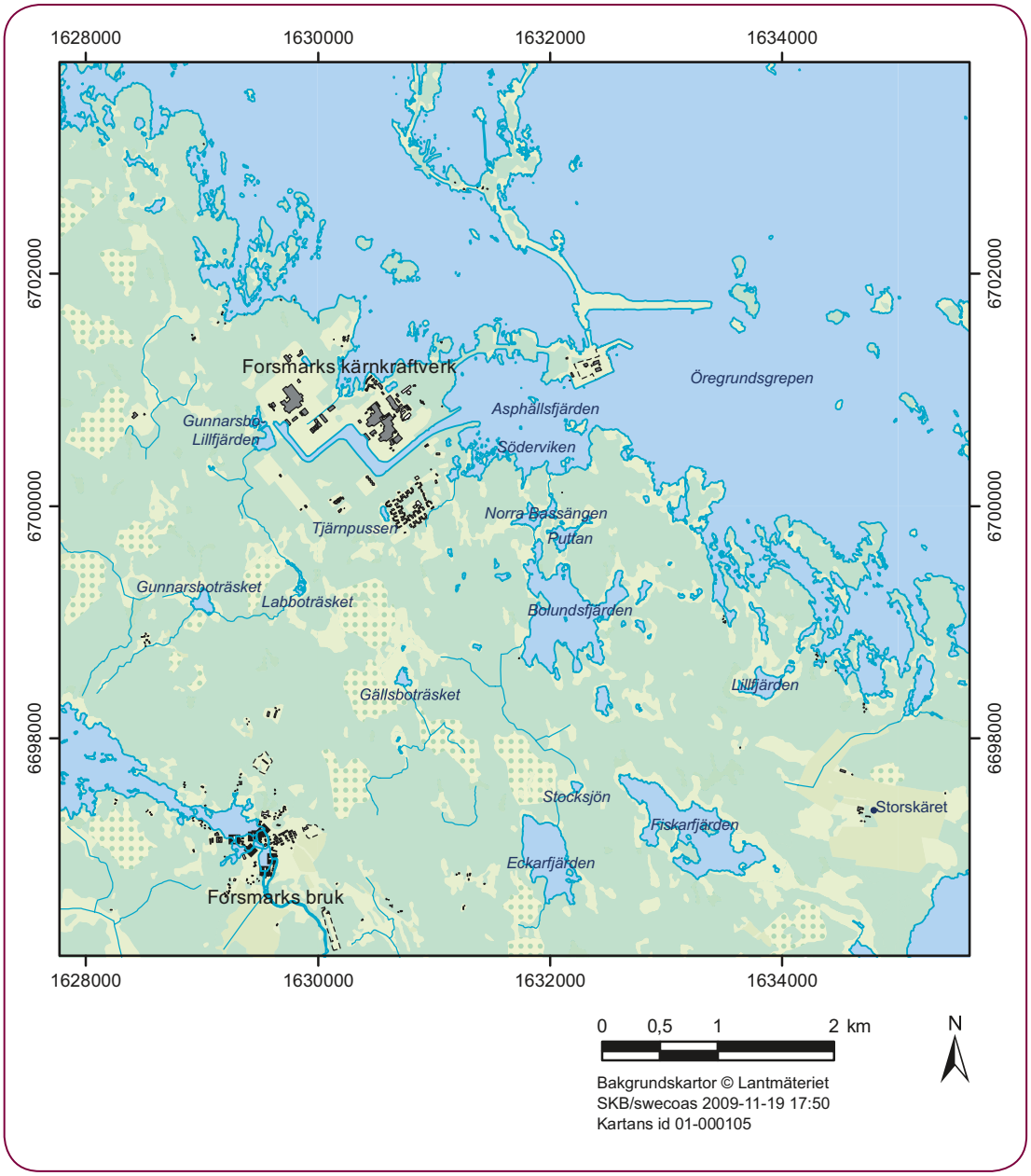
I Forsmarksområdet är grundvattenytan belägen nära markytan, i genomsnitt en meter under markytan. Tidsserier visar att grundvattennivåerna varierar mellan 1–1,5 meter under året i de flesta observationsrören. Moränen är kalkrik vilket gör att ytvattnet och det ytliga grundvattnet i området har högt pH och höga koncentrationer av kalcium och bikarbonat /7-5, 7-6/.

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 2–3 gånger saltare än nuvarande havsvatten i Öregrundsgrepen). Kloridhalten fortsätter att öka och ligger mellan 200–600 meter 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 salthalt 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 förvarsdjup råder syrefria förhållanden /7-5/.

7.1.4 Hydrologi och meteorologi

Beräknat utifrån SMHI-data från 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 /Underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

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



Figur 7-15. Sjöarna i Forsmarksområdet.

är grunda, med medeldjup och största djup mellan cirka 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 Bolundsfjärden, Norra Bassängen och Puttan under perioder med höga havsnivåer /7-5/.

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 nedströms sjöarna Gunnarsboträsket, Eckarfjärden och Gällsboträsket. Recipient för vatten från området är Öregrundsgrepen som utgör en vik i Östersjön.

7.1.5 Naturmiljö

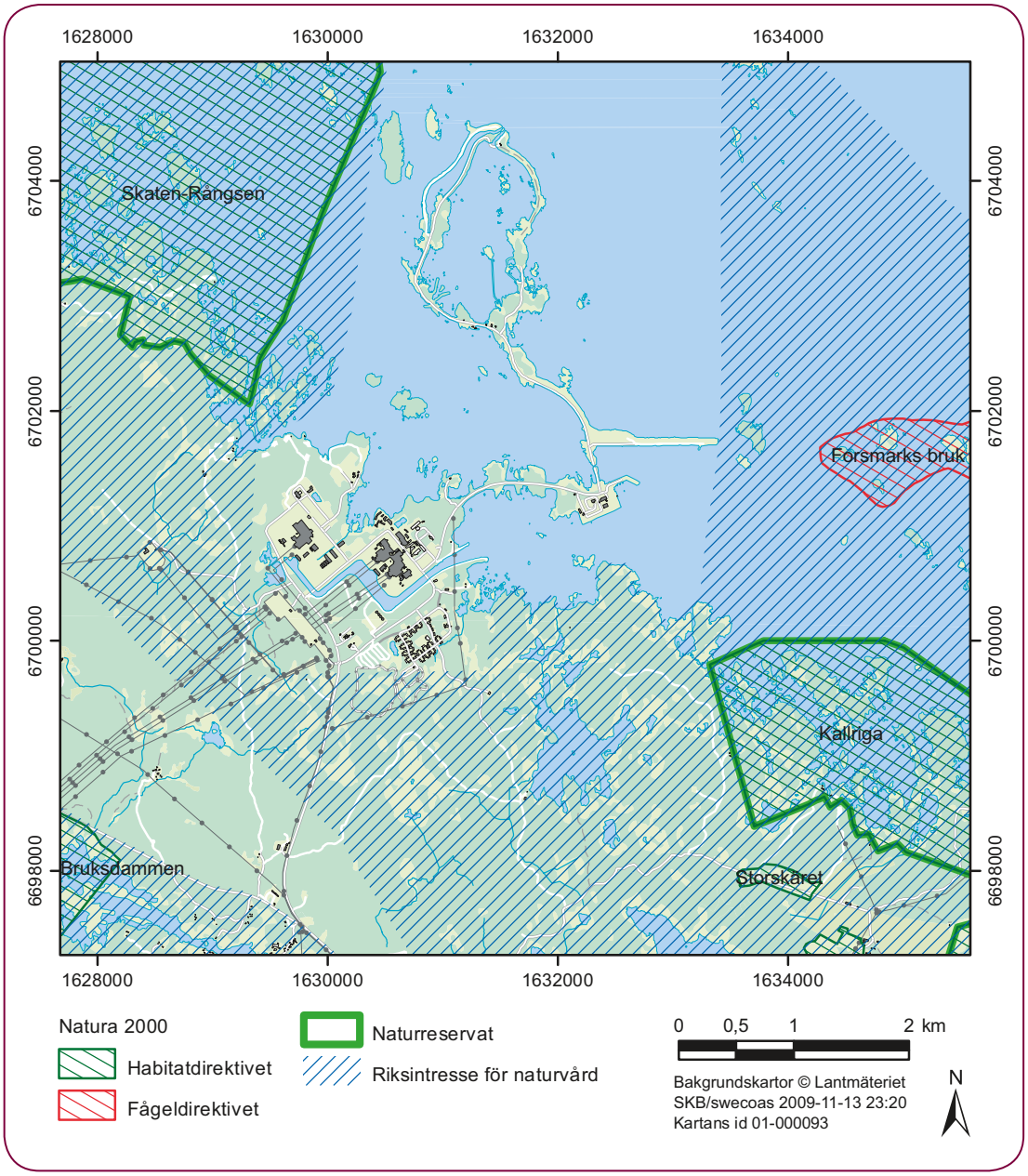
Forsmarksområdet har en för Uppland ovanlig vildmarkskaraktär och består till största delen av skogsklädda moränmarker med enstaka hällpartier. Lokaliseringsområdet utgör delvis riksintresse för naturvården (Forsmark-Kallrigafjärden) samt omges av tre Natura 2000-områden, varav två även utgör naturreservat.

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-Rångsen, som bland annat är ett viktigt lekområde för fisk. Natura 2000 är EU:s nätverk för skyddad natur /7-7/. 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.

Forsmarksområdet har en hög andel våtmarker jämfört med Uppland i övrigt, till stor del beroende av områdets flacka topografi i kombination med landhöjningen, se figur 7-16. Våtmarkerna är ofta små och varierande i form av öppenhet. De karaktäriseras av kalkpåverkan, vilket gör att värdefulla rikkärr och kalkpåverkade kärr är vanliga i området. Där finns även ett antal värdefulla gölar som bland annat hyser rödlistade groddjur som gölgrodan, se figur 7-18. Gölgrodan finns i Sverige bara utmed den norra delen av Upplandskusten och miljöerna söder om Forsmark är en viktig del av gölgrodans totala livsmiljö i landet.



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



Figur 7-17. Naturskydd i Forsmarksområdet.

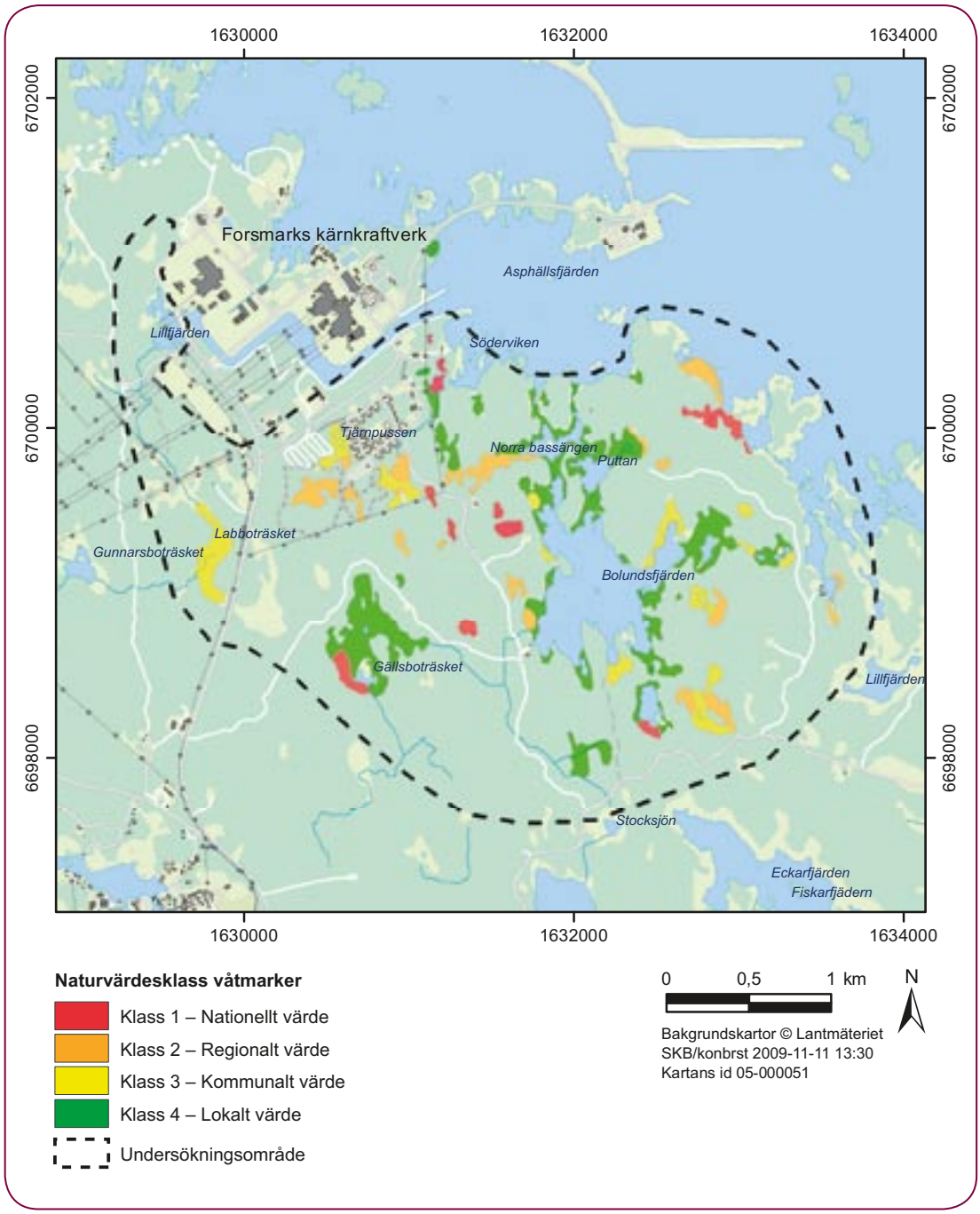


Figur 7-18. Den rödlistade gölgrodan förekommer i flera gölar inom undersökningsområdet.

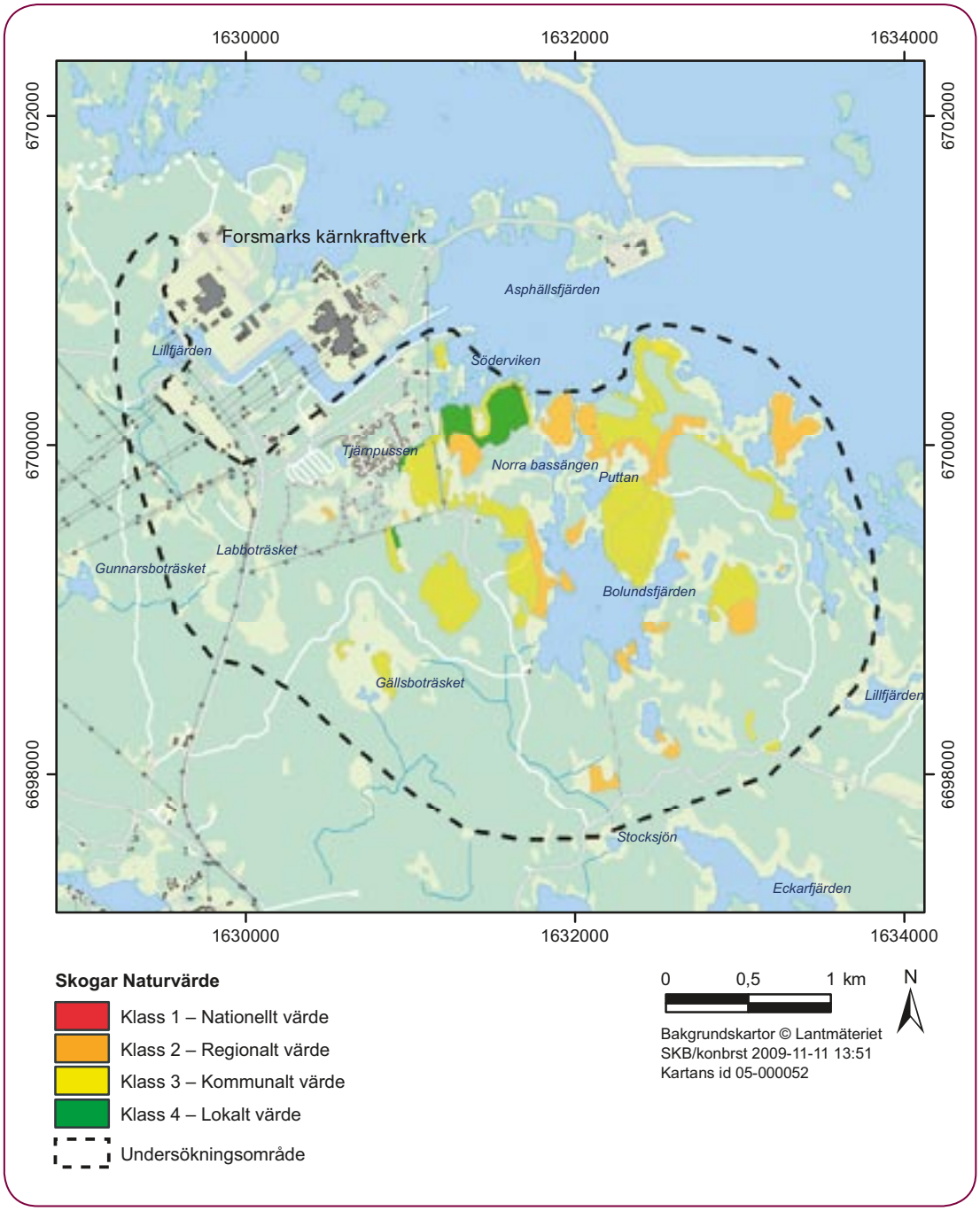
Förutom att områdets våtmarker har stora naturvärden var för sig förstärker de även varandras värden. Viktiga spridningssamband finns för de flesta rikkärrsväxter, men är särskilt viktigt för hotade arter som gulyxne, käppkrokmossa och loppstarr. Gölgrodans spridningssamband är av stort intresse, då arten är beroende av lämpliga våtmarksmiljöer 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 /underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

Inventeringar av nyckelbiotoper och andra naturvärden i skogsmark genomförs av Skogsstyrelsen och storskogsbruket. 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 kalhyggena som förekommer i olika igenväxningsstadier. 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).

Det aktuella undersökningsområdet, som framgår av figurerna 7-19 och 7-20, har under vegetationsperioden 2008 inventerats på förekomst av värdefulla naturmiljöer /7-7/. Naturvärden har klassats enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik. De har delats in i fyra klasser; nationellt, regionalt, kommunalt och lokalt värde. Identifierade naturvärden finns utpekade i figur 7-19 respektive 7-20 (våtmarker respektive skog). Området söder om Forsmarks kärnkraftverk har i inventeringen bedömts inneha en rad värdefulla naturobjekt, särskilt kring Bolundsfjärden. De utgörs främst av olika rikkärrsmiljöer samt kalkrika gölar med förekomst av hotade arter.



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



Figur 7-20. Identifierade naturvärden i form av skog i Forsmarksområdet.

Även örtrika barrskogsmiljöer på kalkrik mark förekommer, varav en del är av naturskogskaraktär. Många av dessa områden bedöms ha mycket höga naturvärden varav många är av nationellt intresse, klass 1, eller av regionalt intresse, klass 2. Vissa av dessa objekt innehåller naturtyper som omfattas av EU:s habitatdirektiv, vars yta Sverige har förbundit sig att inte minska /7-7/.

Områdena kring Forsmark är mycket fågelrika och en rad hotade och rödlistade fåglar förekommer i området. 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. Inom undersökningsområdet har även rödlistade arter av däggdjur, fladdermöss, insekter, kräldjur och kärlväxter, mossor,



Figur 7-21. Havsörn i Forsmarksområdet (foto Alf Sevastik).

svampar och fiskar påträffats. 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 /7-7/. Enligt Fiskeriverkets provfiskningar i området som pågått sedan 1980-talet dominerar abborre fångsterna och utgör cirka 75 procent av alla fångade individer /7-5/.

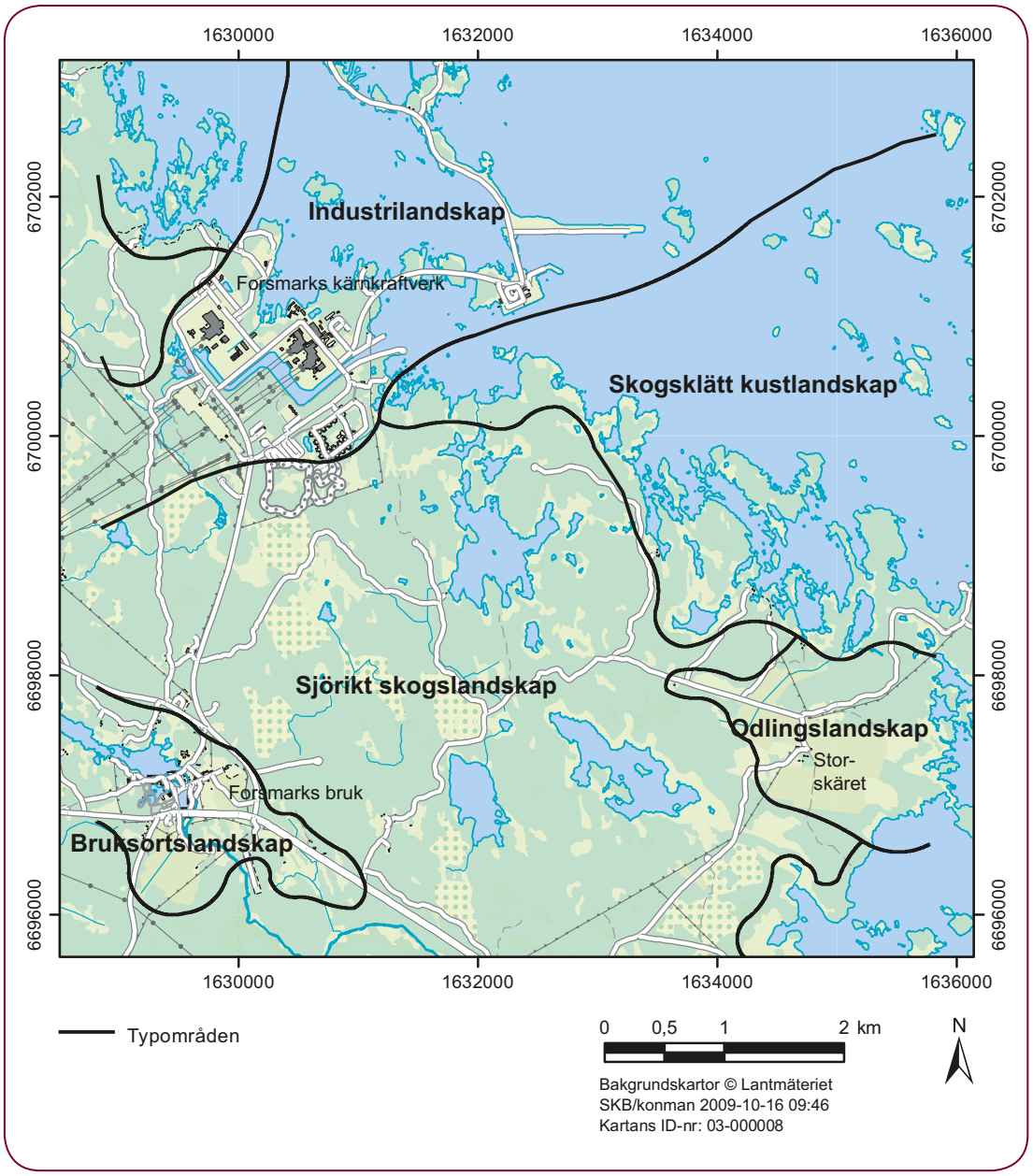
7.1.6 Kulturmiljö och landskap

Inom området har en kulturmiljöanalys samt en arkeologisk utredning genomförts. I samband med dessa utredningar har även en landskapsbildanalys tagits fram som utgått från den visuella upplevelsen av landskapet /7-8/.

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 den mjukare skalan kring Forsmarks bruk. Det finns också en kontrast mellan den dominerande sjörika barrskogen och Storskärets öppna jordbruksmiljö. Skogen möter havet längs en flack men flikig kustlinje där de små kringslutna 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 /7-8/.

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 förklarat 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.



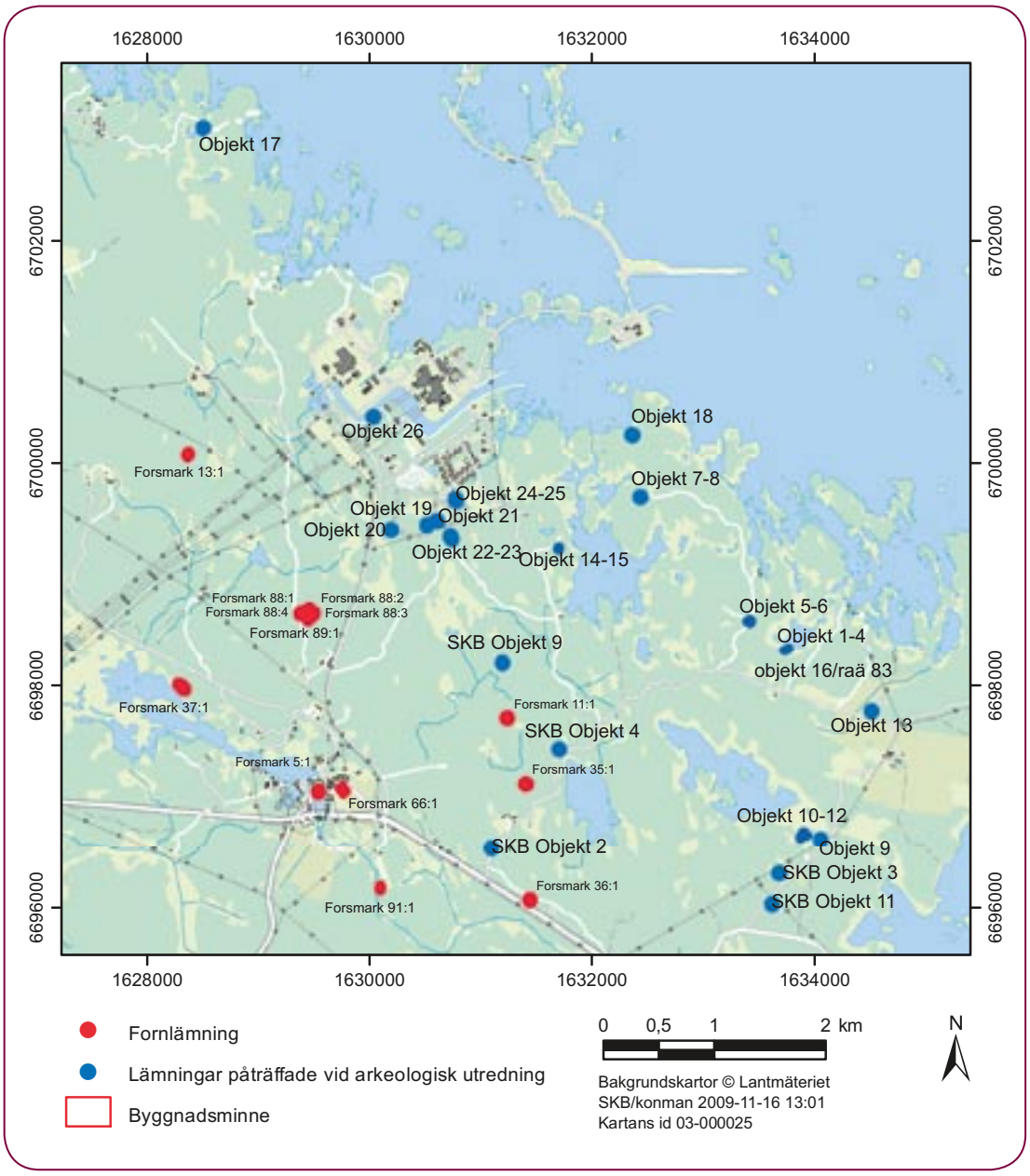
Figur 7-22. Förekommande landskapstyper i Forsmarksområdet (området innanför kusten i nordväst tillhör landskapstypen sjörikt skogslandskap) /7-8/.

Vid Storskäret finns hävdade ängs- och hagmarker som utgör ett bevarandeområde av nationellt intresse. Forsmarks kyrka omfattas av landskapsbildsskydd (§ 19 Naturvårdslagen, Miljöbalken) /7-8/.

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. De senare tillsammans med kolbottnar, rester efter kolarkojor och bruksvägar i skogsmiljö är de konkreta spåren efter brukseran i området.

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 /7-8/.

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



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 /7-8/.



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

7.1.7 Rekreation och friluftsliv

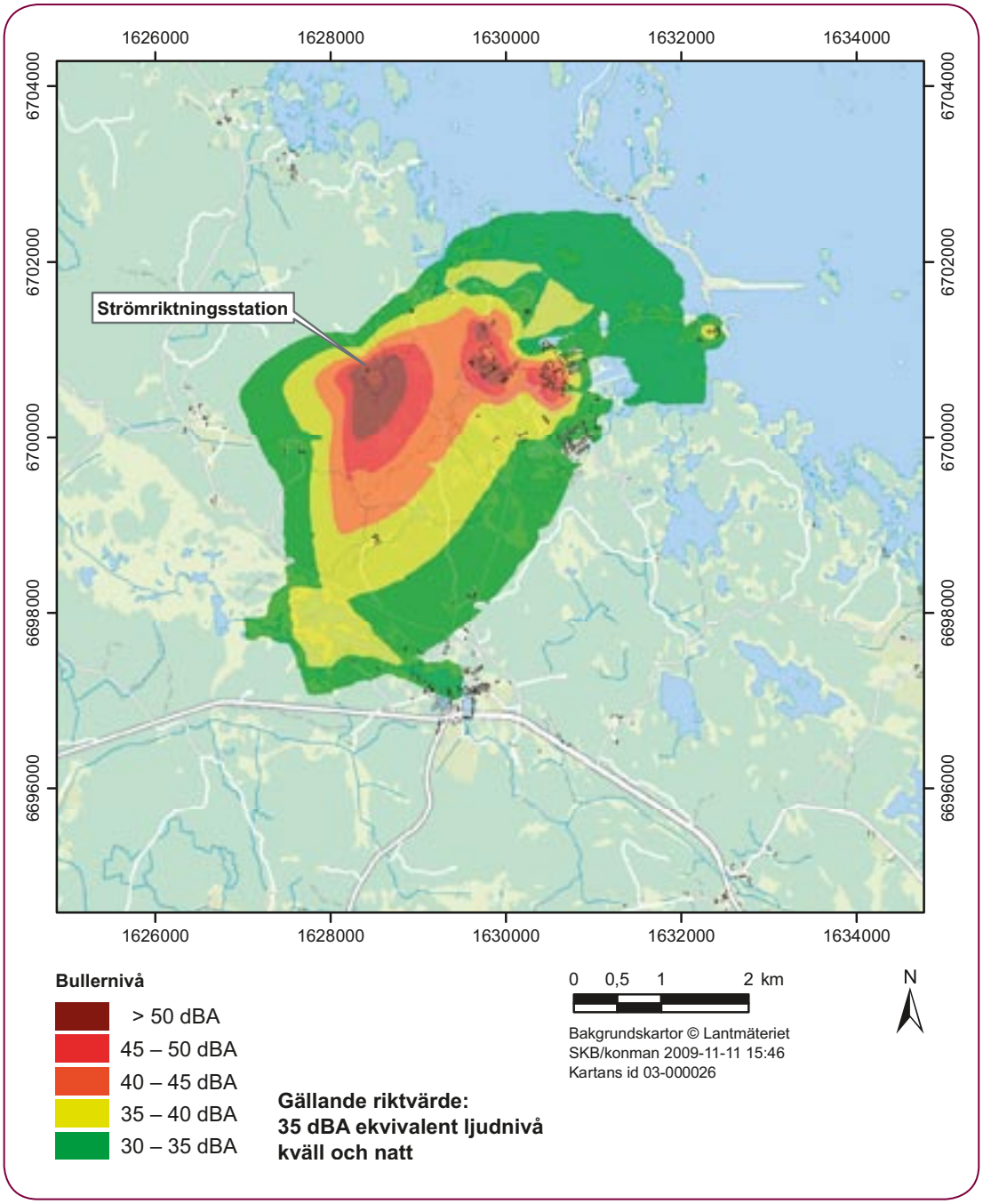
Området runt Forsmark har dominerats av en stor markägare, och marken runt kärnkraftverket var länge ganska svårtillgänglig. Friluftslivet i området är därför mindre utbrett än längs med andra delar av ostkusten. Värdet för friluftslivet i området ligger framför allt i den orörda naturen, djurlivet och fågellivet, se figur 7-24. Rekreation i form av jakt och fiske är viktiga inslag. Inom industriområdet finns möjligheter till motion och rekreation, såsom idrottshall, tennisbana, elljusspår och badplatser /7-9/.

7.1.8 Buller

Befintliga verksamheter och transporter påverkar ljudnivån kring lokaliseringsområdet och tillfartsvägarna. För att kartlägga de befintliga ljudförhållandena har en kombination av mätningar och beräkningar av ljudnivå utförts i området runt Forsmarks kärnkraftverk /7-4/. 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 i olika riktningar för att täcka in olika vindriktningar i förhållande till kraftverket.

De uppmätta ljudnivåerna uppvisar stora variationer och skillnader mellan årstiderna. De lägsta ljudnivåerna har registrerats under en period med nysnö. Under natten har så låga ljudnivåer som under 20 dBA registrerats vilket innebär ”absolut” tystnad. Under 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 /7-10/.

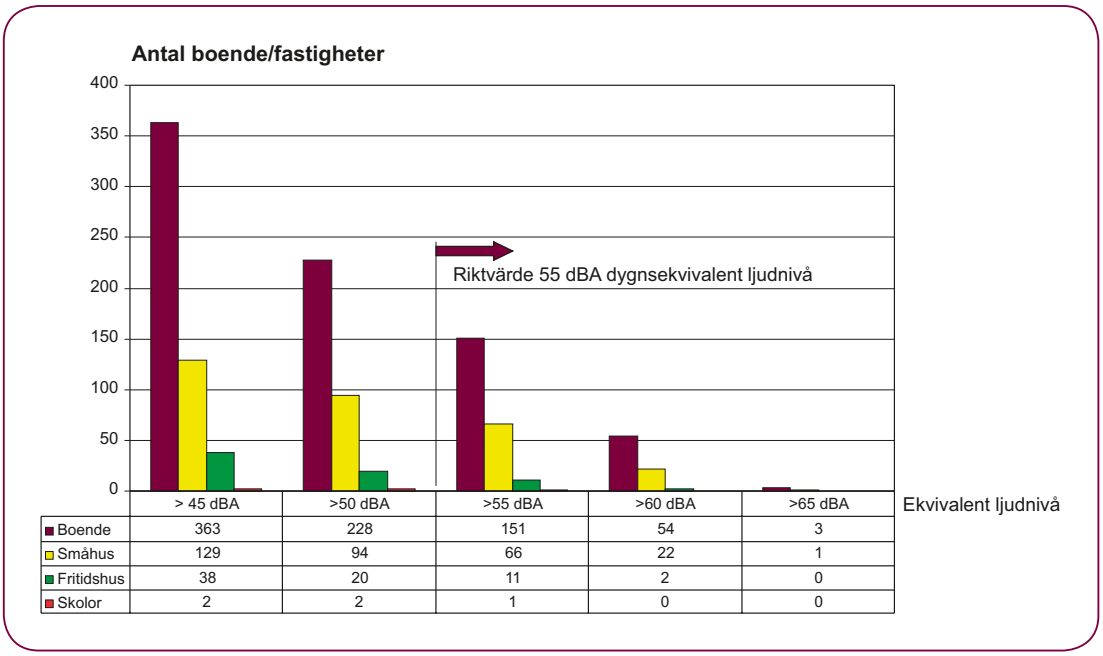
De beräkningar som genomförts för området visar ljudutbredningen vid medvind i alla riktningar samtidigt vilket kan betraktas som ett ”värsta fall”. Beräkningarna och mätningarna (bakgrundsnivån) stämmer relativt bra överens. Både beräkningar och mätningar visar att den mest betydande bullerkällan i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



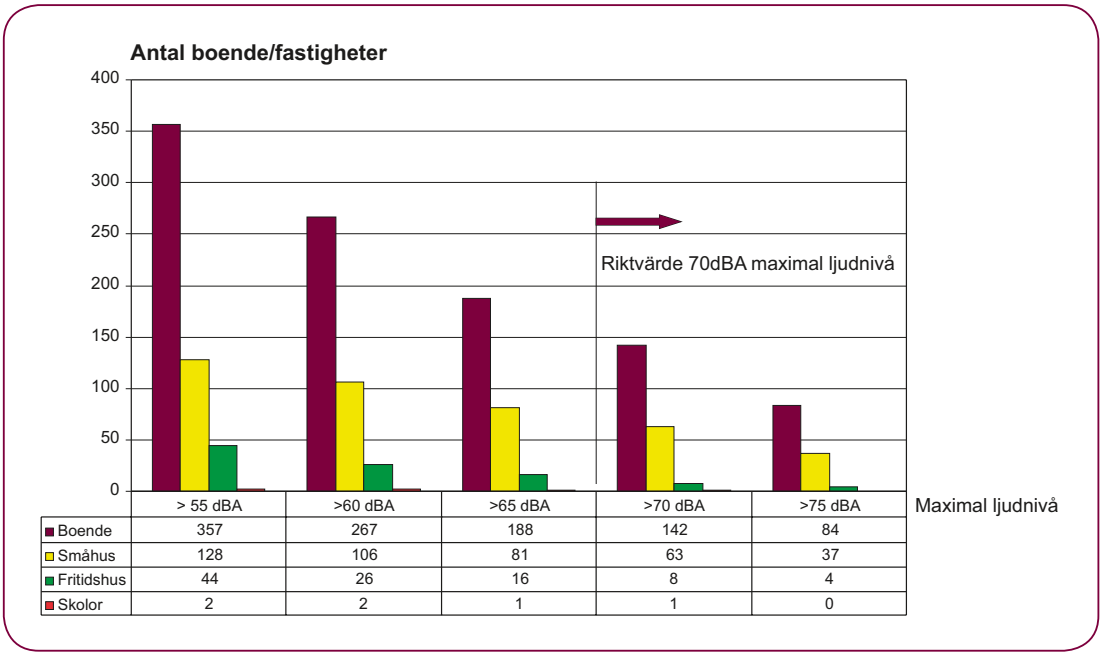
Figur 7-25. Beräknad ekvivalent ljudnivå under nattperioden /7-4/.

transformatorer. Inga permanentboende exponeras för ljudnivåer över 35 dBA, vilket är riktvärdet för industribuller. Inom området för tillfälligt boende varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 35 dBA /7-4/.

Vägtrafikbullret har studerats utefter riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn. Vägen har en förhållandevis hög trafikmängd samtidigt som många bostäder ligger nära vägen. Kring Johannisfors och Norrskedika upplevs buller från vägtrafiken i dag 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 sträckan mellan Forsmarks kärnkraftverk och Hargshamn år 2006 /7-4/.



Figur 7-27. Antal boende och fastigheter exponerade för maximal ljudnivå över 55 dBA längs med sträckan mellan Forsmarks kärnkraftverk och Hargshamn år 2006 /7-4/.

7.1.9 Utsläpp till luft

Mätningar av föroreningshalter i luft saknas i Forsmark. Utifrån befintliga haltdata på ostkusten vid mätstation Järinge i närheten av Forsmark (kvävedioxid, NO_2) samt Aspvreten utanför Stockholm (partiklar, PM_{10}) har regionala bakgrundshalter för NO_2 och PM_{10} uppskattats. 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_2 (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_2 i Forsmark är två µg/m^3 som årsmedel och åtta µg/m^3 som dygnsmedel (98-percentil dygn). Mätningar på timbasis saknas på bakgrundshalt i Sverige /7-11/.

Uppskattad regional bakgrundshalt av partiklar (PM10) i Forsmark är 12 µg/m^3 som årsmedel, 19 µg/m^3 som dygnsmedel (90-percentil dygn) samt 30 µg/m^3 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 /7-11/.

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 motverkas av att koldioxidutsläppen från trafiken ökar. Länets utveckling är bättre än den nationella utvecklingen när det gäller minskning av växthusgaser /7-11/.

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^2 /7-11/.

7.1.10 Radiologiska förutsättningar

Radiologiska mätningar utförs fortlöpande kring de kärntekniska anläggningarna i Forsmark. Huvuddelen av den uppmätta strålningen är naturlig bakgrundsstrålning. En mycket liten del radioaktiva ämnen avgår från de befintliga kärntekniska anläggningarna till omgivningen med processvattnet samt genom ventilationssystemen, se figur 7-28. Bidraget av radioaktivitet från kärnkraftverket och SFR utgör ungefär en femhundradel av gällande gränsvärden och ungefär en femtusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen.

Radioekologisk omgivningskontroll i Forsmark, där vatten-, växt- och djurprover analyseras, visar att de radioaktiva utsläppen från de kärntekniska anläggningarna generellt är så små att de är svåra att särskilja från andra källor. Nedfallet från Tjernobylolyckan år 1986 ger fortfarande ett tydligt tillskott /7-12/.

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 /underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.



Figur 7-28. Utsläppen från de kärntekniska anläggningarna i Forsmark är generellt så små att de är svåra att särskilja från andra källor.

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 åsformation som används för kommunal dricksvattenförsörjning är Börstilåsen, från vilken uttag sker för vattenförsörjning till tätorterna Östhammar, Norrskedika, Öregrund och Hargshamn. Det uttagsområde i Börstilåsen som är närmast lokaliseringsområdet för slutförvarsanläggningen är beläget cirka åtta kilometer sydväst om den östra delen av lokaliseringsområdet. I den kommunala översiktsplanen utpekas ytterligare potential för uttag i Börstilåsen, dock ej i åssträckan norr om Östhammars tätort /Underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

I dagsläget har 30 procent av kommunens invånare enskild vattenförsörjning. Information har sammanställts 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 2002 samt från SGU:s brunnsarkiv. I lokaliseringsområdets närhet finns få bostäder och brunnar. Sammanlagt har 15 brunnar identifierats inom det aktuella området. Av dessa är sex jordbrunnar, sju bergbrunnar och uppgifter saknas för två brunnar. Fyra av de sex jordbrunnarna är i bruk (varav en för bevattningsändamål). Sex av de sju bergbrunnarna används och av dessa har fyra vattenkvalitetsproblem /Underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

Bergrummen 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 (motsvarar 0,006 kubikmeter per sekund). En utbyggnad av SFR är planerad /Underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

För dränering under reaktorbyggnaderna vid Forsmarks kärnkraftverk pumpas i dagläget cirka 1–2 liter per sekund (motsvarar 0,001–0,002 kubikmeter per sekund). 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 kylvatten på 200 kubikmeter per sekund från havet via kylvattenkanalen samt utsläpp av uppvärmt kylvatten i Biotestsjön /underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I/.

7.1.11.3 Yrkesfiske

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

7.1.11.4 Malmfyndigheter

En stor del av Östhammars kommun ligger inom Bergslagens malmprovins. Ett hundratal järnmalmsfyndigheter har brutits under historisk tid. De flesta fyndigheter är eller har varit små. Det är bara Dannemora gruva som varit av större betydelse. Andra fyndigheter som brutits i större omfattning är Ramhäll, Vigelsbo, Rörberg och Norrskedika gruvor. Det finns 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 /7-5/. 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), se figur 7-29.

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

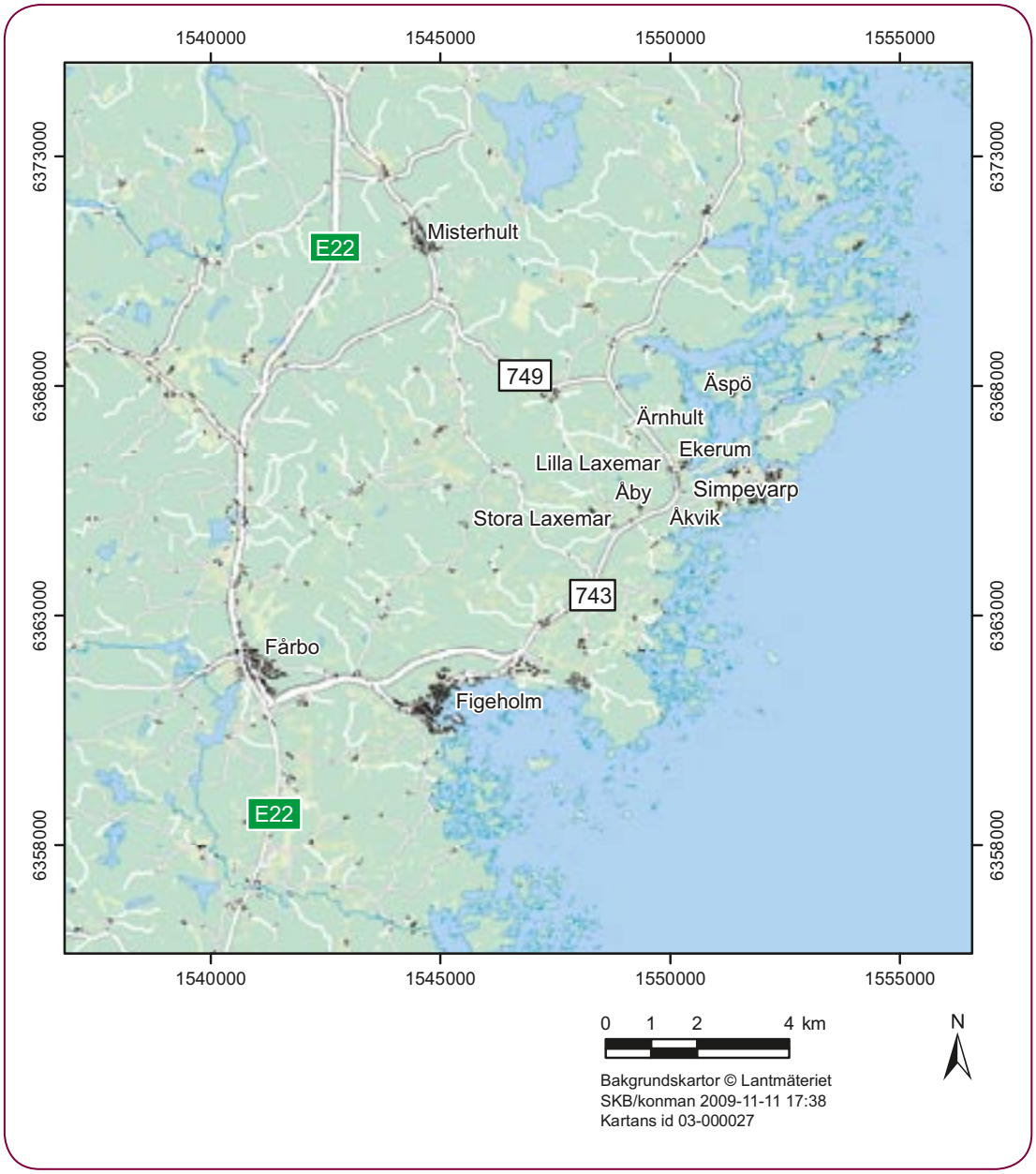
Översiktsplan 2000 för Oskarshamns kommun antogs av kommunfullmäktige 2003. I översiktsplanen redovisas ett stort område mellan europaväg E22 och kärnkraftverket som lämpligt för fördjupade undersökningar för slutförvarsanläggningen. Ett mindre utvecklingsområde väster om Clab redovisas som lämpligt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

7.2.1.2 Fördjupad översiktsplan

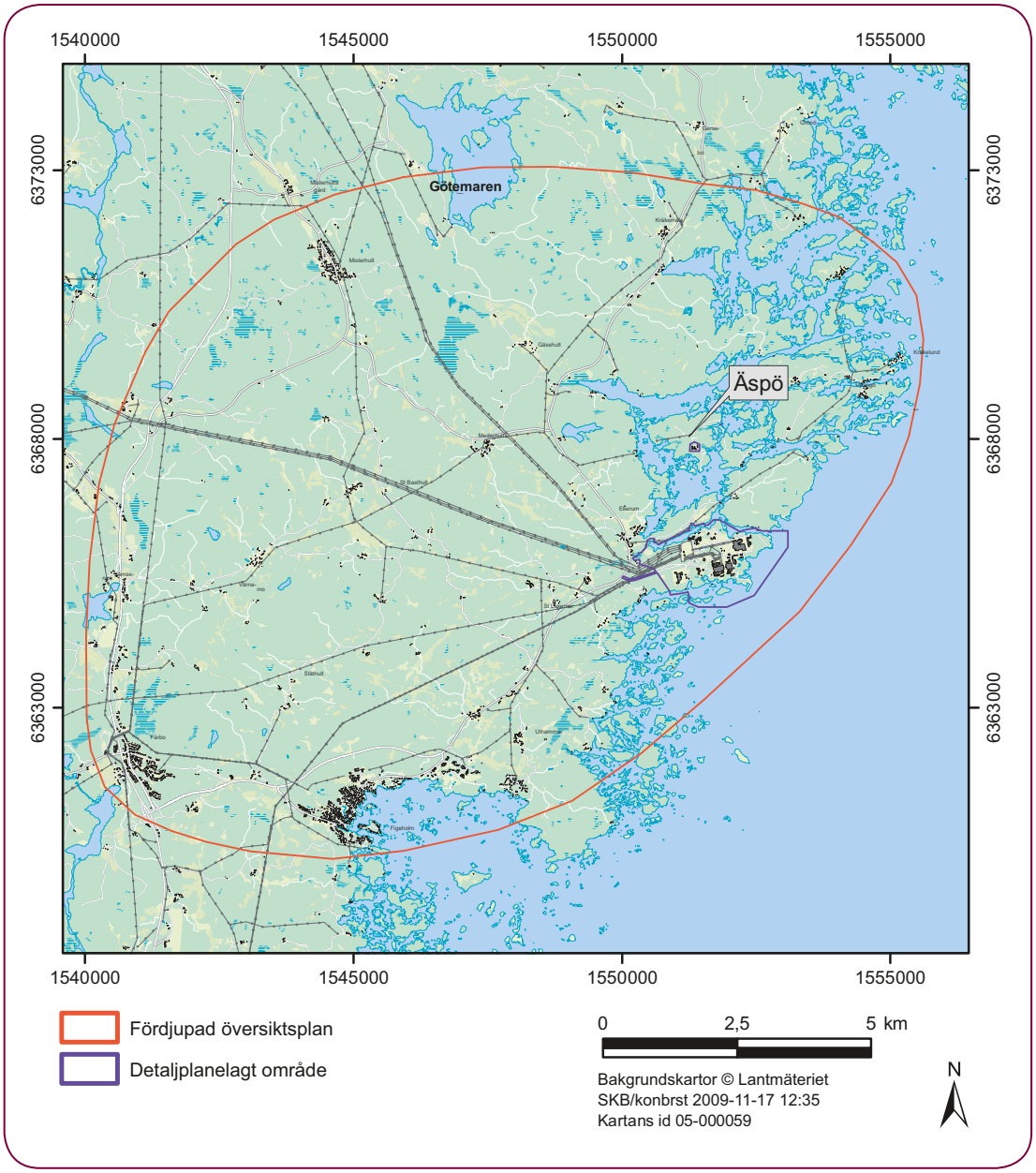
En fördjupning av kommunens översiktsplan, Översiktsplan 2000, Simpevarps- och Laxemarområdet med mera, antogs av kommunfullmäktige 2007, se figur 7-30. Syftet med planen var att påbörja kommunens fysiska planering inför ett eventuellt uppförande av en slutförvarsanläggning i Laxemarområdet och en inkapslingsanläggning i anslutning till Clab. Formellt ersätter fördjupningen av översiktsplanen, för de områden den omfattar, den tidigare kommuntäckande översiktsplanen.

7.2.1.3 Detaljplan

En detaljplan för Oskarshamnsverkets verksamhetsområde fastställdes 1988, se figur 7-30. Detaljplaner finns även för Äspölaboratoriet (fastställdes 2001) samt OKG, Clab och andra verksamheter inom området (fastställdes 2006). Den senast fastställda detaljplanen för Clab m.m. medger uppförandet av inkapslingsanläggningen vid Clab.



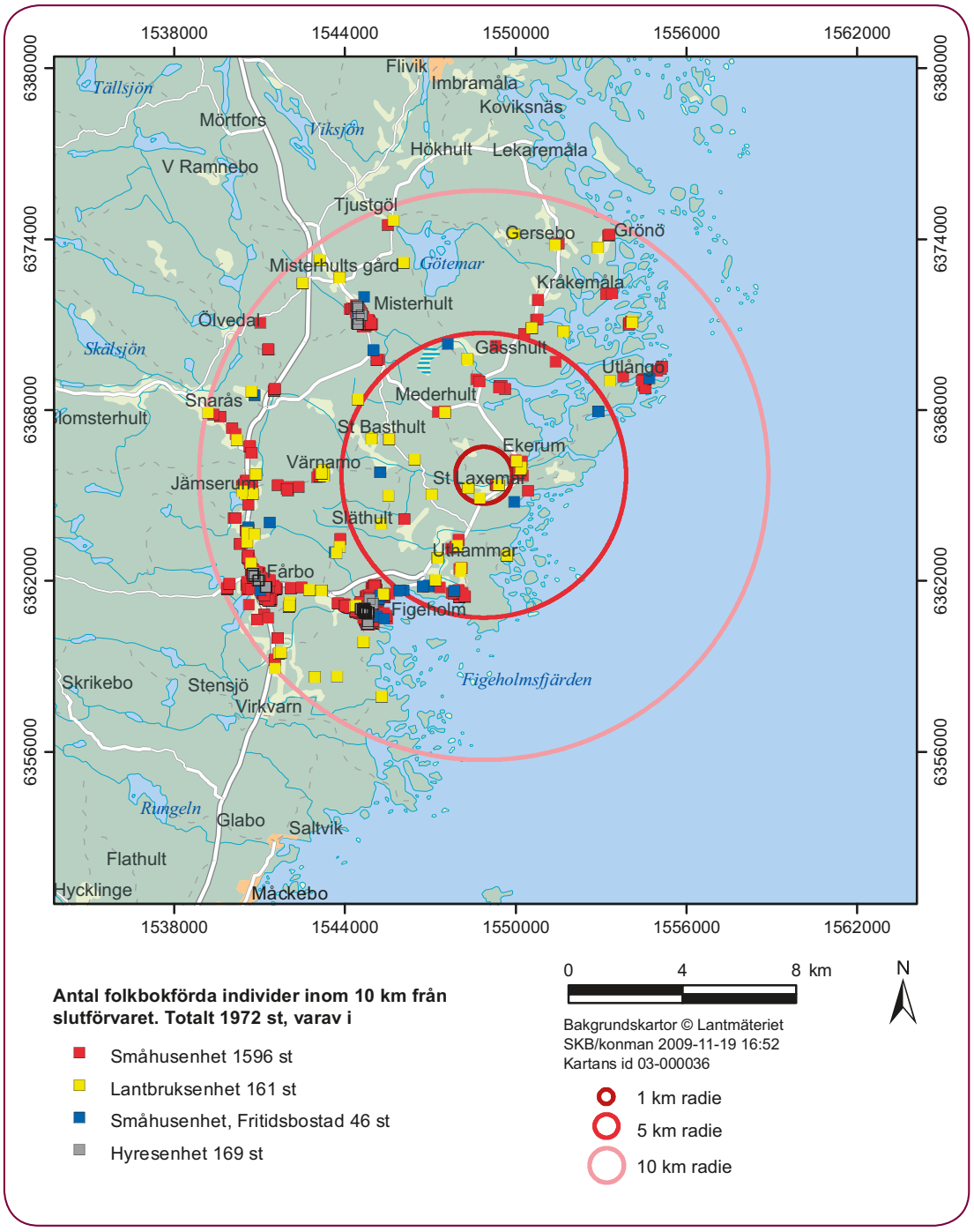
Figur 7-29. Laxemar/Simpevarpsområdet.



Figur 7-30. Detaljplanelagt område.

7.2.1.4 Befolkning

I Laxemar- och Simpevarpsområdena är bebyggelsen gles. Inom ett avstånd av en kilometer från Clab bor mindre än fem personer, inom fem kilometer bor cirka 115 personer och inom en mil bor cirka 1 300 personer, se figur 7-31 och tabell 7-2. Närmaste bebyggelse vid Simpevarvshalvön finns i Åkvik, cirka 600 meter sydväst om Clab. Inom ett avstånd av 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 (Ärnhult) samt byar längs med länsväg 743, framför allt Lilla och Stora Laxemar, Ström och Åby. Närmast belägna samhälle är Figeholm som är beläget cirka fem kilometer västerut. Konsulter och entreprenörer med flera bor periodvis i OKG:s anläggning för tillfällig logi i närheten av kärnkraftverket.



Figur 7-31. Antal boende år 2009 (folkbokförda) inom tio kilometer från Clab.

Tabell 7-2. Antal boende år 2009 (folkbokförda) inom olika avstånd från Clab /7-13/.

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 år 2009 (folkbokförda) inom olika avstånd från Laxemarområdet /7-13/.

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	1 508	26	111	169	13
0–10 km totalt	1 972	1 587	42	161	169	13

7.2.1.5 Vägar och konventionella transporter

Genom kommunen går europaväg E22. Länsväg 743 förbinder E22 med kusten och utgör, tillsammans med en cirka en kilometer lång väg, förbindelselänken till Oskarshamnsverket. Anslutning norrut mot E22 finns även via länsväg 749 förbi Misterhult. Samtliga dessa vägar har högsta bärighetsklass, BK1. 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.

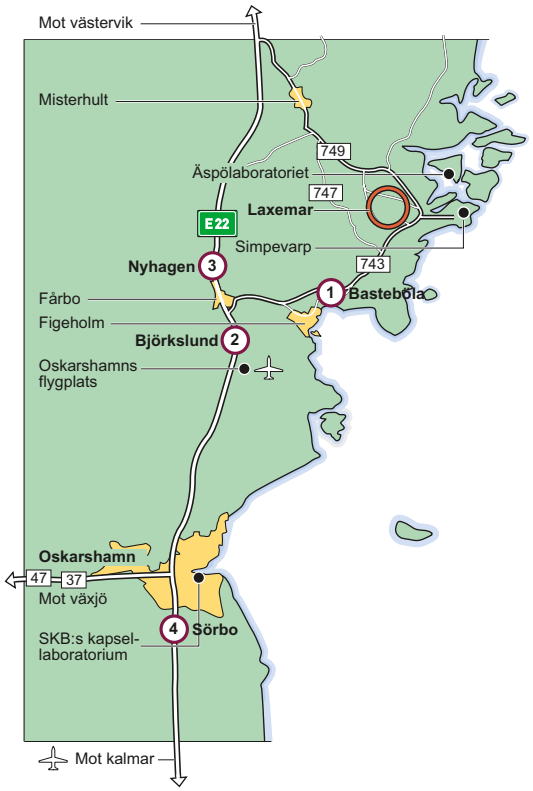
Den periodvis höga trafikbelastningen på länsväg 743, tillsammans med de många olika typerna av trafikslag – här ska personbilar, lastbilar, bussar, cyklister, gångtrafikanter, traktorer och jordbruksredskap samsas – ger en konfliktfylld miljö för både trafikanter och boende. En idéstudie har tagits fram på uppdrag av SKB. Där presenteras befintlig situation och idéer om framtida förbättringar av länsväg 743 /7-14/.

Uppgifter om befintlig trafikbelastning (2006) har hämtats från Vägverket /7-2/ för fyra avsnitt längs länsväg 743 och E22 (1. Basteböla, 2. Björkslund, 3. Nyhagen och 4. Sörbo), se figur 7-32.

Trafiken på länsväg 743 i området kring Basteböla uppgick för år 2006 till cirka 1 500 fordon per dygn, varav cirka sju procent utgör tung trafik /7-15/. Trafiken på infartsvägen till OKG uppgick till cirka 950 fordon per dygn /7-16/.

Nuvarande transporter till och från kärnkraftverket och Clab ingår i trafikunderlaget från Vägverket. Utöver de normala persontransporterna tillkommer den tillfälliga arbetskraft som sysselsätts i de årliga revisionerna samt olika utvecklingsprojekt vid kraftverket. En normal revision berör cirka 500 personer under revisionsperioden som omfattar cirka två månader för hela kärnkraftverket. Ett år med stora ingrepp, exempelvis turbinbyte, kan antalet uppgå till över 700 personer. Flertalet av dessa bor ute vid kärnkraftverket eller i någon närliggande stugby, men även hotellen inne 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 Oskarshamns kraftgrupp saknas uppgifter /7-15/.



Figur 7-32. Valda vägavsnitt för bedömning av trafikflöden.

7.2.1.6 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

Sjötransporter av använt kärnbränsle och kärnavfall sker med m/s Sigyn som regelbundet anlöper Simpevarps hamn. Landtransporter sker med långsamgående 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 i Nässjö via sträckan Oskarshamn–Berga. Persontrafiken till Oskarshamn lades ner 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

Simpevarps 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.

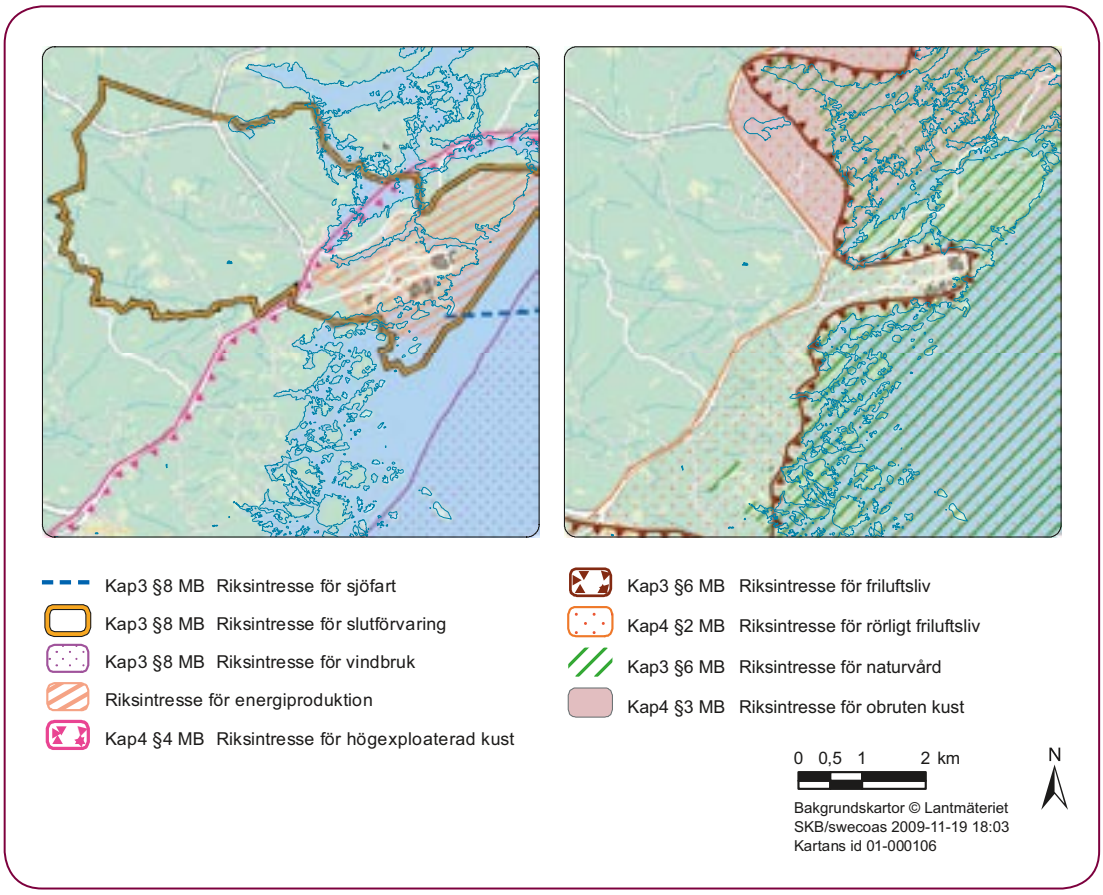
Transporterna sker med m/s Sigyn. Djupgåendet i farleden är begränsat till 5,5 meter och djupet i hamnbassängen är cirka sex meter. Från hamnen leder en väg, som är speciellt anlagd för tung trafik, till Oskarshamnsverket och Clab.

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 för färjetrafik. Farleden till hamnen är upplåten för fartyg med 10,5 meters djupgående. Hamnen har järnvägsanslutning via ett industrispår.

7.2.2 Riksintressen och skyddade områden

Inom närområdet finns ett antal riksintressen, vilket illustreras i figur 7-33. Simpevarpshalvön och större delen av Ävrö, del av Hålö och Äspö med tillhörande vattenområde är av riksintresse för energiproduktion samt riksintresse för slutförvar. 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 2–3 §§ samt 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.



Figur 7-33. Riksintressen.

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. 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 § /7-17/.

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 7-41, avsnitt 7.2.5 Naturmiljö.

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 /7-18/. 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 för prioriterat område i denna MKB.

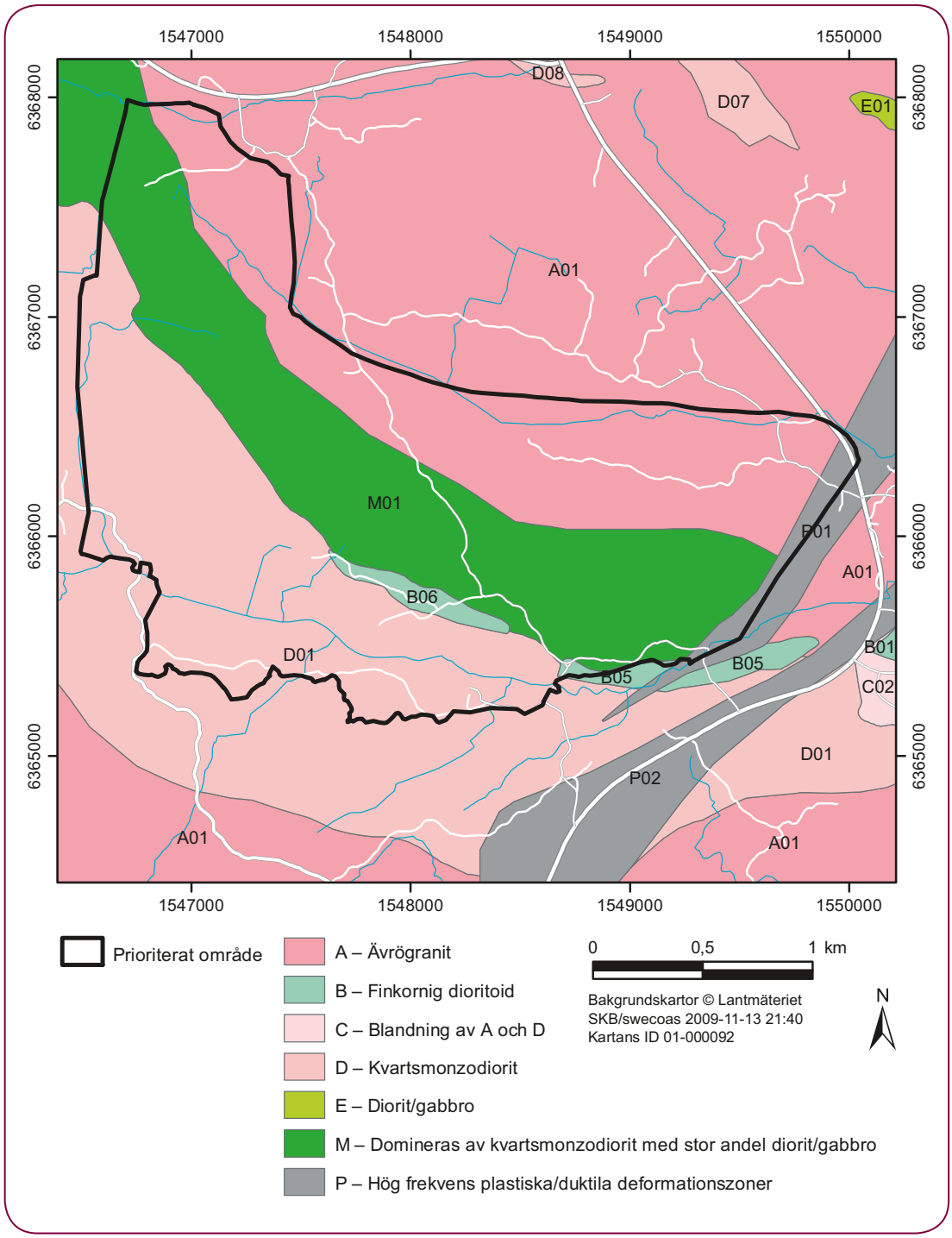
7.2.3.1 Berggrunden

Berggrunden i det prioriterade området har delats in i tre huvudsakliga bergdomäner från norr till söder; RSMA01 (A01), RSMM01 (M01) och RSMD01 (D01), där den största volymen utgörs av bergdomän D01, se figur 7-34 /7-18/.

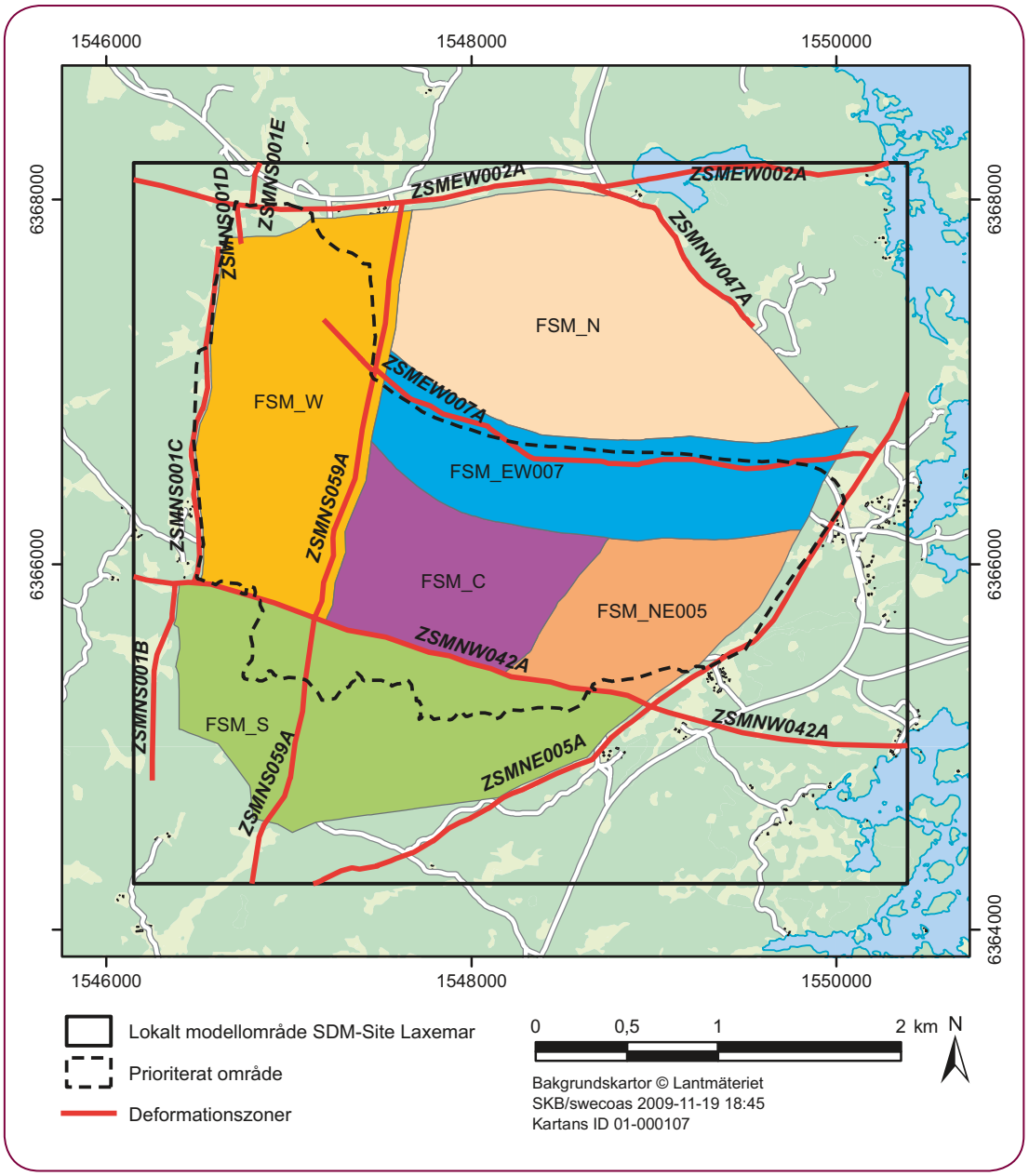
Bergdomän RSMD01 domineras av kvartsmonzodiorit och innehåller underordnade inslag av bergarter som finkornig granit, finkornig diorit-gabbro, pegmatit och enstaka förekomster av diabas. Bergdomän RSMM01 består huvudsakligen av Ävrö kvartsmonzodiorit med större förekomst av diorit/gabbro än övriga bergdomäner 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 /7-18/.

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 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 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 /7-18/. En illustration av deformationszonerna finns i figurerna 7-35 och figur 7-36.

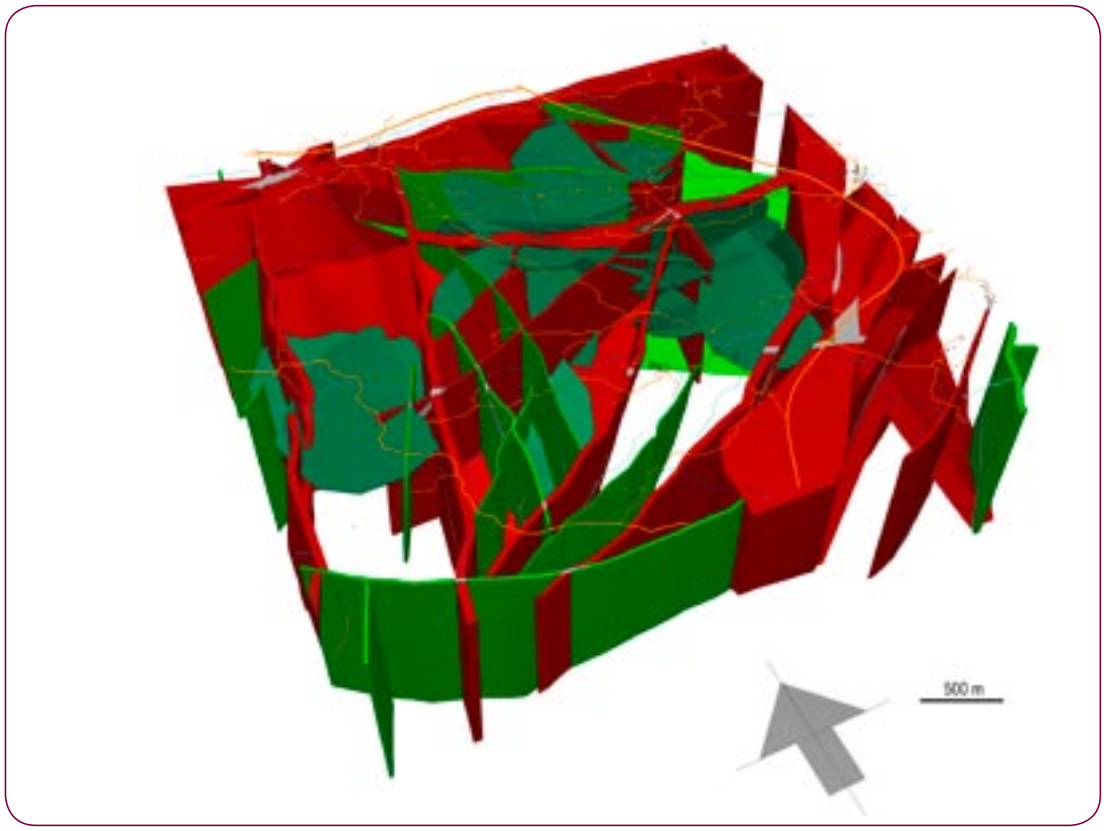
Sprickzonerna har reaktiverats (öppnats upp på nytt) i flera omgångar och läkt ihop med olika typer av mineral i samband med olika geologiska händelser. I deformationszonen ZSMNS001C, som löper längs med Laxemarområdets västra avgränsning, förekommer dessutom diabas. Diabasen har daterats till cirka 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 /7-18/.



Figur 7-34. Bergdomäner i Laxemarsområdet.



Figur 7-35. Projektion på markytan av sprickdomäner (färgade polygoner) och deformationszoner i Laxemar. Det prioriterade området avgränsas av större nord-öst orienterade regionala deformationszoner /7-18/.



Figur 7-36. 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 som är kortare än tre kilometer.

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 /7-18/.

Berggrunden mellan deformationszonerna i det prioriterade området har delats in i sprickdomäner för att särskilja bergvolymer med olika sprickfrekvens, se figur 7-35. 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 än normalt i svensk berggrund /7-18/.

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 kvartzmonzodiorit. Simpevarpshalvön omgärdas och korsas av ett antal öst-västliga deformations- och sprickzoner. Zonen ZSMNE015A, som har en tolkad längd på 2 kilometer, är belägen i nära anslutning till Clab. Innan platsundersökningarna genomfördes lokala, detaljerade undersökningar av berget vid och närmast omkring Clab i samband med uppförandet av bergrummen Clab 1 och 2. Enligt de tidigare undersökningarna förekommer brant stående aplit- och pegmatitgångar vid Clab. Undersökningarna visade att berget närmast bergrummen har en hög sprickfrekvens i storleksordningen 2–6 sprickor per meter. Se även underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp.

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-sydostlig riktning. Liknande resultat finns från Äspölaboratoriet, där mätningarna också kunnat verifieras med bland annat storskaliga mätningar kring tunnlar /7-18/.

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 Laxemarområdets norra del. Morän, som är en blandad jordart som uppkom i samband med den senaste istiden, är den dominerade jordarten i Laxemarområdet 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 cirka 2–3 meter och är störst i dalgångarna. Strax väster om europaväg E22 finns en stor rullstensås (grönt på kartan), se figur 7-37. Denna ås, Fårboåsen är den mest framträdande jordavlagringen i hela området. Det finns dessutom några mindre åsar i områdets norra del /7-18/.

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 7-37. Den största delen av återfyllningen består av sprängsten från uppförandet av kärnkraftverket.

7.2.3.4 Hydrogeologi

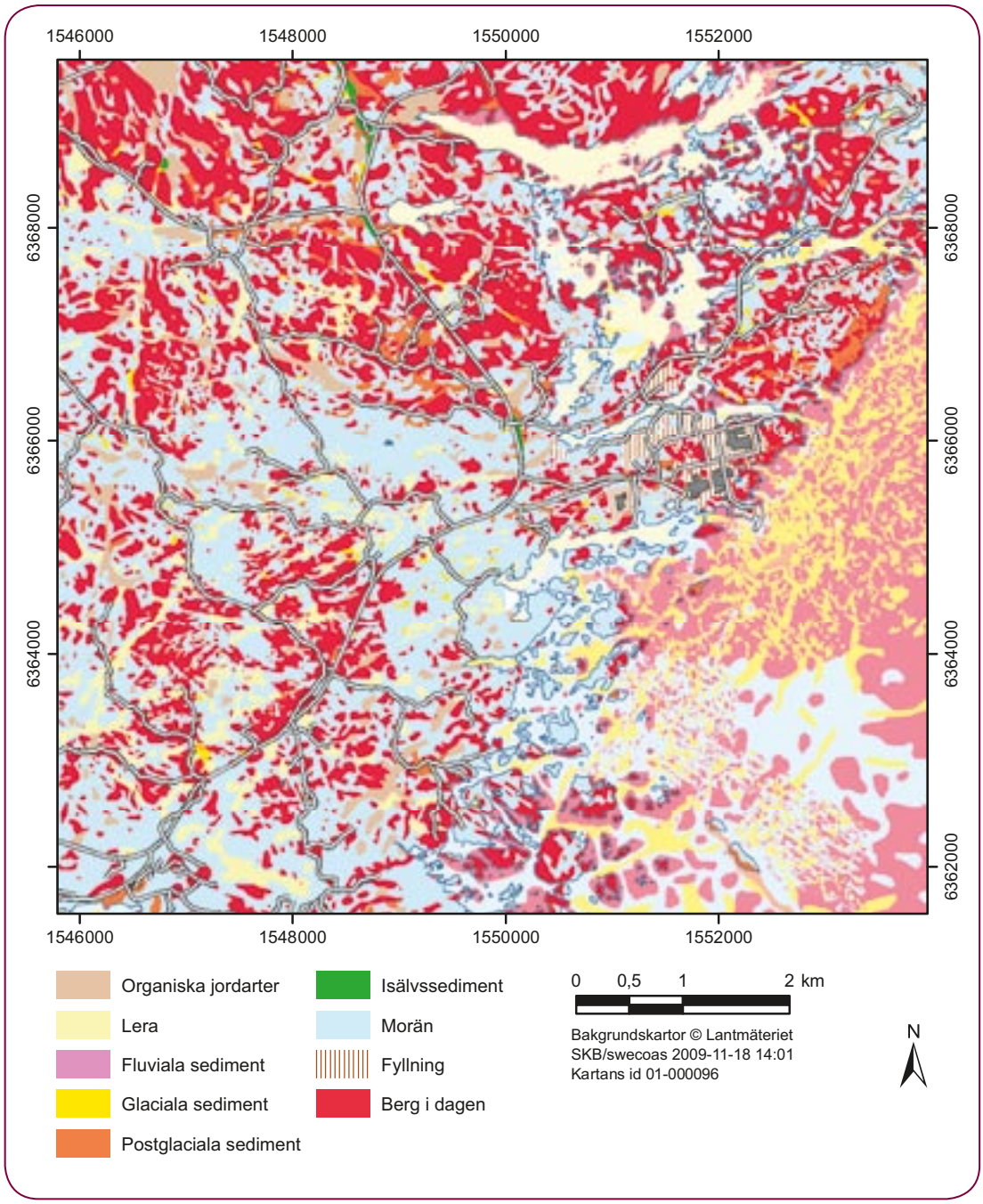
Markytan inom Laxemar/Simpevarpsområdet sluttar från väst till öst, från en nivå på cirka 30 meter över havet i jämnhöjd med europaväg E22 till havsnivå vid kusten, se figur 7-38. De övre cirka 150 metrarna av berget i det prioriterade området har relativt hög frekvens av vattenförande sprickor, med ett medelavstånd på cirka en meter. I djupintervallet 150 till 400 m är medelavståndet mellan vattenförande sprickor 2–13 m, (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 av frekvensen vattenförande sprickor, minskar generellt mot djupet /7-18/.

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 branstående zonerna har sitt utgående vid bergytan, främst i dalgångarna. Figur 7-39 visar en schematisk sektion av en typisk öst-väst dalgång i Laxemar där jordarterna och jordlagrens mäktighet varierar längs dalgången.

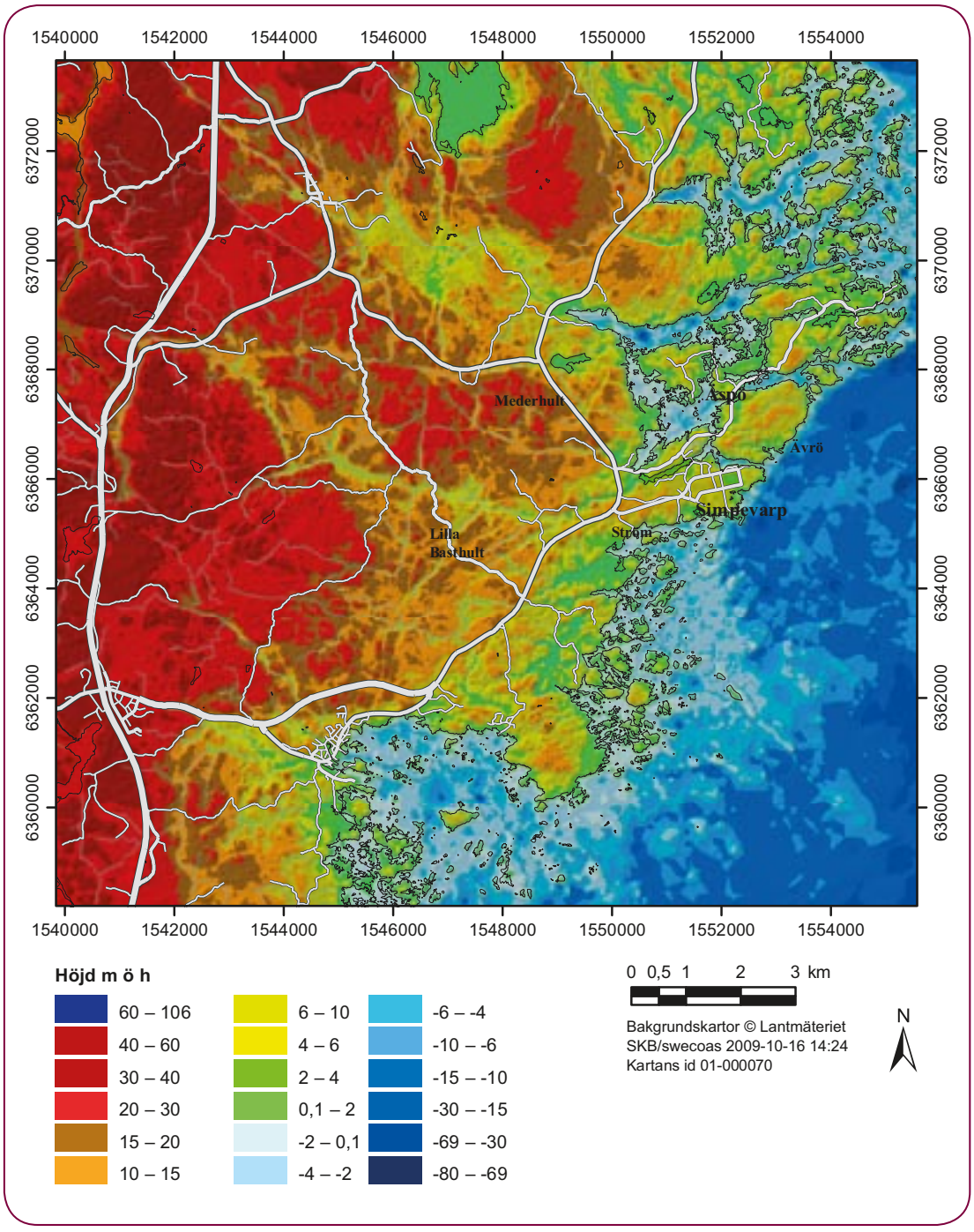
Kontrasten mellan jordlagrens/det övre bergets och det underliggande bergets vattengenomsläpplighet innebär att den största delen av grundvattenflödena i området sker relativt nära markytan. Dalgångarna utgör utströmningsområden för grundvattnen, där även prefererad strömning sker längs zonen i jordlager och det ytliga berget. Detta ytnära flödessystem med inströmningsområden i högre belägen terräng och utströmningsområden i dalgångar och vid kusten överlagrar djupare och mer storskaliga flödessystem i berget. Vattenomsättningen i det ytnära berget har beräknas vara cirka 400 gånger högre än på förvarsdjup /7-18/.

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 /7-19/.

Grundvattenytan i Laxemar/Simpevarpsområdet ligger generellt cirka 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 /7-18/.



Figur 7-37. Jordartskarta över Laxemar/Simpevarpsområdet.

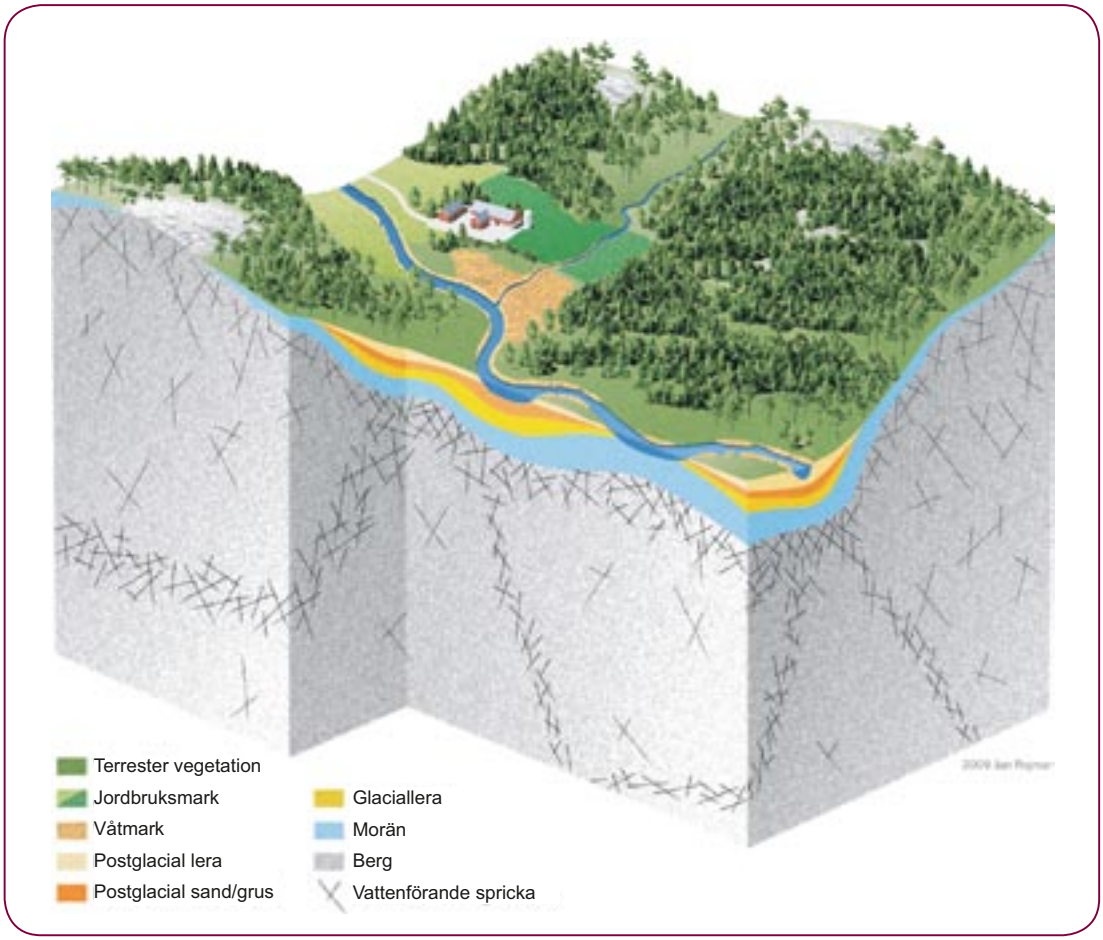


Figur 7-38. Topografisk karta över Laxemar/Simpevarpsområdet.

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 mg/l klorid.

Grundvatten i det sprickfria berget på försvarsdjup 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 /7-18/.

På Simpevarpshalvön, där Clab är beläget, genomfördes också hydrauliska tester inom ramen för platsundersökningarna. Det finns en deformationszon som är belägen 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 underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp.

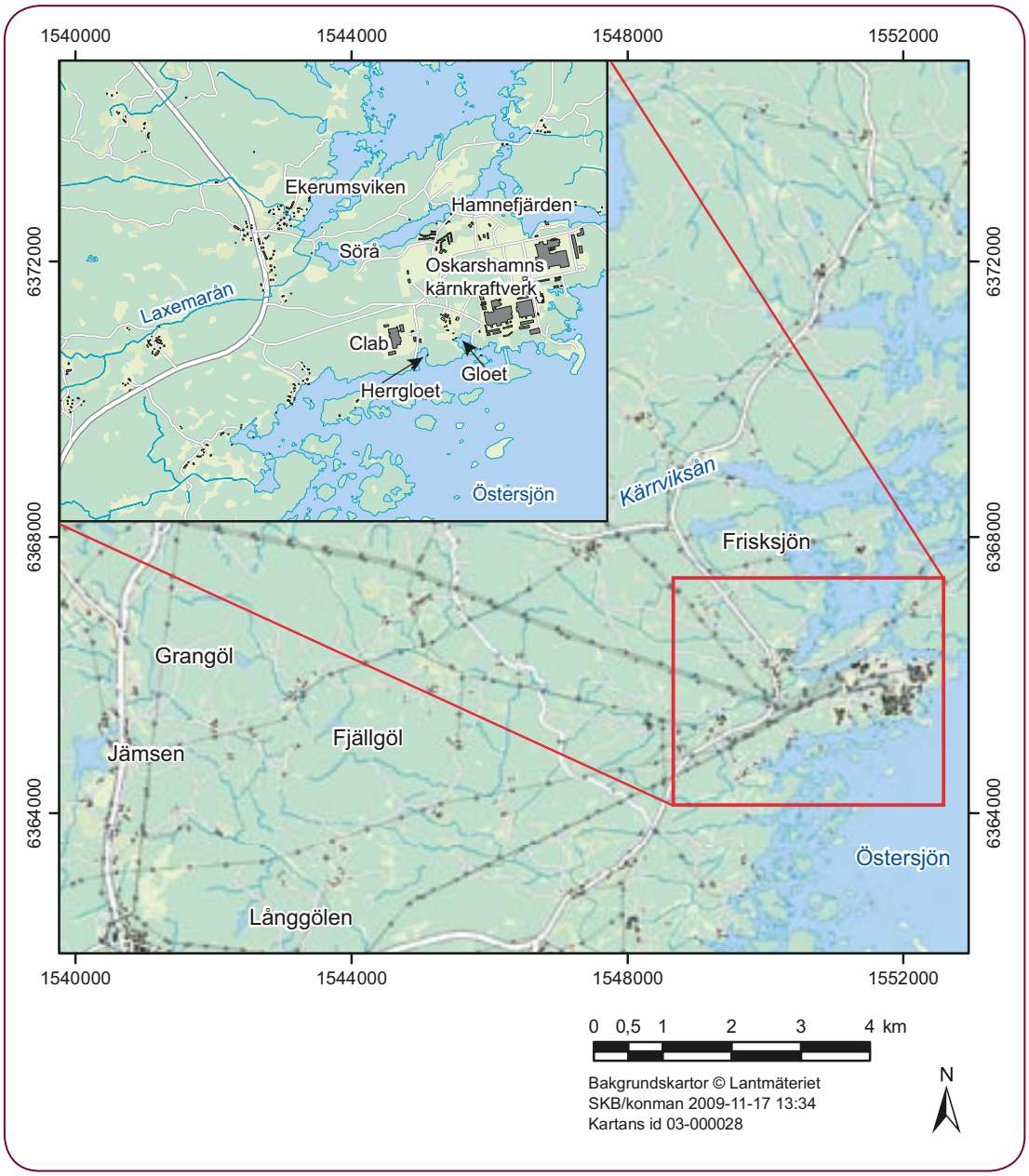


Figur 7-39. Konceptuell illustration av en stor dalgång i Laxemar. Illustrationen visar hur jordarterna och jordlagrens mäktighet varierar längs dalgången, vilket innebär att förutsättningarna för vattenutbyte mellan ytnära grundvatten och ytvatten också varierar längs dalgången.

7.2.4 Hydrologi och meteorologi

Baserat på 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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.

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 det sex kartlagda sjöar, varav de största är Jämsen och Frisksjön, se figur 7-40. Alla sjöar är belägna flera meter över havsnivån vilket indikerar att havsvatteninträngning inte förekommer. Våtmarker förekommer frekvent inom området.



Figur 7-40 Sjöarna i Laxemar/Simpevarpsområdet.

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 finns fyra mindre vattendrag, Mederhultsån, Ekerumsån, Pistlanbäcken samt 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 m m). 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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.

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).

7.2.5 Naturmiljö

Laxemar/Simpevarpsområdet ligger i en naturgeografisk region som präglas av ett sprickdalslandskap med små höjdskillnader, hällmarkstallskog, 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 /7-20/. 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 7-41. I dag finns inte något naturreservat i området, men ett underlag till utredningsområde för ett sådant finns hos länsstyrelsen i Kalmar län. Området är ett utpekat kärnområde för ädellövskog och täcker stora delar av undersökningsområdet. Inga konkreta arbeten angående naturreservatet har påbörjats och inga beslut finns i dag.

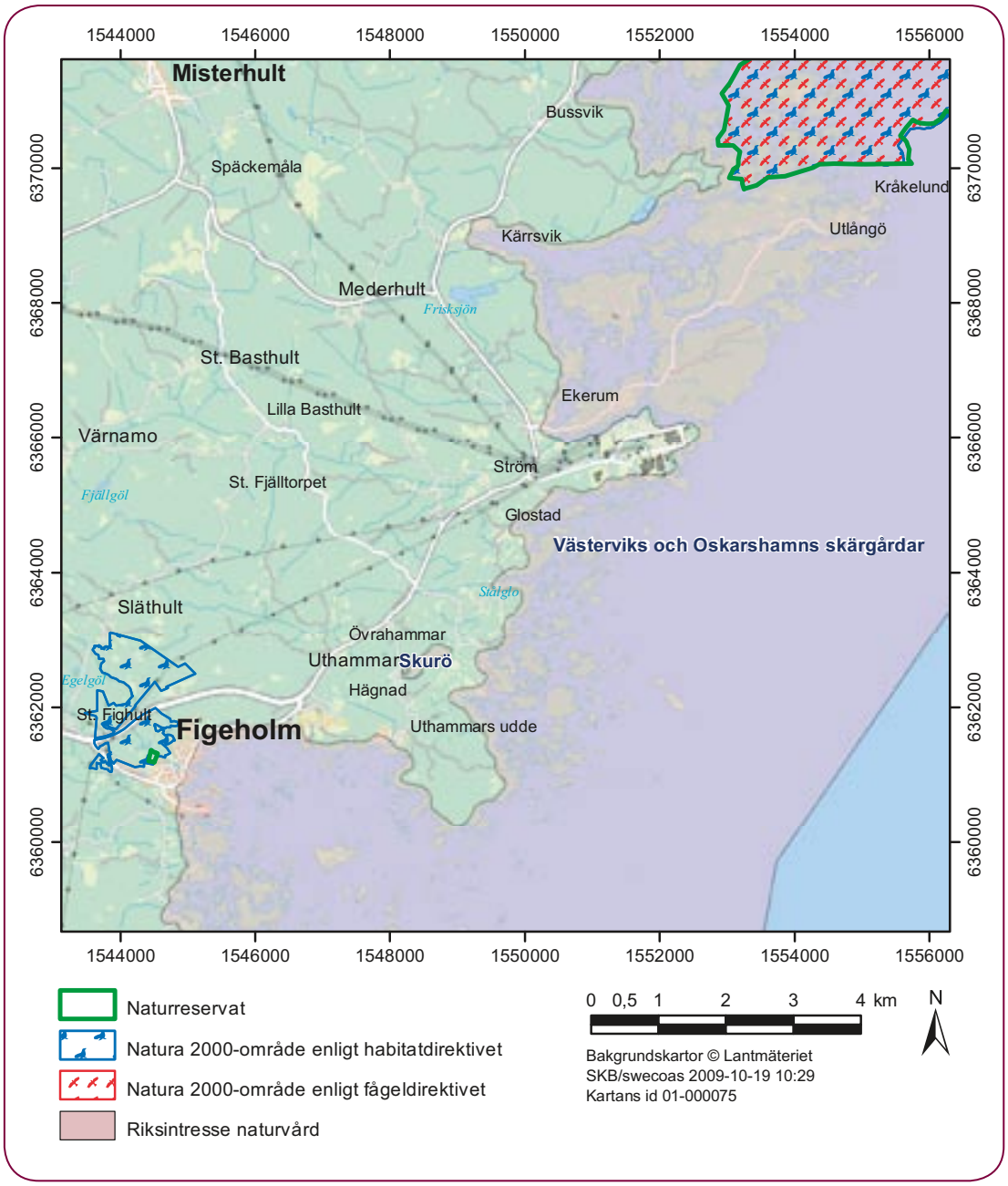
Småvatten, våtmarker, källor och öppna diken i jordbruksmark omfattas av generellt biotopskydd enligt 7 kap 11 § miljöbalken (1998:808) och 5–8 §§ förordningen (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken. Dispens från biotopskyddet måste sökas från Länsstyrelsen. Vid Ström finns även ett naturminne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

Naturen i det aktuella undersökningsområdet, som framgår av figurerna 7-42 och 7-43, är varierande men nästan överallt påverkad av tidigare och nuvarande jord- och skogsbruk. Området runt Clab utgörs huvudsakligen av industriområde och i övrigt av angränsande skogsområde som domineras av hällmarkstallskog.

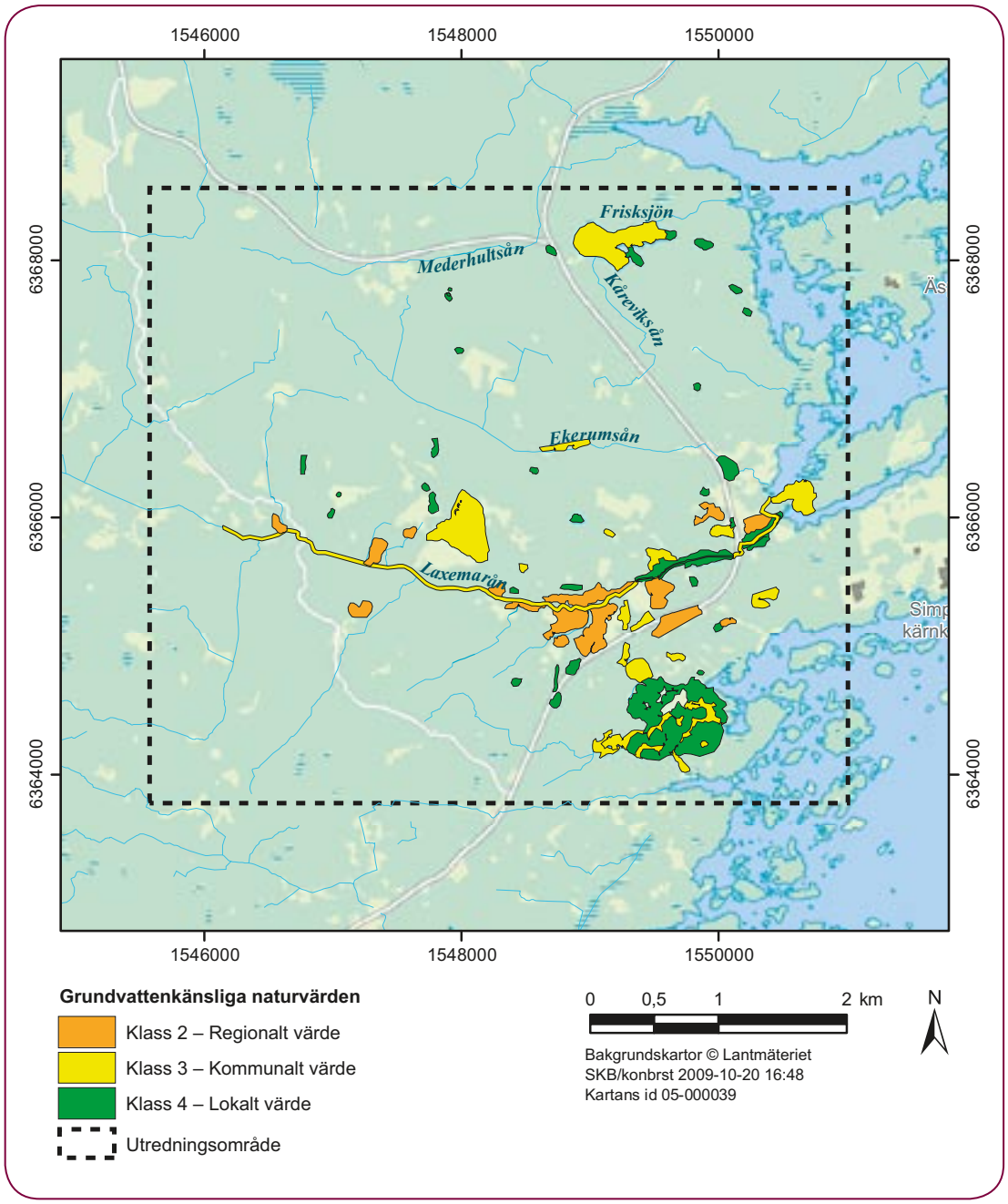
Skärgården i öster har en rik och omväxlande vegetation, från de yttersta skären där nästan enbart lavar kan växa, via gräs- och örtbevuxna öar till olika typer av skog på de större öarna. Skärgården har ett rikt fågelliv och de flesta vegetationsklädda bottnarna är viktiga lekplatser för många fiskarter.

Inventeringar av nyckelbiotoper och andra naturvärden i skogsmark genomförs av Skogsstyrelsen och storskogsbruket. SKB har också genomfört ytterligare inventeringar enligt Skogsstyrelsens metodik. Det aktuella undersökningsområdet har under vegetationsperioden 2008 även inventerats på förekomst av värdefulla naturmiljöer. 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.

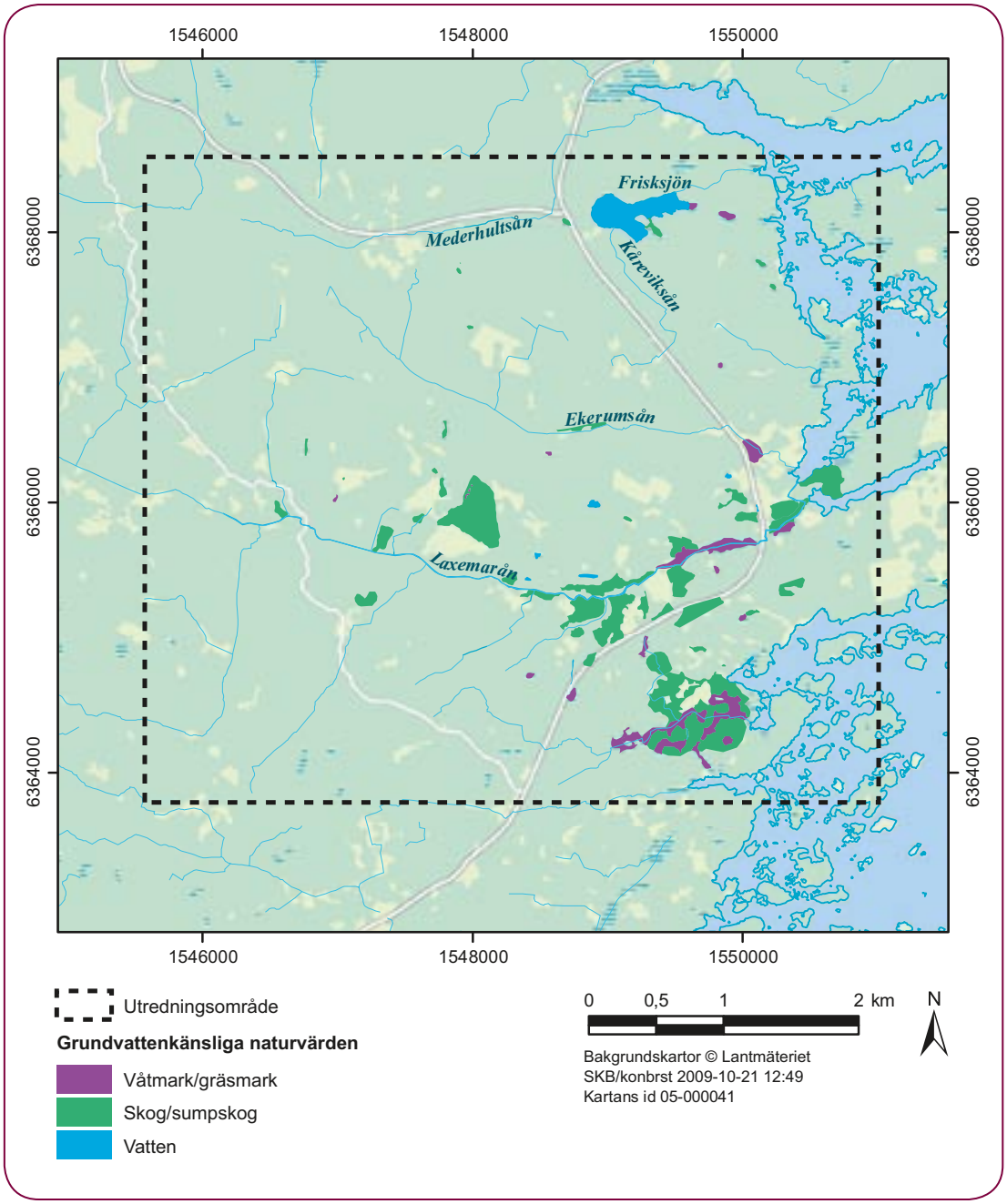
Naturvärden har även klassats enligt en av Naturvårdsverket och länsstyrelserna vedertagen metodik och delats in i fyra klasser, nationellt, regionalt, kommunalt och lokalt värde /7-20/. Identifierade naturvärden finns utpekade i figurerna 7-42 och 7-43. Merparten av de identifierade naturvärdena är knutna till jordbrukslandskapets ädellövskogar och betesmarker, se figur 7-44, framför allt längs Laxemaråns dalgång.



Figur 7-41. Riksintressen för naturvård och skyddade områden kring Laxemar/Simpevarpsområdet.



Figur 7-42. Identifierade naturvärden i undersökningsområdet och deras klassning.



Figur 7-43. Identifierade naturvärden i undersökningsområdet och deras naturtyp.



Figur 7-44. Inom undersökningsområdet finns värdefulla naturvärden som är knutna till ädellövskog och odlingslandskapet.

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, knölsmörblomma och stagg) knutna till hävdade miljöer. Landskapet kring Ströms gård och Laxemar finns med i Kalmar läns länsstyrelses bevarandeplan för odlingslandskapet.

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 bottensediment. 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.

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.

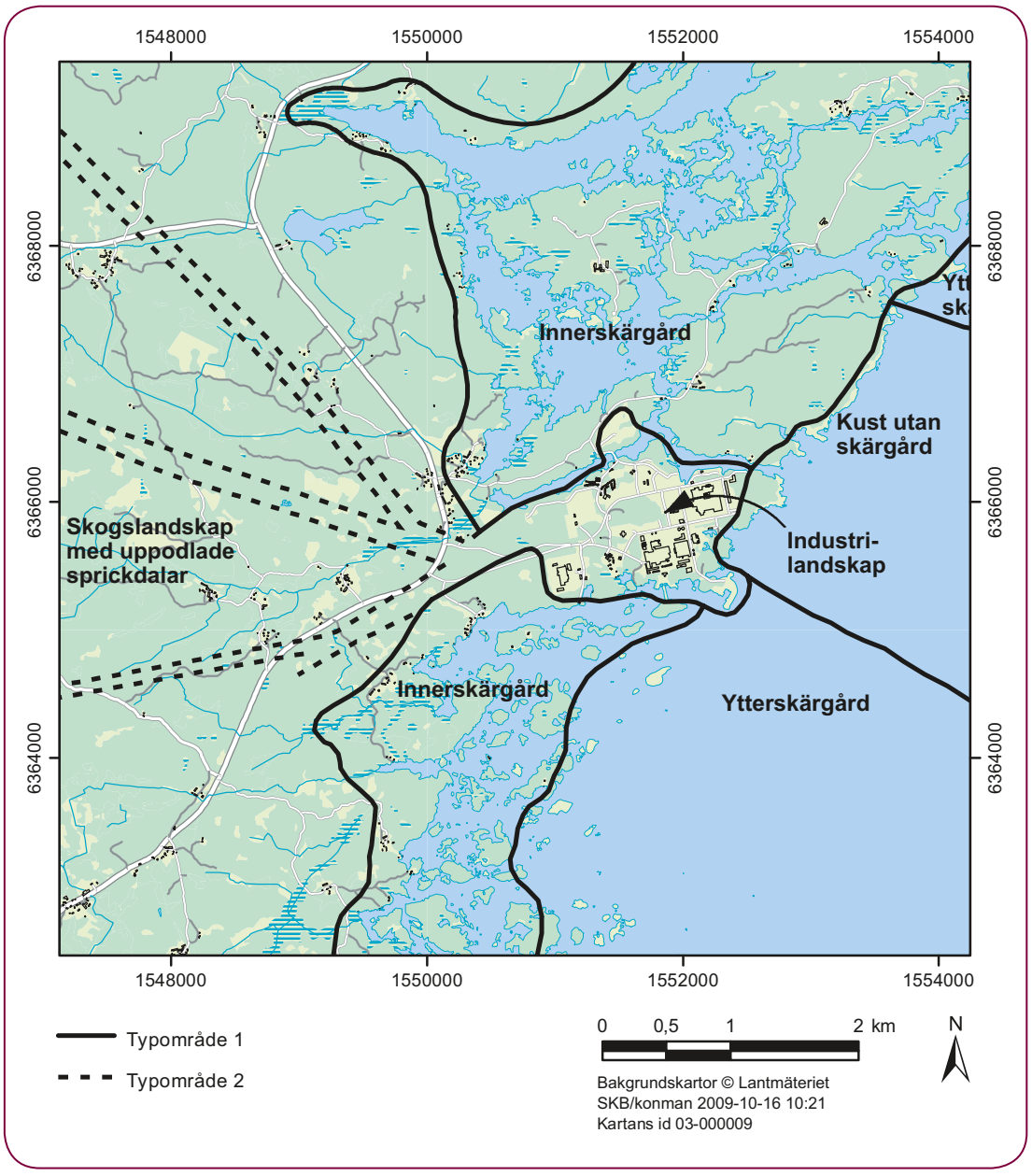
Bivråk, törnskata, mindre hackspett, spillkråka, sparvuggla, orre och trana är exempel på fåglar som påträffats i Laxemarområdet; de häckar och/eller har sitt revir inom området. De är samtliga

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 /7-20/.

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 /7-21/.

Enligt landskapsbildanalysen kan Laxemar/Simpevarpsområdet indelas i fem olika landskapstyper, industrilandskap, ytterskärgård, kust utan skärgård, innerskärgård samt skogslandskap med uppodlade sprickdalar, se figur 7-45.



Figur 7-45. Förekommande landskapstyper i Laxemar/Simpevarpsområdet /7-21/.

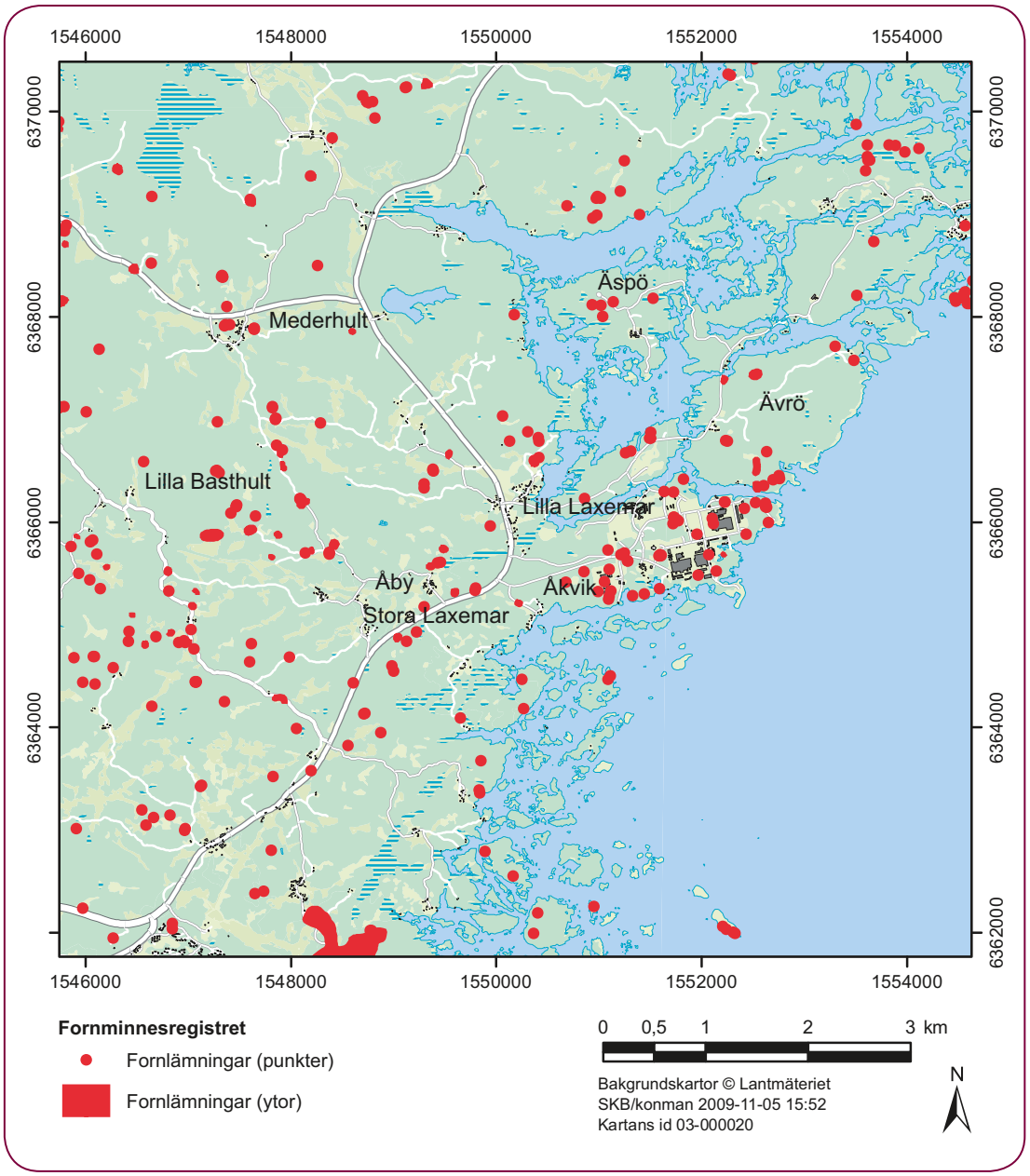
Huvuddelen av det analyserade området präglas av ett ganska kargt tallskogsbevuxet hällmarkslandskap. I allt väsentligt präglas skogen av ålderdomlighet och fridfullhet. Skärgårdslandskapet i öster innebär en betydande kontaktyta mot havet genom kustlinjens alla öar och vikar. Den i stort sett oexploaterade kusten och skärgården och det småskaliga och sprickdalspräglade skogslandskapet står i stark kontrast mot den storskaliga industrin kring kraftverken. 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 hällmarksskog lämnats i en zon närmast stränderna, se figur 7-46. 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 /7-21/.

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 /7-21/.

Inom Laxemar/Simpevarpsområdet finns inga nationella eller regionala intresseområden för kulturmiljön men fornlämningarna och övriga kulturhistoriska lämningar i området är ganska många, se figur 7-47. Fjorton kända boplatser ligger inom utredningsområdet. Ett stort antal rösen och stensättningar finns inom utredningsområdet. Ett flertal gårds- eller byplatser ligger inom utredningsområdet. I anslutning till Clab finns kända fornlämningar i form av fem förhistoriska gravar /7-21/. I närheten av Clab ligger även Simpevarps by, en skärgårdsby med anor från 1700-talet. I dag har OKG en permanent utställning om kustbygden och om dagens kärnkraftsteknik i byn.



Figur 7-46. Översiktsfoto av Simpevarpshalvön. En zon av hällmarkstallskog har lämnats nära stränderna för att skärma av den storskaliga kraftindustrin mot omgivande kulturmiljöer.



Figur 7-47. Karta över registrerade kulturmiljöobjekt i Laxemar/Simpevarpsområdet /7-21/.

Strandlinjernas förändringar över tiden visar att det kan finnas boplatser från stenåldern i de högst belägna delarna av Simpevarpsområdet och från brons- och järnålder i sluttningarna mot havet i söder. Gravarna i anslutning till Clab indikerar att det kan finnas lämningar av fasta bosättningar men det finns inga givna lägen för var dessa 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 /7-21/.

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 studerat område. I det kustnära området finns goda förutsättningar för bad, fiske, båtsport, kanoting och dykning. Området nyttjas också för vandring, cykling och jakt. Ostkustleden löper i närheten och på Simpevarpshalvön finns det två mindre leder, Äspöstigen och Simpevarvet som ligger i anslutning till Simpevarps by, se figur 7-48. Fågelskådning utövas flitigt vid Kråkelund och på Simpevarvpshalvön som är mycket fågelrika områden. Det varma vattnet i kylvattenutsläppet i Hamnefjärden har länge varit en populär plats för bad, paddling och fågelskådning året runt /7-22/. 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.

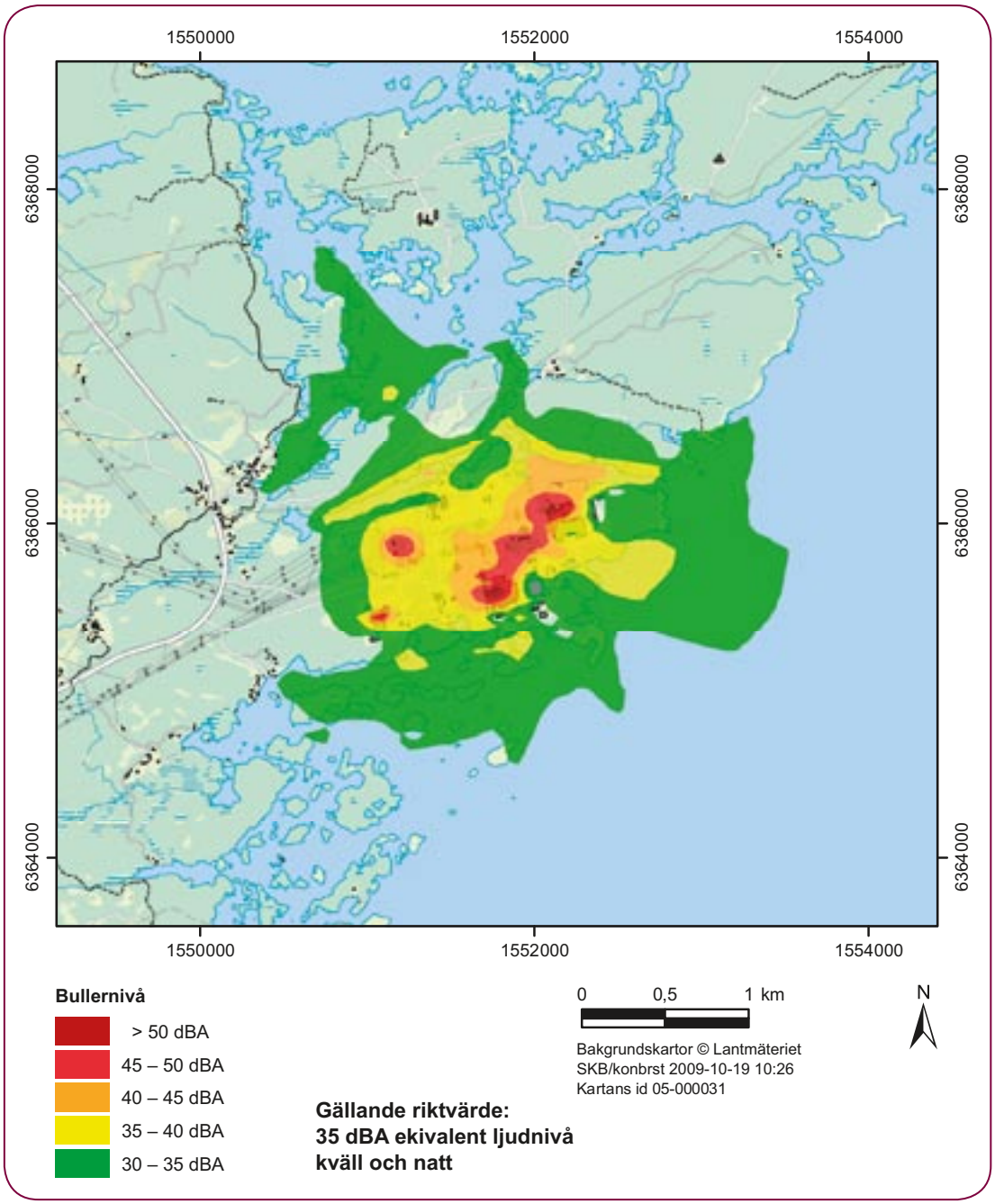
7.2.8 Buller

Befintliga verksamheter och transporter påverkar ljudnivån kring lokaliseringsområdet och tillfartsvägarna. För att kartlägga de befintliga ljudnivåförhållandena har en kombination av mätningar och beräkningar av ljudnivå utförts på Simpevarpshalvön /7-16/. Mätningarna genomfördes under 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 i olika riktningar kring Oskarshamnsverket för att täcka in olika vindriktningar i förhållande till kraftverket.

De uppmätta ljudnivåerna uppvisar stora variationer och skillnader mellan årstiderna. De lägsta ljudnivåerna har registrerats under en period med nysnö. Under natten har så låga ljudnivåer som under 20 dBA registrerats vilket innebär ”absolut” tystnad. Under övriga mätperioder är ljudnivån 25–30 dBA under natten, se figur 7-49. 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 /7-23/. Genomförda bullermätningar visar att det i första hand är transformatorstationen och fläktar vid kärnkraftverket som ger upphov till buller i området.



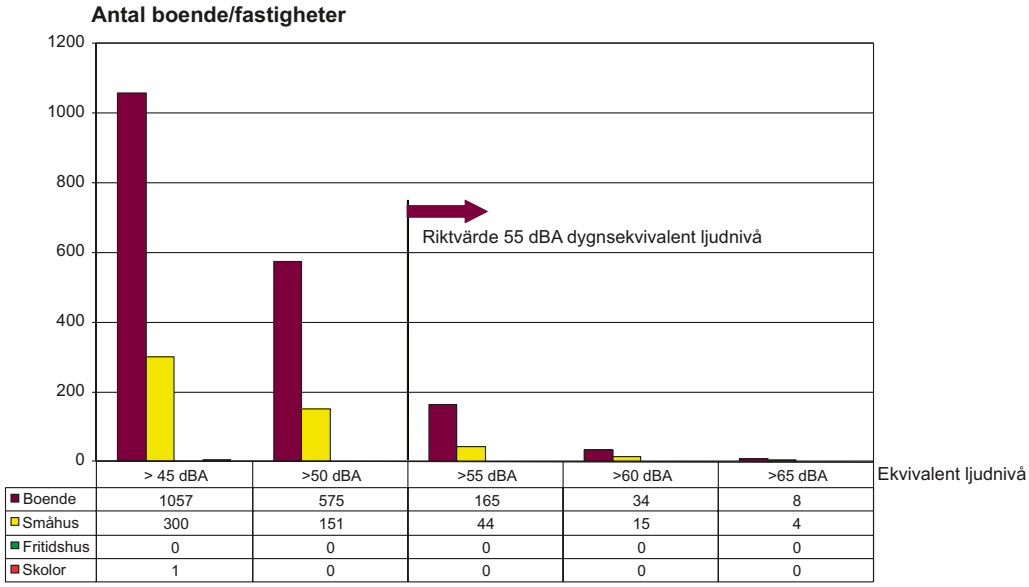
Figur 7-48. Äspöstigen med informationsskyltar.



Figur 7-49. Beräknad ekvivalent ljudnivå under nattperioden /7-16/.

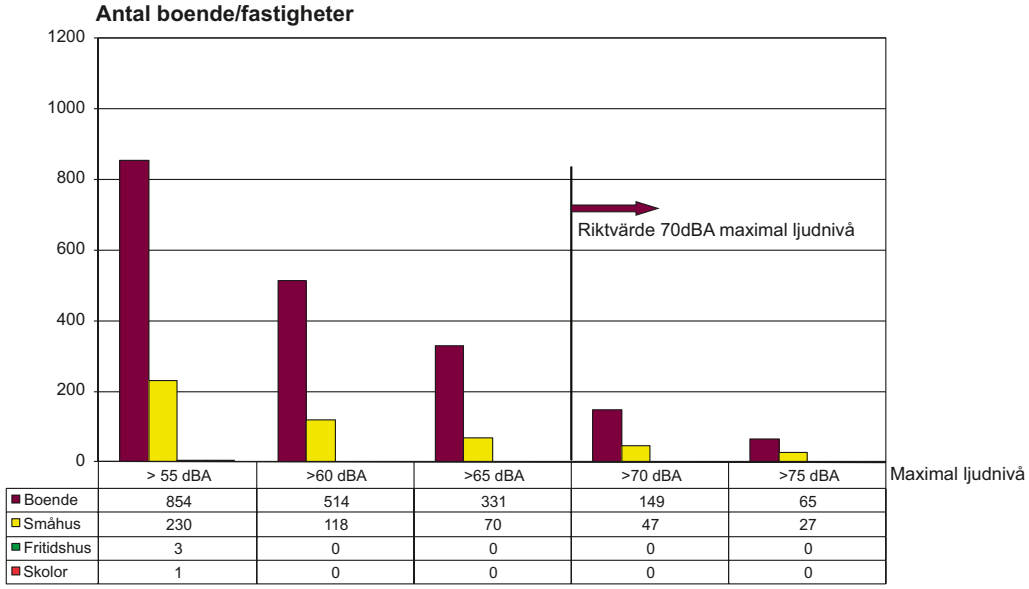
De beräkningar som genomförts för området visar ljudutbredningen vid medvind i alla riktningar samtidigt vilket kan betraktas som ett ”värsta fall”. Beräkningarna och mätningarna (bakgrundsnivån) stämmer relativt bra överens. Beräkningarna visar att inga permanentboende exponeras för ljudnivåer över 35 dBA, vilket är riktvärdet för industribuller. Inom området för tillfälligt boende varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 40 dBA /7-16/.

Vägtrafikbullret har studerats mellan Simpevarp och Oskarshamns hamn. Av de vägar som studerats finns de största trafikmängderna på vägar genom Oskarshamn och på E22. Vägarna kring Simpevarp har förhållandevis låg trafikmängd. Ny förbifart vid Fårbo har avlastat området kring Fårbo tätort som tidigare var bullerutsatt. Beräkningarna visar att vägtrafikbullret är ett problem, många boende har ett trafikbuller som överstiger de riktvärden som finns fastställda för ekvivalent och maximal ljudnivå, se figur 7-50 och figur 7-51.



	> 45 dBA	>50 dBA	>55 dBA	>60 dBA	>65 dBA
Boende	1057	575	165	34	8
Småhus	300	151	44	15	4
Fritidshus	0	0	0	0	0
Skolor	1	0	0	0	0

Figur 7-50. Antal boende och fastigheter exponerade för dygnsekvivalent ljudnivå över 45 dBA längs med sträckan mellan Oskarshamnsverket och Oskarshamns hamn år 2006 /7-16/.



	> 55 dBA	>60 dBA	>65 dBA	>70 dBA	>75 dBA
Boende	854	514	331	149	65
Småhus	230	118	70	47	27
Fritidshus	3	0	0	0	0
Skolor	1	0	0	0	0

Figur 7-51. Antal boende och fastigheter exponerade för maximal ljudnivå över 55 dBA längs med sträckan mellan Oskarshamnsverket och Oskarshamns hamn år 2006 /7-16/.

7.2.9 Utsläpp till luft

Mätningar av föroreningshalter i luft saknas i Laxemar. Utifrån befintliga haltdata på östkusten vid mätstation Rockneby i närheten av Kalmar (kvävedioxid, NO_2) samt Aspvreten utanför Stockholm (partiklar, PM_{10}) har regionala bakgrundshalter för NO_2 och PM_{10} uppskattats. Med regionala bakgrundshalter avses halter av föroreningar i luft som är opåverkad av närliggande utsläppskällor.

Då mätning av dygnsmedelvärden för NO_2 saknas vid Rockneby har mätdata från Råö utanför Göteborg använts för att uppskatta dygnsmedelvärden för bakgrundshalter (98-percentil dygn) i Laxemar. 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_2 i Laxemar är 2,3 µg/m^3 som årsmedel och åtta µg/m^3 som dygnsmedel (98-percentil dygn). Mätningar på timbasis saknas på bakgrundshalt i Sverige /7-24/.

Uppskattad regional bakgrundshalt av partiklar (PM_{10}) i Laxemar är 12 µg/m^3 som årsmedel, 19 µg/m^3 som dygnsmedel (90-percentil dygn) samt 30 µg/m^3 som dygnsmedel (98-percentil dygn). Jämfört med andra luftföroreningar uppvisar PM_{10} 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 /7-24/.

Den viktigaste växthusgasen som släpps ut i Kalmar län är koldioxid från fossila 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 /7-24/.

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^2 /7-24/.

7.2.10 Radiologiska förutsättningar

Radiologiska mätningar utförs fortlöpande kring anläggningarna på Simpevarpshalvön. Huvuddelen av den uppmätta strålningen härstammar från naturlig bakgrundsstrålning. En mycket liten del radioaktiva ämnen avgår från de befintliga kärntekniska anläggningarna (se figur 7-52) till omgivningen med processvattnet samt genom ventilationssystemen. Bidraget av radioaktivitet från kärnkraftverket och Clab utgör mindre än en hundradel av gällande gränsvärden och mindre än en tusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen.

Radioekologisk omgivningskontroll på Simpevarpshalvön, där vatten-, växt- och djurprover analyseras, visar att de radioaktiva utsläppen från de kärntekniska anläggningarna generellt är så små att de är svåra att särskilja från andra källor. Inga betydande skillnader har till exempel kunnat utläsas i halten cesium-137 i abborre från Hamnefjärden relativt referensområdena Dragskär och Marsö, som ligger cirka 13 kilometer sydväst respektive fem kilometer norr om Simpevarp. Nedfallet från Tjernobyl-olyckan år 1986 ger fortfarande ett tydligt tillskott /7-25/.

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 /7-18/.

7.2.11.2 Vattenresurser

Oskarshamn 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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.

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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.



Figur 7-52. Kärntekniska anläggningar i Simpevarp.

Dricks- och processvatten (cirka 150 000–200 000 kubikmeter per år) pumpas av OKG från sjön Götemaren (cirka fem kilometer norr om Laxemarområdet). Vidare innehar OKG tillstånd för överföring av vatten från Laxemarån 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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.

För länshållning av SKB:s anläggningar Clab och Äspölaboratoriet pumpas i dagsläget totalt cirka 25–70 liter per minut (motsvarar cirka 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 /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/.

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

7.2.11.3 Yrkesfiske

Det finns i Oskarshamns kommun i dagsläget tolv licensierade fiskare enligt Fiskeriverket (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 /7-18/.

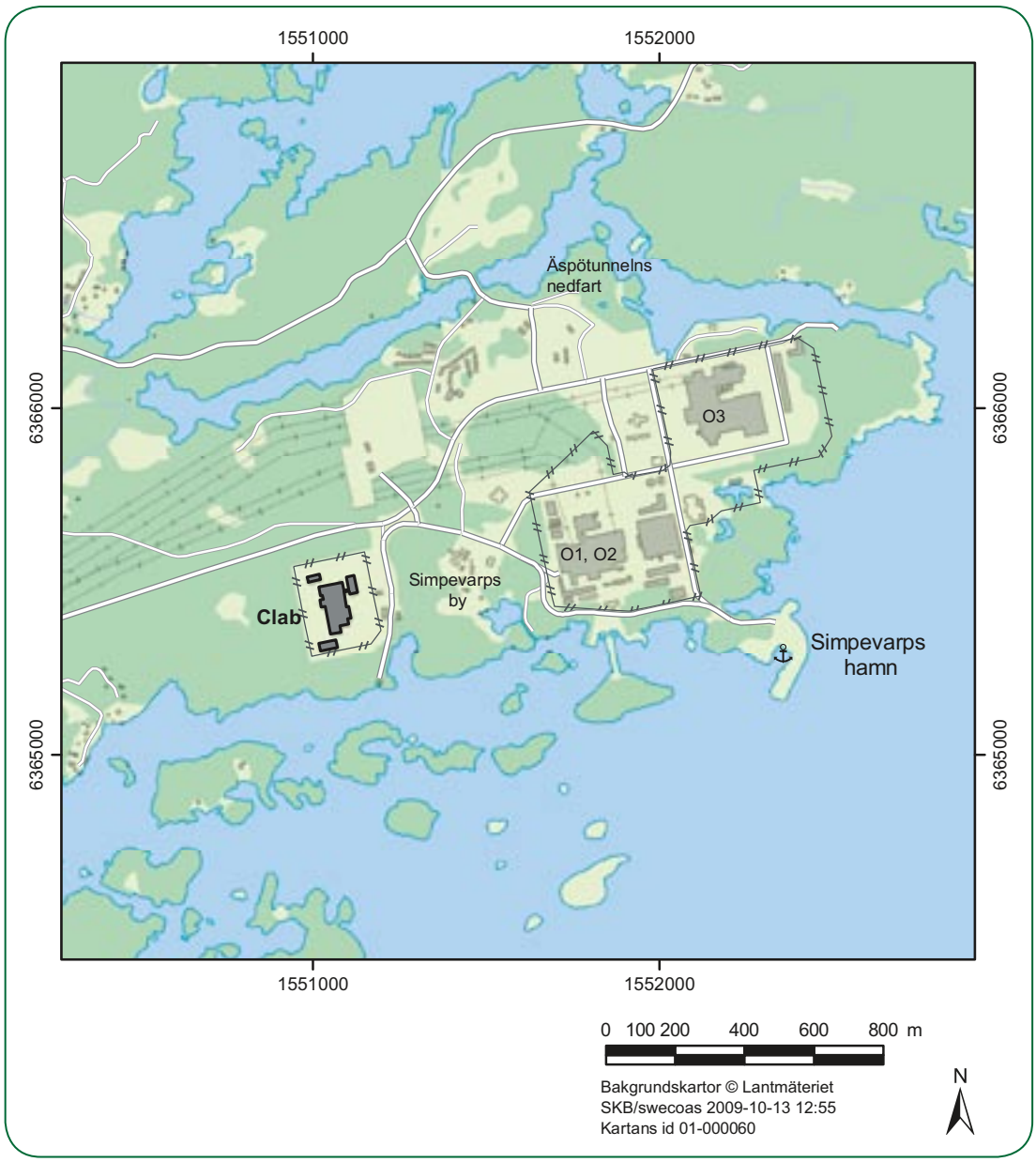
Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab)



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 1980 och 1985 och togs i drift i juni 1985. Clab byggdes ut mellan 1999 och 2004 och den nya förvaringsdelen (Clab 2) togs i drift i början av år 2008.

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



Figur 8-1. Karta över Simpevarpsområdet.

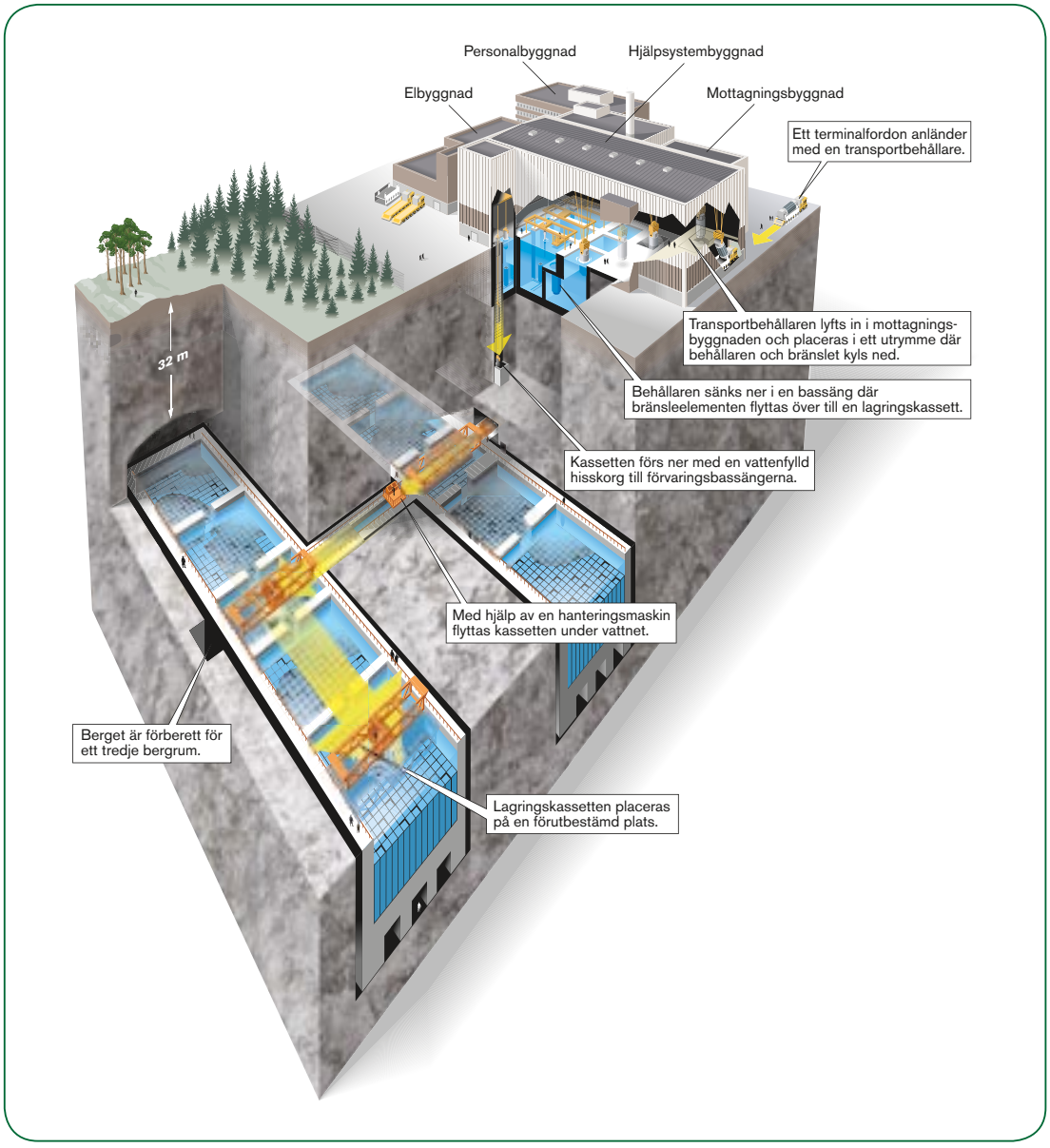
8.1 Sökt verksamhet – Befintlig anläggning i Simpevarp

SKB ansöker om tillstånd om att få fortsätta verksamheten med mottagning 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
- Hjälpsystembyggnad
- Elbyggnad



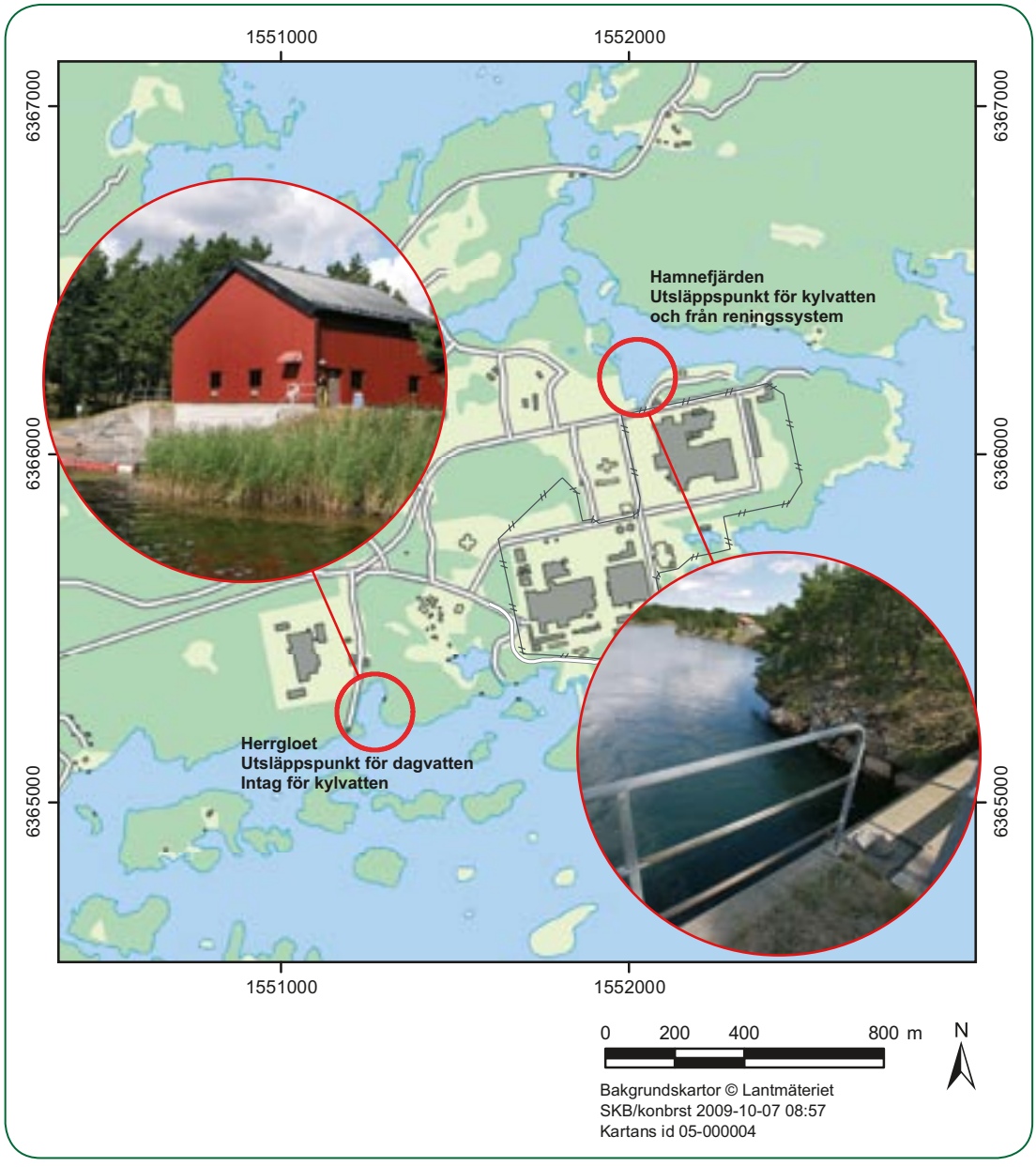
Figur 8-2. Clabs olika anläggningsdelar.

Under mark lagras det använda kärnbränslet och härdkomponenter i förvaringsbassänger. Den tillåtna lagringskapaciteten är 8 000 ton uran. I förvaringsdelen, som ligger 30 meter under mark, hanteras och lagras bränslekassetter i två bassängdelar med vardera fem bassänger. De två bassängdelarna ligger med cirka 40 meters avstånd, förbundna med en vattenfylld transportkanal. Varje bassäng rymmer 30 000 kubikmeter avjoniserat vatten som utgör ett skydd mot strålningen och samtidigt kyler bränslet.

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 som har till uppgift 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 samt intags- och utsläppspunkt för kylvattnet på Clab.

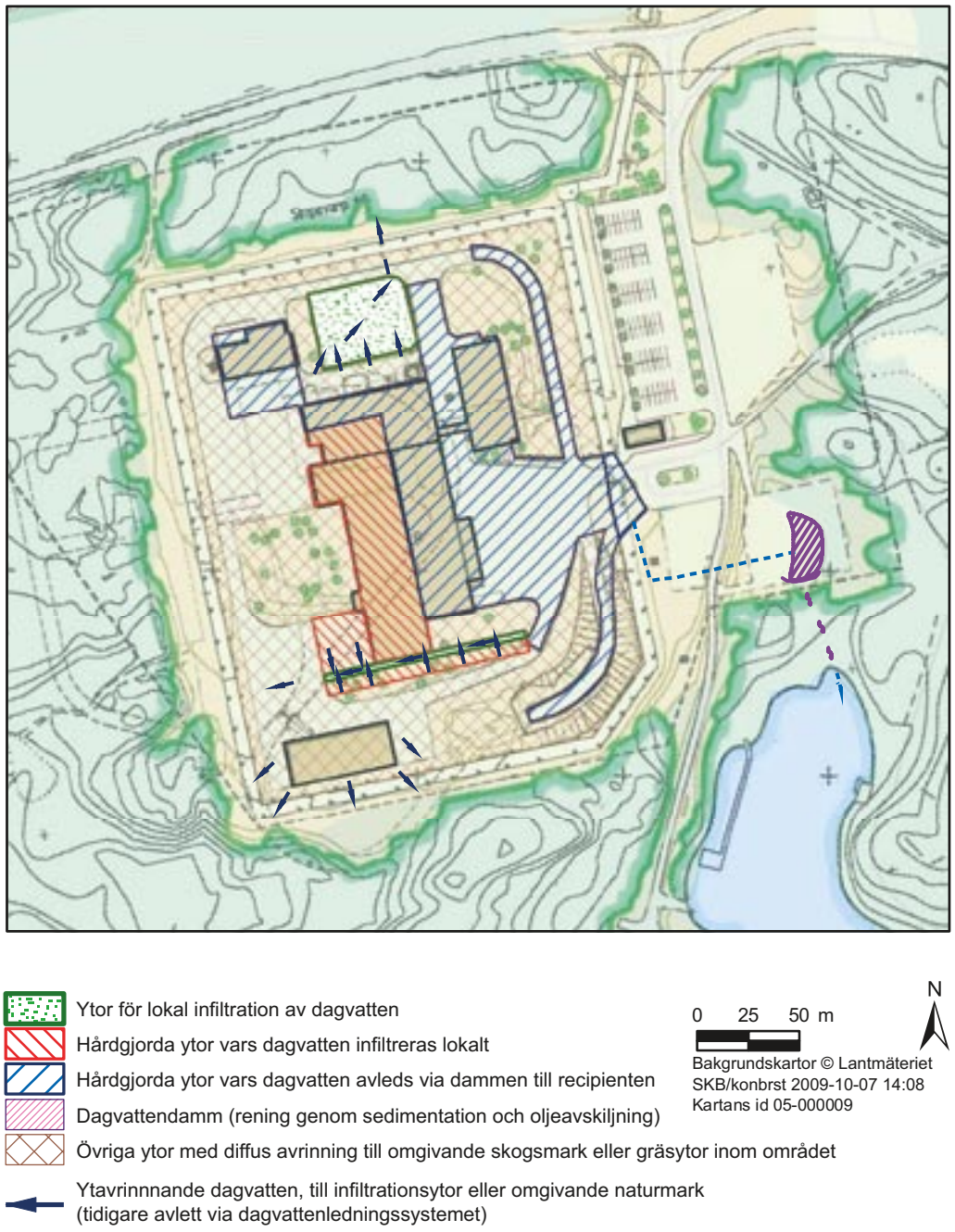
Till systemet för rening av processvatten tillförs bland annat det vatten som kyler bränslet i transportbehållaren och vattnet från mottagnings- och förvaringsbassängerna. Processvattnet renas från partiklar i mekaniska filter och i jonbytare. Vattnet samlas upp i tankar och radiologiska och kemiska mätningar utförs på vattnet, 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. Golvdränagevatten samlas upp i golvbrunnar från utrymmen inom kontrollerat område. Vattnet förs vidare till reningssystemet innan det renade vattnet pumpas ut i havet.

8.1.1.2 Dagvatten och länshållningsvatten

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 (krosstensfyllda eller gräsbevuxna) för delar av körytorna och infartsparkeringen kommer att minska dagvattenmängder 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 så som är fallet i dag. 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 havsviken Herrgloet, se figur 8-4. I fortsättningen kommer länshållningsvattnet att tillsammans med en del av dagvattnet ledas mot utjämningsdammen så att det blir en stadig ström av vatten till dammen, vilket förhindrar stagnation och syrebrist. I anslutning till de anläggningsdelar där olja förekommer, till exempel i verkstaden, finns oljeavskiljare installerade i Clabs dagvattensystem.



Figur 8-4. Uppsamlingstankar för processvatten.



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

8.1.1.3 Kylsystem

Resteffekten från det använda kärnbränslet alstrar värme. För att kyla det använda bränslet används havsvatten. Intagsbyggnaden för kylsystemet är placerad omedelbart väster om havsviken Herrgloet som ligger söder om Clab, se figur 8-4. Efter att ha passerat värmeväxlaren i anläggningen leds det uppvärmda kylvattnet via en kulvertförlagd rörledning till kylvattenutloppet från Oskarshamnsverkets reaktorblock 1 för att ledas tillbaka ut i havet. Clabs framtida kylvattenförsörjning är för närvarande under utredning.

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 Oskarshamnsverkets avloppsreningsverk på Simpevarpshalvöns 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 havsvattenkylningen. Värme återvinns också ur ventilationsluften innan den lämnar byggnaden via skorsten. En modernisering av det befintliga värmesystemet för Clab planeras i samband med uppförande av inkapslingsanläggningen för att utnyttja värmen från förvaringsbassängerna ännu bättre.

8.1.2 Verksamhetsbeskrivning

I Clab mellanlagras använt kärnbränsle och högaktiva komponenter tills dessa lastas ut för inkapsling (endast använt kärnbränsle) och deponering i ett slutförvar. Syftet är dels att kyla bränslet och dels att på ett säkert sätt mellanlagra bränslet i väntan på deponering. Bränslet anländer till Clab inneslutet i en transportbehållare, för att sedan gå igenom flera hanteringssteg innan det slutligen



Figur 8-6. Utsläppsrör från reningsverket vid Hamnefjärden.

lagras i vattenbassängerna. Årligen mottas i Clab cirka 100 transportbehållare. Under 2008 mottogs 78 transportbehållare med bränsle totalt innehållande cirka 218 ton uran som placerades för mellanlagring i Clabs bassänger. Följande hanteringssteg sker:

- Nedkylning: Transportbehållaren och dess innehåll kyls ner med vatten tills både temperatur och aktivitet stabiliseras under fastställda gränser.
- Urlastning: Detta hanteringssteg initieras i behållarbassängen och fortsätter i urlastningsbassängen där bränsleelementen lyfts ut från transportbehållaren för att sedan placeras i 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 mot förvaringsbassängerna via en bränslehiss, se figur 8-7.

I dag lagras cirka 5 000 ton använt kärnbränsle och härdkomponenter i Clabs bassänger och den tillåtna kapaciteten uppgår till 8 000 ton. I nuvarande driftscenario för kärnkraftverken blir den genomsnittliga lagringstiden cirka 45 år.

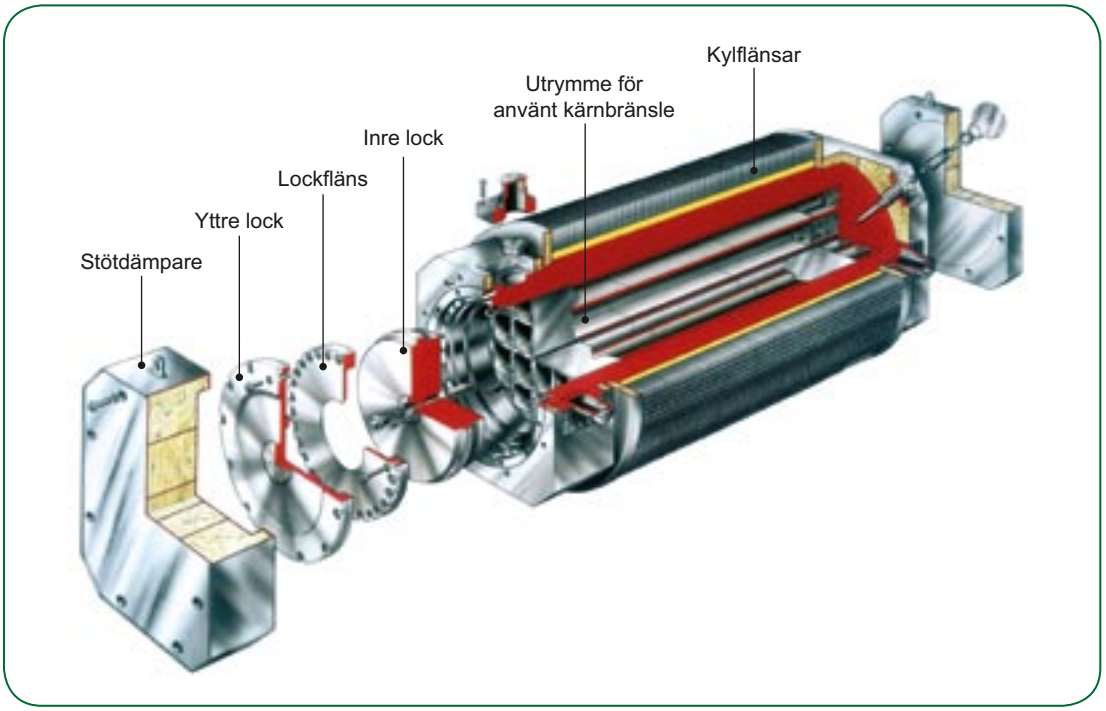
Vid Clab arbetar cirka 90 personer och anläggningen är bemannad dygnet runt.

8.1.2.1 Transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall

Allt använt kärnbränsle och alla härdkomponenter transporteras inneslutet i luftkylda transportbehållare. Transportbehållaren är licensierad enligt IAEA:s krav för typ-B behållare. Det innebär att transportbehållaren uppfyller särskilda krav vad gäller hållfasthet, strålskydd och skydd mot påfrestningar vid olika händelser /8-2/. Transportbehållaren har också som funktion att hålla nere temperaturen, se figur 8-8. Under transporten är bränslet torrt och behållarens inre är fyllt med kvävgas vid undertryck.



Figur 8-7. Förvaringsbassäng i Clab.



Figur 8-8. Transportbehållare i genomskärning.

Transporter av använt kärnbränsle och härdkomponenter från Forsmark, Ringhals och Barsebäck till Clab sker med fartyget m/s Sigyn, 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. Varje fordon är försett med radiosystem för kommunikation med följebil, bevakningscentral och kontrollrum. Fordonet är även utrustat med ett radiostyrt stoppsystem. Motorerna är utrustade med avgasrening avseende koloxid, kolväten och partiklar.

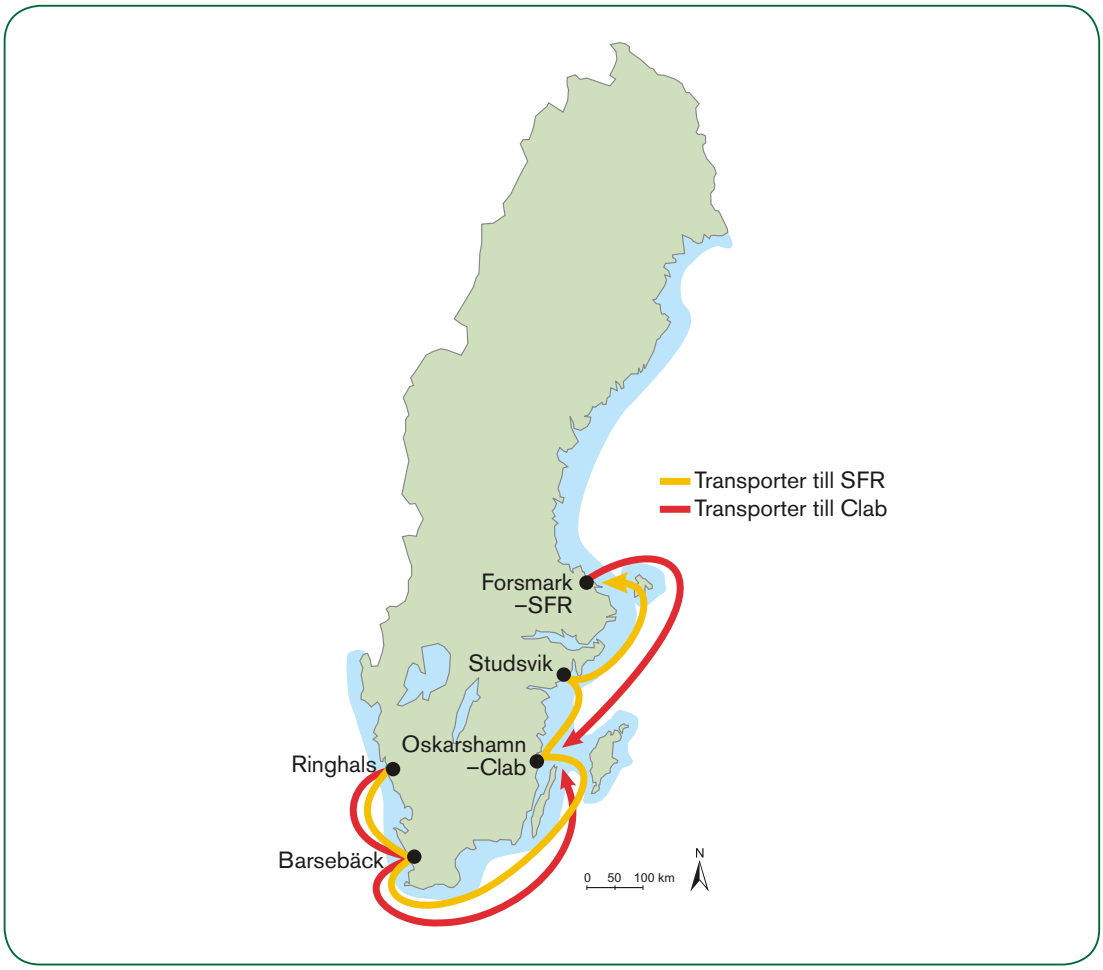
Fartyget m/s Sigyn, se figur 8-11, är specialkonstruerat för att transportera använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Det byggdes år 1982 och började användas för transporter till Clab år 1985. Fartyget har en längd på 90 meter, en största bredd på 18 meter och ett djupgående med full last på fyra 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 för Sigyn vid normal fart uppskattas till 40 liter diesel per sjömil.

Sträckan mellan Simpevarp och Forsmark är 250 distansminuter (cirka 460 kilometer) och tar för fartyget cirka 20 timmar. Sträckan mellan Ringhals och Simpevarp är 380 distansminuter (cirka 700 kilometer) och tar ungefär 30 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 på allmän farled.

I framtiden kan det bli aktuellt att antingen uppgradera m/s Sigyn eller bygga ett nytt fartyg som kan svara upp till de krav och behov som SKB har för framtida transporter av det radioaktiva avfallet.

8.1.2.2 Övriga transporter

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



Figur 8-9. Sjötransporter mellan kärnkraftverken, Clab och SFR.



Figur 8-10. Transportfordon för transportbehållare.



Figur 8-11. Fartyget m/s Sigyn.

Tabell 8-1. Material- och persontransporter till och från Clab tur och retur /8-3/.

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

8.1.3 Påverkan

8.1.3.1 Påverkan på grundvattennivå

Uppförandet av Clabs bergrum, först mellan 1980 och 1985 för Clab etapp 1 (Clab 1) och sedan mellan år 1999 och 2004 för Clab etapp 2 (Clab 2), har resulterat i en förändring av grundvattennivån vid anläggningen. Clabs bassänger och det resulterande inläckaget orsakar en påverkan på grundvattnet i berget medan grundvattnet i jordlagren påverkas i mindre utsträckning /8-4/.

Detaljer om hydrogeologiska effekter av Clab 1 och Clab 2, i form av inläckage och grundvattennivåförändringar, redovisas i underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Sedan år 1998 har grundvattennivåer och elektrisk konduktivitet (ledningsförmåga) mätts i borrhål kring Clab inom ramen för kontrollprogrammet för uppförandet av Clabs andra förvaringsdel /8-5/. Ett antal privata brunnar lokaliserade vid Åkvik ungefär 500 meter väster 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. Dessa 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 prognosen före uppförandet av Clab 2 /8-6/. Data om inläckage till både Clab 1 och Clab 2 för perioden 1981–2004 finns sammanställt i rapportform /8-7/.

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.

8.1.3.3 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

I detta avsnitt redovisas radioaktiva utsläpp vid normal drift, medan utsläppen vid eventuell olycka redovisas under avsnittet Risk och Säkerhetsfrågor, avsnitt 8.1.5. Information om radioaktivitet och strålning finns i avsnitt 3.4.

Det finns en säkerhetsredovisning för Clab som beskriver hur anläggningens säkerhet är anordnad för att skydda människor och miljön vid en radiologisk olycka under drifttiden såsom krävs enligt gällande lagstiftning /8-8/. Säkerhetsredovisningen gäller för såväl normal drift som för händelser och uppdateras kontinuerligt 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 och vid missöden.

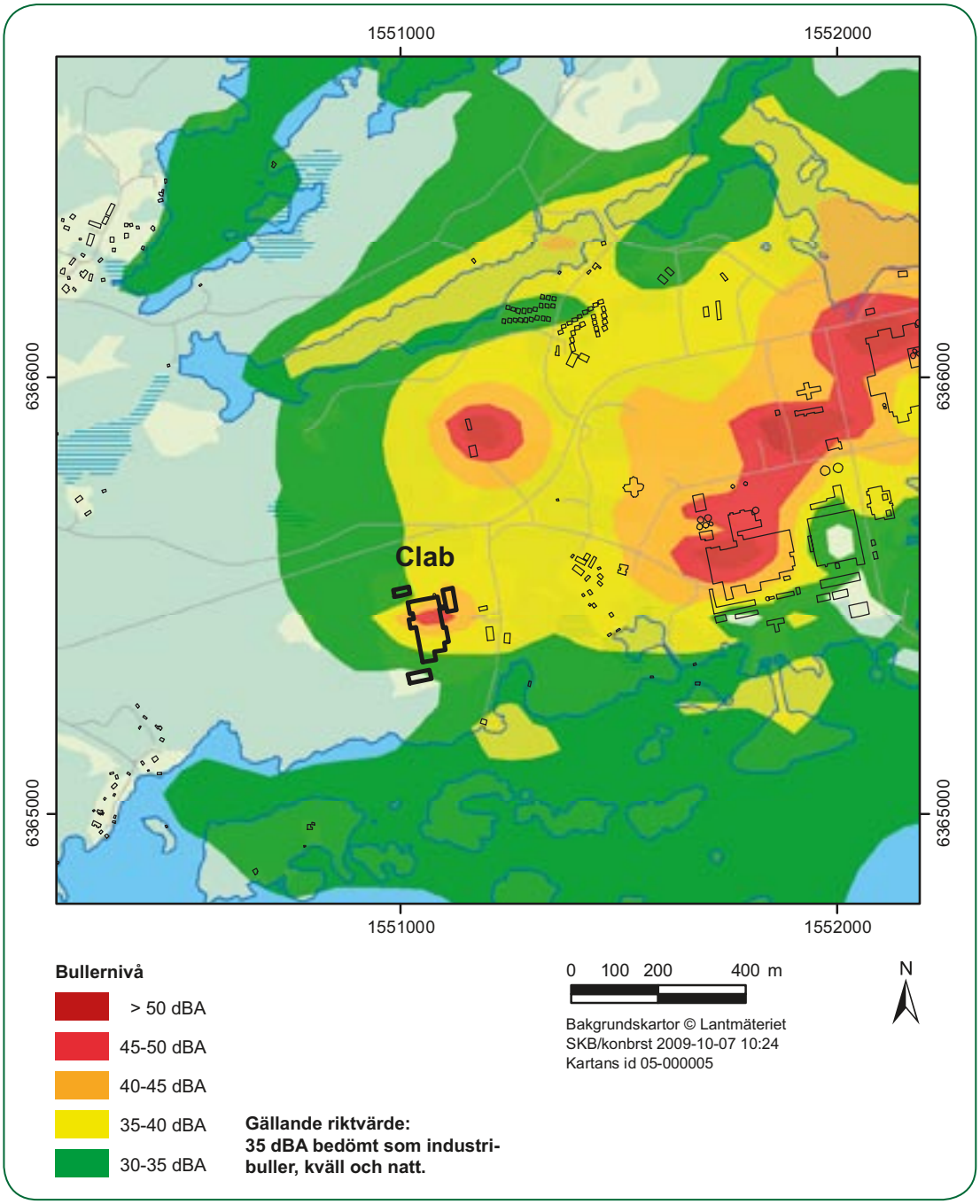
Strålskydd och strålkällor

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 den egna och liknande verksamheter. Olika utrymmen i Clab har indelats i olika strålningsklasser och målet för strålskyddet är att uppfylla kraven för respektive strålningsklass.

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

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

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



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

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 det är kobolt-60 (Co-60) som är klart dominerande för neutroninducerad aktivitet.

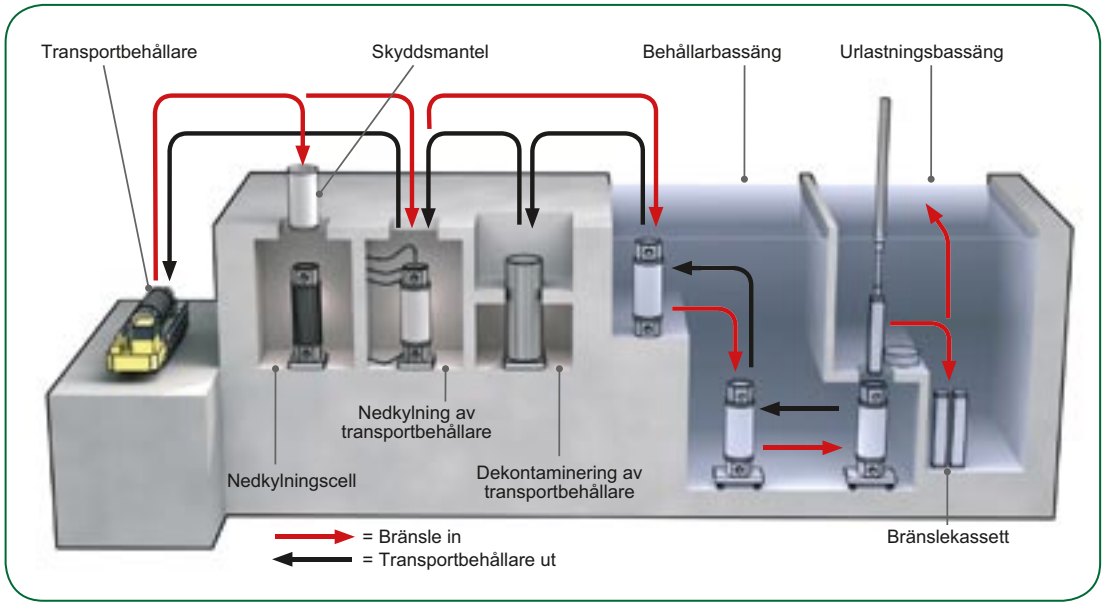
Radioaktivitetsfrigörelse i anläggningen

Aktivitet frigörs under olika moment vid hantering och vidare lagring av det använda kärnbränslet. Aktivitet kan avges eller föras vidare till:

- 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 bränsletransportbehållare i form av crud eller klyvningsprodukter från skadade stavar.
- Förvaringsbassänger: Aktivitet från det lagrade bränslet frigörs i form av crudpartiklar som lossnar från bränsleelementens ytor samt från lösning av korrosionsprodukter.
- Reningssystemet: Aktivitet som frigörs till vatten vid olika hanteringsmoment samlas på filter och jonbytare i anslutande reningssystem.
- Avfallssystemet: All aktivitet som samlats i de olika reningssystemen hanteras i ett gemensamt avfallssystem eller förs till en konditioneringscell för vidare behandling.

Clab erhöll sitt ursprungliga drifttillstånd på den ansökan som innehöll en preliminär säkerhetsrapport i vilken det ingick beräkningar baserade på pessimistiska antaganden för frigörelse av aktivitet i anläggningen. Eftersom Clab har varit i drift sedan år 1985 är det numera möjligt att jämföra beräkningarna med de aktivitetskoncentrationer i bassängerna eller de aktivitetsmängder som samlats upp årligen i olika reningssystem. Detaljer om dessa beräkningar och erfarenheter från driften redovisas i den preliminära säkerhetsredovisningen för Clink, allmän del kapitel 6 /8-9/.

I tabell 8-2 redovisas beräknade radioaktivitetskoncentrationer för Co-60 och Cs-137 i förvaringsbassängerna och tillhörande reningssystem samt uppmätta värden från drifterfarenheter som jämförelsematerial. I tabellen redovisas just Co-60 och Cs-137 därför att det är de två viktigaste nuklider för utsläppen från anläggningen. Tabellen visar att uppmätta radioaktivitetskoncentrationer i bassänger och radioaktivitetsmängder som samlas i reningssystemen är långt under licensieringsberäkningarna. Aktivitetstillförseln förväntas öka allt eftersom mängden bränsle som lagras i bassängerna ökar, men samtidigt kommer avklingningen av vissa nuklider att balansera den ökande lagringen.



Figur 8-13. Hantering av transportbehållare i mottagningsbyggnad.

Tabell 8-2. Pessimistisk uppskattning samt uppmätta radioaktivitetskoncentrationer i förvaringsbassänger och tillhörande reningssystem.

Nuklid	Radioaktivitetskoncentration i förvaringsbassängerna [Bq/m^3]	Radioaktivitet i tillhörande reningssystem [Bq/år]
Co-60 beräknad för maximal förvaring (8 000 ton uran)	$8{,}9 \cdot 10^{7}$	$5{,}1 \cdot 10^{14}$
Co-60 uppmätt medel 2000-2008	$1{,}9 \cdot 10^{6}$	$1{,}1 \cdot 10^{13}$
Cs-137 beräknad för maximal förvaring (8 000 ton uran)	$2{,}1 \cdot 10^{8}$	$1{,}2 \cdot 10^{15}$
Cs-137 uppmätt medel 2000–2008	$2{,}2 \cdot 10^{5}$	$1{,}2 \cdot 10^{12}$

Vid nedkylning 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 tranportbehållaren räknades till 145 GBq/m^3 vatten i licensieringsberäkningar medan drifterfarenheter från Clab visar att ingen transportbehållare har haft en aktivitetskoncentration högre än fem GBq/m^3 för Co-60. För mottagningsbassängerna varierar Co-60 som samlas i kyl- och reningssystemet mellan en och sex GBq/ton uran medan motsvarande aktivitetsmängd uppskattades till 120 GBq/ton uran i licensieringsberäkningar.

Dos till personal

Individdos mäts i enheten sievert (Sv). En Sv är en mycket stor stråldos varför man normalt använder måttet millisievert (mSv). Kollektivdos brukar beräknas för att ge en bild av hur mycket strålning en verksamhet ger upphov till och är den genomsnittliga stråldosen till individer i en grupp, multiplicerat med antalet individer i gruppen. Kollektivdos mäts i enheten mansievert (manSv) eller millimanSievert (mmanSv).

I samband med projekteringen och konstruktionen av Clab uppskattades dosen till personalen 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 år. Kollektivdosen uppskattades med hänsyn tagen till de olika typer av arbeten, såsom mottagning, hantering, övervakning och underhåll, som driften av anläggningen kräver och som ger upphov till olika dosbidrag.

Erfarenheter visar att de registrerade kollektivdoserna för personal och entreprenörer på Clab under tiden mellan 1985 och 2005 har varierat mellan 18 och 135 mmanSv per år och därmed legat långt under den pessimistiska uppskattningen som gjordes vid konstruktionen, se figur 8-14.

Utsläpp av luftburen radioaktivitet till omgivningen

De utrymmen som kan orsaka luftburen radioaktivitet är försedda med filter i ventilationsutsuget. Frånluft från samtliga delsystem sammanförs och lämnar Clab via huvudskorstenen där mätutrusning kontinuerligt registrerar aktivitetsutsläpp, se figur 8-15.

Erfarenheter från Clabs bränslebassänger 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 i Clab och de olika reningssystemen som tillhör anläggningen. Tabell 8-3 redovisar uppmätta medelvärden av radioaktivitetsutsläpp från Clabs skorsten för specifika nuklider för perioden 1997 till 2006.

Prognosen för utsläppen till luft i framtiden för Clab är att total dos förblir oförändrad jämfört med utsläppen under den senaste tioårsperioden.



Figur 8-14. Variationer av kollektivdosen genom åren för Clab.



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

Tabell 8-3 Årligt aktivitetsutsläpp till atmosfären via Clabs skorsten. Medelvärden av uppmätta utsläpp under perioden 1997 till 2006.

Nuklid	Uppmätta utsläpp [Bq/år]
Kobolt-60	$1{,}8 \cdot 10^{7}$
Strontium-90	$5{,}2 \cdot 10^{4}$
Cesium-137	$1{,}1 \cdot 10^{5}$
Plutonium-238/ Americium-241	$2{,}9 \cdot 10^{4}$
Americium-243	$8{,}3 \cdot 10^{3}$
Krypton-85	$5{,}6 \cdot 10^{11}$

Utsläpp av vattenburen radioaktivitet till omgivningen

Utsläpp av vattenburen aktivitet sker endast via reningssystemet för vatten från kontrollerat område, se avsnitt 8.1.1, vilket blandas med kylvatten från anläggningen. Aktivitetsinnehåll i vattnet kontrolleras före varje utsläpp innan det förs till utsläppskanalen. Den aktivitet som släpps ut är mycket liten. Uppmätta medelvärden av Clabs radioaktivitetsutsläpp till vatten för vissa nuklider under perioden 1997–2006 redovisas i tabell 8-4.

Förslag på åtgärder för minskade utsläpp

År 2006 uppgick de nominella utsläppen av de viktigaste radionukliderna från Clab till 100 MBq/år. En framtidsprognos visar att utsläppen från Clab kan komma att öka om inga åtgärder vidtas, beroende på tre faktorer /8-10/.

- När mer skadat bränsle mellanlagras i Clab kommer utsläppen av Cs-137, som utgör en väsentlig del av aktivitetsutsläppen till vatten, att öka.
- 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 förväntas aktivitetsutsläppen till vatten att öka.
- Anslutningen av inkapslingsanläggningen kommer att öka belastningen på Clabs reningssystem.

Tabell 8-4. Årligt aktivitetsutsläpp till vattenrecipient från Clab. Medelvärden av uppmätta utsläpp under perioden 1997–2006.

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

Om inga åtgärder vidtas kan de två första faktorerna bidra till att de framtida utsläppen från Clab ökar till 1 000 MBq/år. Möjliga åtgärder för att kunna bibehålla och ytterligare minska aktivitetsutsläppen till vatten har därför utretts /8-10/. Utredningen resulterade i ett antal förslag till åtgärder men det är osäkert om dessa åtgärder är tekniskt genomförbara. Åtgärderna får inte på något sätt äventyra säkerheten i anläggningen. Om samtliga åtgärder kan vidtas utan att säkerheten i anläggningen försämras kan utsläppen reduceras med 95–99 procent i förhållande till om åtgärderna inte genomförs. Det betyder i så fall att nuvarande utsläpp, trots ökande belastning, skulle kunna minska väsentligt.

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 sjötransport med m/s Sigyn. För sjötransporter av använt kärnbränsle från kärnkraftverken till Clab förbrukas drygt 700 ton diesel per år. Sigyn har utrustats med katalytisk avgasrening för att reducera utsläppen av kväveoxider (NO_x). Katalysatorn är operativ ungefär 50 procent av tiden och medför en minskning av NO_x-emissionerna med över 80 procent då den är igång. Beräkningar eller uppskattningar av årliga emissioner från Sigyn redovisas i tabell 8-5. Även om det totala utsläppet är signifikant ska Sigyns utsläpp ses i relation till det stora antalet transporter som sker i farlederna i nuläget. Den nuvarande beläggningen för m/s Sigyn innebär mindre än en transport per vecka.

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. Inga utsläpp av svaveldioxid kommer att uppstå då diesel miljöklass 1 och bensin 95 används som bränsle /8-11/.

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

Ämne	Mängd (ton/år)
CO_2	2 293
SO_2	0,7
NO_x	25,5
CO	0,5
HC	0,7

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

Ämne	2015
NO_x	0,194
CO	0,104
HC	0,0136
PM_{avg}	0,00341
PM_{res}	0,187
FC	20,9
CO_2	64,9

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.

8.1.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till vatten

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 befintligt system leds dagvattnet i 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.

Spillvatten renas i kärnkraftverkets reningsverk innan det släpps ut utanför havsviken Hamnefjärden. Mängden spillvatten som avleds från Clab är i dag cirka 32 kubikmeter per dygn /8-12/.

Kylning av bassängerna i Clab ger upphov till uppvärmt kylvatten som släpps ut gemensamt med kylvattnet från kärnkraftverket i Hamnefjärden. Tillåtet kylvattenuttag för Clab är, enligt vattendom /8-13/, 0,6 kubikmeter havsvatten per sekund och under år 2008 pumpades i genomsnitt 0,16 kubikmeter havsvatten per sekund. Samma mängd vatten släpptes ut och enligt dimensionerande kapacitet och flöde för Clab medför kylningen i anläggningen en temperaturhöjning på sju grader efter att vattnet passerat Clab. Detta kan jämföras med utsläppen från Oskarshamns kärnkraftverk (efter effekthöjning) där ungefär 96 kubikmeter per sekund släpps ut med en temperaturhöjning på 12,5 grader /8-14/. Renat processvatten från Clab pumpas också ut i kylvattenkanalen som mynnar ut i Hamnefjärden. Under åren 2003 till 2008 släpptes det i medeltal ut cirka 1 600 kubikmeter renat processvatten från Clab i Hamnefjärden /8-12/.

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 slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall i Forsmark (SFR). Det lågaktiva avfallet förs till en särskild deponi, markförvar för lågaktivt avfall (MLA), som ligger intill Äspös tunnelpåslag på Simpevarpshalvön. Mellan åren 2003 och 2008 gav anläggningen i medeltal upphov till 43,5 ton radioaktivt avfall per år. Under samma period gick i genomsnitt 10,2 ton avfall per år till återvinning eller återanvändning medan 4,2 ton farligt avfall skickades för återvinning, förbränning eller behandling /8-12/.

8.1.3.8 Energianvändning

Mellan åren 2003 och 2008 var elenergianvändningen på Clab i medeltal 16–17 GWh per år.

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 2008 i medeltal cirka 14 500 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 2007 eller 2007 till 2008.

Tabell 8-7. Kemikalieförbrukning vid Clab.

Kemikalie	Mängd/år (vikt eller volym)
Rengöringsmedel och smörjmedel	850 kg (2007–2008)
Köldmedia	12 kg (2003–2008)
Färger och lösningsmedel	1 900 kg (2007–2008)
Jonbytarmassor (pulver)	360 kg (2003–2008)
Jonbytarmassor (kornformig)	0,9 m^3 (2003–2008)
Hydrazin levoxin	10 kg (2003–2008)

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 av kylvattnet. Förutom den direkta temperaturhöjningen resulterar också utsläppet i 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

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

För att bedöma påverkan på landskapsbilden från Clab 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 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. Kartorna visar var Clab-anläggningen är synlig runt om i landskapet.

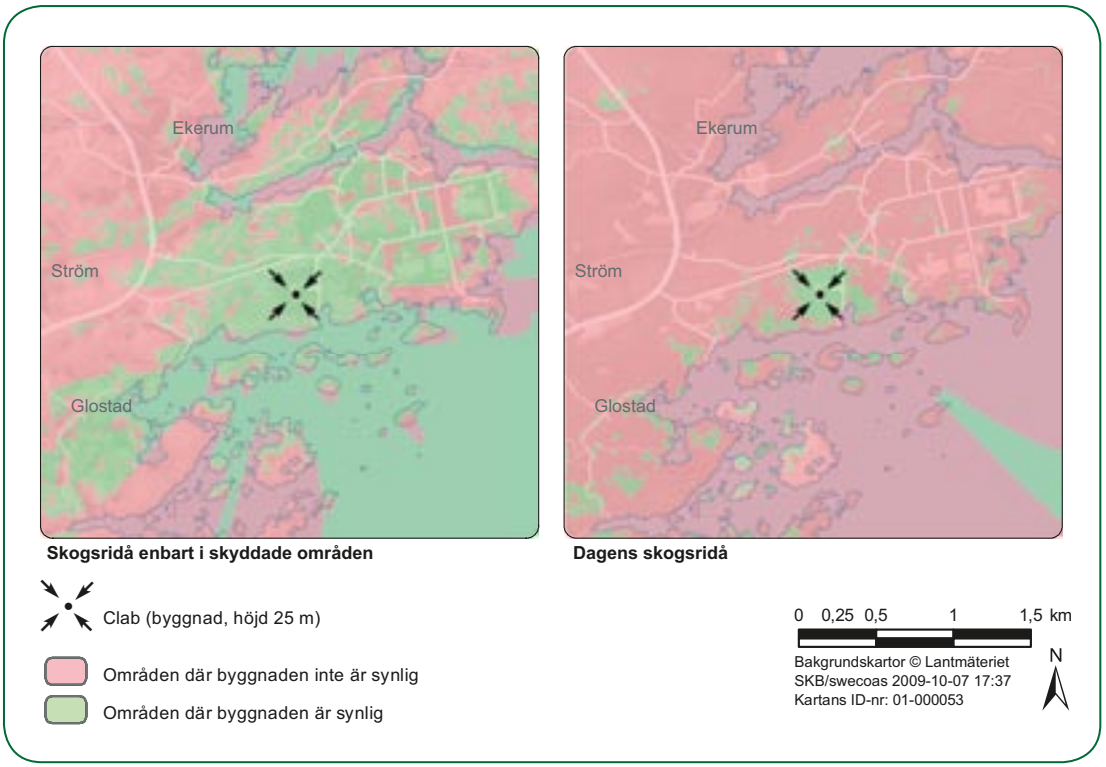
De båda scenarierna visar skogens roll för att dölja anläggningen mot havet. Andelen lövskog kan också påverka synligheten under vintertiden. Det skogsklädda strandpartiet söder om Clab döljer i dag Clab från sydväst, från Strömsö. Från sydost, från Långskär och småbåtshamnen, är skogsridån glesare och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

8.1.4.3 Boendemiljö och hälsa

Dricksvattenförsörjning och sättningar

Resultat och analyser av mätningar från kontrollprogrammet i samband med uppförandet av Clabs andra förvaringsdel /underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp/ tyder på en begränsad påverkan på grundvattennivån i Clabs omgivning, då endast borrhål i direkt anslutning till anläggningen har visat en förändring i grundvattennivå.

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



Figur 8-16. Siktanalys för Clab. 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.

Buller och vibrationer

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

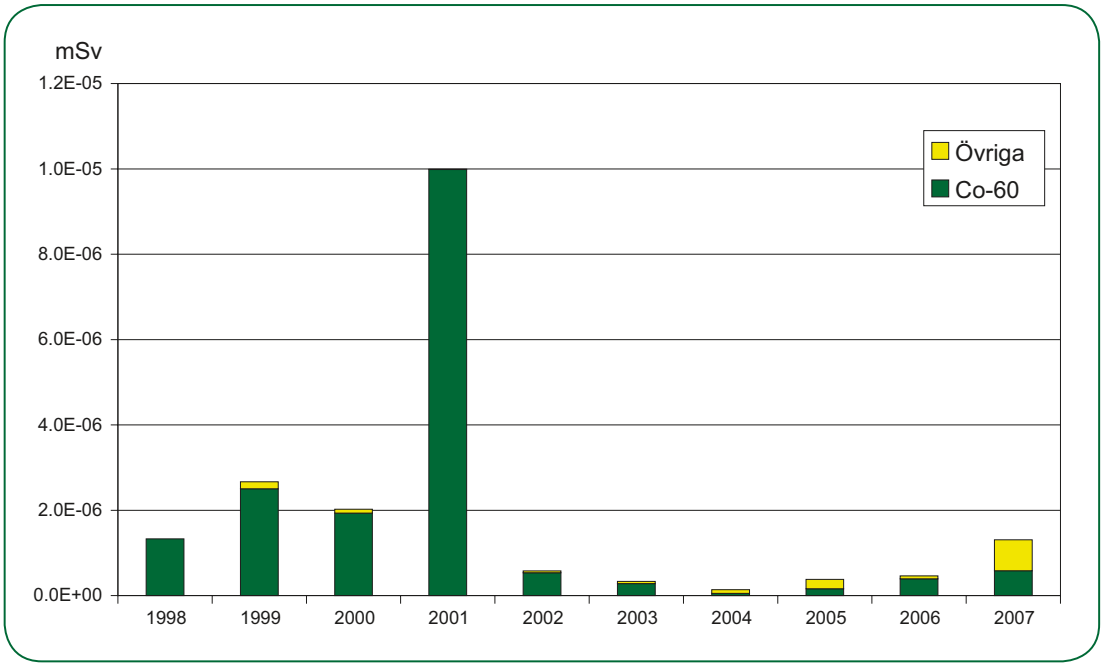
Utsläpp till luft

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 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 /8-11/.

Utsläpp av radioaktiva ämnen

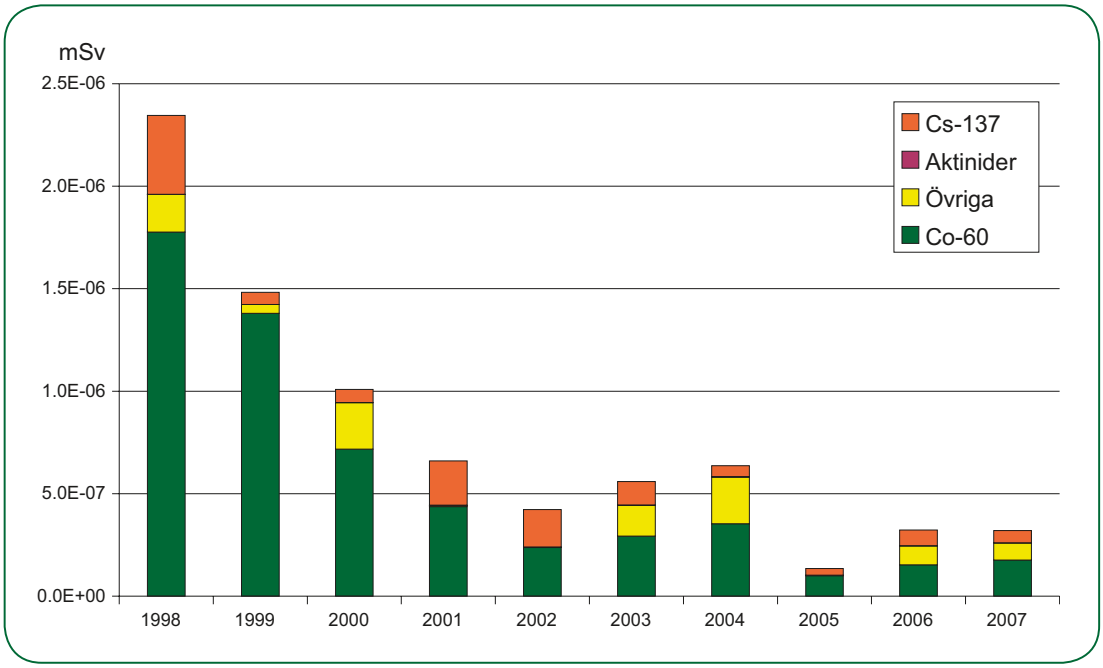
Utsläpp av aktivitet till omgivningen sker både via luft och via vatten. Luftburen aktivitet släpps ut genom Clabs skorsten. Vid beräkningar av dosrater till kritisk grupp har åldersgruppen 7–12-åringar använts då denna grupp får den högsta dosen. Signifikanta nuklider för luftutsläpp är kobolt-60 (Co-60), 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 2007.



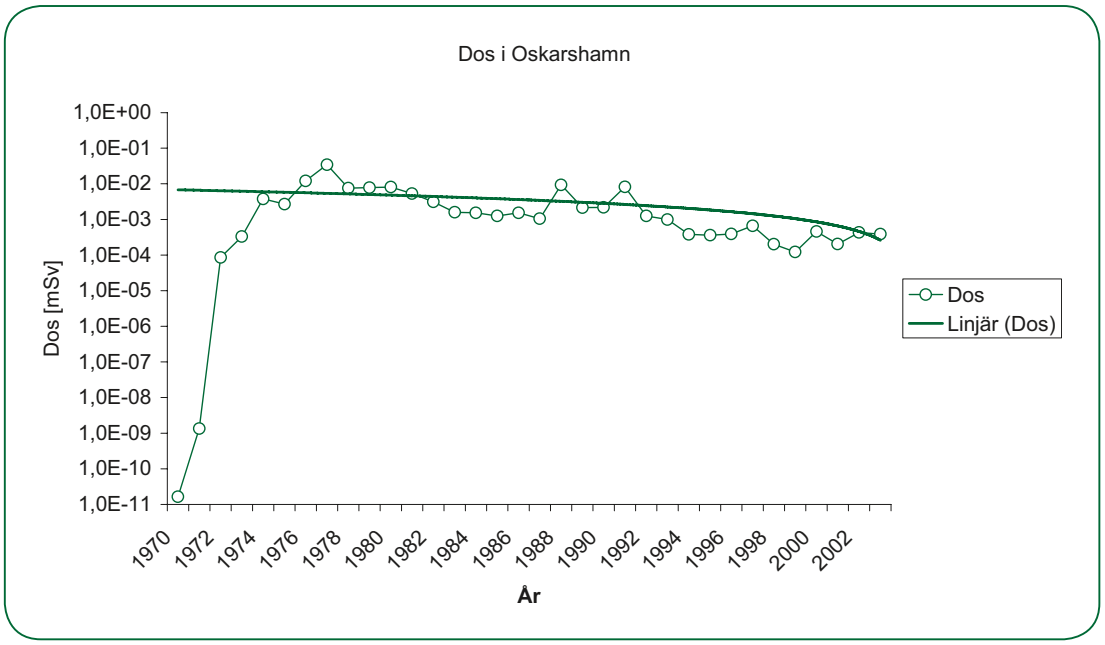
Figur 8-17. Dos till kritisk grupp från årligt luftutsläpp under perioden 1998–2007.

Aktivitet i vattnet mäts innan det blandas med kylvatten från anläggningen och förs till utsläppskanalen för kylvatten. Utsläppet av aktivitet via vattnet är mycket litet. Det årliga vattenutsläppet samt resulterande dos till kritisk grupp (åldersgruppen 7–12-åringar) redovisas för perioden 1998 till 2007 i figur 8-18 och visar att de verkliga utsläppsdoserna ständigt har minskat med tiden och ligger långt under licensieringsberäkningarna på $5 \cdot 10^{-5}$ mSv.

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 Oskarshamns kärnkraftverk och Clab. Utsläppen av aktivitet från kärnkraftverket och Clab är mindre än en hundradel av gällande gränsvärde, se figur 8-19.



Figur 8-18. Dos till kritisk grupp från årligt utsläpp till vatten för perioden 1998–2007.



Figur 8-19. Dos till kritisk grupp från befintliga kärntekniska anläggningar i Oskarshamn /8-17/.

8.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor

8.1.5.1 Miljöriskanalys

Parallellt med förväntade effekter och konsekvenser vid normal drift av anläggningen har också miljörisker 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 och konsekvenserna av en brand blir därför mycket begränsade. Andra miljörisker rör spill av etanol vid sanering och dieselutsläpp vid påfyllning av tank och kan hanteras utan större konsekvenser för miljön.

Särskilda miljörisker är knutna till både land- och sjötransporter. Driften av Clab kräver transporter av drivmedel med lastbilstankar och andra godstransporter vilket innebär risker för oljeutsläpp. På arbetsplatsen (inhägnat området) finns beredskap för att hantera en sådan händelse och därmed anses 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 normala fraktfartyg.

Risk för översvämningar på grund av framtida höjda havsnivåer har studerats och redovisas i avsnitt 9.1.5.1. Risken redovisas enbart för den integrerade Clink-anläggningen då den beräknas vara aktuell 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 vid transporter. Behållarens förmåga att motstå stora påfrestningar vid olyckor verifieras genom tester och beräkningar. Den ska behålla både täthet och strålskärmningsegenskaper 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 /8-2/. Svåra olyckor vid transporter kan därmed hanteras utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen.

Radiologisk säkerhet och strålskydd i Clab

Radiologisk omgivningspåverkan vid störningar och missöden i Clab redovisas i kapitel 8 i säkerhetsredovisningen för Clink /8-19/. Motsvarande beskrivning för normal drift finns i avsnitt 8.1.3.3. Störningar omfattar händelser som kan inträffa någon gång under anläggningens livstid. Exempel på störningar som analyseras i säkerhetsredovisningen är komponentfel i kyl- och hanteringssystem, operatörsfel, tryckluftsbortfall eller 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 sådana 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” /8-19/. 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 betydligt 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 verkar de långsamma tidsförloppen, i de flesta fall flera dygn, för att undvika utsläpp av radioaktiva ämnen 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, se tabell 8-8.

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

	Bedömning
Naturmiljö	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.
Landskapsbild	Clab syns främst från sjösidan. Det omgivandet skogslandskapet utgör dock en skärm runt anläggningen.
Boendemiljö och hälsa	Kontrollprogrammet för Clab visar på en lokalt begränsad påverkan på grundvattnet och därmed en obefintlig påverkan på privata brunnar.
	Befintliga bullernivåer för Clab ligger under gränsvärden för industribuller och bebyggelsen kring anläggningen är begränsad.
	Den största källan till utsläpp till luft utgörs av fartyget m/s Sigyn, som endast använder vältrafikerade farleder för transporter till och från Clab.
	Utsläpp av radioaktiva ämnen ligger långt under licensieringsberäkningar för anläggningen och de uppsatta gränsvärdena för dos till kritisk grupp.
Risk och säkerhetsfrågor	
Miljörisker	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	För radiologiska risker har olika scenarier som skulle kunna leda till missöden studerats. Samtliga visar på en beräknad maximal dos till individ som är långt under acceptanskriterierna.

Clink



9 Clink

SKB har valt Simpevarp 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) i Oskarshamn 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 driftskedet 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 Oskarshamn, dels det övervägda Forsmarksalternativet.

Information om rivning har beskrivits mycket kort eftersom det långa tidsperspektivet till en avveckling (cirka år 2070) gör antagandena högst 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 mark och sju våningsplan över marknivå. Yttermåtten på byggnaden blir cirka 75×90 meter och höjden på den högsta byggnadsdelen blir 33 meter över markytan, se figur 9-1. I stort sett hela byggnaden kommer att byggas i betong.

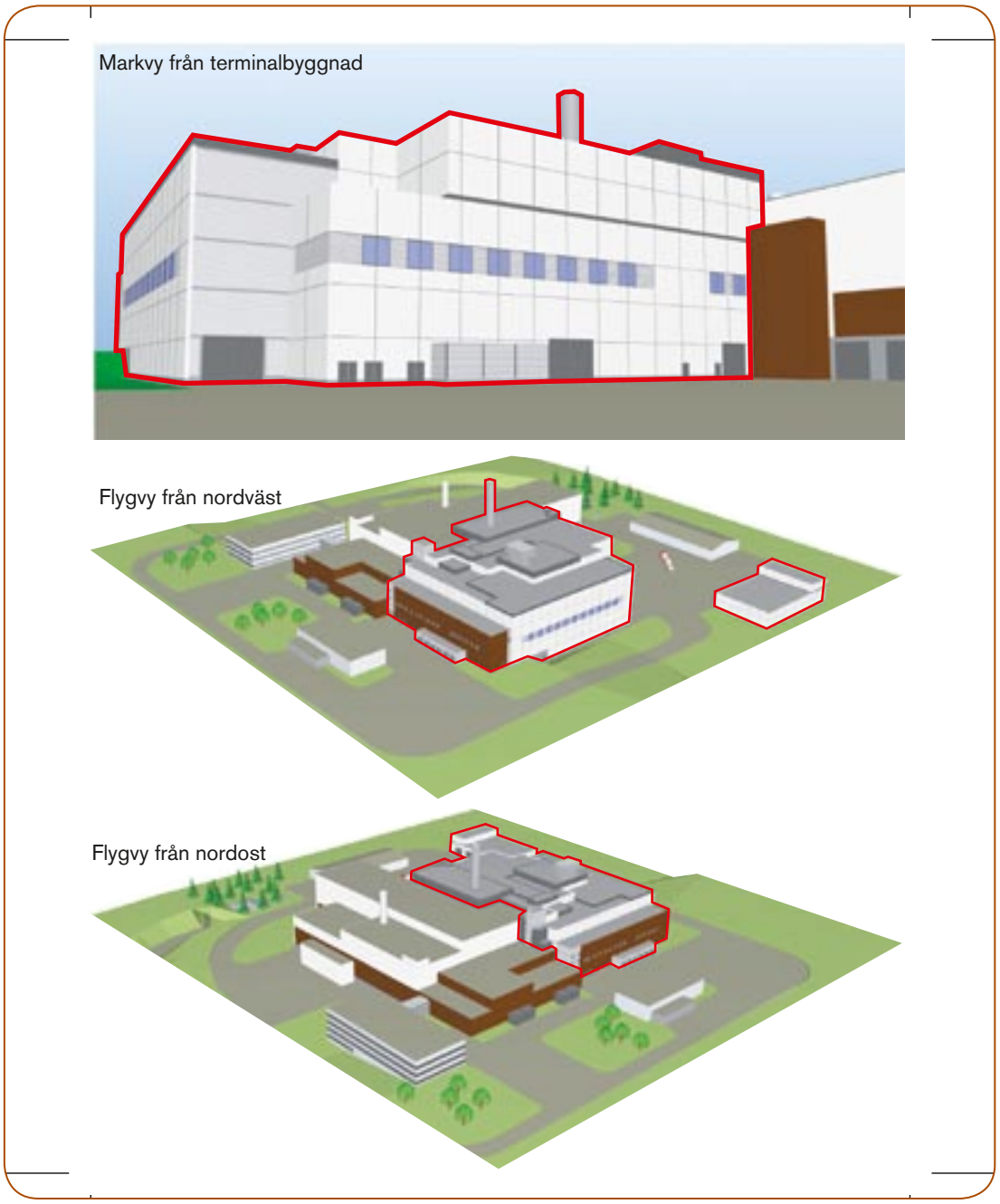
I den del av anläggningen som anläggs på markytan kommer utrymmen för process, service och transporter att finnas. Besöksutrymmen byggs för att visa delar av processen. I anläggningen inryms en bassängdel med lägsta botten cirka 15 meter under mark. Bassängerna är gjorda i vattentät betong samt är helt 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 byggnader inom driftområdet för Clink presenteras i figur 9-2.

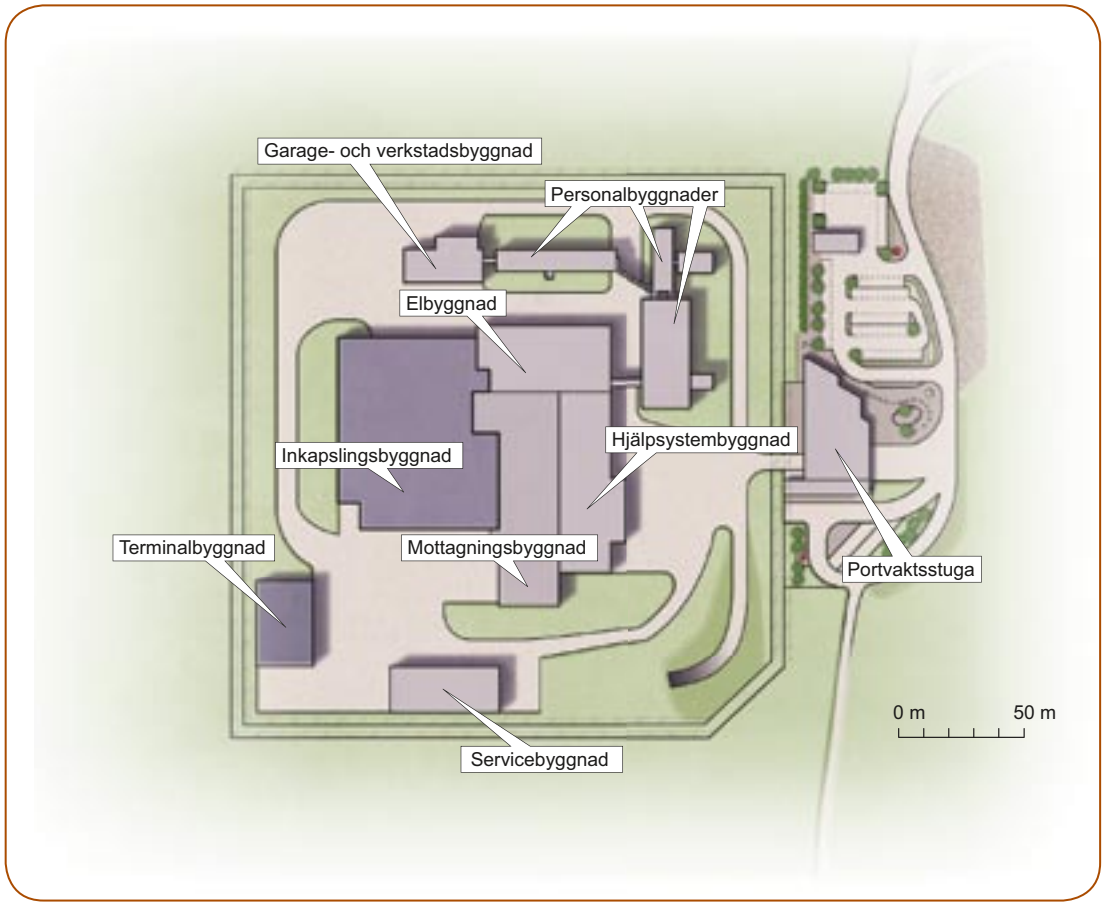
Anläggningen dimensioneras för en produktionskapacitet om 200 kapslar per år, det vill säga. ungefär en kopparkapsel per arbetsdag /9-1/. Genomsnittlig produktionstakt är planerad till cirka 150 kapslar per år.

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.



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 byggnader för inkapslingsanläggningen och Clab (Clink).

Rening av vatten från kontrollerat område

Det system som kyler och renar bassängvattnet i inkapslingsanläggningens bassänger kommer att anslutas till Clabs mottagningsbassängers kyl- och reningssystem.

Golvdränagesystemet i inkapslingsanläggningens kontrollerade område ansluts till motsvarande system i Clab. Golvdränagesystemets uppgift är att samla upp och pumpa vatten som samlats upp i golvbrunnar från utrymmen inom kontrollerat område vidare till reningssystemet.

I Clab finns system som har till uppgift att ta emot och behandla vatten från kontrollerat område så att det kan återanvändas i processen eller släppas ut till kylvattenkanalen. Till systemen kommer vatten från golvdränage och process. Dessa system kommer följaktligen även att ta emot vatten från inkapslingsanläggningen. I Clab samlas det vatten som ska pumpas ut upp i speciella tankar och provtagning sker för att kontrollera aktivitetsinnehåll. Om fastställda aktivitetsvärden underskrids pumpas vattnet ut i kylvattenkanalen, i annat fall går det tillbaka för ytterligare rening.

Kylsystem

Intagsbyggnaden för kylsystemet är placerad i havsviken Herrgloet söder om Clab. Via ett mellankylsystem, som inkapslingsanläggningen ansluts till, överförs överskottsvärmen från anläggningens bassänger till systemet för kylning. Efter att vattnet passerat värmeväxlarna leds det uppvärmda kylvattnet via en kulvertförlagd rörledning till kylvattenutloppet från Oskarshamnsverkets reaktorblock 1 för att ledas tillbaka ut i havet.

Vattenförsörjning och sanitärt avlopp

Inkapslingsanläggningen ansluts till OKG:s vattenverk för försörjning av avjoniserat vatten (för användning inom kontrollerat område) samt för bruksvatten och släckvatten. OKG:s vattenverk

förses med vatten från sjön Götemaren. Anslutning sker också till Clabs sanitära avloppssystem. Spillvattnet leds till Oskarshamnsverkets reningsverk för rening och släpps sedan ut utanför havsviken Hamnefjärden. Om reaktorerna i Oskarshamnsverket 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 direkt i anslutning till Clabs ovanmarksdel med botten cirka 14 meter ovanför taket till bergrummet i Clab. Avståndet mellan bergschaktet och bränslehisschaktet är cirka två meter. Vid den befintliga bränslehissen i Clab finns förberedelser för att ansluta en förbindelsebassäng. Bränslehissen kan då användas för transport av bränsle från förvaringsbassängerna till inkapslingsbyggnaden.

I uppförandeskedet domineras tillkommande trafik av borttransporter av bergmassor samt betong- och materialtransporter för byggnaden. Den bergvolym som sprängs ut för inkapslingsanläggningen beräknas till 24 000 kubikmeter (fast berg), vilket kan jämföras med den bergvolym på 100 000 kubikmeter som sprängdes ut för Clab 2. Vid beräkning av andel tunga fordon jämfört med det totala antalet transporter under uppförandeskedet har förutsatts att lastbil mindre än 16 ton används. Tyngre fordon kan förekomma, framför allt vid transport av bergmassor, vilket skulle göra att andelen tunga fordon blir mindre. Huvuddelen av de tunga transporterna 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.

9.1.2.2 Driftskede

Clab och inkapslingsanläggningen ska tillsammans fungera som en integrerad anläggning. Inkapslingsanläggningens lokalisering intill Clab förutsätter att den anpassas vad gäller drift och säkerhet. Driftorganisationen för Clab och inkapslingsanläggningen kommer att vara gemensam. Totalt kommer cirka 120 personer att arbeta i Clink. Kommunikationsvägar i Clab utnyttjas så att driftpersonal kan passera till inkapslingsbyggnaden.

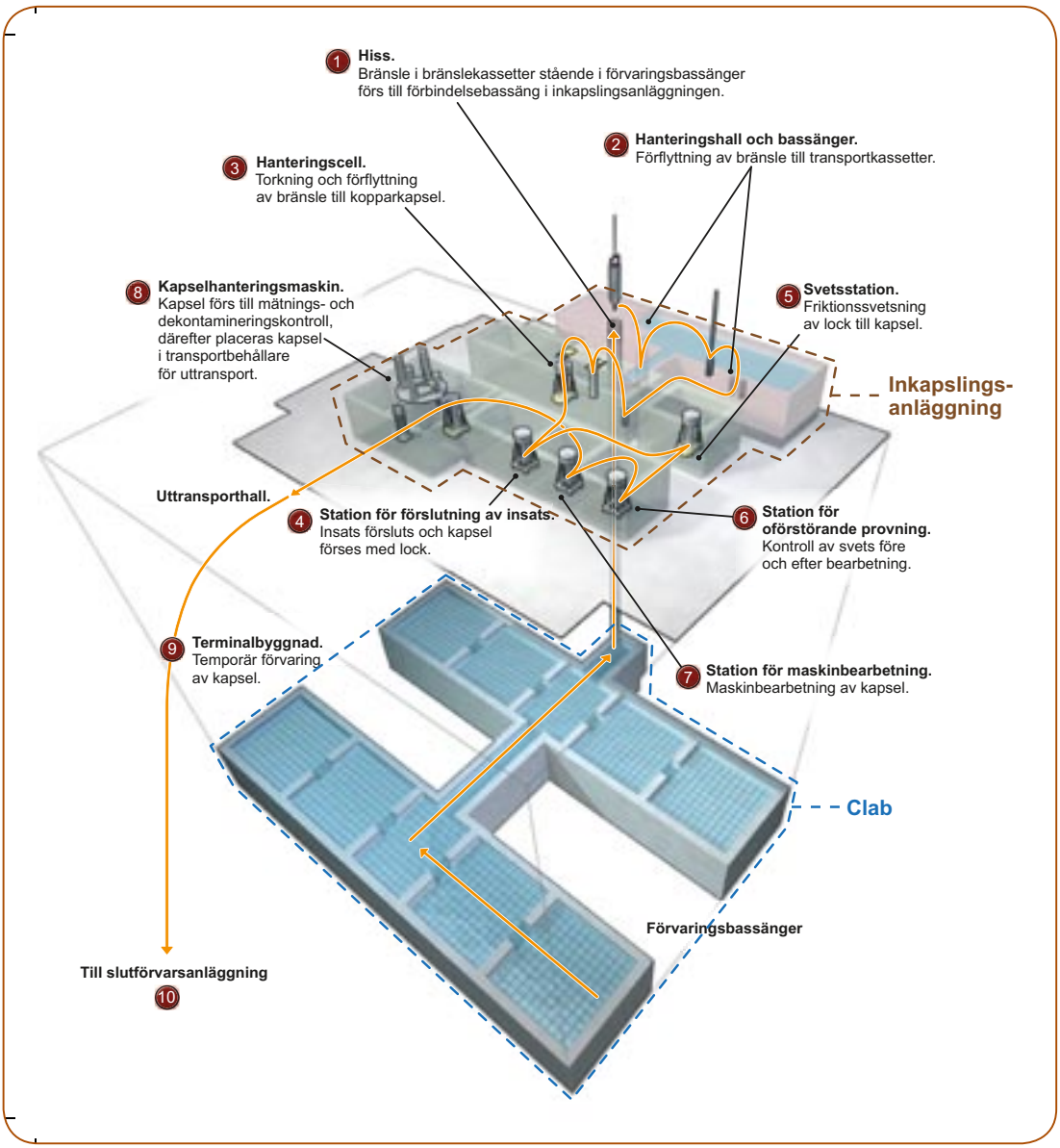
Den huvudsakliga verksamheten under driften av inkapslingsanläggningen är att innesluta använt kärnbränsle i täta behållare, kopparkapslar. Kopparkapslarna, som är cirka fem meter långa och har en diameter på cirka en meter, anländer färdigtillverkade till inkapslingsanläggningen. De olika etapperna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

Tabell 9-1. Uppskattat totalt tillskott av vägtransporter per dygn, samt antal tunga transporter, till och från inkapslingsanläggningen vid Clab under olika skeden /9-3/.

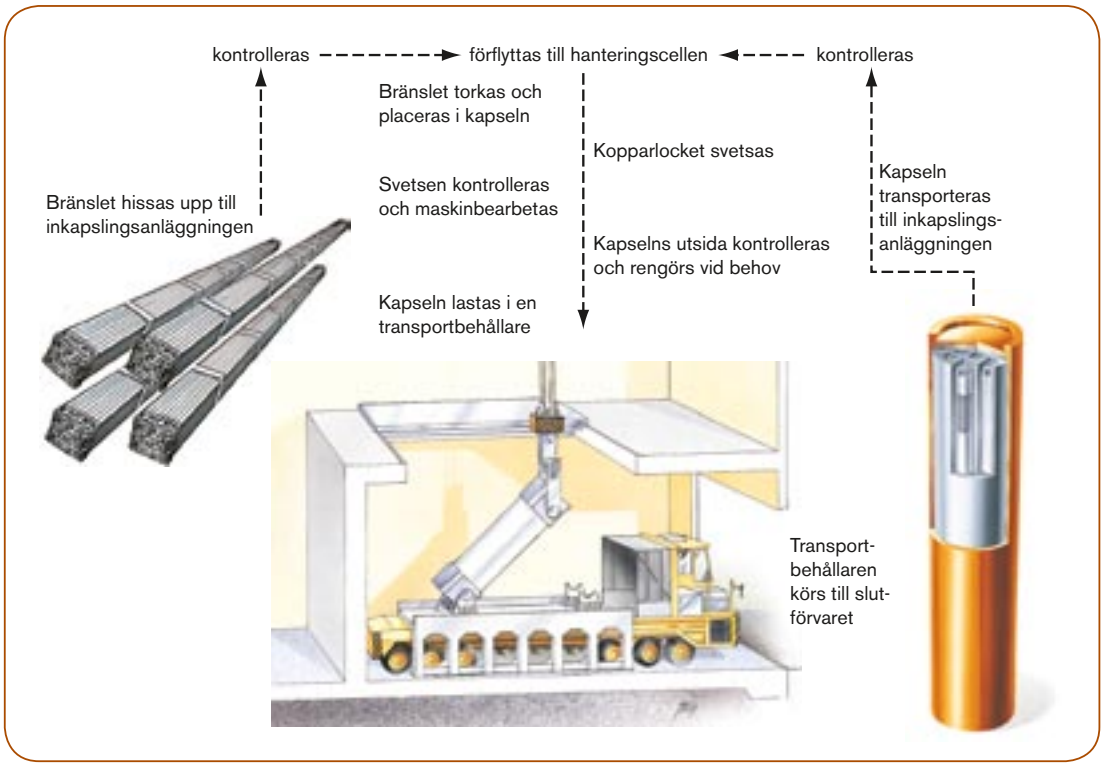
	Uppförandeskede etapp 1 (år 0–3,5)	Uppförandeskede etapp 2 (år 3,5–7)	Driftskede	Rivningsskede
Totalt tillskott av transporter per dygn (st/dygn, t o r)1	170	70	70	30
Antal tunga transporter per dygn (st/dygn, t o r)1	90	30	15	10

[1)] Räknat på 230 arbetsdagar per år (5 arbetsdagar i veckan).

Innan kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har det lagrats i Clabs bassänger för att minska radioaktivitet och värmealstring. Urvalet av det mellanlagrade kärnbränslet för inkapsling görs baserat på bränsleelementens resteffekt och den tillåtna effekten i varje kapsel. Kärnbränslet transporteras upp från förvaringsbassängerna i Clab via befintlig bränslehiss och förs till inkapslingsanläggningens bassänger (1). I hanteringsbassängen i inkapslingsanläggningen sorteras kärnbränslet (2). I bassängen finns möjlighet att mäta resteffekten. Bränslet tas sedan upp ur bassängen och in i en hanteringscell för att torkas och sättas in 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 tranportbehållare 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 9-3. Inkapslingsprocessen i inkapslingsbyggnaden.



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

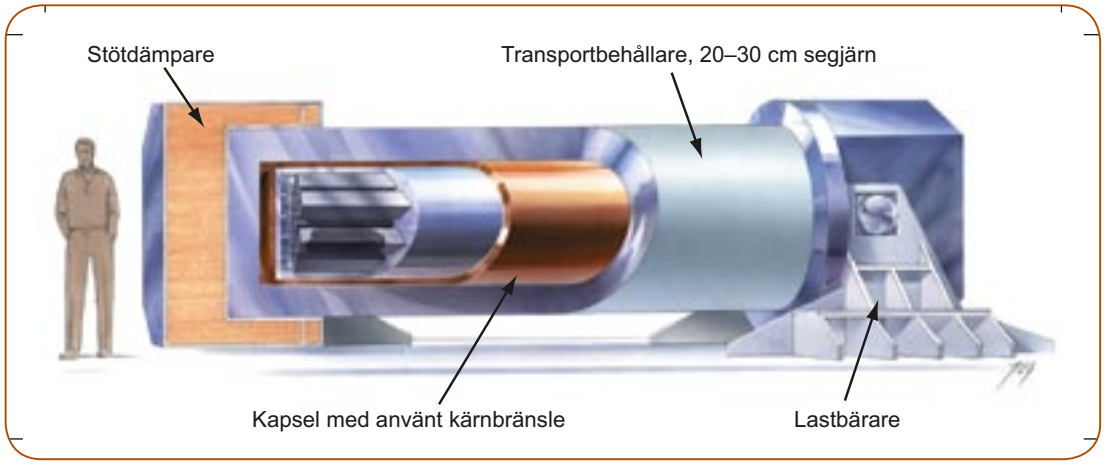
Transport av använt kärnbränsle

Kapseltransporter till slutförvarsanläggningen i Forsmark kommer att ske med fartyget m/s Sigyn eller motsvarande fartyg. Planer finns på att antingen uppgradera m/s Sigyn eller beställa ett nytt fartyg för SKB:s transporter.

M/s Sigyn kan lastas med tio transportbehållare. Med en deponeringstakt på 150 kapslar per år innebär det omkring 15 fartygsanlöp per år mellan hamnarna i Simpevarp och Forsmark till följd av slutförvarsverksamheten. Detaljer om m/s Sigyn redovisas under 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 de båda transporterna åt är att olika transportbehållare används till icke inkapslat respektive inkapslat kärnbränsle. Transportbehållaren är licensierad enligt IAEA:s krav för typ-B behållare. Transportbehållarens funktioner är att kunna motstå påfrestningar vid olyckor utan att förlora täthet eller strålskärmning samt att 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 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 och därmed med marginal klarar uppgiften.

Övriga transporter

Tillkommande trafik till Clink under driftskedet bedöms främst bestå av 3 000–4 000 besökare per år, samt av cirka 120 personer som dagligen reser till och från sin arbetsplats. Det finns redan i dag en besöksverksamhet vid Clab. Under driftskedet kommer också tomma kapslar att transporteras från kapselfabriken till inkapslingsanläggningen. Vilken transportväg som används för transport av tomma kapslar beror på var kapselfabriken lokaliseras. Transporter av tomma kapslar kan ske antingen på länsväg 743 mellan E22 och inkapslingsanläggningen eller från hamnen i Simpevarp till inkapslingsanläggningen om transport sker sjövägen. Ett uppskattat totalt tillskott av vägtransporter under driftskedet redovisas i tabell 9-1.



Figur 9-5. Kapseltransportbehållare och lastbärare.

Kapselfabrik

Tillverkning av kopparkapslar kräver en särskild kapselfabrik. Till kapselfabriken kommer kapselkomponenter att levereras för att sedan maskinbearbetas, monteras ihop och kontrolleras innan de färdiga kapslarna skickas till Clink. Ingen kärnteknisk verksamhet kommer att bedrivas i fabriken. En möjlig placering av kapselfabriken är intill det befintliga kapsellaboratoriet i Oskarshamns hamnområde.

9.1.2.3 Rivningsskede

Clink ska rivas när allt använt kärnbränsle som lagrats i anläggningen har kapslats in och skickats till slutförvarsanläggningen och alla härdkomponenter har transporterats bort för lagring i lämplig förvaring. 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. Det finns också alternativ för när i tiden rivningen kommer att genomföras. Antingen kan anläggningen 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 avveckling närmar sig kommer ett alternativ att redovisas mer detaljerat tillsammans med en motivering till valt alternativ. Detta görs i den miljökonsekvensbeskrivning som då upprättas.

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

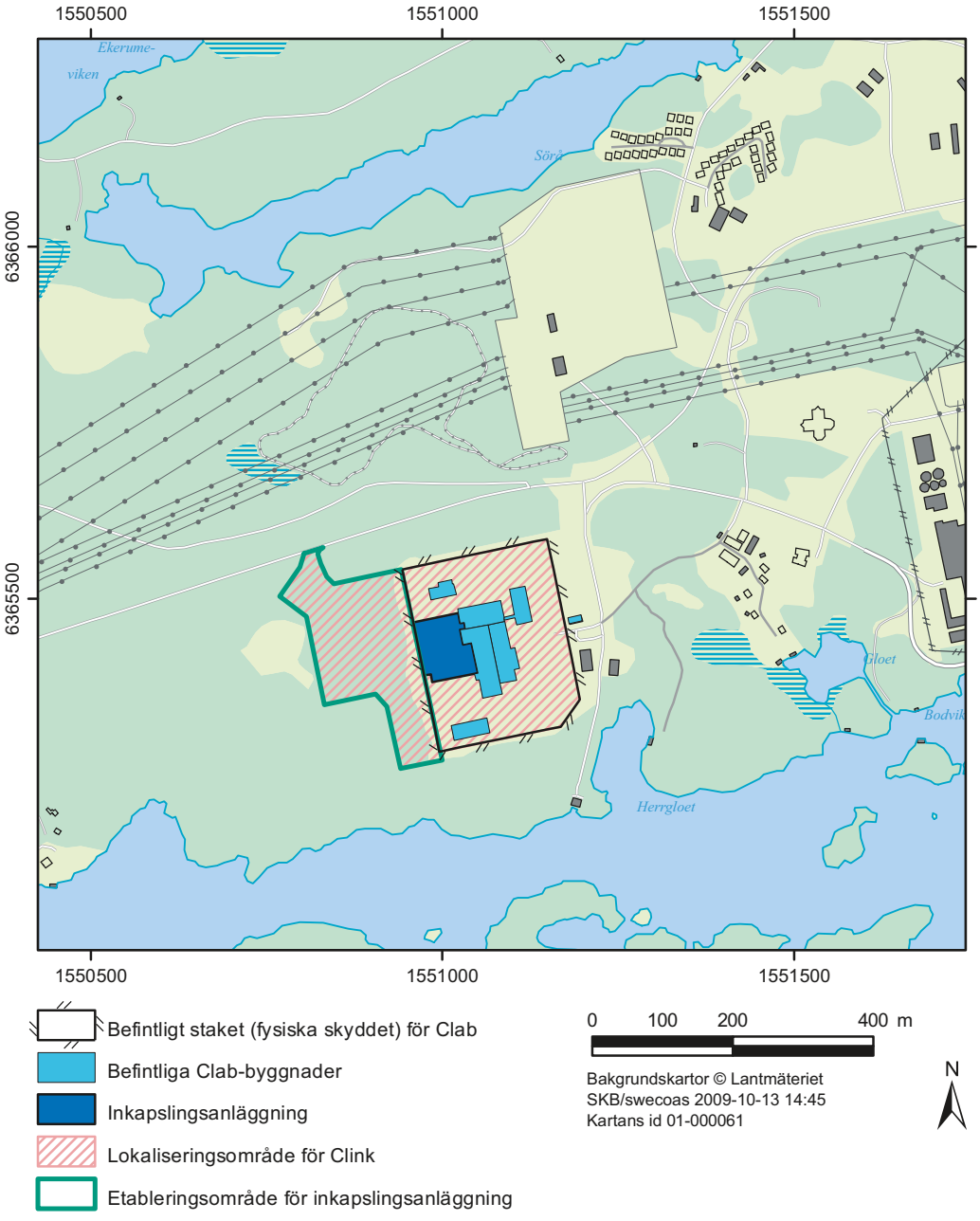
1. Anläggningen friklassas och rivs till cirka en meter under marknivå. Friklassat rivningsmaterial används som återfyllning, i första hand av inkapslingsanläggningens undermarksdelar. Detta måste ske för att marken ska kunna användas utan förbehåll. Resterande friklassat rivningsavfall återvinns och/eller sänds till kommunal deponi. Alternativt kan rivningsavfallet deponeras i Clabs bergrum.
2. Avvecklingen stannar vid att byggnader och mark friklassas för att sedan kunna användas för andra ändamål.
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 rivning av de svenska kärnkraftverken. På så sätt kommer erfarenheter och tillgång på kompetens inom säkerhet, strålskydd, dekontaminering och rivning av kärntekniska anläggningar att kunna utnyttjas /9-5/.

9.1.3 Påverkan

9.1.3.1 Ianspråktagande 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 byggtransporter



Figur 9-6. Lokaliseringsområde, inklusive etablering under uppförandetiden.

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.

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 hällar att i möjligaste mån undvikas och ojämnheter utjämnas i stället genom utfyllnad. Hällmarker kommer att skyddas mot trafik med banddrivna fordon och äldre tallar sparas och skyddas mot påkörning.

Rivning efter det att anläggningen tagits ur drift bedöms kunna ske inom den yta som tagits i anspråk i driftskedet.

9.1.3.2 Påverkan på grundvattennivå

Uppförandeskede

Sedan 1998 har grundvattennivåer mätts i borrhål runt Clab inom ramen för kontrollprogrammet för byggandet av Clabs andra förvaringsdel /9-6/. Mätningarna visar på förändringar i grundvattennivån i direkt anslutning till anläggningen som kan kopplas till byggandet av Clabs bergrum. Inkapslingsanläggningens bergschakt kommer att placeras ovanför de underjordiska bassängerna i Clab. Den bergvolym som behöver sprängas ut för det planerade bergschaktet har beräknats till 11 000 kubikmeter (fast berg) och totalt beräknas 24 000 kubikmeter sprängas ut för inkapslingsanläggningen. Det kan jämföras med den bergvolym på cirka 100 000 kubikmeter som sprängdes ut för Clab etapp 2 (Clab 2). Schaktbotten för inkapslingsanläggningens undermarksdelar kommer att ligga cirka 14 meter ovanför befintliga bergrums tak. Det kan det inte uteslutas att det planerade bergschaktet byggs under grundvattenytan. Uppskattningsvis kan uppförandet av inkapslingsanläggningen innebära en ökning av inläckaget med cirka tio procent jämfört med nuvarande inläckage till Clabs bergrum. Emellertid kan förläggning av det planerade bergschaktet ovanför bergrummet Clab 1 innebära att inläckaget till inkapslingsanläggningen kompenseras av ett minskat inläckage till Clab. Detaljer om bedömningarna redovisas i underbilaga 3 Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp.

Det befintliga kontrollprogrammet för Clab visar endast på lokala hydrogeologiska effekter från uppförandet av Clab 2. Eftersom bergschaktet för inkapslingsanläggningen förläggs rakt ovan de befintliga bergrummens tak bedöms uppförande och drift av inkapslingsanläggningen endast medföra lokala effekter på grundvattennivån i berg.

Driftskede

Den påverkan på grundvattennivån som i dag finns runt Clab förändras endast marginellt i samband med driften av inkapslingsanläggningen. Se beskrivning av påverkan under Uppförandeskede för detaljer.

Rivningsskede

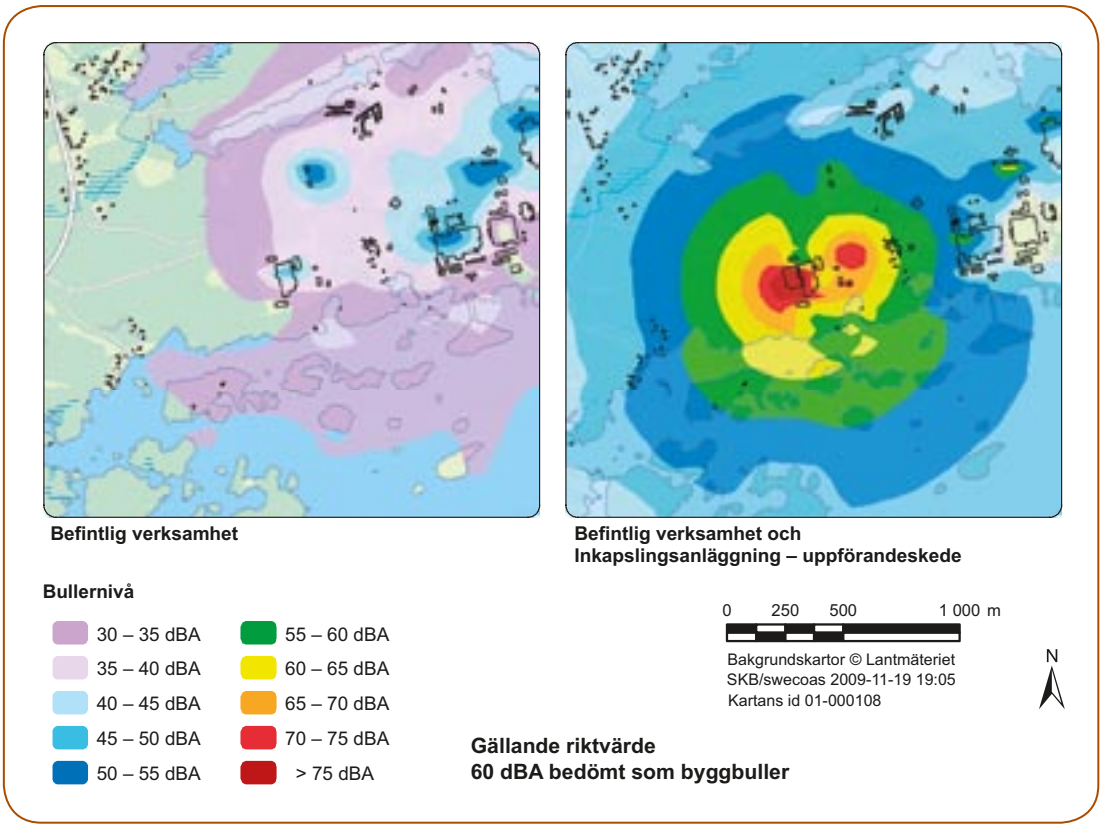
Efter rivning av Clink bedöms grundvattennivån ställa in sig nära den ursprungliga. Med hänsyn taget till effektiv nederbörd, utsprängd volym samt berörd yta kan det ta upp emot tio år /9-2/.

9.1.3.3 Buller och vibrationer

Uppförandeskede

Under uppförandeskedet kommer transporter, arbetsmaskiner, bergborrning, sprängning, krossning (om det blir aktuellt) samt schaktning av jordmassor med hjullastare att orsaka buller och vibrationer.

Bullernivåer har beräknats för ett scenario där mobil kross och borraggregat är i kontinuerlig drift samtidigt, se figur 9-7.



Figur 9-7. Ekvivalent ljudnivå för befintlig verksamhet (vänster) samt kombinerat med buller under uppförandeskedet av inkapslingsanläggningen under dagtid.

Om buller är dominant i frekvensområdet under 200 Hz uppfattas det som lågfrekvent ljud och kan upplevas som mer störande än ”normalt” buller. Normalt buller anges i dBA vilket innebär att lågfrekvent ljud filtreras bort. I bullerutredningen /9-7/ konstateras att lågfrekvent buller i första hand kan alstras av stenkross och arbetsmaskiner. Nivån är emellertid så låg att riktvärden för lågfrekvent ljud inomhus inte kommer att överskridas för normalt ljudisolerade hus.

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 ojämnhet i vägbana, fordonsvikt, hastighetsbegränsning och grundläggningsförhållanden. Beräkningsexempel baserade på moränmark och en vägojämnhet på fem centimeter (stor ojämnhet) redovisas i tabell 9-2 /9-2/.

Vibrationsnivåer på mellan 0,4 och 1,0 mm/s bedöms som måttlig störning. Beräkningsexemplet visar på liten sannolikhet för störning och då betydligt lättare fordon än i exemplet ovan kommer att användas vid transporter till och från inkapslingsanläggningen förväntas transporterna inte medföra någon nämnvärd vibrationsstörning.

Tabell 9-2. Beräkningsexempel på vibrationer som alstras från tung trafik.

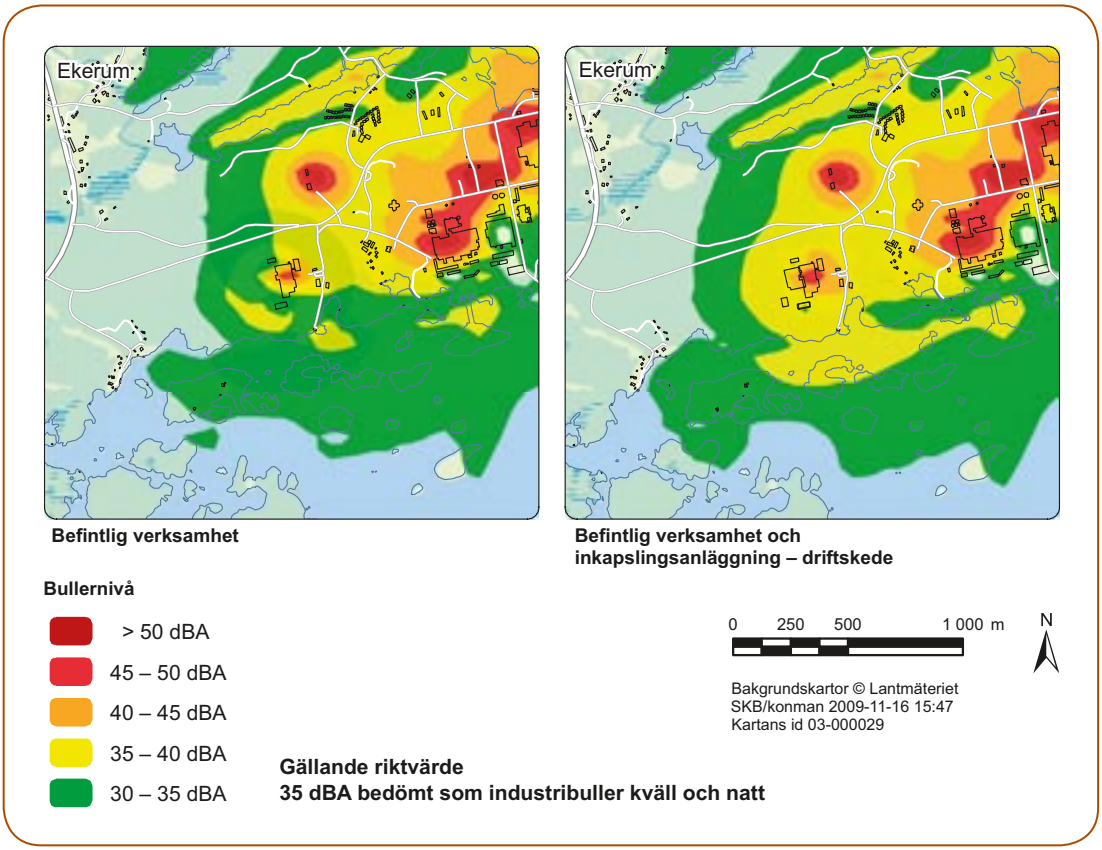
Fordonets totalvikt och hastighet	10 meter från väg	50 meter från väg
40 ton–70 km/h	0,5 mm/s	0,1 mm/s
60 ton–70 km/h	0,7 mm/s	0,2 mm/s

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 luftstötsvågor. Planering och genomförande av bergarbeten kommer att styras av den försiktighet som närheten till Clabs två bergrum kräver. I samband med uppförandet av Clabs andra bergrum studerades frågan om eventuell påverkan på det befintliga bergrummet /9-8/. Erfarenheter finns därmed att hämta från Clabs andra bergrum som kunde uppföras utan att stabiliteten eller funktionen hos det befintliga lagret påverkades /9-9/. Pessimistiska beräkningar visar på maximala vibrationsnivåer vid närliggande fastigheter mellan 0,3 och 0,7 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 luftstötsvågor, det vill säga en tryckändring i luften som uppstår i samband med bergsprängningar, 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 för de närliggande fastigheterna. Detaljer om beräkningar av vibrationer och luftstötsvågor 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.

Figur 9-8 visar att gällande riktvärden underskrids vid närmaste bostad. Transporterna under driftskedet förväntas inte heller medföra någon vibrationsstörning.



Figur 9-8. Ekvivalent ljudnivå från den befintliga verksamheten (vänster) till vilken beräknade bullernivåer från inkapslingsanläggningen under drift har adderats (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 och hanteras i särskild prövning.

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.

Driftskede

En preliminär säkerhetsredovisning har tagits fram för Clink. Bedömning av strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen från anläggningen behandlas i säkerhetsredovisningens kapitel 6 och 7 /9-11,9-12/.

I den preliminära säkerhetsredovisningen 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 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 strålskyddade 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 av det inkapslade kärnbränslet. Innan kärnbränslet tas in i inkapslingsanläggningen har radioaktiviteten avklingat efter mellanlagring 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 för att slutligen samlas upp på filter och i jonbytare. Aktiviteten i bassängvattnet kommer kontinuerligt att föras bort via flödet i ett slutet reningssystem (som är gemensamt med Clab) och samlas upp på filter och jonbytare. Det innebär att mängden uppsamlad aktivitet i reningssystemet förväntas öka. För det planerade reningsflödet beräknas maximala aktivitetskoncentrationer i inkapslingsanläggningens bassänger för Cs-137 och Co-60 till $3{,}7 \cdot 10^7$ Bq/kubikmeter respektive $1 \cdot 10^7$ Bq/kubikmeter.

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 vakuumtorkning av bränslet. Merparten av den frigjorda aktiviteten bedöms följa med luftströmmen och fastna i torkningssystemets filter medan de 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 driftsuppgifter 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 lagring i Clab.

Prognosen för summerad kollektivdos för Clink uppskattas bli dubbla medelvärdet av utfallet för kollektivdos på Clab under perioden 1998–2007 eller cirka 0,1 manSv per år /9-12/.

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 av drift av Clab. Pessimistiskt räknat antas dostillskottet från inkapslingsanläggningens luftutsläpp vara i storleksordningen 50 procent av mediandosen från Clabs aktivitetsutsläpp under den senaste tioårsperioden.

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.

Förslag på åtgärder för minskade utsläpp

En framtidsprognos 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 /9-13/.

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



Figur 9-9. Kontroll och utflöde av processvatten i Clab.

I rapporten studeras de största utsläppskällorna vid Clab och inkapslingsanläggningen. Olika åtgärder föreslås för att begränsa utsläppen där det är möjligt. När det gäller utsläpp till luft från inkapslingsanläggningen har åtgärdsförslagen fokus på utsläppen från den torra hanteringen av använt kärnbränsle. En stor punktkälla för utsläpp till luft i inkapslingsanläggningen är relaterad till vakuumtorkning 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. Genomförbarheten av åtgärderna behöver studeras vidare och implementering av åtgärderna kan endast bli aktuell om de inte påverkar säkerheten i anläggningen.

Rivningsskede

Efter att Clink tagits ur drift kommer inget använt kärnbränsle att finnas i anläggningen och därmed förväntas låga strålningsnivåer. Det finns inget som tyder på att avvecklingen skulle bli mer komplicerad än avvecklingen av övriga 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 Ekosystempåverkan från utsläpp av radioaktiva ämnen

I slutversionen av miljökonsekvensbeskrivningen kommer beskrivningen av radiologisk omgivningspåverkan från Clink att utvecklas avseende eventuell påverkan på biosfären, det vill säga på djur och växter. Syftet är att komplettera redovisade traditionella beräkningar av dos till människa så att en mer fullständig bild av tänkbara miljökonsekvenser ges. Spridningsberäkningar för redovisade

utsläpp till luft respektive vatten från driften av Clink läggs till grund för biosfärsmodellering med beräkning av dos/halter i representativa djur och växter.

Strålsäkerhetsmyndigheten ställer krav på att biologiska effekter i berörda livsmiljöer och ekosystem ska beaktas. Därvid ska särskild hänsyn tas till förekomst av genetiskt särpräglade populationer, såsom isolerade populationer, endemiska arter och utrotningshotade arter samt i övrigt skyddsvärda organismer. Underlag avseende representativa arter hämtas från inventeringsresultaten från platsundersökningen i Laxemar/Simpevarp och från Artdatabanken.

9.1.3.6 Icke-radiologiska utsläpp till luft

För Clink är de två vikigaste källorna för utsläpp till luft dels uppförandet av inkapslingsanläggning intill Clab dels sjötransporter av bränslefyllda kapslar till slutförvarsanläggning under driftskedet.

Arbetsmaskiner, lastbilar och personbilar ger upphov till utsläpp av koldioxid (CO_2), kväveoxider (NO_x), koloxid (CO), kolväten (HC), avgaspartiklar (PM_{avg}) och resuspensionspartiklar (PM_{res}). Mängden utsläpp av koldioxid är helt relaterad till typ och mängd förbrukat bränsle. För övriga utsläpp till luft finns det ett samband mellan motorn, drivmedlet och mängden utsläpp. 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_x) är i princip försumbara då diesel miljöklass 1 och bensin 95 används som bränsle. 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 i sin tur gör att den uppskattade påverkan kan komma att inträffa vid en annan tidpunkt beroende på projektets fortskridande. För inkapslingsanläggningen och Clink speglar år 2015 ett år under uppförandeskedet med lägre intensitet medan år 2018 speglar ett år med högre intensitet. År 2030 och 2075 speglar driftskedet respektive avvecklingsskedet /9-14/.

Uppförandeskede

Utsläpp från arbetsmaskiner, lastbilar och personbilar under samtliga skeden återfinns i tabell 9-4. De arbetsmaskiner som ger upphov till störst koldioxid- och NO_x-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 väntas

Tabell 9-4. Emissioner från arbetsmaskiner och transporter under uppförande- ,drift- och rivningsskede (ton per år) för inkapslingsanläggning och Clink /9-14/.

		2015	2018	2030	2075
NO_x	*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_{avg}	*Inkapslingsanläggning*	0,03	0,02	0,0004	0,0002
	Clink	0,04	0,02	0,0007	0,0005
PM_{res}	*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_2	*Inkapslingsanläggning*	439	272	105	55
	Clink	504	334	171	121

vara av liten omfattning. För att begränsa utsläppen till luft kan vattenbegjutning ske i samband med sprängning. Det mesta av damm och stoft binds då upp av vattnet, som därefter renas.

Driftskede

Under driftskedet består större delen av transporterna av externa transporter, såsom personal- och besökstransporter, avfalls- och servicetransporter samt transporter av kopparavfall. Beräknade årliga utsläpp från transporterna finns redovisade i tabell 9-4.

Utsläpp till luft från kontrollerat område beskrivs i avsnitt 9.1.3.4. I Clab finns dieselaggregat för reservkraft som ska användas vid ett eventuellt bortfall av yttre nät. När inkapslingsanläggningen tillkommer behöver befintligt system i Clab 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 då det inte sker någon samordning med andra transporter till och från SFR och kärnkraftverken, det vill säga att fartyget åker tillbaka till Simpevarp utan last.

Rivningsskede

Rivningsskedet för Clink beräknas pågå under fem till sju år. Beräkningarna av emissioner under rivningsskedet redovisas i tabell 9-4 under kolumnen för år 2075. 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 och utsläpp 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 kg. Erfarenhetsmässigt hamnar en tredjedel av kvävet i länshållningsvattnet medan den övriga delen fastnar på bergmassorna eller avges till luft /9-2/.

Då inkapslingsanläggningen placeras ovanför Clabs bergrum, där grundvattnet redan är avsänkt,

Tabell 9-5. Årliga emissioner från fartyget m/s Sigyn vid transport av bränslefyllda kapslar.

Ämne	Mängd (ton/år)
CO_2	965
SO_2	0,3
NO_x	10,7
CO	0,23
HC	0,29

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 9-10. En tillfällig reningsanläggning för rening av länshållningsvatten kan byggas upp med containrar med sedimentation för partikulära föroreningar och läns/skimmer för 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 /9-15/.

Mängden dagvatten som uppkommer från den yta som tas i anspråk under uppförandeskedet har utifrån årsnederbörden beräknats till 14 kubikmeter per dygn (medelvattenvolym) /9-2/. Dagvattnet får rinna av och infiltrera i omgivningen. Spillvatten avleds till befintligt spillvattennät och renas i Oskarshamnsverkets reningsverk före utsläpp i havsviken Hamnefjärden (se Driftskede nedan).

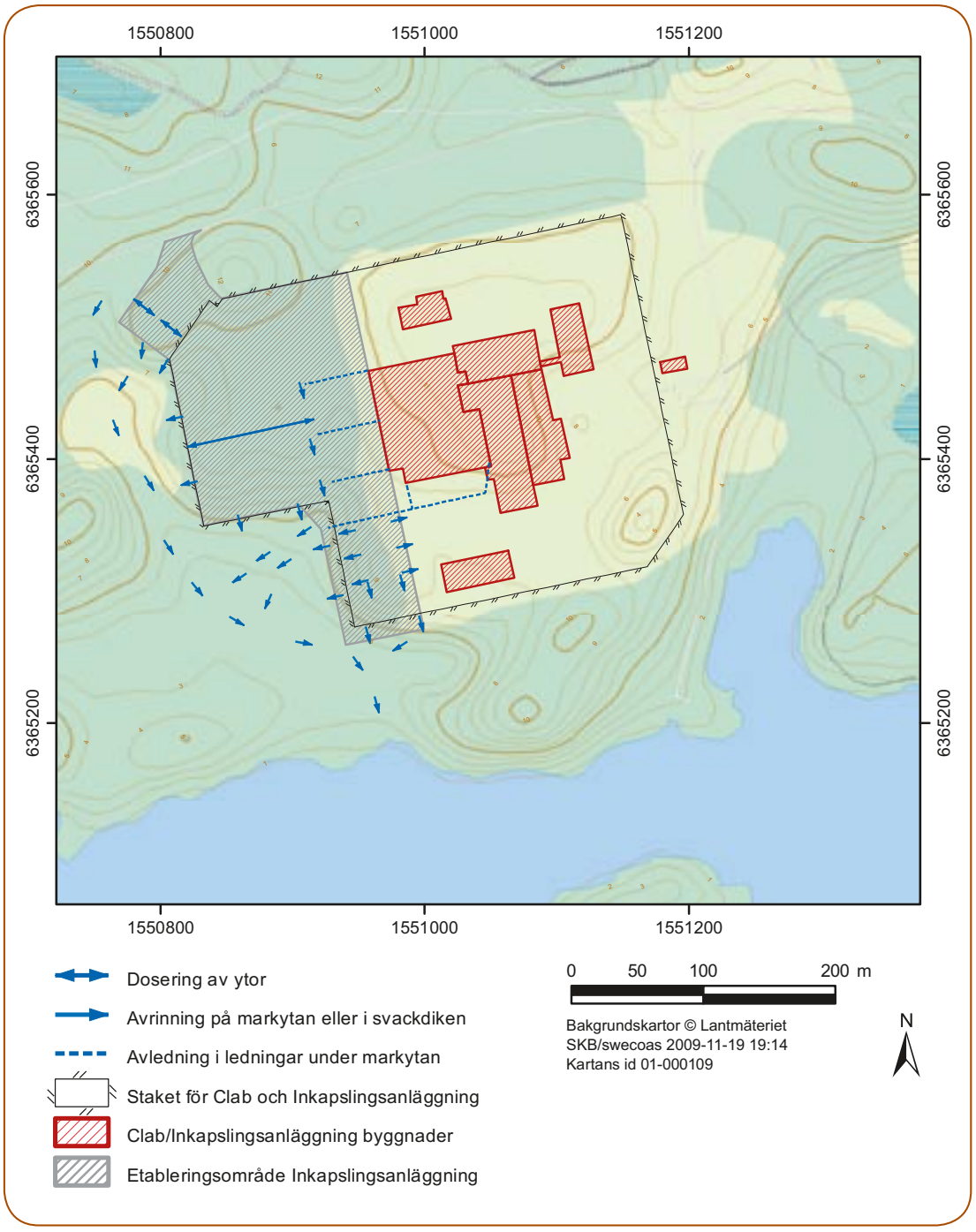
Driftskede

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 normalt härledas till förekommande aktiviteter. Kring inkapslingsanläggningen förekommer sparsam trafikering 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. När inkapslingsanläggningen ansluts till dagvattensystemet beräknas flödet i systemet öka med fyra kubikmeter per dygn (baserat på årsnederbörd och tillkommande yta) /9-15/. 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 9-11. 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.
Spillvatten kommer att renas i Oskarshamnsverkets reningsverk före utsläpp i havsviken Hamne-



Figur 9-10. Flygfoto av viken Herrgloet.



Figur 9-11. Förslag till avledningsprinciper för dagvatten från inkapslingsanläggningen.

fjärden. 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 utsläppsnivåerna från reningsverket.

Under driftskedet kommer Clab och inkapslingsanläggningen att ha ett gemensamt kylvattensystem. Kylvattnet från Clink kommer att släppas ut i Hamnefjärden. Tillåtet kylvattenuttag för Clab är, enligt vattendom /9-16/, 0,6 kubikmeter havsvatten per sekund. Mängden kylvatten som tas ut kommer inte att förändras när inkapslingsanläggningen ansluts. Det som påverkas är temperaturen på kylvattnet. 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 i kylvattentemperatur uppgå till högst en grad. Detta kan jämföras med den totala värmeenergin från de 96 kubikmeter per sekund med en temperaturförändring på 12,5 grader som avges från Oskarshamns kärnkraftverk (beräknat efter effekthöjningen). Tillskottet av värmeenergi från inkapslingsanläggningen beräknas vara cirka en tusendel av kärnkraftverkets värmeenergi /9-17/.

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.

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 500 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 inte överstiga en procent av tillförseln av material för byggnaden /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 inkapslingsanläggningens avfallshantering är att minimera mängden avfall. För att hantera det avfall som oundvikligen kommer att uppstå på ett så effektivt sätt som möjligt kommer inkapslingsanläggningens avfallshantering att i möjligaste mån 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 avfall som behöver transporteras till SFR /9-18/.

Radioaktivt driftavfall från inkapslingsanläggningen omfattar framför allt avfall från processer och underhåll. De avfallsslag som kommer att uppstå är av samma slag som det som förekommer i Clab och kommer att hanteras enligt Clabs rutiner. SKB har goda drifterfarenheter från dagens avfallshantering, vilket kan utläsas av de låga stråldoser som dagens hantering 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 /9-18/.

HEPA-filter används för rening av luft inom kontrollerat område och förbrukningen uppskattas till 50 filter per år. Filter finns även i inkapslingsanläggningens skorsten 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 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 kg 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 /9-18/.

Rivningsskede

Vid rivning av Clink kommer merparten av rivningsavfallet att kunna friklassas. En mindre andel bedöms kunna bli radioaktivt kontaminerat och behöver slutförvaras. Mängden friklassad betong har uppskattats till 298 000 ton medan mängden kontaminerad betong har uppskattats 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 bergrum /9-5/.

9.1.3.10 Energianvändning

Uppförandeskede

I uppförandeskedet används energi vid transporter och för drift av arbetsmaskiner. Energiåtgången har beräknats till cirka 6 600 MWh för hela uppförandeskedet, varav arbetsmaskinerna står för cirka 3 300 MWh /9-2/. Utslaget per år under uppförandeskedet uppgår energianvändningen till cirka 1 200 MWh.

Driftskede

Energiåtgången för transporter under driftskedet har beräknats till cirka 500 MWh per år. Den årliga elenergianvändningen för processen i inkapslingsanläggningen har bedömts till 4 500 MWh. Bedömningen är gjord utifrån uppskattade uppgifter om effektbehov och drifttider för processkomponenterna. För drift av fläktar, värmepump och kylmaskin beräknas energiåtgången bli 1 600 MWh per år /9-21/. Den totala elenergianvändningen i Clink uppskattas till 21 000 MWh per år. Som jämförelse kan nämnas att den totala elenergianvändningen i Clab under åren 2003–2008 var i medeltal 16 700 MWh per år /9-3/.

För uppvärmning av inkapslingsanläggningen kan värme utvinnas från kylvattnet i Clab. Sammantaget kan cirka 4 300 MWh återvinnas per år, vilket täcker behovet av värmeenergi för uppvärmning av inkapslingsanläggningen. Under sommaren behöver inkapslingsanläggningen kylas inomhus. Den värmeenergi som då avges från anläggningen och avleds till havet uppskattas till 225 MWh per år /9-2/.

Rivningsskede

I rivningsskedet åtgår energi vid transporter och för drift av arbetsmaskiner. Energiåtgången har beräknats till cirka 3 000 MWh för hela rivningsskedet varav arbetsmaskinerna står för cirka 2 100 MWh. Utslaget per år under rivningsskedet uppgår energianvändningen till cirka 500 MWh /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 2008 var i medeltal cirka 14 500 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 Götemaren, cirka åtta kilometer nordnordväst om Simpevarp. Inkapslingsanläggningen kommer att kopplas till existerande släckvattensystem för Clab, vilket försörjs från kärnkraftverkets vattenverk.

Rivningsskede

I rivningsskedet kommer bruksvatten och släckvatten att behövas.

9.1.4 Effekter och konsekvenser

9.1.4.1 Naturmiljö

Konsekvenser för naturmiljön har studerats i flera utredningar /9-19, 9-20/. Den hällmarkstallskog som tas i anspråk av inkapslingsanläggningen och etableringsområdet under uppförandetiden består av brukad skog som i dag saknar höga naturvärden, se figur 9-12. Enstaka äldre tallar har ett framtidsvärde men naturtypen är vanlig i närområdet och regionen. Några små starrkärr riskerar 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 återställas efter uppförandeskedet. Om detta genomförs på ett sätt som gör att hällmarkskaraktären 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 kriterier påverkas inte av inkapslingsanläggningen. Andra skyddade naturområden som ligger inom påverkansområdet bedöms inte heller påverkas negativt av inkapslingsanläggningen.



Figur 9-12. Del av den hällmarkstallskog som tas i anspråk vid Clab.

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 borrplatserna för slutförvaret. 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 genomförd studie 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.

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 får 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 Oskarshamnsverket 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 taget till planerade åtgärder för hantering av dagvatten för 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, från Clink till slutförvarsanläggningen i Forsmark innebär ett tillskott av omkring 15 fartygsanlöp mellan hamnarna i Simpevarp och Forsmark. I dag görs ungefär 20 till 30 fartygsresor årligen för transporter till Clab. Fartyget använder trafikerade farleder med minst 200 fartygsrörelser per år och de tillkommande transporterna skulle inte medföra någon märkbar påverkan på vattenkvalitet, bottnar eller djur- och växtliv i skärgårdsvattnen kring Forsmark.

9.1.4.2 Kulturmiljö

En kulturmiljöanalys har gjorts för att bedöma de kulturmiljövärden som finns kring Simpevarp och Laxemar /9-21/. 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 som berörs vid Clab har även en arkeologisk utredning enligt lagen om kulturminnen genomförts /9-22/. Kända fornlämningar, övriga kulturhistoriska lämningar och områden där dolda fornlämningar kan förekomma redovisas i figur 9-13.

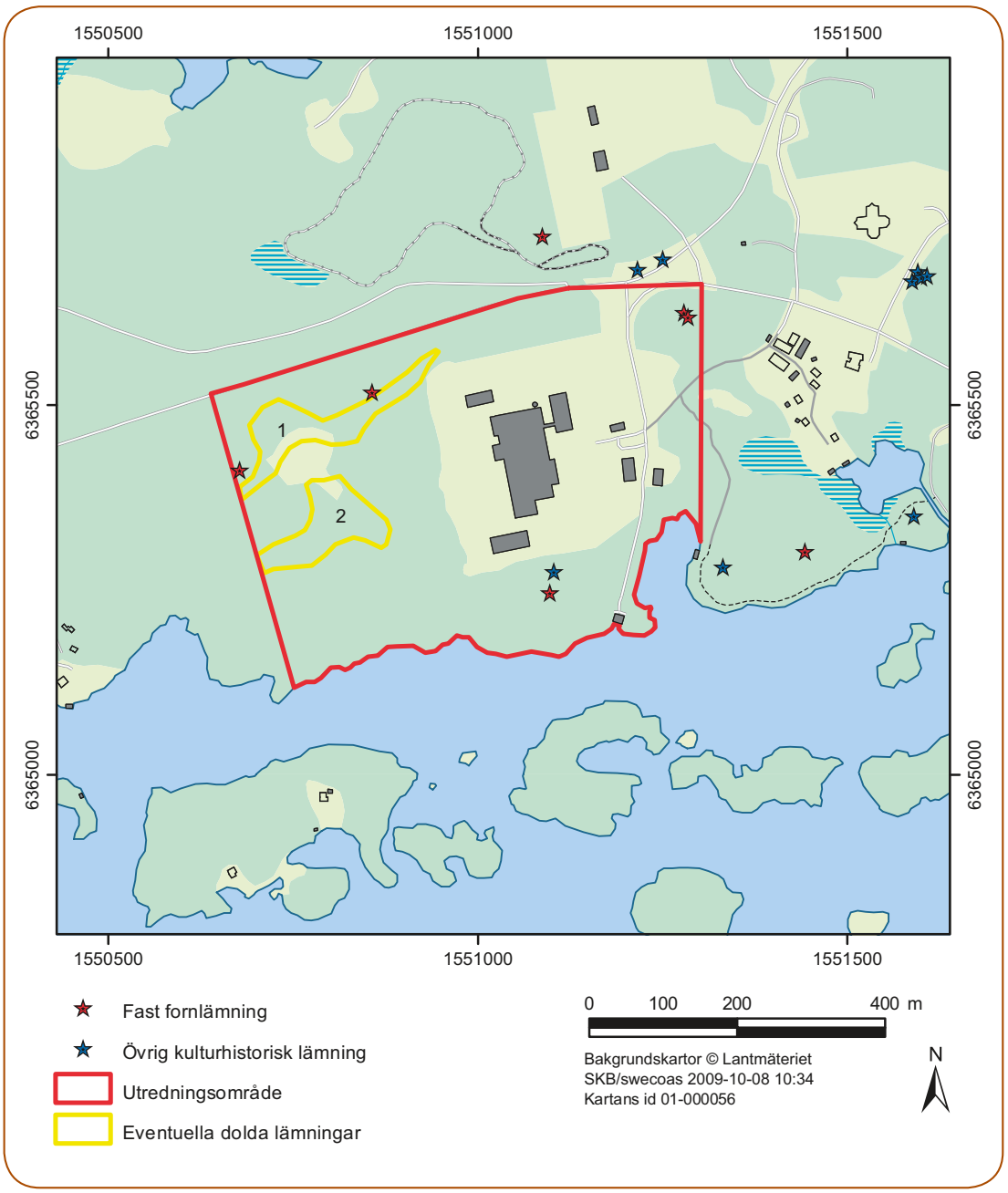
Med tanke på de gravar som förekommer i området och läget vid en bronsåldersvik är det inte osannolikt att förhistoriska boplatser kan komma att beröras. Sannolikt kommer därför en etablering av inkapslingsanläggningen att innebära någon form av provundersökningar (etapp 2 enligt lagen om kulturminnen 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 fornlämningens status och vetenskapliga värde fastställs. I övrigt berörs ingen prioriterad kulturmiljö av inkapslingsanläggningen.

9.1.4.3 Landskapsbild

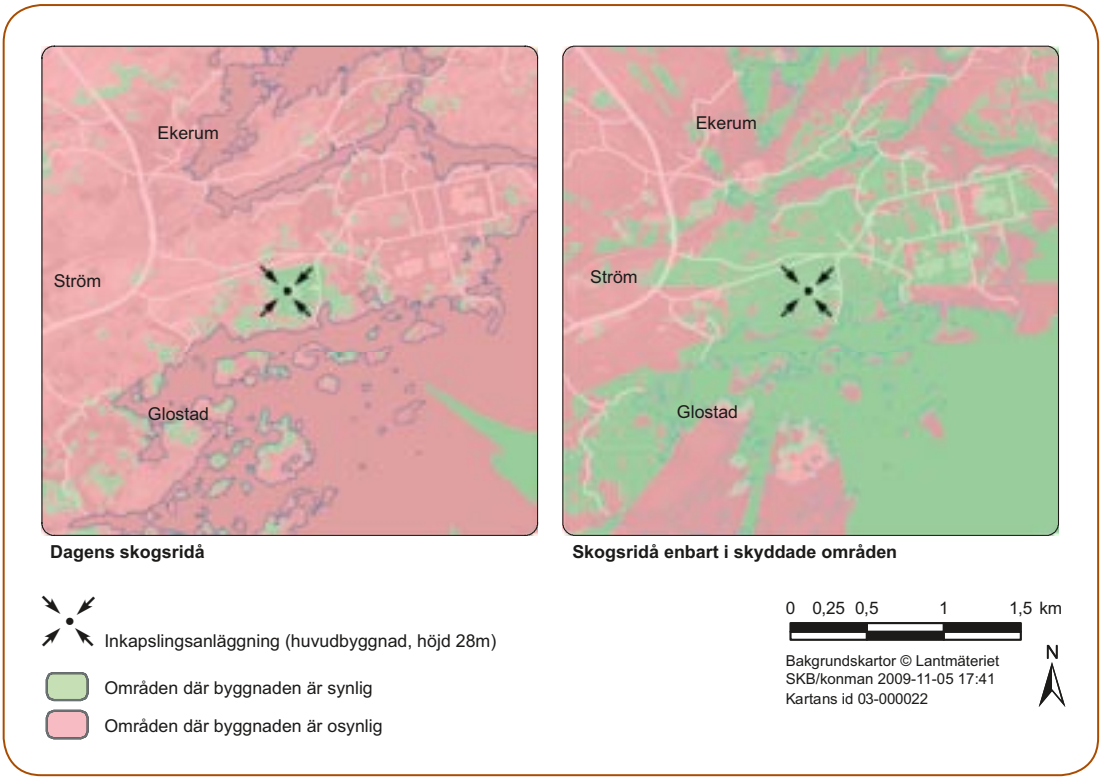
Eftersom det på Simpevarpshalvön redan finns en etablerad industrimiljö bedöms halvön kunna inrymma nya anläggningar utan att områdets karaktär förändras. Inkapslingsanläggningen förläggs huvudsakligen på mark som redan i dag ingår i industriområdet runt Clab och kommer att byggas ihop med Clab.

För att bedöma påverkan på landskapsbilden från inkapslingsanläggningen 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 9-14 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 (33 meter) än befintliga Clab (25 meter) och därmed orsakar större påverkan på landskapsbilden.

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 den framtida inkapslingsanläggningen bevaras i så stor utsträckning som möjligt. Denna skogsridå med höjdpartier 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 siluett, se figur 9-15a och 9-15b.



Figur 9-13. Inom det markerade området har arkeologisk utredning genomförts. Kryssmarkeringarna redovisar kända fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar. Område 1 och 2 i utredningsområdets västra del utgör områden där det bedöms kunna finnas dolda lämningar.



Figur 9-14. 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.

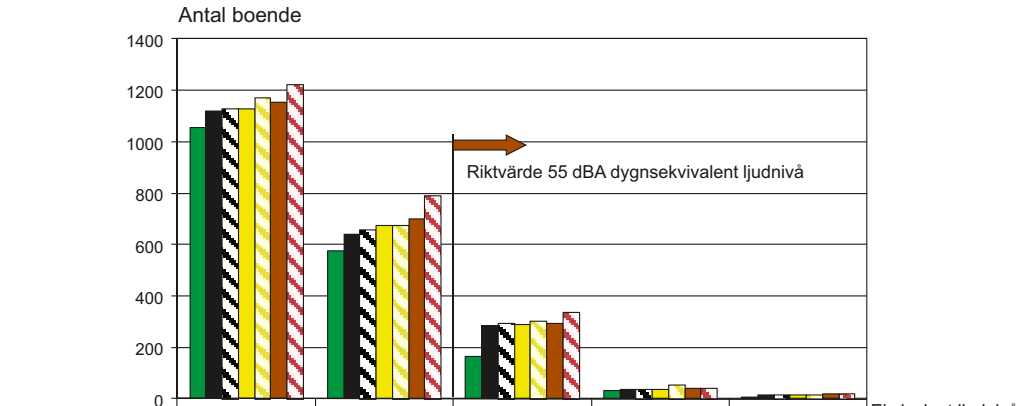


Figur 9-15a och 9-15b. Den vänstra bilden visar befintlig vy från naturstig sydost om Clab. Den högra bilden är ett fotomontage med inkapslingsanläggningen inlagd och visar samma vy efter utbyggnad. Skogsridån döljer till stor del anläggningen.

9.1.4.4 Boendemiljö och hälsa

Buller och vibrationer

En bullerutredning har gjorts för buller under uppförande- och driftskedet /9-7/. 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 9-16. Antalet händelser med maximala ljudnivåer, som uppstår vid passage av tunga fordon, kommer att öka proportionellt med antalet tunga fordon som passerar.



	> 45 dBA	>50 dBA	>55 dBA	>60 dBA	>65 dBA
2006 nuläge	1057	575	165	34	8
2015 nollalt.	1119	641	284	36	13
2015 utbyggnad-INKA	1130	658	292	36	13
2018 nollalt.	1126	673	290	36	13
2018 utbyggnad-INKA	1170	673	303	52	15
2030 nollalt.	1154	700	293	39	20
2030 driftskedet-INKA	1224	789	337	41	20

Figur 9-16. Sammanställning av antalet boende exponerade för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall utmed sträckan mellan anläggningarna på Simpevarpshalvön och Oskarshamns hamn.

Under uppförandeskedet visar bullerberäkningar, med bergborrning 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 borrutrustning och mobil kross skärmas för att riktvärdena inte ska överskridas.

Vibrationer från transporter till och från Clink förväntas inte medföra någon nämnvärd störning för boende längs transportvägarna. Eftersom sprängladdningarna i samband med sprängningsarbeten för inkapslingsanläggningen dimensioneras av vibrationskänslig utrustning i Clab förväntas störningen för boende i närområdet bli begränsad.

Transportrelaterade hälsoeffekter av inkapslingsanläggningen, framför allt under uppförandeskedet, bedöms kunna förekomma endast i ringa omfattning då tillkommande transporter och antalet exponerade i omgivningen är få.

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 Oskarshamns kärnkraftverk och Clink. Utsläppen av aktivitet från befintliga kärntekniska anläggningar, Oskarshamns kärnkraftverk och Clab, utgör mindre än en hundradel av gällande gränsvärde.

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 2007 redovisas i tabell 9-7.

Tabell 9-7. Statistik och prognoser för dos till kritisk grupp från aktivitetsutsläpp till vatten.

	Clab medelvärde 2003–2007	Clab medelvärde 1995–2007	Clink pessimistisk prognos
Dos [mSv/år]	$4{\cdot}10^{-7}$	$2{\cdot}10^{-6}$	$9{\cdot}10^{-5}$

Det sammanlagda bidraget, från såväl utsläpp till luft som till vatten från Clink, till dos till kritisk grupp förväntas därmed bli närmast försumbar i förhållande till gränsvärdet.

Utsläpp av övriga ämnen till luft

Enligt översiktsplan 2000 för Oskarshamns kommun 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 1996 uppgick till 10 343 ton 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 bensin och diesel uppgick år 2000 till 613 394 ton /9-23/ jämfört med 504 ton per år som mest för Clink anläggningen samt transporter på land.

Spridningsberäkningar samt beräknade haltbidrag från Clink för både kväveoxider och partiklar (PM_{10}) visar på mycket låga halter /9-14/.

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 miljökvalitetsnormerna för luft. På land är det osannolikt att de obetydliga eller mycket låga tillskott av halter 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 Miljöriskanalys

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 byggande, drift och rivning av inkapslingsanläggningen /9-24/.

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. Specifika miljörisker för Clab på grund av uppförandet av inkapslingsanläggning 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. Dieseltankar placeras på hårdgjord yta med invallning och utrustas med överfyllnings- och påkörningsskydd. Om ett utsläpp ändå skulle ske kommer det att finnas beredskap för detta på arbetsplatsen, t.ex. genom att absorptionsmedel finns tillgängligt.

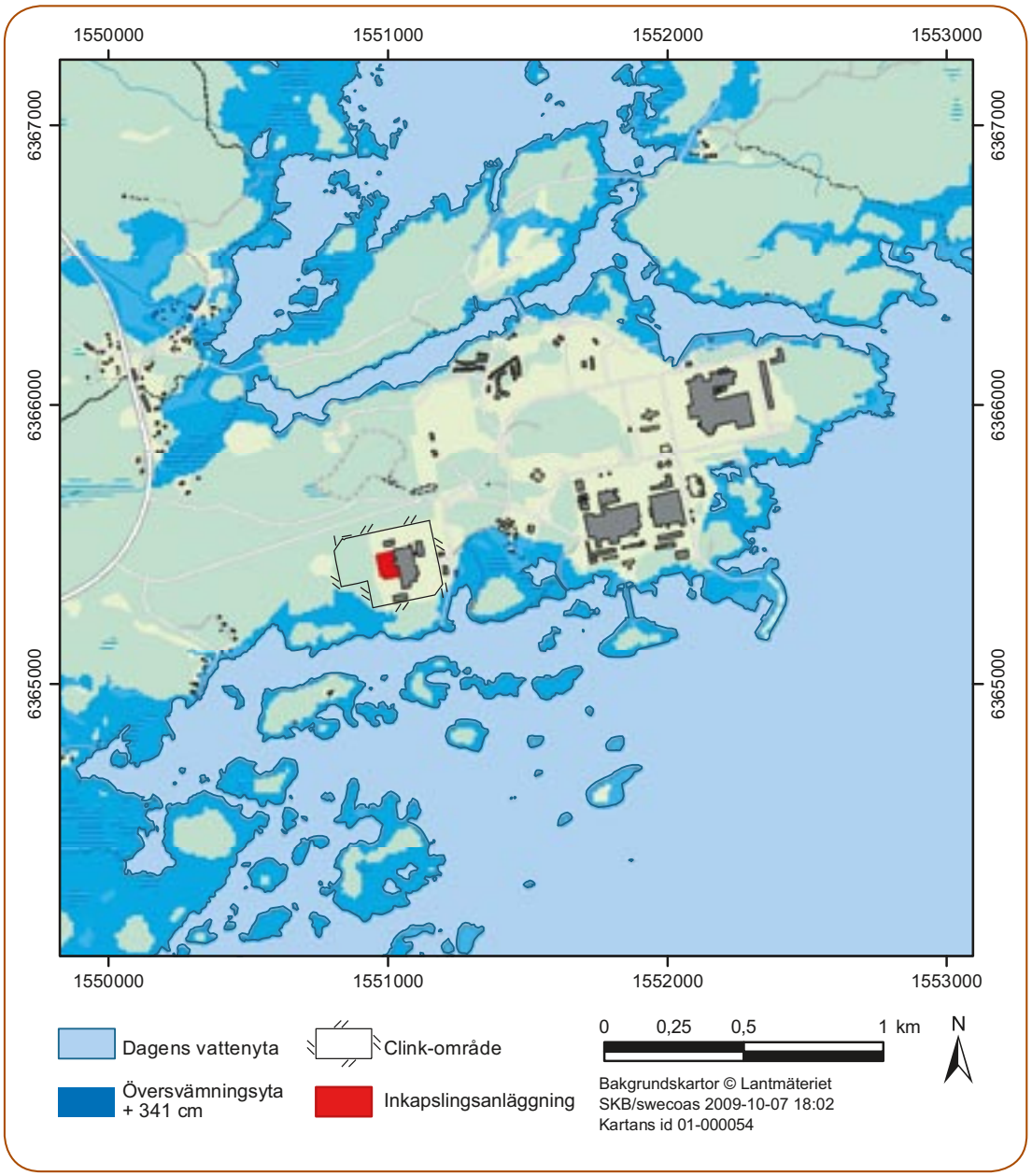
Driftskede

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 vattentäkter. Den allmänna riskbilden är låg längs vägen och Vägverket har vidtagit säkerhetshöjande åtgärder.

En särskild miljörisk är knuten till sjötransporter av kapslar med fartyget m/s Sigyn (eller motsvarande fartyg) för vilken ett oljeutsläpp kan ske i samband med en olycka. Sannolikheten för fartygsolycka med m/s Sigyn är låg. Dessutom är beredskapen på m/s Sigyn hög, vilket innebär att det är en lägre miljöskaderisk än för normala fraktfartyg.

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 Simpevarpshalvön år 2100 som är 341 centimeter högre än dagens nivå /9-25/. Figur 9-17 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 9-17. Område som riskerar att översvämmas vid en extrem havsnivå om +341 centimeter i Simpevarp år 2100.

Rivningsskede

Vid rivning av Clink uppstår specifika miljörisker, såsom läckage/utsläpp av miljöfarliga ämnen och utsläpp av syror som används vid dekontaminering /9-24/. 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 heller i avvecklingsskedet.

9.1.5.2 Radiologisk säkerhet och strålskydd

Transport av använt kärnbränsle

Vid transport av kapslar garanteras säkerheten i första hand av transportbehållarna. De har konstruerats för att passa den typ av avfall de ska frakta och tål mycket stora påfrestningar. De ska klara internationella krav, bland annat fritt fall från nio meters höjd mot helt stumt underlag, 800 °C brand under 30 minuter och yttre tryck motsvarande 200 meters vattendjup, utan att behållarnas täthet påverkas. Transportbehållarna klarar därmed mycket svåra olyckor utan att det uppstår några konsekvenser för omgivningen /9-26/.

Analyser har genomförts för olycksscenarier med mycket låg sannolikhet som leder till att en behållares täthet bryts. Mängden kvarvarande flyktiga radioaktiva ämnen i det använda kärnbränslet är låg efter att det har lagrats. De farliga radioaktiva ämnena som finns kvar är mestadels svårlösliga och fast integrerade i det keramiska materialet. De doser som kan avges till omgivningen, i samband med en olycka med låg sannolikhet, är i storleksordningen upp till 10^{-4} millisievert, vilket ligger många tiopotenser under skadliga nivåer /9-26/.

Radiologisk säkerhet och strålskydd i inkapslingsanläggningen

En preliminär säkerhetsredovisning har tagits fram för Clink där kapitel 8 innehåller säkerhetsanalysen /9-27/. 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.

9.2 Övervägt alternativ – Forsmark

Om inkapslingsanläggningen skulle byggas i Forsmark skulle Clab och inkapslingsanläggningen förläggas till olika platser. Det skulle medföra ett nytt transportmoment mellan Clab och inkapslingsanläggningen. Förändringar i hanteringen av det använda kärnbränslet skulle också krävas i de fysiskt åtskilda anläggningarna. Ett transportmoment mellan inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen skulle däremot försvinna om dessa låg i närheten av varandra.

9.2.1 Anläggningsutformning

Här ges en översiktlig redovisning av inkapslingsanläggningens utformning vid en placering i Forsmark. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till /9-28/. Den tänkbara platsen i Forsmark har ändrats jämfört med det som redovisas i rapporten men utan att de tekniska lösningarna och utformningen av byggnaderna som beskrivs påverkas. Den övervägda lokaliseringen presenteras i figur 9-18.

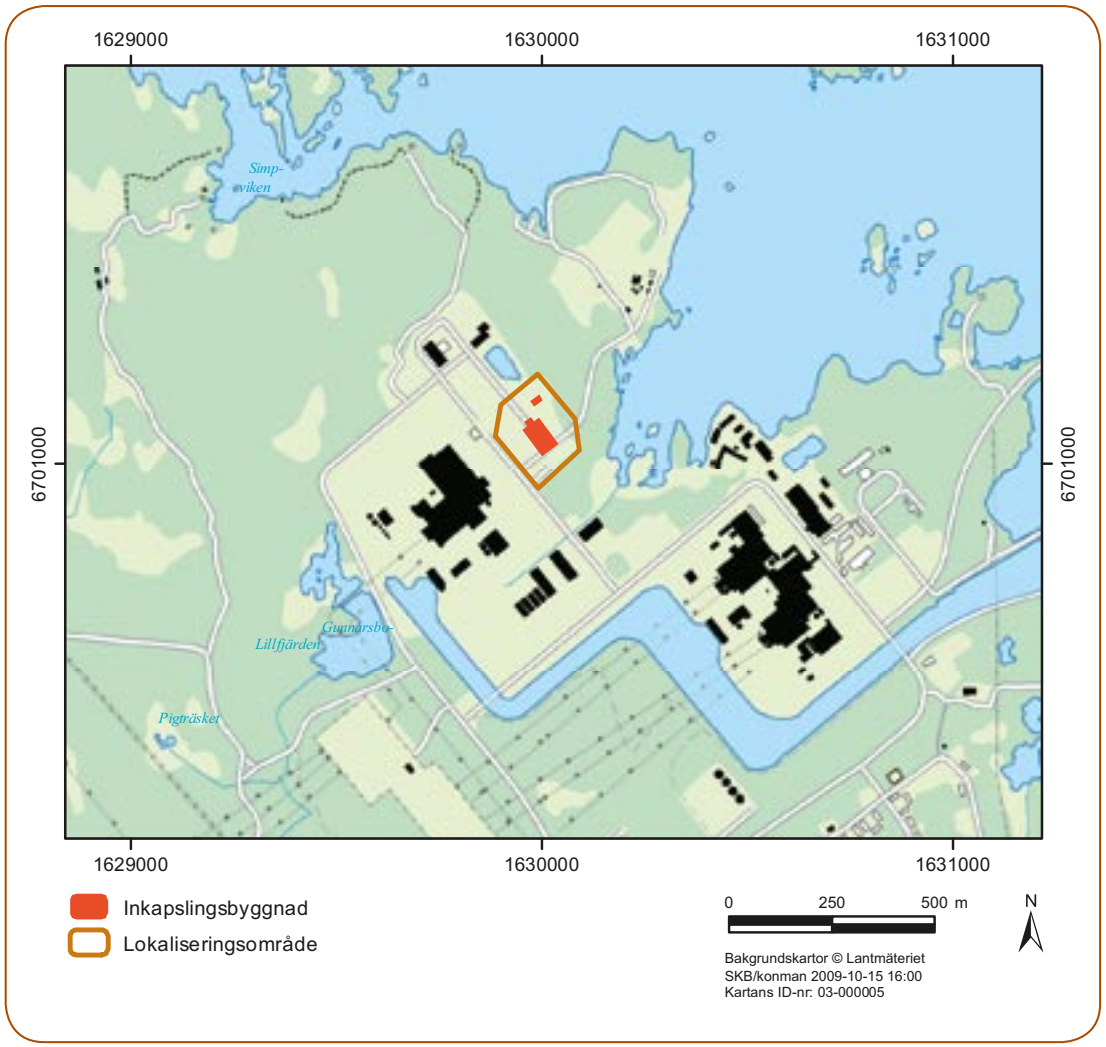
Inkapslingsanläggningen kommer att bestå av en huvudbyggnad som ska inrymma inkapslingsverksamheten och övrigt som behövs för drift, service och transporter. Där kommer också att finnas en reception och en utställning för besökare. För anläggningen behövs en inhägnad yta som är cirka 190×160 meter. Byggnadens mått skulle bli något större i Forsmark, vilket innebär att en något större markyta skulle tas i anspråk än med motsvarande anläggning intill Clab. För inkapslingsanläggningen skulle ny infrastruktur behövas, men den hade kunnat samordnas med kärnkraftverket och slutförvarets anläggningar på markytan.

9.2.1.1 Bränslehantering

En väsentlig skillnad mellan en inkapslingsanläggning vid Clab och en inkapslingsanläggning i Forsmark är bränslets hantering och förberedelse inför inkapslingen. Bränslemottagningen vid en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle ske torrt, det vill säga att inga vattenfyllda bassänger skulle finnas i anläggningen. Sortering och torkning av bränslet och eventuellt verifierande bränslemätningar kan göras i Clab före en transport till Forsmark. Det innebär att Clab till vissa delar skulle behöva byggas om och kompletteras med utrustning. Inkapslingsanläggningen skulle dimensioneras för samma produktionskapacitet och drifttid som för den sökta verksamheten med placering vid Clab i Oskarshamn.

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.



Figur 9-18. Lokalisering av inkapslingsanläggningen för det övervägda alternativet.

9.2.2 Verksamhetsbeskrivning

9.2.2.1 Uppförandeskede

Den torra hanteringen av det använda kärnbränslet innebär att inga bassänger skulle behövas i Forsmarksalternativet. Hela inkapslingsanläggningen skulle placeras ovan mark i Forsmark och därför behövs 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 inkapslingsanläggningen vid Clab i Oskarshamn.

9.2.2.2 Driftskede

Den huvudsakliga skillnaden mellan en inkapslingsanläggning vid Clab och en inkapslingsanläggning i Forsmark är bränslets hantering och förberedelse inför inkapslingen. Bränslemottagningen vid en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle ske torrt, utan behov av vattenfyllda bassänger.

Förändringar i Clab

Driften av det befintliga Clab, utan inkapslingsanläggning, skiljer sig i huvudsak inte i förhållande till 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 i Clab. Kompletterande utrustning kan installeras i befintliga utrymmen.

Hantering och mätning av bränsleelementen skulle kunna ske i komponentbassängen i Clab. Komponentbassängen behövde i så fall kompletteras med nya positioner för kassetter och en del utrustning skulle behöva flyttas till annan bassäng. En ny hanteringsmaskin och mätutrustning för gammastrålning i komponentbassängen skulle behövas. Torkutrustning för torkning av det använda kärnbränslet skulle installeras i ett utrymme som ansluts till en befintlig nedkylningscell.

Avfallsanläggningen i Clab skulle också behöva kompletteras för att kunna ta emot och hantera det vätskeformiga radioaktiva avfallet från inkapslingsanläggningen.

Transporter av använt kärnbränsle

Transporter av icke inkapslat använt kärnbränsle från Clab till en inkapslingsanläggning i Forsmark kan ske med sjötransport och skiljer sig inte 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 den vid bränsletransporter till Clab).

I SKB:s transportsystem finns tio transportbehållare för använda bränsleelement. Samma, eller liknande behållare, som används för bränsletransporter till Clab kan användas för transporter därifrån.

Anläggningen skulle dimensioneras för en kapacitet av en kapsel per dag eller 200 per år och transportsystemet skulle vara dimensionerat för samma kapacitet även om den genomsnittliga produktionstakten är planerad till cirka 150 kapslar per år. Det är samma kapacitet som beräknas för inkapsling i en anläggning placerad vid Clab.

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 i Forsmark,
- transportbehållare med kapslar från inkapslingsanläggningen till deponering i slutförvarsanläggningen i Forsmark.

De två typer av transportbehållare som blir aktuella (för bränsleelement och för kapslar) skulle ha snarlik storlek och hanterlighet. De kan transporteras med samma typ av fordon på väg.

De sträckor som är aktuella är i Simpevarp cirka två kilometer från hamnen och i Forsmark cirka fyra kilometer från hamnen.

Övriga transporter

Transporter på väg till och från anläggningen antas huvudsakligen ske på vägen mellan inkapslingsanläggningen och riksväg 76 vid Forsmarks samhälle och därefter vidare 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 transporterna under uppförandeskedet blir något färre i Forsmark än i Oskarshamn beroende på att inga bassänganläggningar byggs som kräver borttransport av bergmassor, se tabell 9-8.

9.2.2.3 Rivning

En preliminär avvecklingsplan som tagits fram för inkapslingsanläggningen beskriver rivningsarbetet för en anläggning placerad i Forsmark /9-29/.

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)[1]	150	70	120	30
Antal tunga transporter per dygn (st/dygn, t o r)[1]	30	14	12	10

[1)] Räknat med 230 arbetsdagar per år (5 arbetsdagar i veckan).

Om inkapslingsanläggningen skulle byggas i Forsmark skulle rivningen av Clab och inkapslingsanläggningen ske separat. Rivningen av anläggningarna skulle dock sammanfalla i tiden eftersom de är beroende av varandra. En preliminär avvecklingsplan har tagits fram för rivningen av Clab /9-30/.

9.2.3 Påverkan

9.2.3.1 Ianspråktagande av mark

Inkapslingsanläggningen kan placeras inom Forsmarksverkets befintliga verksamhetsområde intill reaktorblock 3, se figur 9-19. Förläggningsområdet omfattar cirka tre hektar och utöver det tillkommer en parkeringsyta på 40×100 meter. Området består av en grusplan med buskar samt asfalterade ytor. Resterande mark som skulle behövas under uppförande-, drift- och rivningsskede är befintlig industrimark.



Figur 9-19. Foto reaktorblock 3 i Forsmark där det röda området 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 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 förekommer redan i dagsläget 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

Inga radioaktiva ämnen skulle hanteras i uppförandeskedet.

Driftskede

De moment som utförs i Clab före transport 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 en inkapslingsanläggning i 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. Ett golvdränagesystem skulle behöva anläggas för behandling av vätskeformigt 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 /9-28/.

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 och med en begränsad mängd kort- och långlivat radioaktivt avfall /9-29/.

9.2.3.5 Icke-radiologiska utsläpp till luft

Några beräkningar för utsläppsnivåer har inte gjorts för alternativet inkapslingsanläggning 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 /9-14/.

Uppförandeskede

Antalet transporter under uppförandeskedet blir färre i förhållande till den sökta verksamheten vid Clab. Särskilt de tunga transporterna blir färre eftersom ingen undermarksanläggning ska byggas.

Dessutom är byggnadsvolymen något mindre vilket gör att transporter av byggnadsmaterial till en inkapslingsanläggning i Forsmark skulle bli något färre. 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 transporterna 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 transporterna förutsätts 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 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 Östersjön.

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 Forsmarksverket.

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.

Mängden rivningsavfall vid rivning av inkapslingsanläggningen skulle bli något mindre om den placerades i Forsmark eftersom byggnadsvolymen är mindre /9-29/.

9.2.3.9 Energianvändning

Under uppförande- och rivningsskedet har energianvändningen uppskattats till 80 procent av beräknad energiåtgång för inkapslingsanläggningen vid Clab. Detta baseras på att byggnadsvolymen i Forsmark är cirka 80 procent av byggnadsvolymen vid Clab /9-31/.

Under driftskedet bedöms energianvändningen vara oberoende av platsvalet. Kylvatten från Forsmarksverket skulle kunna 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 /9-31/ vilket är mer än för anläggningen vid Clab där personalstyrkan planeras bli mindre. En mindre mängd avjoniserat vatten kommer att användas eftersom bassänganläggning saknas i alternativet med inkapslingsanläggningen i Forsmark.

9.2.4 Effekter och konsekvenser

9.2.4.1 Naturmiljö

Eftersom den övervägda lokaliseringen i Forsmark inte har några höga naturvärden och ligger inom redan ianspråktagen industrimark skulle en placering av inkapslingsanläggningen vid Forsmark 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 präglat av industriell verksamhet.

De studerade rödlistade fågelarterna inom påverkansområdet håller en stabil population och påverkas inte nämnvärt av buller från provborrningar för slutförvaret /9-32/. 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 projektet.

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 Forsmarksverkets 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, se bilaga 1 i /9-33/. Utredningen visar inte på någon betydande skillnad i buller från anläggning eller transporter jämfört med en inkapslingsanläggning vid Clab.

Vid en lokalisering till Forsmark skulle det bli fler transporter under driftskedet än med en lokalisering i Oskarshamn, vilket beror på att man i Clab kan samutnyttja personal om anläggningarna byggs intill varandra . Däremot anläggs inga bassänger med sprängning och krossning som följd under uppförandeskedet. Inga störande vibrationer uppstår.

Beräkningar för 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 dos till kritisk grupp från anläggningar inom samma geografiska område inte får överskrida 0,1 millisievert per år. Medelvärdet 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 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 /9-34/. 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 /9-35/.

Inga beräkningar har gjorts för utsläpp som skulle orsakas av en fristående inkapslingsanläggning i Forsmark. En jämförelse kan göras med förväntade nivåer från etablering av inkapslingsanläggningen vid Clab i Oskarshamn 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 /9-14/.

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 av förekomst av vattentäkter och känslig fauna. Inga väsentliga skillnader mellan studerade lokaliseringar har identifierats i den miljöriskanalys som gjorts /9-24/.

9.2.5.2 Radiologisk säkerhet och strålskydd

Kraven på en inkapslingsanläggning i Forsmark är desamma när det gäller säkerhet och strålskydd, som för inkapslingsanläggningen vid Clab. Anläggningarna bedöms vara likvärdiga med avseende på radiologiska risker. Vid placering av inkapslingsanläggningen i Forsmark tillkommer emellertid ett moment där icke inkapslat kärnbränsle transporteras 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 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 olyckor. Det specialbyggda fartyget, övervakningssystemen och de administrativa rutinerna bidrar också till transporternas säkerhet. Inga händelser under normal drift eller möjliga olycksscenarier skulle kunna orsaka läckage av radioaktiva ämnen från transportbehållaren.

Transportbehållarna är utformade för att ge god strålskärmning. Att strålningsnivåerna utanpå behållaren är tillräckligt låga kontrolleras alltid före uttransport. De regler som följs innebär att lasten kan hanteras av transportpersonalen utan att några ytterligare strålskyddsåtgärder behövs.

Systemet för övervakning och fysiskt skydd i samband med sjötransporten fungerar lika oavsett typ av last. Även landtransporterna med terminalfordon omges med säkerhetsåtgärder mot olycks-tillbud och skadegörelse.

Transporter av bränsleelement 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 (cirka 10–15 procent av den 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 präglat 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 vara små för naturmiljön. 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 liten 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 av inkapslingsanläggningen. Med hänsyn till att riktvärden för buller och luft kommer att underskridas vid närmast belägna bostäder, vid 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 använda 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 innebär i stället 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 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 befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab även för inkapslingsanläggningen. Sammanfattningen ovan visas även i tabellform i tabell 9-9.

Tabell 9-9. Sammanställning av effekter och konsekvenser av alternativ som har belysts i miljökonsekvensbeskrivningen.

	Lokalisering vid Clab i Oskarshamn	Lokalisering i Forsmark
Naturmiljö Grundvatten och utsläpp till vatten	Sprängningar sker för bassängen till inkapslingsanläggningen. Grundvattnet beräknas påverkas i mycket liten omfattning.	Ingen bassäng och inga sprängningsarbeten behövs. Därmed påverkas inte grundvattnet.
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 för slutförvar 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 för slutförvar visar att fåglarna påverkas i liten utsträckning av störningen.
Kulturmiljö och landskap	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.
Boendemiljö och hälsa Buller	Transporter, bullrande arbetsmoment under uppförandeskedet och ventilationsfläktar under drift bidrar till buller. Gällande riktvärden beräknas kunna innehållas om skärmnings görs kvälls- och nattetid varför ingen betydande störning för närboende har identifierats.	Färre bullerkällor under uppförandeskedet i förhållande till alternativet vid Clab men 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.
Boendemiljö och hälsa Radioaktiva ämnen	Gränsvärdet för dos till kritisk grupp underskrids med marginal vid de kärntekniska anläggningarna på Simpevarpshalvön. 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.
Boendemiljö och hälsa Utsläpp till luft	Transporter och arbetsmaskiner ger upphov till utsläpp till luft. Med hänsyn till befintlig luftföroreningssituation 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 luftföroreningssituation 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.
Risk och säkerhet Icke-radiologiska	Icke-radiologiska risker förkommer 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.
Risk och säkerhet Radiologiska	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. Det tillkommande transport-momentet med fartygstransport 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 för använt kärnbränsle

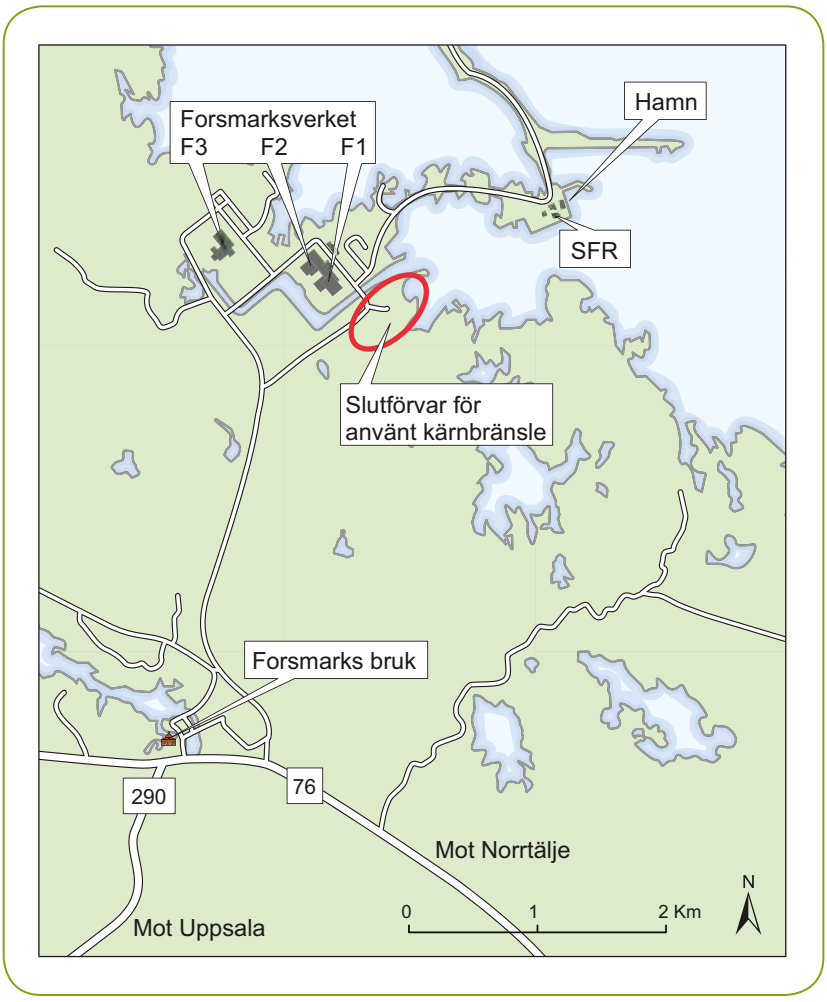
SKB har valt Forsmark som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle. Valet har stått mellan Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar i Oskarshamns kommun. Det som avgjort valet är att Forsmark bedöms ge bättre förutsättningar för att åstadkomma ett långsiktigt säkert förvar. De avgörande faktorerna 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 som skulle ha inneburit en slutförvarsanläggning i Laxemar.

Avvecklingsskedet har utretts på en mer översiktlig nivå beroende på att det finns lagkrav på att en MKB upprättas inför avvecklingsskedet samt att avvecklingen ligger långt fram i tiden, vilket medför stora osäkerheter.

10.1 Sökt verksamhet – Forsmark

SKB ansöker om att placera slutförvarsanläggningen inom Forsmarks industriområde, i närheten av kärnkraftverket och SFR, se ungefärligt läge i figur 10-1.



Figur 10-1. Ungefärligt läge för slutförvarsanläggningen.

10.1.1 Anläggningsutformning

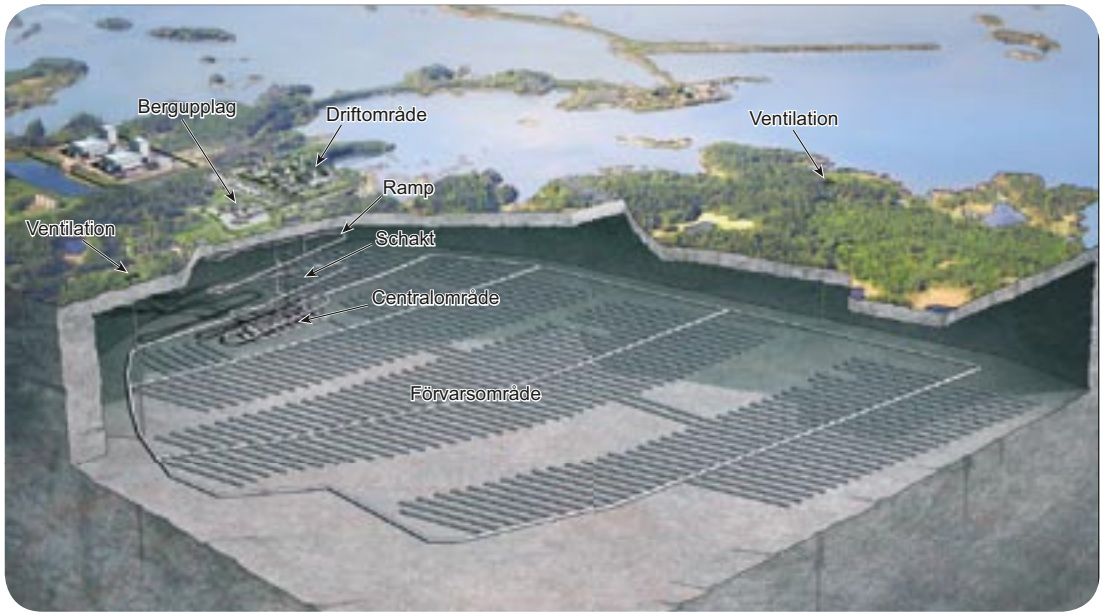
Slutförvarsanläggningen kommer att bestå av en ovanmarksdel och en undermarksdel, se figur 10-2. De centrala funktionerna ovan mark för anläggningens drift kommer att samlas inom det så kallade driftområdet. Detta består till en del av bevakat område, det inre driftområdet, där det använda kärnbränslet 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.

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.



Figur 10-2. Slutförvarsanläggningen.



Figur 10-3. Driftområde situationsplan.

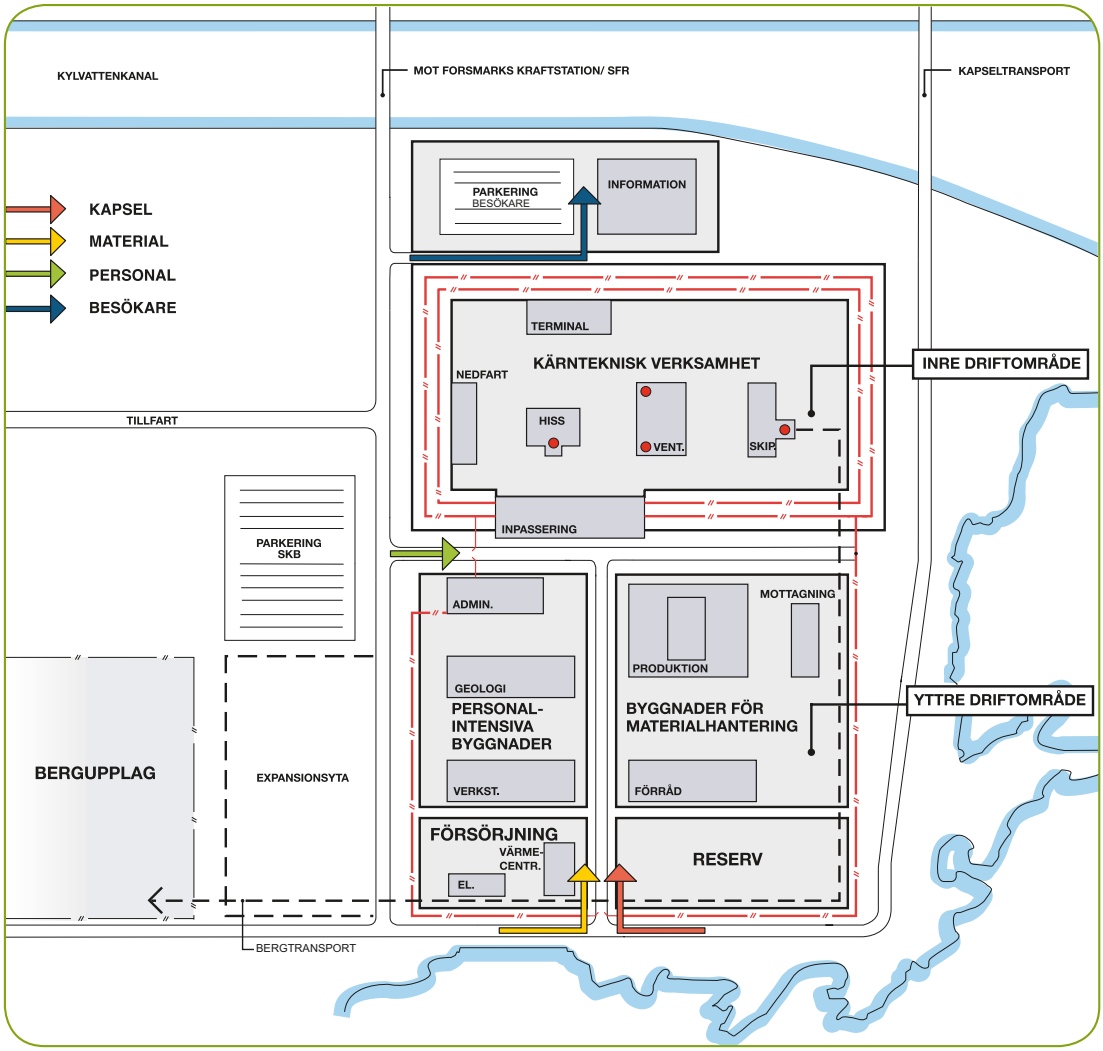
I det yttre driftområdet kommer följande byggnader att finnas:

- 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.
- Geologibyggnaden 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 passera innan den fortsätter bort mot bergupplaget.

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 person-transporter.
- 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.



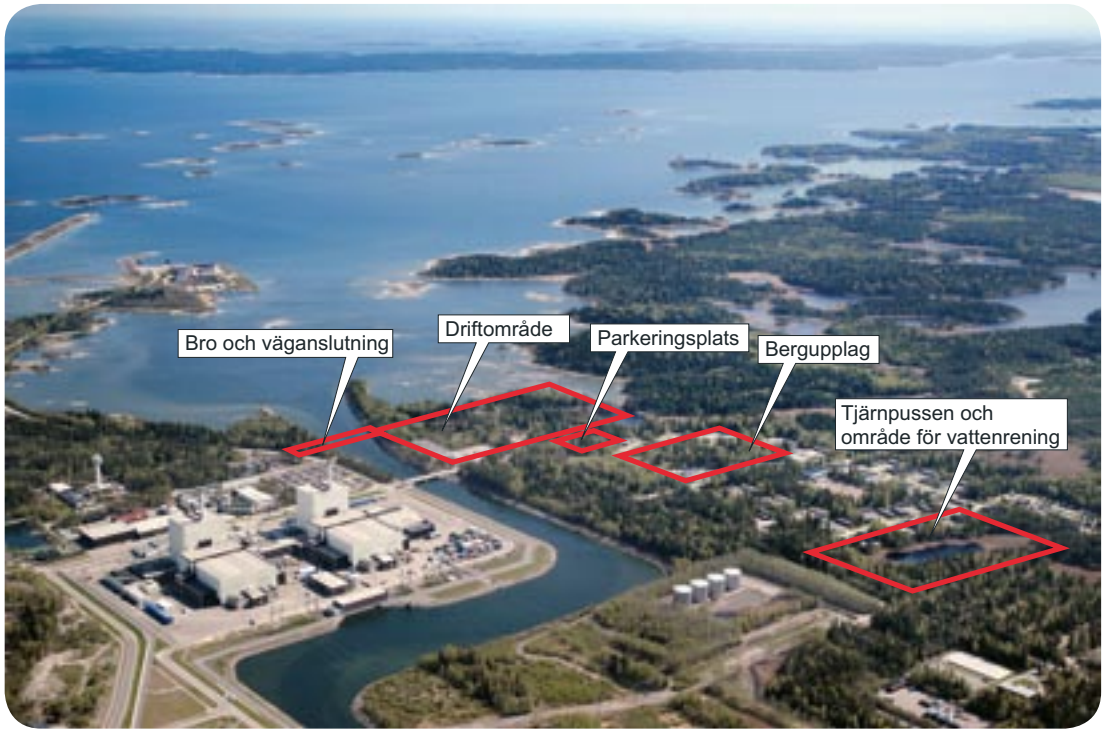
Figur 10-4. Driftområde, funktionell disposition.

Följande byggnader 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 ventilera 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 anläggningen 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 tjärn, benämnd Tjärnpussen, som i dag ligger invid barackbyn, se figur 10-5.

Infarten för fordonstrafiken kommer att vara den nuvarande tillfartsvägen till kraftverket som kommer att kräva vissa ändringar intill driftområdet. En ny förbindelse mellan slutförvarsanläggningen och SFR kommer också att byggas. Den nya vägen kommer huvudsakligen att användas för kapseltransporter från Forsmarks hamn till slutförvarsanläggningen samt för bergtransporter under utbyggnaden av SFR. En ny bro måste dras över kylvattenkanalen längre österut (närmare SFR) än den nuvarande bron. Bron planeras för två filer och en gång- och cykelbana. Brons längd om cirka 90 meter innebär att minst ett mellanstöd i vattnet behövs.



Figur 10-5. Lokalisering av slutförvarsanläggningen samt ändringar av befintlig infrastruktur.

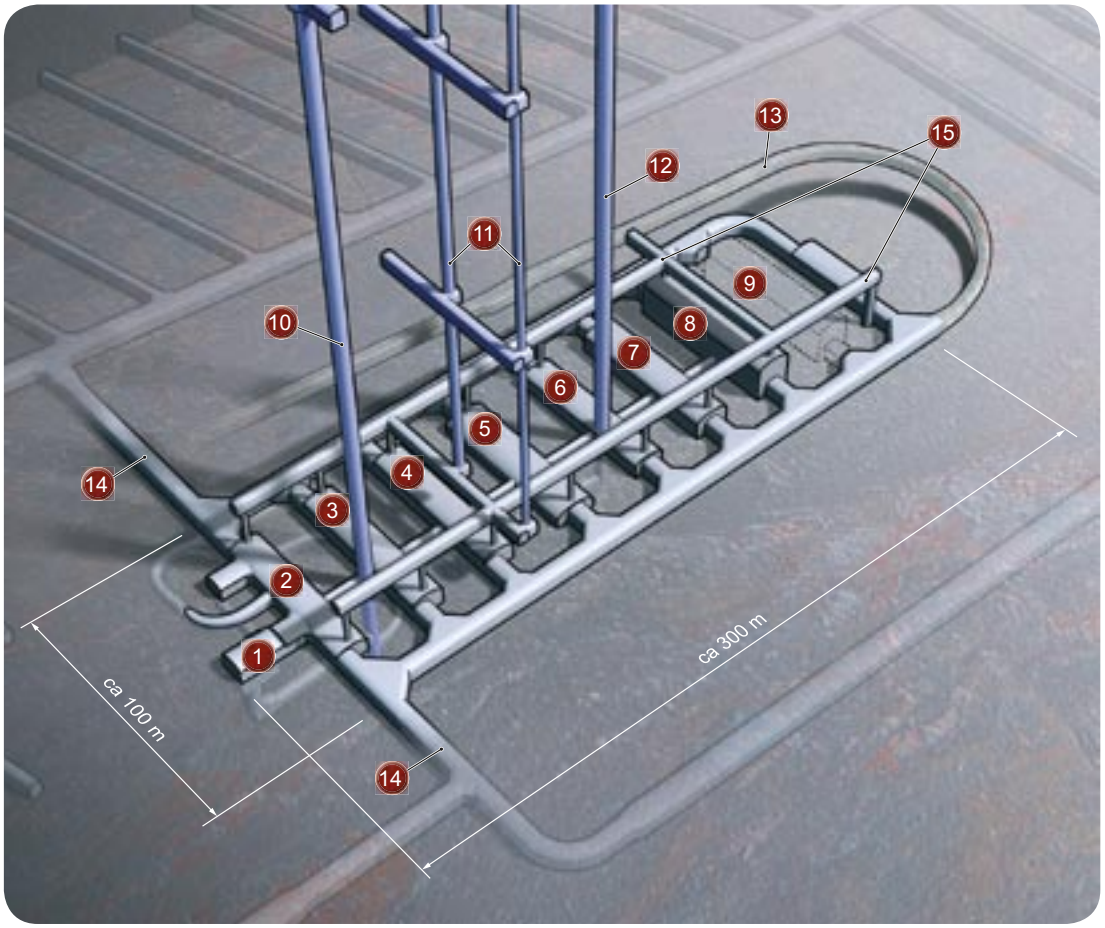
10.1.1.2 Undermarksdel

Undermarksdelen ingår i sin helhet i den kärntekniska anläggningen. Undermarksdelen kommer att bestå av schakt, ramp, centralområde och förvarsområde.

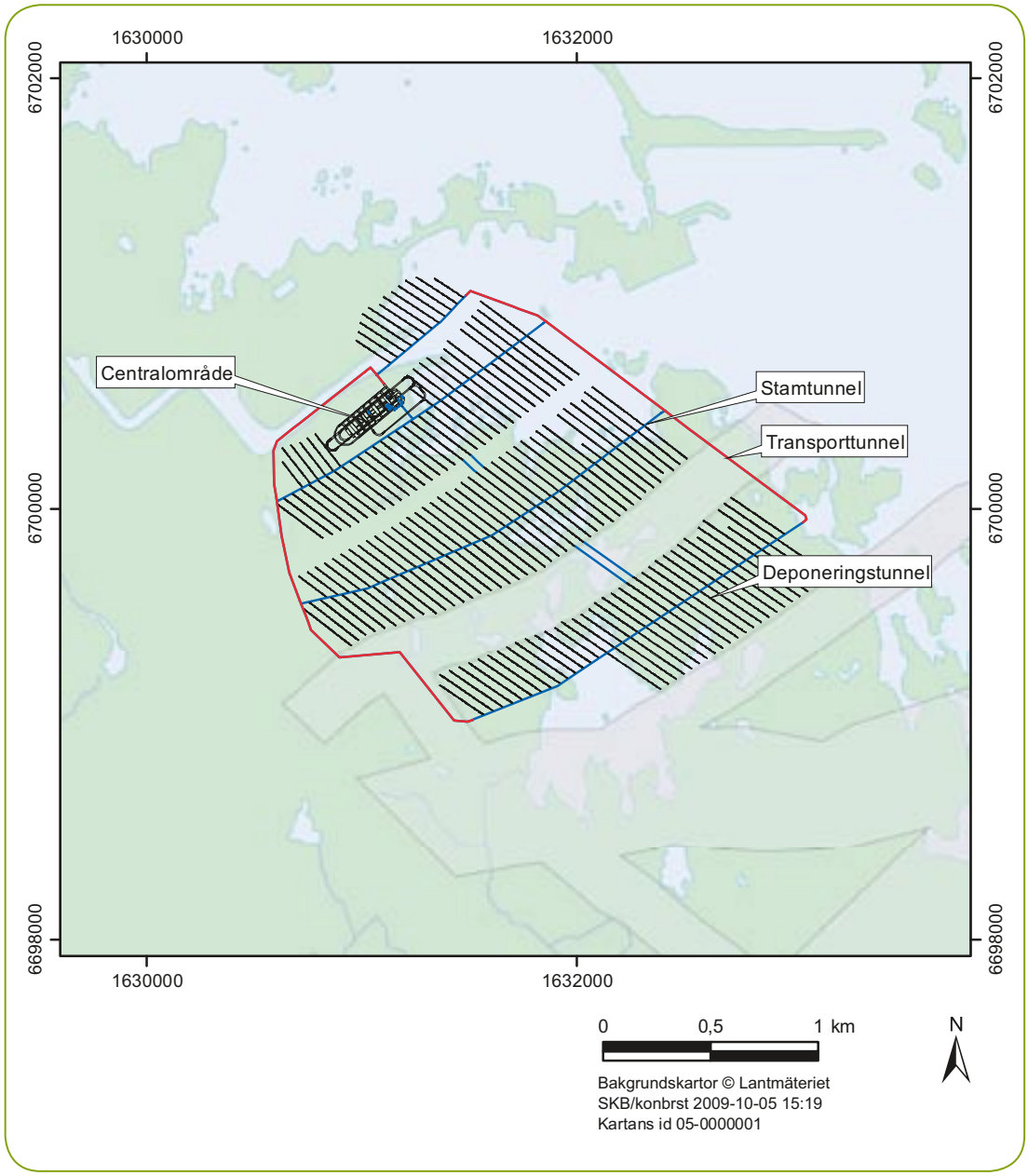
Centralområdet kommer att ligga rakt under det inre driftområdet i ovanmarksdelen, se figur 10-6. Det kommer att bestå av en rad parallella hallar som har olika funktioner för undermarksdelens drift. Hallarna binds samman med tunnlar på båda sidor som utgör de genomgående transportvägarna i centralområdet. Centralt kommer det att finnas en genomgående gångtunnel och en servicetunnel som utgör förbindelse till skipschaktets botten.

Mellan centralområdet och förvarsområdet kommer det att finnas tunnlar för transporter. Kapslar med använt kärnbränsle, buffert och återfyllning transporteras ut till förvarsområdet och från förvarsområdet kommer transporter av utsprängda bergmassor för transport till markytan i skipen. För ventilationen av centralområdet kommer det att finnas två längsgående ventilationstunnlar, en för tilluft och en för frånluft, som ansluter ovanifrån till varje hall. Till dessa tunnlar har ventilationsschakten till ovanmarksdelen sin anslutning.

Förvarsområdet, där den slutliga 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.



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. Ventilationsschakt 12. Hisschakt 13. Ramp 14. Transporttunnlar 15. Ventilationstunnlar.



Figur 10-7. Förvarsområdets utbredning.

Förvarsområdet delas in i flera deponeringsområden. Inom området förekommer sprickzoner där deponering av kapslar inte kan göras. Layouten för förvarsområdet är baserad på resultaten från platsundersökningarna. 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 fram 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 borrade i deponeringstunnlarnas golv.

10.1.2 Verksamhetsbeskrivning

10.1.2.1 Uppförandeskede

Uppförandeskedet beräknas ta sju år och avslutas med en samfunktionsprovning, som prövar att hela slutförvarssystemet ska fungera som planerat, organisatoriskt såväl som tekniskt. Samfunktionsprovningen efterföljs av en ansökan till Strålsäkerhetsmyndigheten om provdrift.

Under den första delen av uppförandeskedet kommer följande byggarbeten att utföras, se figur 10-8:

- Byggområde etableras och ytor för bodar och parkering anläggs.
- Marken inom det inre driftområdet samt i delar av det yttre driftområdet fylls ut.
- Nedfartsbyggnad, skipbyggnad, geologibyggnad och informationsbyggnad uppförs.



Figur 10-8. Verksamhet år 2.

Följande bergarbeten kommer att utföras:

- Undersökning av berget genom borrningar.
- Utsprängning av skipschaktet samt borrning av delar av hisschakt och ventilationsschakt.
- Utsprängning av berglaststationen.
- Utsprängning av cirka tre kilometer av rampen.
- Etablering av bergupplaget.

Följande installationsarbeten kommer att göras:

- Installation av skip.
- Installation av kross- och bergutlastningsutrustning.

Under den första halvan av uppförandeskedet kommer cirka 190 000 kubikmeter berg att tas ut. Detta motsvarar ungefär 55 000 kubikmeter per år eller cirka 150 000 ton. Totalt kommer cirka 500 000 ton berg att tas ut under uppförandeskedets första del. 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 vägmaterial 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.

Under uppförandeskedets andra del kommer verksamheten att intensifieras. Följande byggarbeten planeras år 4–7, se figurerna 10-9 och 10-10:

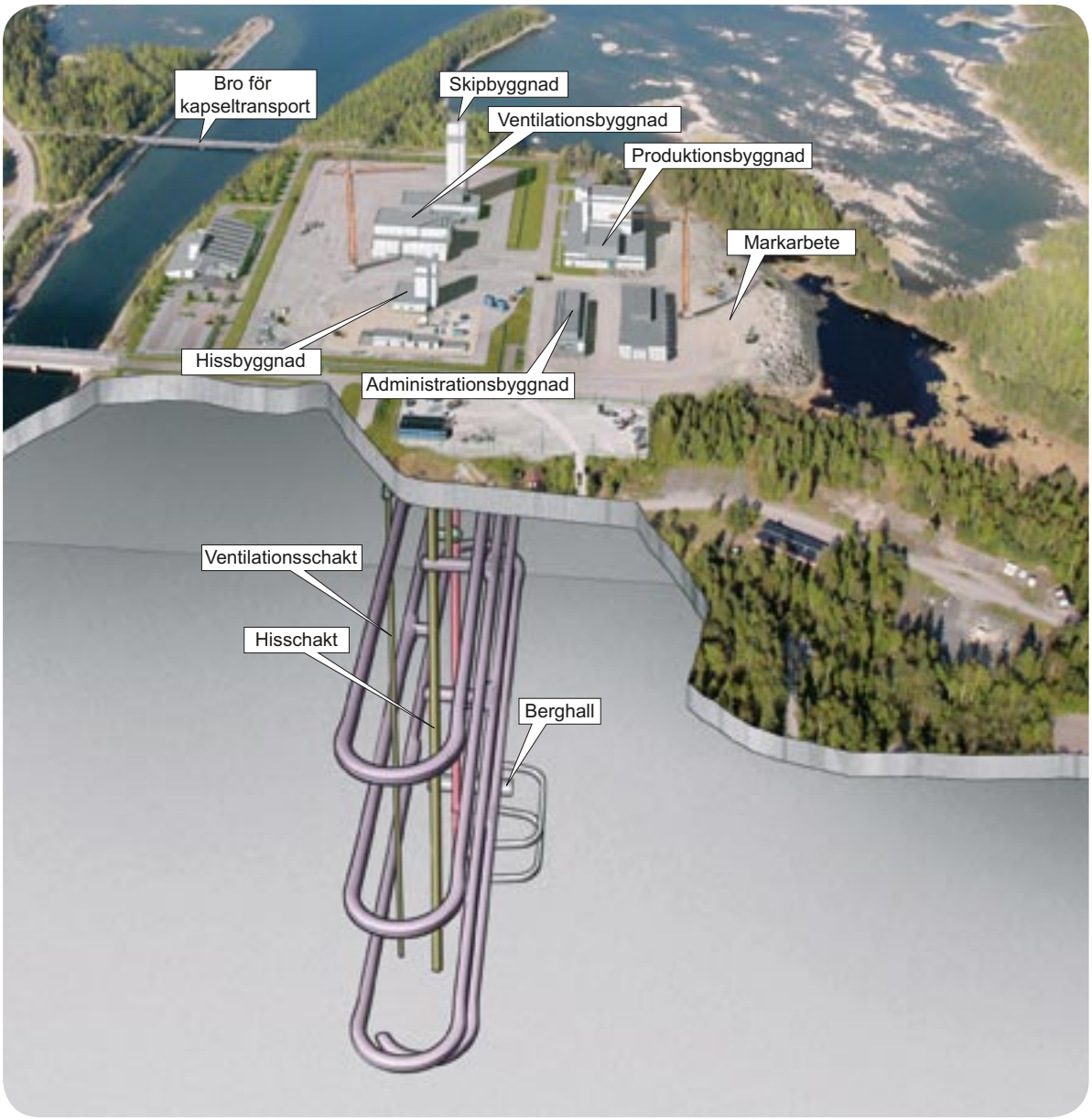
- Återstående delar av det yttre driftområdet fylls ut.
- Samtliga byggnader ovan mark anläggs och det fysiska skyddet byggs ut.
- Bandgången för bergmassor etableras.
- En bro för kapseltransport byggs över kylvattenkanalen.
- Lakvattenhantering anläggs.

Följande bergarbeten kommer att utföras:

- Schakten och rampen färdigställs.
- Centralområdet sprängs ut och färdigställs.
- Transporttunnlar och stamtunnlar i förvarsområdet påbörjas.
- Drivning av deponeringstunnlar och borrning av deponeringshål påbörjas.
- Undersökning av berget på förvarsnivå.

Följande installationsarbeten kommer att utföras:

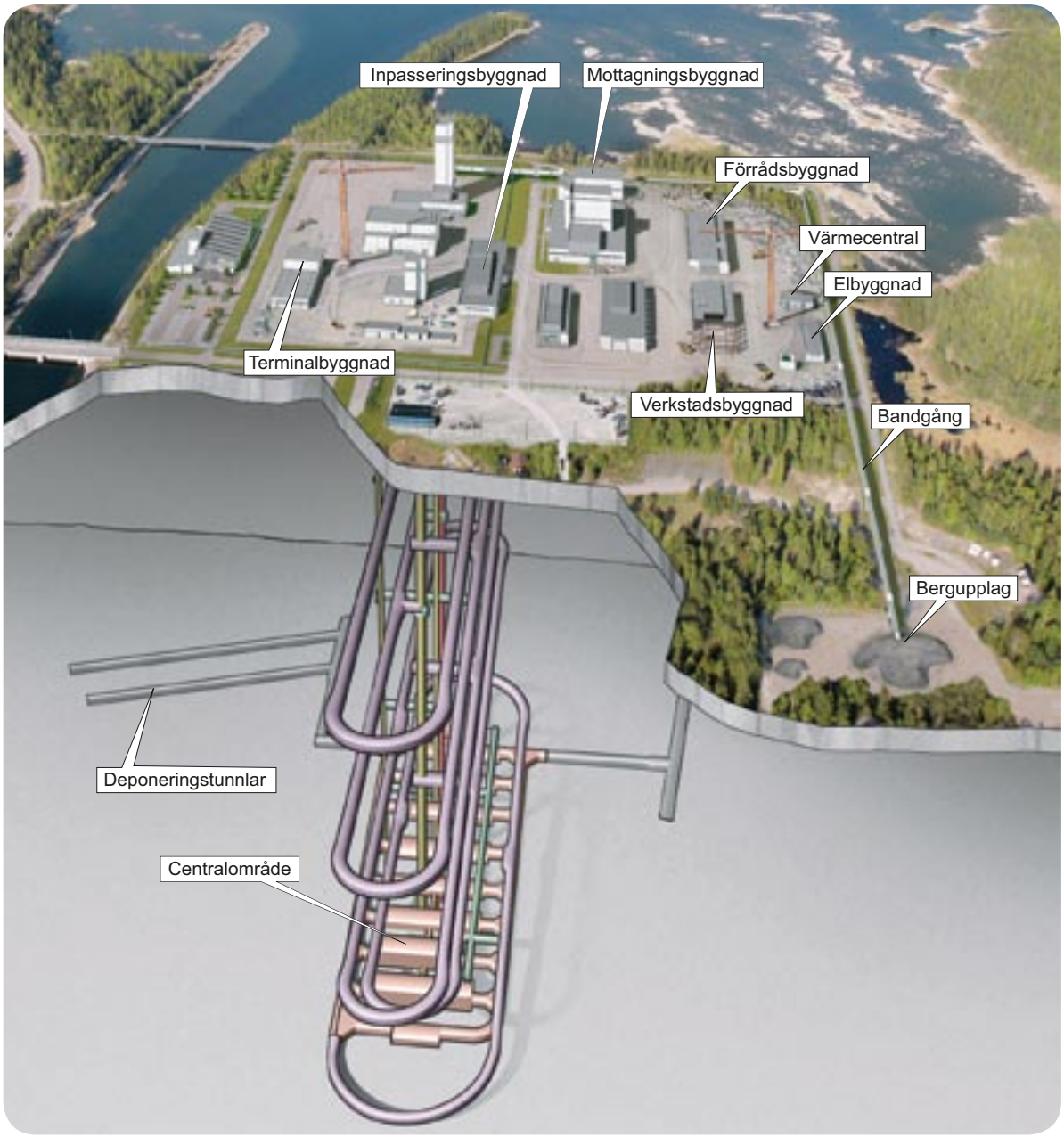
- Installation av samtliga resterande system och utrustningar.



Figur 10-9. Verksamhet år 4.

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 samfunktionsprovningen kan inledas. Cirka 300–400 personer förväntas vara sysselsatta i anläggningen vid slutet av uppförandeskedet /10-3/.



Figur 10-10. Verksamhet år 6.

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.

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 växtnäringsämnen 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 uppsamlingstankar och dessa körs sedan till reningsverket. Reningsverket kommer att dimensioneras för att ha kapacitet för att även omhänderta spillvatten från slutförvarsanläggningen /10-4/.

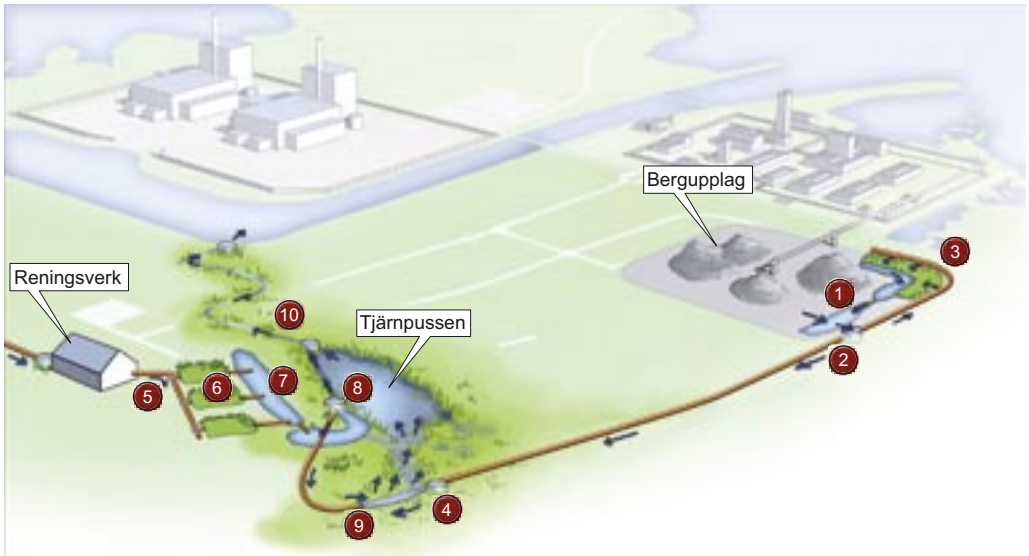
Tabell 10-1. Vattenflöden under uppförandeskedet /10-4/. Flöde för länshållningsvatten baseras på resultat framtagna för att utreda bortledning av grundvatten i underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I.

	Flöde m^3/dygn	Fosfor kg/år	Kväve ton/år	Salt
Spillvatten (Sanitärt vatten)	30–40	85	0,6	–
Länshållningsvatten	800–1 700	–	1,0–4,5	Något
Lakvatten	50	–	1,5–6,1	–
Dagvatten	< 80 utan LOD* 0 med LOD**	< 8 utan LOD	–	–

* utan LOD: innebär att inga åtgärder vidtas för lokalt omhändertagande av dagvatten.
** Med LOD: innebär att dagvattnet tas om hand lokalt med hjälp av diverse åtgärder.

Hantering av länshållningsvatten (sedimentering och oljeavskiljning) sker med hjälp av provisoriska lösningar fram till dess att centralområdet är klart. Länshållningsvatten leds ut i den norra, djupare delen av Söderviken. Under den senare delen av uppförandeskedet kommer länshållningsvatten 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. Kvävereningen kommer att ske genom att lakvattnet leds till en översilningsyta som också ligger inom bergupplagets område. Vattnet recirkuleras mellan sedimentationsdamm, översilning och pumpbrun flera gånger innan det leds ut till kärrområdet Tjärnpussen för vidare kväverening, se figur 10-11.



1. Lakvatten från bergupplaget samlas upp i en sedimenterings- och utjämningsdamm vid bergupplaget.
2-3. Det sedimenterade och flödesutjämnade lakvattnet leds till en pumpbrunn (2) och pumpas över till en översilningsyta (3) för så kallad nitrifikation, det vill säga omvandling av ammoniumkväve till nitratkväve. Beskickningen till översilningen sker pulsvis och upprepas flera gånger genom att lakvattnet recirkuleras mellan sedimentationsdamm, översilning och pumpbrunn.
4. Utgående lakvatten går via avloppsbrunn till kärrområdet Tjärnpussen.
5-6. Spillvatten från reningsverket (5) efterbehandlas i så kallade pulskärr (6).
7. Vattnet samlas upp i en större damm för slutbehandling.
8. Utgående spillvatten leds från slutbehandlingsdammen till en utsläppsbrunn för kontroll. Efter utsläppspunkten leds det behandlade spillvattnet förbi Tjärnpussen via förbiledningsdike.
9. Från utsläppsbrunnen finns också möjlighet att pumpa en delström utgående spillvatten till utloppet för behandlat lakvatten för att fosforberika vattnet för optimal kvävereduktion.
10. Behandlat lak- och spillvatten leds ut från Tjärnpussen via en uttagsbrunn för reglering och kontroll till ett dike som mynnar ut i kylvattenkanalen.

Figur 10-11. Skiss över rening av lakvatten och efterbehanding av spillvatten.

Från Tjärnpussen kommer vattnet att fortsätta genom naturliga utströmnings- och avbördningsstråk till kylvattenkanalen. Lakvattenmängden bedöms under såväl uppförande- som driftskede uppgå till cirka 50 kubikmeter per dygn med ojämna strömmar (lakvatten bedöms uppstå under regn och snösmältning).

Det dagvatten som bildas i samband med etablering av driftområdet planeras omhändertas lokalt 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 istället för att ledas till recipient.

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. Med externa transporter avses transporter mellan slutförvarsanläggningen och en start- eller målpunkt som ligger utanför anläggningen.

I beskrivningarna av de interna och externa 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.

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)	Totala körsträcka (km)
Skogsavverkningsmaskin	40	
Schaktmaskin	600	
Grävmaskin	5 100	
Traktorgrävare	400	
Hjullastare	15 450	
Dumper, 10 m³	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 m³		43 300
Betongpump	900	
Dumper, 20 m³		145 500
Skrotmaskin	3 600	
Sprängmedelstransport		11 700
Lastbil, 10 m³		38 000
Fordon, asfaltbeläggning		600

Externa transporter

De externa transporterna kommer att bestå av bergmassor, byggmaterial och personal.

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. Utskeppning 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. De prognoser av vägtrafiken till och från slutförvarsanläggningen som gjorts förutsätter att allt överskottsberg avyttras och att borttransport sker med lastbil /10-2/.

I tabell 10-3 redovisas antalet transporter av bergmaterial under uppförandeskedet till och från slutförvarsanläggningen. Transportantalet 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 uppdelat 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.

De transporter som uppkommer runt slutförvarsanläggningen kommer att fördelas på vägarna i regionen. I transportutredningen /10-2/ har vissa antaganden gjorts om transporternas målpunkter för att trafikeffekterna ska kunna kvantifieras. I transportutredningen antas att samtliga transporter från anläggningen går söderut på riksväg 76 och att inga transporter kör riksväg 76 norrut mot Lövstabruk/Gävle eller länsväg 290 västerut mot Österbybruk. Antaganden baseras på dagens pendling från FKA som till 90 procent sker söderut på riksväg 76 /10-2/. Trafikmängderna i tabell 10-4 anges för tre punkter längs riksväg 76 samt för en punkt längs länsväg 288 mot Uppsala, se figur 10-12. Sedan transportutredningen genomfördes har antalet bergtransporter reviderats något. Dessa förändringar medför att under typåret 2015 minskar bergtransporterna med cirka tolv procent, jämfört med de siffror som har redovisats här medan de under typåren 2018 och 2030 ökar med cirka tolv procent. Antalet bergtransporter i tabell 10-3 grundar sig på de nya siffrorna.

Tabell 10-3. Uppskattade transporter till och från slutförvarsanläggningen. Fordonsrörelser per dygn under uppförandeskedet /10-5/.

Typ av transport	Antal fordonsrörelser per dygn, medeltal
Personbilar	500
Lätta transporter <3,5 ton	30
Tunga transporter >3,5 ton (exkl bergmassor)	35
Tunga transporter >3,5 ton (bergmassor)	75

Tabell 10-4. Uppskattade trafikmängder (fordonsrörelser per dygn) på fyra punkter runt en slutförvarsanläggning i Forsmark. Siffrorna efter vägavsnitten hänvisar till numreringen i figur 10-10 /10-2, 10-7/.

	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



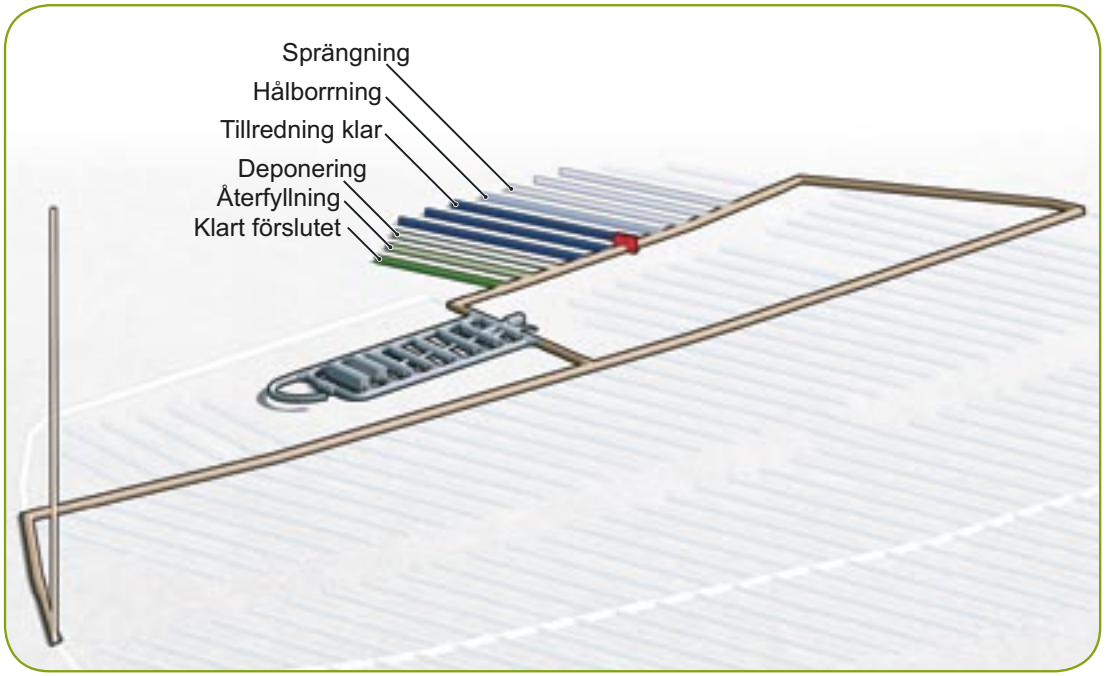
Figur 10-12. Vägavsnitt där uppskattning av trafikvolymerna från slutförvarsanläggningen redovisas.

Tabell 10-4 redovisar en sammanställning av prognostiserat trafikflöde för typåren 2015 och 2018, samt bedömt fördelat tillskott av masstransporter samt övrig bygg- och persontrafik för de redovisade vägavsnitten. Trafiken på vägarna utan slutförvarsanläggningen har beräknats utifrån Vägverkets prognos för framtidens trafik /10-6/.

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.



Figur 10-13. Förvarsområdet vid övergång till 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 under den rutinmässiga driften kommer att vara:

- Detaljundersökningar.
- Tillredning av nya deponeringstunnlar.
- Deponering av kapslar.
- Återfyllning och förslutning av deponeringstunnlar.
- Tillverkning av buffert och återfyllning.

Deponeringsarbeten omfattar förberedelser för deponering, placering av buffert i deponeringshål, deponering av kapsel, samt återfyllning och förslutning av deponeringstunneln. När en deponeringstunnel har återfyllts i sin helhet försluts 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. Bergarbete och deponering sker separerat för att inte påverka varandra. Genomsnittlig deponeringstakt planeras till cirka 150 kapslar per år.

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 4 800 000 ton /10-5/. 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 innan 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 svårgenomtränglig 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 /10-5/.

Vattenhantering

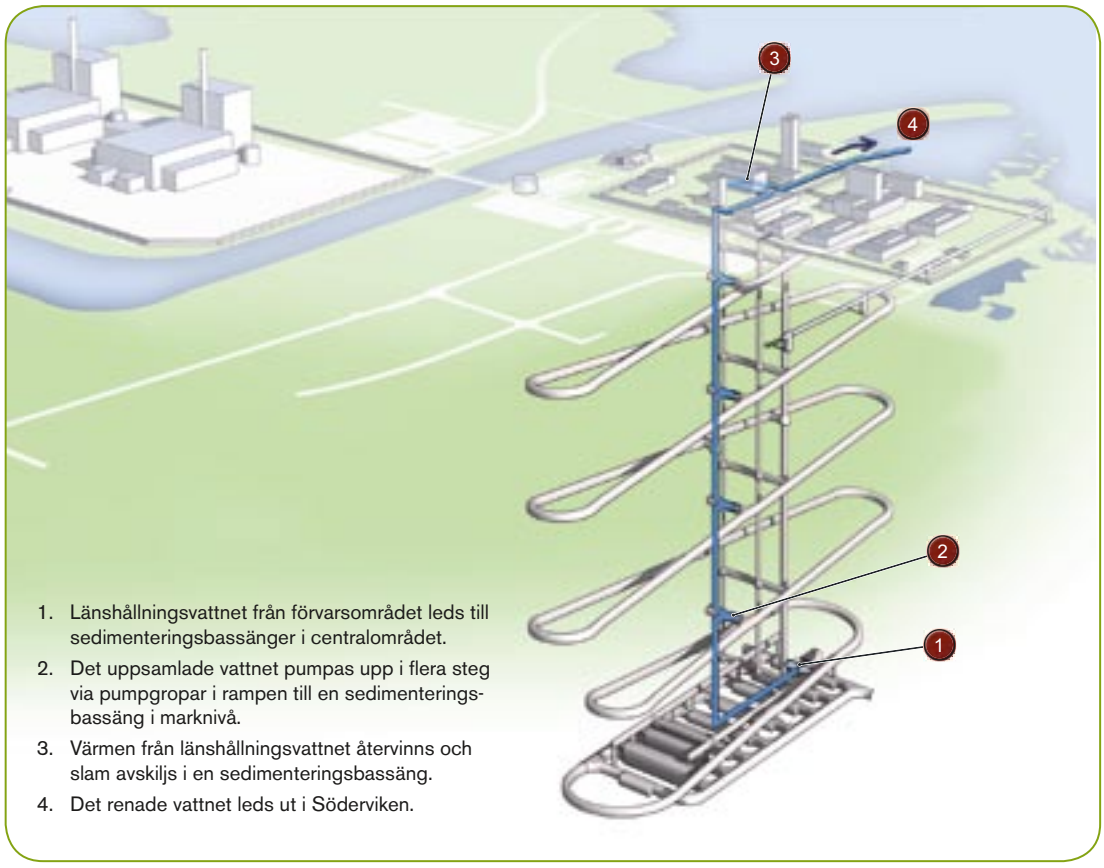
Vattenhanteringen kommer att ske på samma sätt under driftskedet som under den senare delen av uppförandeskedet. Tabell 10-5 visar fördelningen mellan de olika vattenflödena under driftskedet.

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 uppfordringsplatsen för länshållningsvattnet kommer vattnet att passera en värmeväxlare för återvinning av värme, som används till att värma tilluften i undermarksanläggningen. Därefter leds vattnet ut i Söderviken.

Tabell 10-5. Vattenflöden under driftskedet /10-4/. Flöde för länshållningsvatten baseras på resultat framtagna för att utreda bortledning av grundvatten i underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I.

	Flöde m^3/dygn	Fosfor kg/år	Kväve ton/år	Salt
Spillvatten (Sanitärt vatten)	30–40	45	0,4	–
Länshållningsvatten	1 700–3 400	–	0,2–0,9	Ja
Lakvatten	50	–	0,3–1,2	–
Dagvatten	80 utan OD* 0 med LOD**	8 utan LOD	–	–

* Utan LOD: innebär att inga åtgärder vidtas för lokalt omhändertagande av dagvatten.
** Med LOD: innebär att dagvattnet tas om hand lokalt med hjälp av diverse åtgärder.



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, se 9.1.2.2 och därefter vidare med terminalfordon till terminalbyggnaden som ligger inom slutförvarsanläggningens inre driftområde, se 9.1.2.2. Kapslarna kommer att transporteras ned till omlastningshallen på förvarsnivå via rampen. Transporten sker med särskilt fordon som tagits fram för denna transport. I omlastningshallen förs kapseln över till deponeringsmaskinen som transporterar kapseln vidare till deponeringstunneln. Vid all transport kommer kapseln att ligga skyddad i kapseltransportbehållare förutom då kapseln transporteras med deponeringsmaskinen.

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.

Transportarbetet per år kommer att vara lägre 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

Antalet externa transporter kommer att minska under slutförvarsanläggningens driftskede jämfört med uppförandeskedet. Under driftskedet tillkommer transporter av buffertmaterial samt material för återfyllnad av deponeringstunnlar och övriga utrymmen under mark. Cirka 120 000 ton berg kommer att tas ut per år. Precis som under uppförandeskedet förutsätts överskottsberg kunna avyttras på marknaden.

Tabell 10-6. Uppskattat transportarbete för arbetsmaskiner under driftskedet /10-2/.

Driftskedet	Total gångtid (tim/år)	Total körsträcka (km/år)
Dumper, 20 m³		10 400
Sprängmedelstransporter		3 800
Skrotningsmaskin	600	
Grävmaskin	1 100	
Skylift	3 000	
Betongbil, 5 m³		3 400
Lastbil, 10 m³		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	

Bentonitåtgången beräknas bli cirka 49 000 ton per år /10-5/. Tillgång till lämplig bentonit saknas i Sverige vilket gör att materialet måste importeras från exempelvis Sydeuropa, USA eller Indien. Valet av leverantör beror av 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 även för masshantering. Hamnen i Hargshamn har goda förutsättningar för den typen av verksamhet medan hamnen i Forsmark i dagsläget inte lämpar sig för det /10-2/. I Hargshamns hamnområde finns också möjligheter till lagring av bentonit. Hargshamns hamn har beskrivits i kapitel 7 om platsförutsättningar, se 7.1.1.6. För att mottagningen ska fungera måste vissa förändringar av hamnen genomföras /10-8/. En mottagningsanläggning kan innebära att befintlig kaj förlängs och att en hamnplan med lagerutrymmen behöver anpassas för mottagning av bentonit och lera. Kajen förlängs lämpligen i den östra delen, där det i dagsläget hanteras bulkgods /10-2/. En sådan förändring kan genomföras inom hamnens nuvarande tillstånd /Muntl. Hans Klingenberg, KFS Anläggningskonstruktörer AB/.

Precis som under uppförandeskedet kommer persontransporter att utgöra merparten av transporterna. I transportutredningen uppskattas persontransporter till 84 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 antas att 60 bilar och två bussar med besökare anländer till slutförvarsanläggningen per dygn under driftskedet.

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 vägavsnitten.

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 riksväg 76 förväntas mellan Forsmark och avtagsvägen mot Öregrund. I verkligheten kommer trafikökningen förmodligen att vara något mindre då en viss pendling kan förväntas norrut på riksväg 76. I nuläget sker ungefär tio procent av pendlingen från FKA norrut på riksväg 76.

Tabell 10-7. Uppskattade vägtransporter under slutförvarsanläggningens driftskede /10-5/.

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

Tabell 10-8. Uppskattad trafik år 2030, fordonsrörelser per dygn /10-2, 10-7/

	Driftskede			
	Trafikprognos utan slutförvar	Bergtransport från slutförvar	Tillkommande person- och övrig trafik	Bentonit-transport
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 Avvecklingsskede

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:

- Stamtunnlarna och transporttunnlarna återfylls på samma sätt som deponeringstunnlarna med block och pellets av pressad bentonit.
- Centralområdet återfylls med bergkross.
- Nedre delen av schakten och rampen återfylls med bentonit och övre delen med bergkross.
- Schakten och rampen förses längst upp med pluggar för att förhindra intrång /10-5/.

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 avvecklingsskedet 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 Ianspråktagande 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, en kontorsbyggnad, parkeringar, 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.

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. Den nya bron behöver ha en fri bredd av tio meter. För att ventilera undermarksdelen uppförs en ventilationsstation sydväst om driftområdet. Den tar cirka 3 000 kvadratmeter i anspråk.

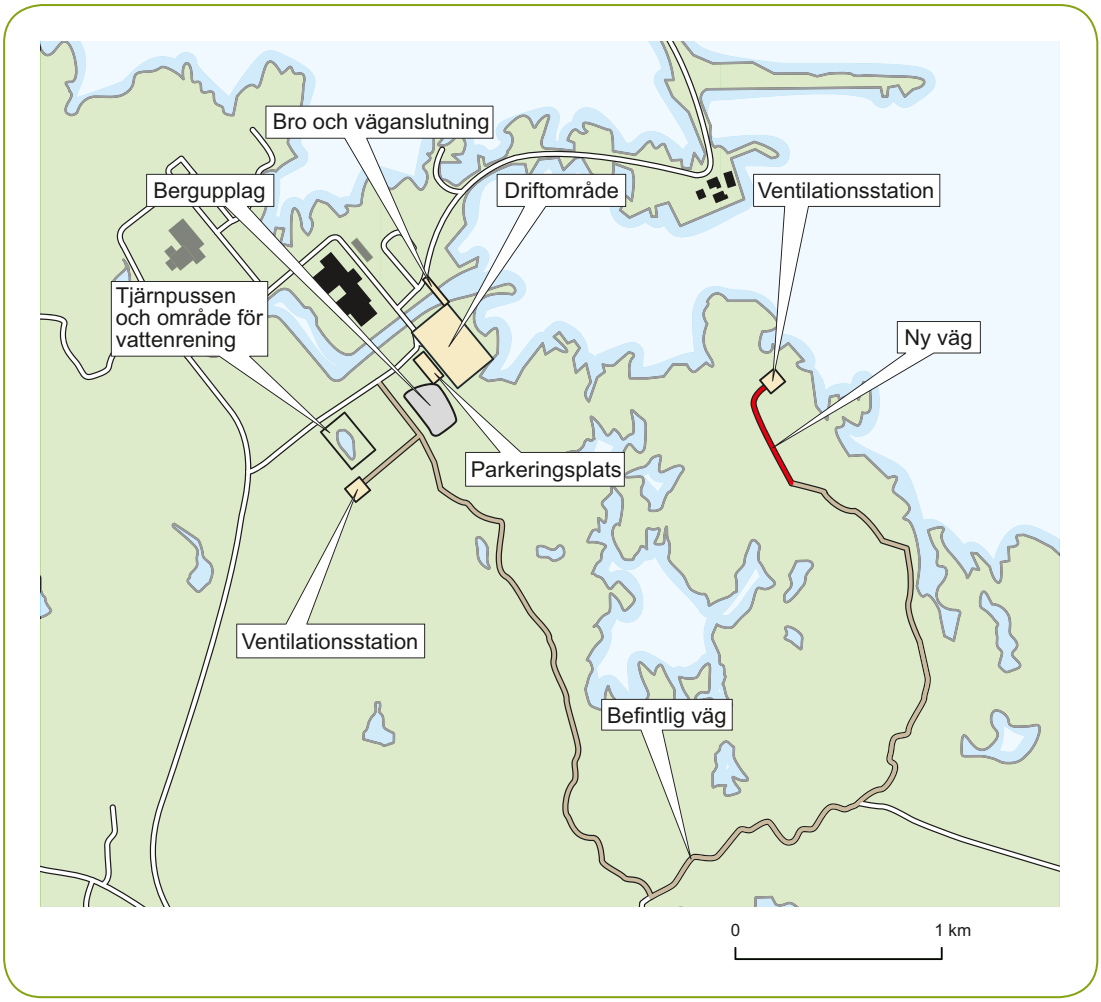
Figur 10-16 visar den färdiga anläggningen. I figur 10-17 visas en bild av vilka markområden som tas i anspråk för anläggningens olika ovanmarksdelar.



Figur 10-15. Lokalisering av verksamheten.



Figur 10-16. Fotomontage av den färdiga anläggningen.



Figur 10-17. Karta över markområden som tas i anspråk för verksamheten. Den östligaste ventilationsstationen och vägen till denna tillkommer inte förrän i driftskedet. Ventilationsstationernas lägen är preliminära och kan komma att ändras då ytterligare kunskap om bergförhållandena tillkommit.

Väster om bergupplaget kommer anläggningar för vattenrening att uppföras, se figur 10-17. En översilningsyta 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 30 000 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 475 meter /10-5/. Ytterligare en ventilationsstation anläggs nordost om Bolundsfjärden. En ny väg dras från befintlig skogsbilväg till ventilationsstationen. Denna väg utformas som en mindre skogsbilväg som kräver en cirka sju meter bred vägkorridor /10-9/. Vägdragningen kan anpassas så att påverkan på känsliga naturtyper undviks.

Avvecklingsskede

Under avvecklingsskedet 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 kommat till användning för andra ändamål, se även kapitel 10.1.2.3 /10-5/.

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 avvecklingsskedet. 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 av grundvatten. Att helt undvika inläckage är dock inte möjligt, eftersom tätningen aldrig kan göras fullständigt vattentät. Nedfartsrampen genom den ytnära, 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 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 underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I.

Förebyggande åtgärder: Tätning (injektering) under uppförande av undermarksarbete

Som en del av arbetena under mark, kommer berget kring anläggningen att tätas genom injektering. Målet med injekteringen är att minska inläckaget av grundvatten till förvarets undermarksdelar så mycket som det krävs för anläggningens uppförande och drift. Tätning görs också för att begränsa miljöpåverkan, genom att den begränsar effekter och konsekvenser i den övre delen av berget samt vid och nära markytan. Olika metoder och injekteringsmedel kan användas för att skapa en zon med en minskad vattengenomsläpplighet /10-11/.

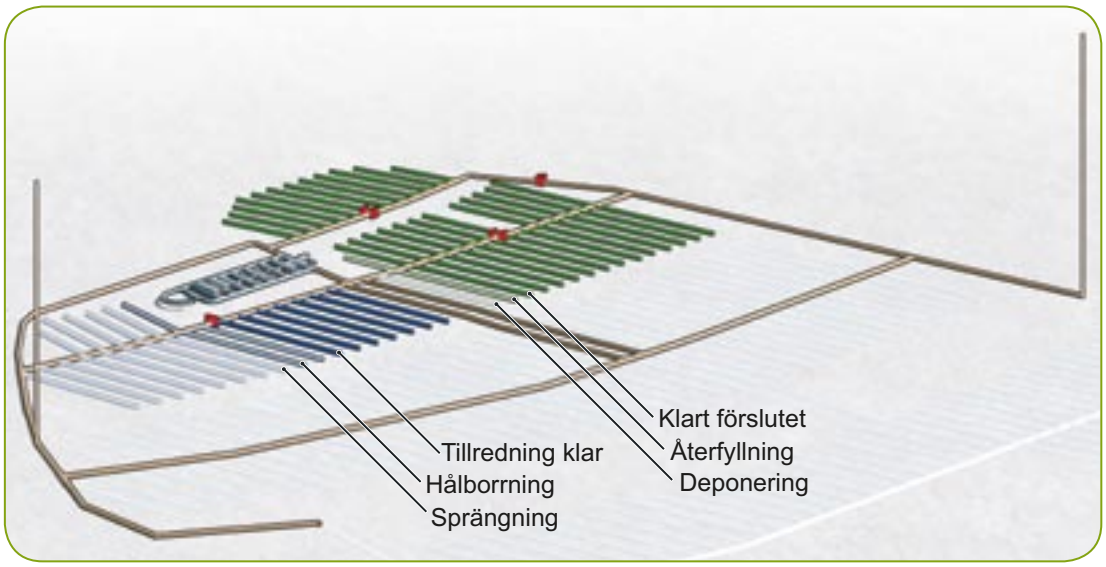
Modellering av grundvattensänkning under uppförande- och driftskede

Detaljer om modelleringsarbetet och de metoder som använts redovisas i underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I. De resultat som är mest intressanta för konsekvensbedömning för naturvärden kommer från beräkningar av avsänkning av grundvattenytan och dess påverkansområde.

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 utsprängnings-, deponerings- och återfyllnadsarbeten.

De beräkningsresultat som redovisas här utgör ett ”värsta fall” eftersom hela slutförvarsanläggningen antas vara öppen samtidigt. Det som varierar i redovisade beräkningar är tätningens vattengenomsläpplighet (hur mycket man lyckas täta berget kring anläggningen). Tabell 10-9 visar påverkansområdets storlek för olika tätningsalternativ och olika avsänkningsgränser. För konsekvensbedömningen har det ”värsta fallet” använts (tätningens vattengenomsläpplighet, $K_{inj} = 10^{-7}$ meter per sekund). Tabellen visar på variationer i påverkansområdets storlek beroende på tätningens vattengenomsläpplighet.

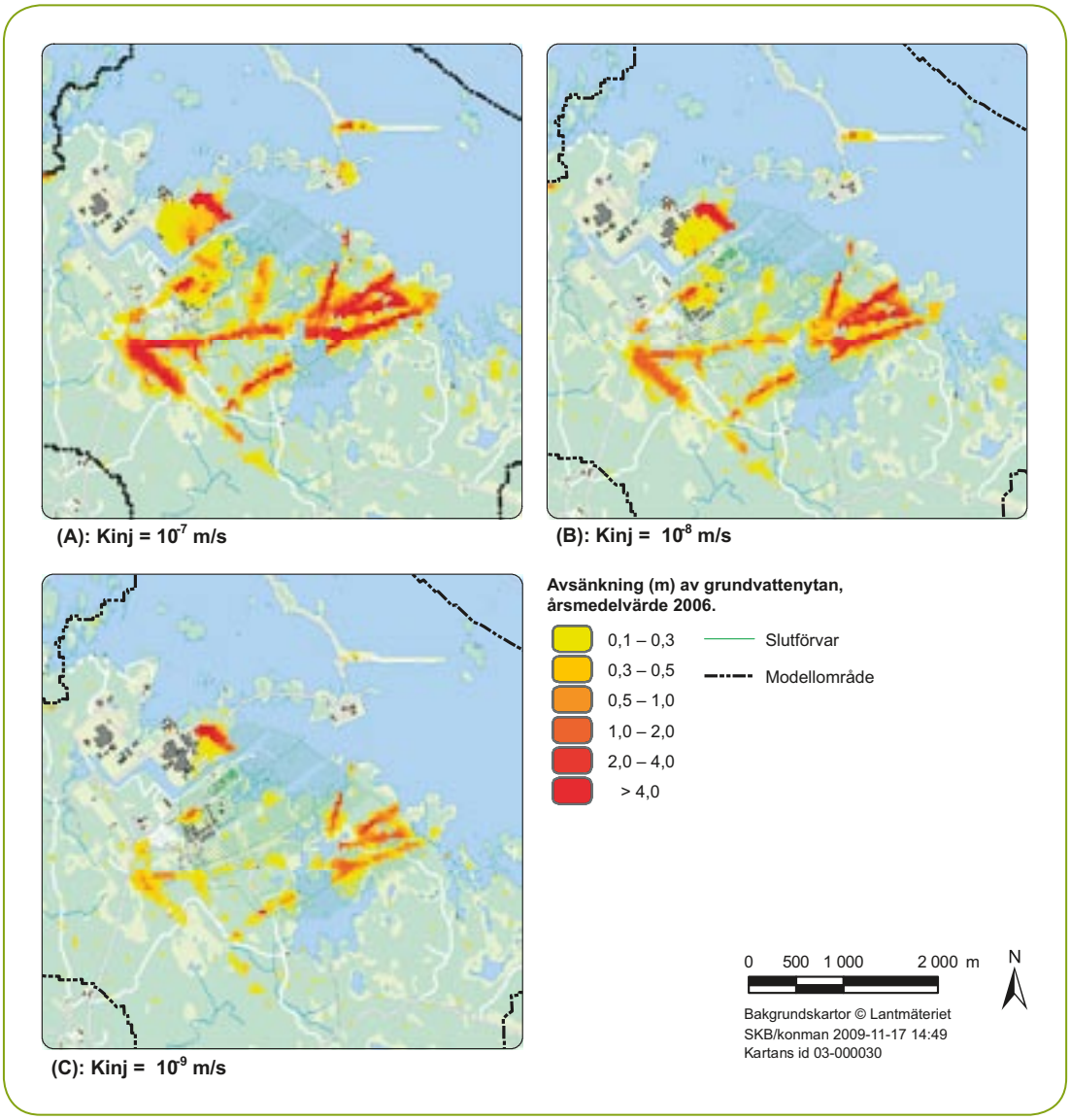
Figur 10-19 visar grundvattenytans sänkning för tre olika värden på vattengenomsläppligheten K_{inj}. De tre fallen som redovisas är $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s i figur 10-19 (A), $K_{inj} = 10^{-8}$ m/s i figur 10-19 (B) och $K_{inj} = 10^{-9}$ m/s i figur 10-19 (C). En vattengenomsläpplighet på 10^{-7} m/s kan ses som pessimistiskt, 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 där det behövs /10-11/. År 2006 har använts som ett typår i beräkningarna. År 2006 var ett relativt normalt (men något torrt) år i Forsmark ur meteorologisk synpunkt, med en ackumulerad nederbörd på 539 millimeter. Detta kan jämföras med ett bedömt långtidsmedelvärde på 559 millimeter för referensnormalperioden 1961–1990.



Figur 10-18. Illustration av principen för parallell utsprängning, deponering och återfyllning av deponeringstunnlar längs en stamtunnel.

Tabell 10-9. Påverkansområde (kvadratkilometer) för grundvattenytans avsänkning, årsmedelvärden för typåret 2006. Beräkningarna avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt.

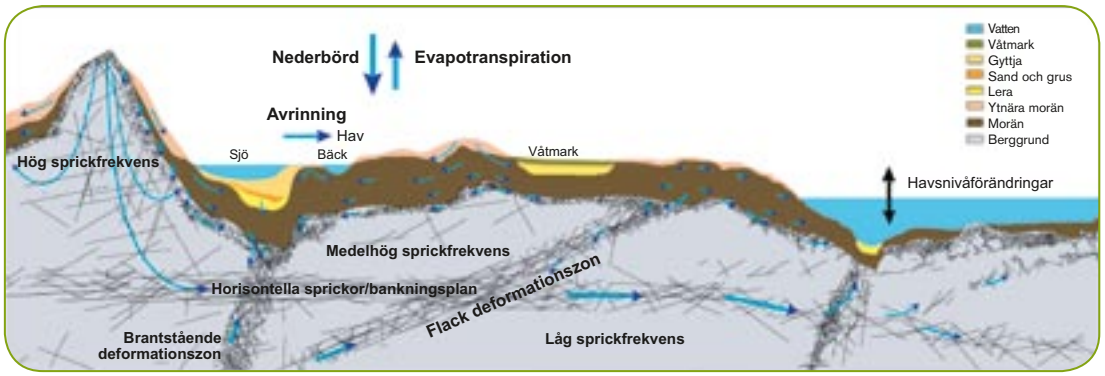
Vattengenomsläpplighet i den injekterade zonen, K_{inj} (m/s)	Maximal grundvatten-avsänkning (meter)	Påverkansområdets storlek (kvadratkilometer)			
		Avsänknings-gräns 0,1 meter	Avsänknings-gräns 0,3 meter	Avsänknings-gräns 0,5 meter	Avsänknings-gräns 1 meter
10^{-7}	47,6	2,88	1,57	1,13	0,75
10^{-8}	14,9	2,04	1,02	0,75	0,46
10^{-9}	4,5	1,21	0,49	0,32	0,14



*Figur 10-19. Årsmedelvärde för grundvattenytans sänkning under typåret 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**).*

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 områden 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, så kallade bankningsplan (strukturer med hög horisontell vattengenomsläpplighet, där grundvattnet kan flöda på ungefär samma nivå i berget). I bankningsplanen kan en förändring av grundvattnets tryck spridas ut horisontellt. Bankningsplanen möter på vissa ställen brantstående defomationszoner (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 (bankningsplan) med hög horisontell vattengenomsläpplighet och sprickzoner med hög vertikal vattengenomsläpplighet.

Grundvattenytans återhämtning efter förslutning

Under avvecklingsskedet kommer anläggningen att förslutas och bortledning av grundvatten från anläggningen kommer då att upphöra. Återhämtningsförloppet efter förslutningen kan liknas vid en spegelbild av avsänkningsförloppet. Genom att använda påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning som referens, visar modelleringar att påverkansområdet är reducerat till cirka en tredjedel sex månader efter en fullständig förslutning och till cirka en tjugondel efter ett år. En jämförelse mellan avsänknings- och återhämtningsförloppen visar att återhämtningsförloppet kan ske något snabbare än avsänkningen.

10.1.3.3 Buller

I dagsläget är den dominerande bullerkällan 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, borr- 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.

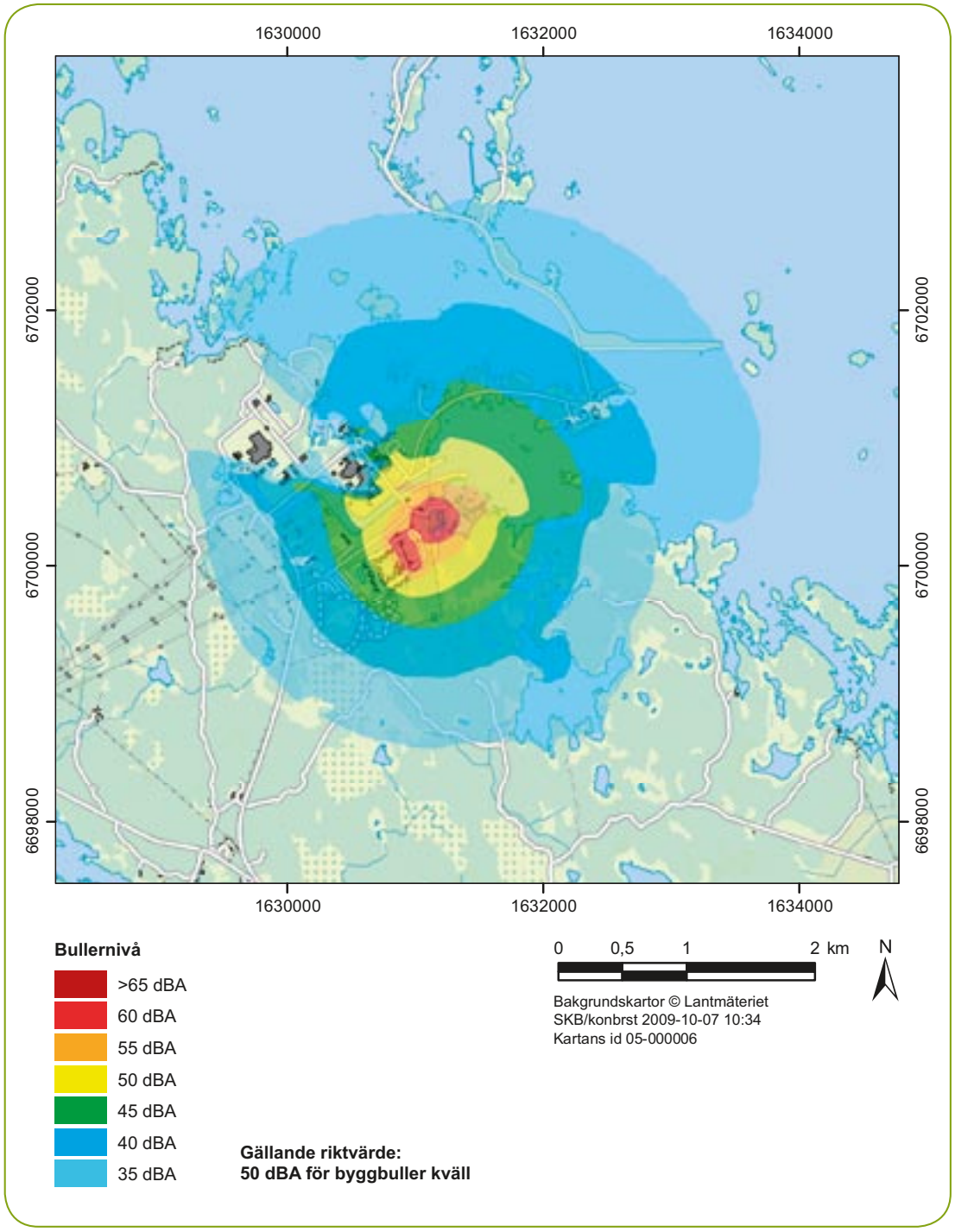
Vid sprängning kommer kortvarigt ljud att uppstå. Det förekommer någon eller några gånger per dag och påverkar inte den ekvivalenta ljudnivån i någon nämnvärd utsträckning. Ovanmarkssprängningarna kommer att pågå under cirka sex månader.

Utöver sprängning är bergkrossning det arbetsmoment som kommer att orsaka högst ljudnivå. Det är därför den verksamhet som bestämmer bullerspridningen dag- och kvällstid. Nattetid kommer transport 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.

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 på avstånd upp till cirka 150 meter. Närmaste byggnad ligger cirka 150 meter från sprängningsarbetena (befintlig barackby), varför stomljud inte bedöms uppgå till hörbara nivåer (25–30 dBA).

Ljudnivåerna från borrningsarbeten ovan mark har beräknats bli cirka 50 dBA vid närmaste bostadshus, som är de planerade korttidsbostäderna vid Igelgrundet /10-13/.

Störst bullerspridning i förhållande till gällande riktvärden – 50 dBA för byggbuller kvällstid samt 35 dBA för industribuller kvälls- och nattid – kommer att ske kvällstid, se figur 10-21.



Figur 10-21. Buller under uppförandeskedet kvällsperioden.

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.

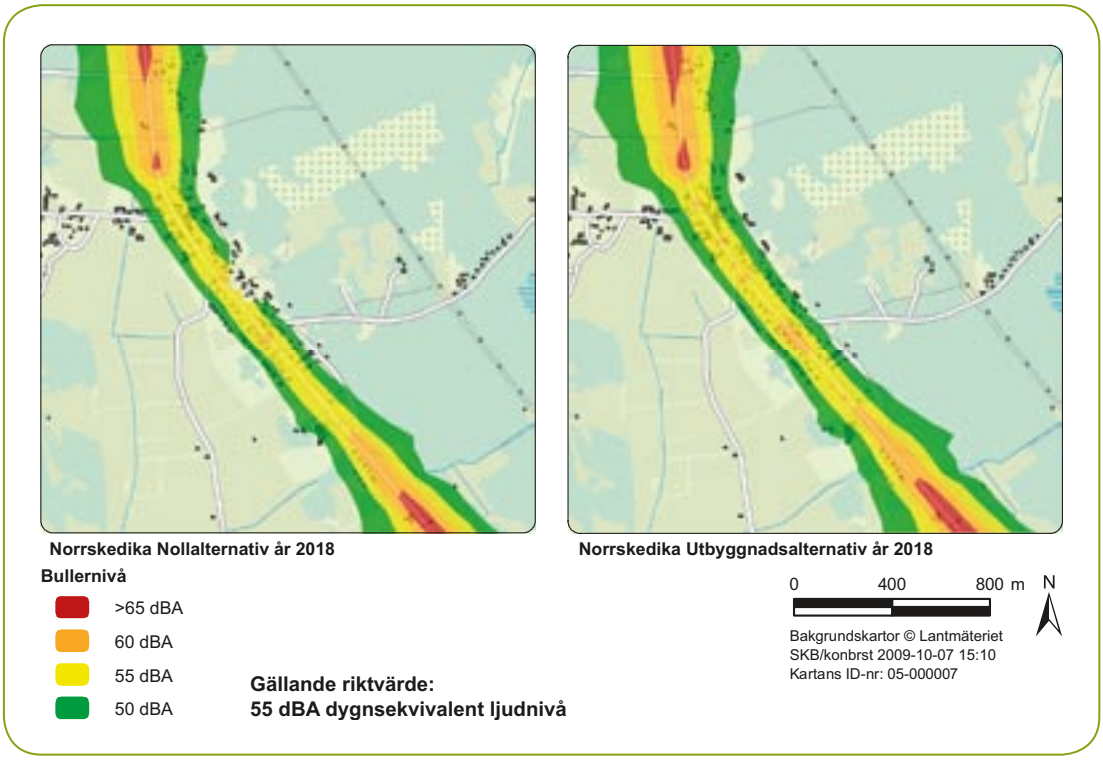
Bullernivåerna från de externa transporterna har beräknats för situationen utan en slutförvarsanläggning, i figuren 10-22 kallat nollalternativ, samt för utbyggnadsalternativet och redovisas i sin helhet i /10-12/. Trafikvolymerna från slutförvarsanläggningen beräknas vara som störst under den senare 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. Figur 10-21 visar på en marginell ökning av bullernivåerna orsakad av SKB:s verksamhet.

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 från ventilationsstationer. 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.

Figur 10-23 visar ljudnivåerna kvälls- och nattetid respektive dagtid i förhållande till gällande riktvärden, 40 respektive 35 dBA.

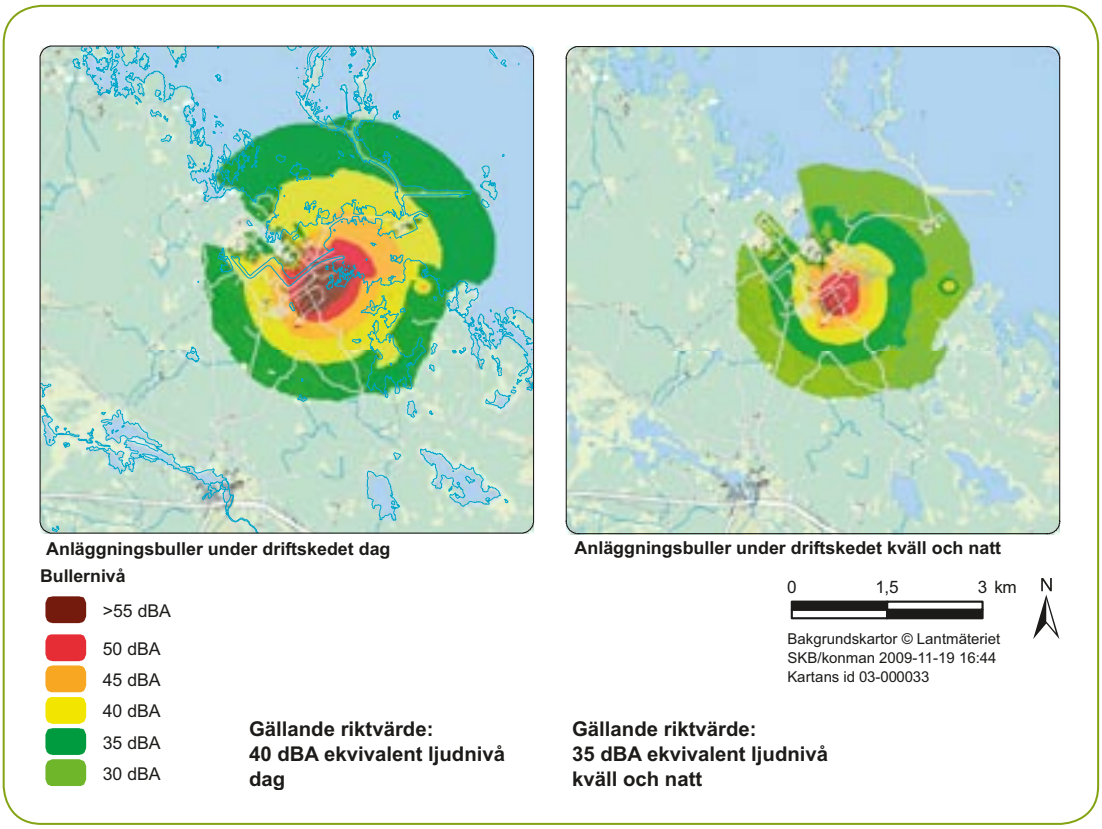
Figur 10-24 visar bullernivåer för kvällar och nätter för den befintliga verksamheten i området samt befintliga bullernivåer kombinerat med bidraget från slutförvarsanläggningen under driftskedet för kvällar och nätter.



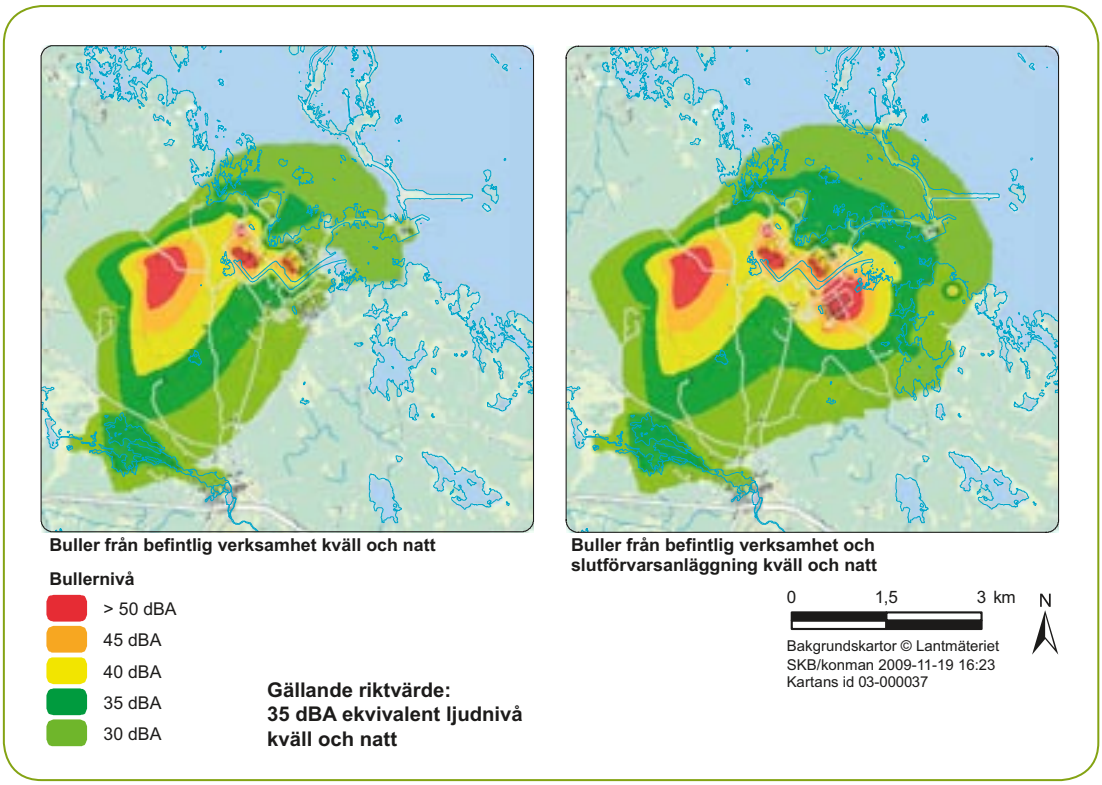
Figur 10-22. Buller från vägtrafik i Norrskedika, utan respektive med slutförvarsanläggningen.

Tabell 10-10. Typiska ljuddata för källor under driftskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC. Ljudnivåerna anges vid källan.

Källa	dBA	dBC
Skip	111	114
Mobil kross	118	127
Bergupplag – hjullastare	103	119
– grävmaskin	98	119
– fallande sten	111	112
Transportband – 10 m	86	97
Fläktar	87	95
Lastbil	107	112



Figur 10-23. Jämförelse mellan anläggningsbuller under driftskedet, dagperioden (till vänster) och anläggningsbuller under driftskedet, kvälls och nattperioden (till höger).



Figur 10-24. Jämförelse mellan befintligt buller kvälls och nattperioden (till vänster) och befintligt buller kombinerat med anläggningsbuller under kvälls och nattperioden (till höger).

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 10-25 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 10-25 anger gräns mellan grönt och gult 55 dBC (40+15, vilket motsvarar riktvärdet + skillnaden mellan dBA och dBC). I den vänstra bilden i figur 10-25 redovisas motsvarande ljudutbredning i dBA där gräns mellan grönt och gult anger 40 dBA.

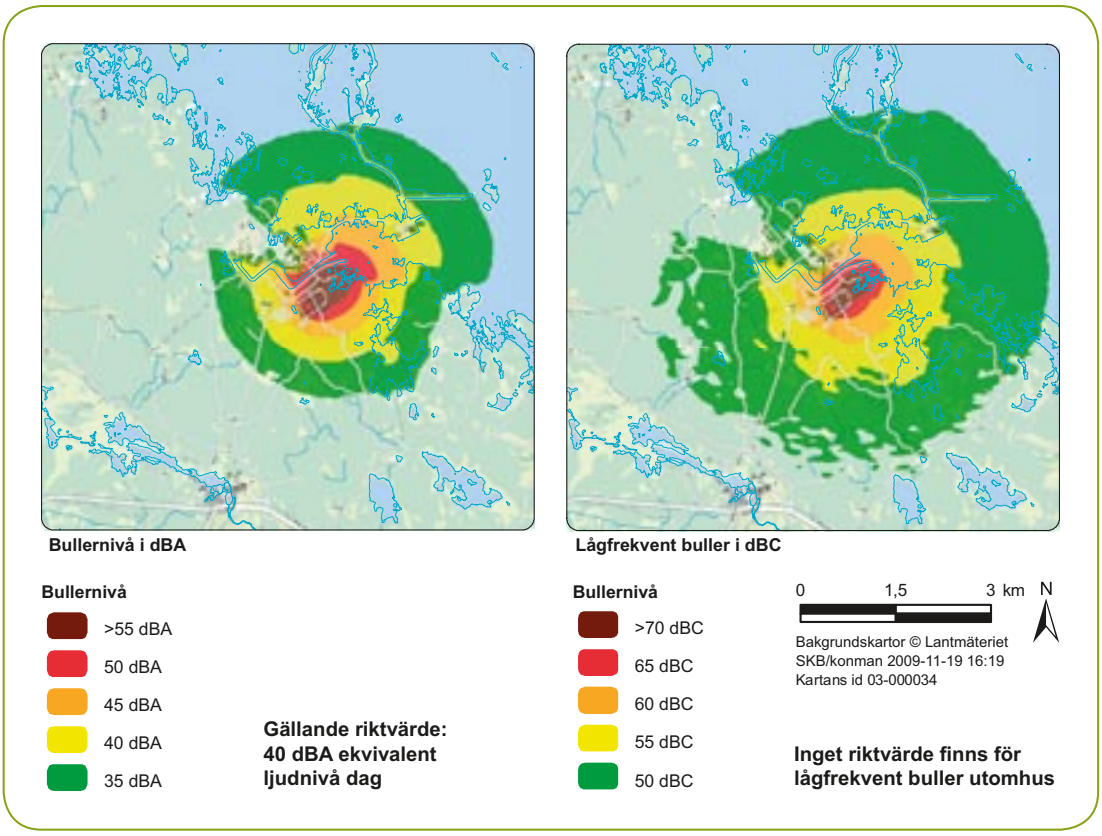
Av figurerna framgår att utbredningsområdet för 55 dBC kommer att vara något större än området för 40 dBA. Däremot blir utbredningsområdet för 50 dBC betydligt större än för 35 dBA. Det innebär att om den mobila krossen är i drift under kvälls- och nattetid är det större risk för störning än om den är igång under dagtid.

Avvecklingsskede

Beräkningar av bullernivåer under avvecklingsskedet 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.

10.1.3.4 Vibrationer

Vibrationer uppkommer både till följd av verksamheten vid slutförvarsanläggningen och transporterna till och från anläggningen.



Figur 10-25. Bullernivå i dBA från hjullastare, grävmaskin och mobil kross (till vänster) och lågfrekvent buller i dBC från hjullastare, grävmaskin och mobil kross (till höger).

En utredning pågår där de vibrationer och luftstötvågor som genereras av verksamheten vid slutförvarsanläggningen beräknas och möjliga effekter värderas. Utredningen omfattar byggnader och anläggningar inom ett avstånd av 1 000 meter från slutförvarsanläggningen. Utredningen behandlar också, utöver de vibrationer och luftstötvågor som beräknas uppstå, restriktioner för vibrationer och luftstötvågor för kringliggande anläggningar och installationer. Nedan anges preliminära resultat från utredningen. Den slutliga MKB:n kommer att kompletteras med de slutliga resultaten.

Uppförandeskede

Vibrationer i anläggningens närhet kommer främst att uppkomma till följd av sprängningsarbeten inom driftområdet. Sprängning kommer att ske både ovan och under mark. Grundläggningen av produktionsbyggnaden ger upphov till de högsta vibrationsnivåerna ovan mark. Under mark ger sprängning för ramp och sänkschakt upphov till högst vibrationsnivåer. Sprängning kan även ge upphov till luftstötvågor.

Ovanmarkssprängningar kommer endast att pågå under en begränsad del av uppförandeskedet då några av byggnaderna inom slutförvarsanläggningens driftområde grundläggs. Sprängningarna under mark bedöms ge upphov till lägre vibrationsnivåer än sprängningarna ovan mark, men kommer att pågå under en längre del av uppförandeskedet. Vibrationsnivåerna till följd av undermarkssprängningarna kommer att avta med tiden, eftersom avståndet mellan tunnel, där sprängning sker, och markytan successivt ökar.

Inom industriområdet finns ett antal byggnader och anläggningar – kärnkraftverket, ställverk och kraftledningar, tillfälliga bostäder (den så kallade barackbyn) samt slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR). Nya anläggningar för tillfällig logi planeras också i området. Generellt gäller dock att avstånden mellan sprängningsarbeten och objekt inom utredningsområdet är stora. Det resulterar i att vibrationsnivåerna blir förhållandevis låga.

Vibrationer kan också uppstå längs transportvägarna, till följd av de tunga transporterna till och från slutförvarsanläggningen. Vibrationsnivåerna kommer inte att förändras till följd av den tillkommande tunga trafiken, eftersom tunga transporter redan förekommer på vägarna i området. Däremot kommer frekvensen av vibrationer att öka eftersom trafiken ökar.

Vibrationer från tung trafik ger sällan upphov till byggnadsskador på närliggande byggnader, men kan ge upphov till störning för boende i närliggande byggnader. Riksväg 76 mellan Forsmark och Hargshamn är jämn, vilket är gynnsamt från vibrationssynpunkt. Vibrationsnivåerna för komfortstörningar beräknas bli högst 0,4–0,5 mm/s i någon enstaka byggnad längs vägen. Vibrationsnivåer på mellan 0,4 och 1,0 mm/s bedöms som måttlig störning.

Driftskede

Under driftskedet kommer alla sprängningar att göras på förvarsdjup. Rakt ovanför salvorna kommer vibrationerna att kunna uppfattas, men sprängningsarbetena kommer att förflytta sig under drifttiden, varför omgivningspåverkan från vibrationer kan betraktas som minimal.

De tunga transporterna bedöms bli något färre än under uppförandeskedet, vilket innebär att frekvensen av vibrationer till följd av trafiken till och från slutförvarsanläggningen kommer att vara något lägre än under uppförandeskedet.

Avvecklingsskede

Under avvecklingsskedet 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 tiotals meter. Vibrationerna kommer därför att vara betydligt lägre under avvecklingsskedet 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 i 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 till 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 alla bergytor, krossat berg på golv i tunnlar och bergrum, samt från inläckande grundvatten till tunnlar och bergrum. Det innebär att 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. Ovanstående 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^3) 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 främst 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 Bq/m^3. Gränsvärdet för radonexponering i utrymmen där bergarbete pågår är 2 500 000 Bqh/m^3 per år, vilket motsvarar ett årsmedelvärde av radonkoncentration i luften på 1 500 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 1–8 Bq/m^3 och från bergupplaget 1–16 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 Bq/m^3. Detta kan jämföras med en normal ursprungshalt av radon i atmosfärsluft på 10 Bq/m^3. Så länge luften inte är fullkomligt stillastående omkring bergupplag och ventilationsöppningar förväntas ingen påverkan på radonhalten i utomhusluften kring slutförvarsanläggningen /10-13/.

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 /10-14/.

Driftskede

Under driftskedet kommer kapslar med använt kärnbränsle att deponeras i slutförvarsanläggningen. En konstruktionsförutsättning för kapseln är att den ska innestänga 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 gammastrålning och neutronstrålning vid sönderfall, vilken bara till viss del skärmas av kapseln. Själva kapseln avger alltså gamma- och neutronstrålning, men inga utsläpp av radioaktiva ämnen sker från kapseln. Varken gammastrålning eller neutronstrålning kommer dock att nå ut utanför anläggningen.

Den minsta mängd aktivitet som kommer att hanteras i slutförvarsanläggningen är den som finns i en kapsel. Kapseln kommer att vara intakt under hela driftskedet och den aktivitet som finns i kapseln förblir innesluten i kapseln. 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 tre kapslar, eftersom endast tre kapslar hanteras samtidigt – en ovan mark eller i rampen, en i omlastningshallen samt en i deponeringsskedet. Deponerade kapslar räknas inte till dem som hanteras i slutförvarsanläggningen eftersom de är täckta med bentonitblock och inte påverkar omgivningen.

Strålskydd och strålskärmning

Vid all transport utanför slutförvarsanläggningen och före omlastningshallen kommer kapseln att vara omgiven av en kapseltransportbehållare som fungerar som strålskärm och minimerar strålningen till omgivningen. I omlastningshallen kommer kapseln att föras över från kapseltransportbehållaren till deponeringsmaskinen. I deponeringsmaskinen omsluts kapseln av en strålskärmstub som strålskärm mot omgivningen.

Vid omlastning till deponeringsmaskinen och vid själva deponeringen kommer kapseln att vara en strålkälla. Vid deponering kommer en strålskärmslucka att användas när kapseln är placerad i deponeringshålet, till dess att buffertblocken har placerats ovan kapseln. På så vis säkerställs strålskyddet vid deponering /10-14/. Strålskydden är avsedda att skydda dem som arbetar i slutförvarsanläggningen eftersom gammastrålningen 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 /10-14/.

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 strålskärmning 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 /10-14/.

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.

Avvecklingsskede

Det kommer inte att ske några utsläpp av radioaktiva ämnen från kapslarna. Radonutsläpp och dos till personal från radon under avvecklingsskedet har inte studerats närmare. Ventilationsanläggningen kommer även under avvecklingsskedet 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_x), koldioxid (CO_2), 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^3) 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 /10-15/. Sedan utredningen /10-15/ genomfördes har prognosen för antalet bergtransporter förändrats. Det ger dock inga betydande förändringar av utsläppen till luft.

Uppförandeskede

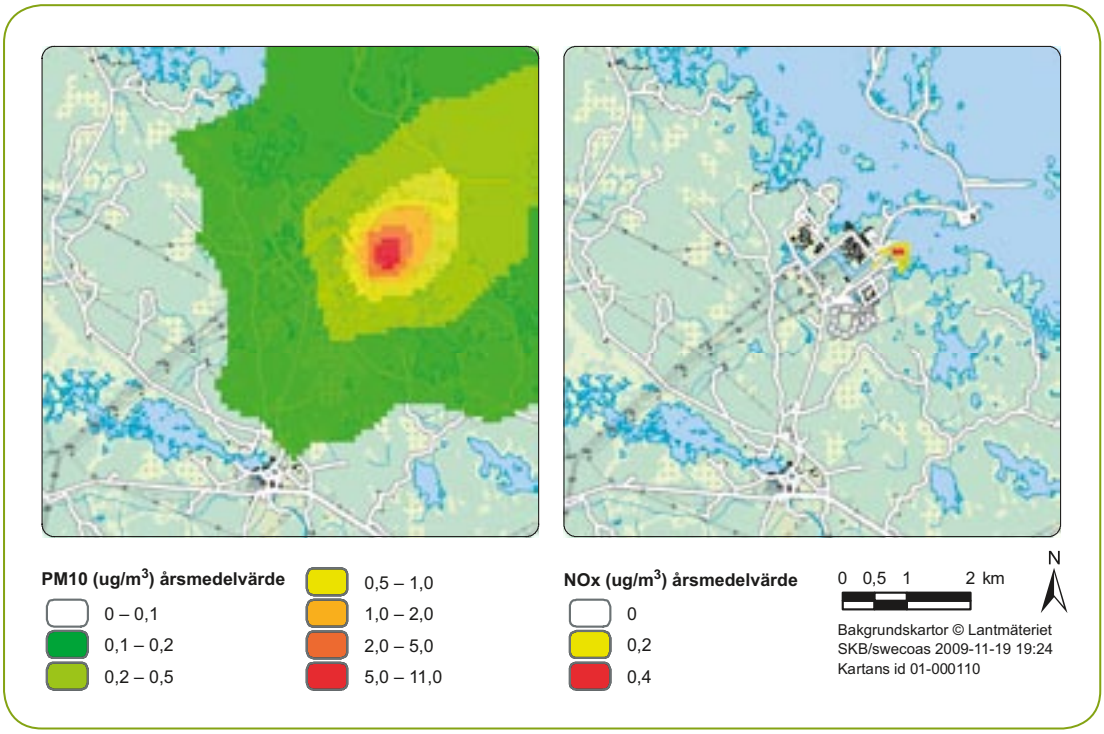
I tabell 10-11 redovisas de totala emissionerna från interna och externa transporter till och från slutförvarsanläggningen för typåren 2015 och 2018. Utsläppen jämförs med de totala utsläppen i Uppsala län för år 2006.

Emissionerna av samtliga ämnen kommer att vara som störst under andra hälften av uppförandeskedet då anläggningsarbetet och transportarbetet är som mest intensivt men bidrar inte märkbart till de totala utsläppen i länet.

Tabell 10-11. Emissioner från vägtransporter till och från slutförvarsanläggningen typåren 2015 och 2018 (ton per år) /10-15/ jämfört med totala emissioner i Uppsala län år 2006 /10-16/.

	Slutförvaret 2015	Slutförvaret 2018	Uppsala län 2006
NO_x	3	4	3 800
CO_2	1 200	1 600	1 062 000
PM10	2	4	1 500

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 miljökvalitetsnormer. Spridningsberäkningarna för slutförvarsanläggningen inkluderar transporterna inom anläggningen (interna transporter) och verksamheten vid bergupplaget. Bidraget från berghanteringen (damningen) baseras på mätningar vid en befintlig anläggning med berghantering. I figur 10-26 redovisas haltbidraget av partiklar (PM_{10}) samt haltbidraget av kväveoxid (NO_x). De svarta linjerna i figuren (isolinjerna) visar, från slutförvarsanläggningen och utåt, områden med minskande haltbidrag från SKB:s verksamhet.



Figur 10-26. Haltbidrag 2018 PM_{10} årsmedelhalt (till vänster) och haltbidrag 2018 NO_x årsmedelhalt (till höger).

Spridningsberäkningar har också gjorts för de externa transporterna till och från slutförvarsanläggningen för ett vägavsnitt vid Norrskedika där merparten av transporterna 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 PM_{10} som NO_2 på 0,5 mikrogram per kubikmeter (µg/m^3) kommer att sprida sig maximalt 20 meter från vägen. Spridningskartor för riksväg 76 genom Norrskedika redovisas i rapport /10-15/.

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 /10-15/ kommer depositionen från verksamheten vid anläggningen att uppgå till mindre än 0,00001 gram per kvadratmeter (g/m^2) 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 /10-15/ 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 transporterna under driftskedet. Spridningskartor för slutförvarsanläggningen och för riksväg 76 genom Norrskedika redovisas i rapport /10-15/. Utsläpp från fartygstransporter beskrivs i avsnitt 8.1.3.5.

Enligt /10-15/ kommer depositionen av kväve från verksamheten vid anläggningen att uppgå till mindre än 0,00001 g/m^2 år även under driftskedet, vilket utgör mindre än 0,002 procent av bakgrundsbelastningen.

Avvecklingsskede

Emissionerna från transporter under avvecklingsskedet bedöms ligga på ungefär samma nivå som under driftskedet, men spridningsberäkningar har inte utförts för avvecklingsskedet 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. Tillfört vatten från slutförvarsanläggningen kommer inte att förändra påverkan på recipienten /10-4/.

Länshållningsvatten

Länshållningsvattnet kommer under uppförandeskedet främst utgöras av inläckande grundvatten till ramp och centralområde men också av vatten som används för borr-, spräng- och schaktarbeten. Utöver kväve kommer länshållningsvattnet även att innehålla cementrester, borrkax, 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 att rening inte behövs. Länshållningsvattnet passerar sedimenteringsbassänger innan vattnet leds ut i den norra och djupare delen av Söderviken, se figur 10-27 /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 /10-17/.

Lakvatten

Lakvattnet från bergupplaget består av nederbörd och avsmältningsvatten 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 intill 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 /10-4/. Vattenreningen kommer att innebära att Tjärnpussens vatten blir mer näringsrikt.



Figur 10-27. Tänkt plats (ljus cirkel) för utsläpp av länshållningsvatten i Söderviken.

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 omhand lokalt (LOD) inom driftområdet kommer uppkomsten av dagvatten att begränsas och avrinnande dagvatten fördröjas, samtidigt som föroreningar fastnar i marken istället 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 bottnar. 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, vägbana 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. Om LOD-åtgärder vidtas reduceras dessa mängder och utsläppsvärdena kommer att ligga nära bakgrundsvärden 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.

Avvecklingsskede

Vattenhanteringen under avvecklingsskedet är inte utredd, men i princip kommer såväl vattenmängder som föroreningsinnehåll i vattnet att minska under avvecklingsskedet. 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 val av olika material, 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 ska hanteras skilt ifrån annat avfall och måste hanteras på särskilt sätt. 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 /10-5/.

Driftskede

Eftersom verksamheten är tämligen konstant över tiden bedöms avfallsmängderna inte variera med åren under driftskedet. Farligt avfall beräknas till fem ton per år eller 225 ton totalt och övrigt avfall till 120 ton per år eller 5 400 ton totalt /10-5/.

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 /10-18/.

10.1.3.10 Energianvändning

För att minska energiåtgången kommer hela slutförvarsanläggningen att projekteras 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 ventilationen 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 60 gigawattimmar (GWh) användas under uppförandeskedet. Till detta kommer dieselförbrukningen till fordon och maskiner, vilken uppskattas till totalt 600 kubikmeter /10-5/.

Genom att använda skipen för vertikala transporter av bergmassor under senare skedet av uppförandeskedet istället för att transportera massor i rampen minskas energianvändningen.

Driftskede

I driftskedet kommer fler fordon och maskiner att användas än i uppförandeskedet. Elenergianvändningen bedöms bli 24 GWh per år eller cirka 1 080 GWh under hela driftskedet. Dieselförbrukningen för fordon och maskiner uppskattas till 120 kubikmeter per år eller 5 400 kubikmeter totalt /10-5/.

Även under driftskedet kommer energianvändningen att minskas genom att skipen används för vertikala transporter av bergmassor, buffert och återfyllningsmassor.

Avvecklingsskede

Under avvecklingsskedet krävs elenergi /10-18/. Uppskattning av hur mycket elenergi som kommer att gå åt görs i ett senare skede, eftersom avvecklingen ligger så långt fram i tiden.

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 borr-, spräng-, och schaktarbeten. Förbrukning av sanitärt vatten uppskattas till cirka 0,2 kubikmeter per person och dygn och vatten till borr-, spräng- och schaktarbeten till cirka 0,15 kubikmeter per kubikmeter fast berg, vilket är normal förbrukning vid en bergentreprenad av denna storlek /10-5/.

Uppförandeskede

Under uppförandeskedet beräknas cirka 250 000 kubikmeter vatten totalt förbrukas i sanitära utrymmen och för bergarbeten.

Driftskede

Under driftskedet beräknas vattenförbrukningen bli cirka 24 000 kubikmeter per år och därmed cirka 1,1 miljoner 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.

10.1.3.12 Masshantering

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 /10-5/. 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 underbilaga 5 Vattenverksamhet i Forsmark II. 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 under 45 år, vilket motsvarar ungefär 5,4 miljoner ton totalt under driftskedet. Under driftskedet påbörjas även återfyllning av deponeringstunnlarna med bentonit i form av block och pellets. Cirka 50 000 ton bentonit per år eller 2,2 miljoner ton totalt beräknas gå åt till återfyllning och buffert /10-5/.

Deponeringshålen 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 återfylls 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 återfyllning 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 /10-5/.

Bedömning av hur mycket material som går åt under avvecklingsskedet görs i senare skede, eftersom avvecklingsskedet ligger så långt fram i tiden.

11.1.4 Effekter och konsekvenser

11.1.4.1 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 gölgrodan (se figur 10-28) som är grunden till naturvärdesklassificeringen. Tre gölar, varav två där gölgrodan har observerats, kommer att fyllas igen.

I undersökningsområdet för naturvärdesinventeringen har gölgrodan påträffats i sju gölar och etablering av driftområdet kan få stora negativa konsekvenser för denna art om inga åtgärder vidtas. Varje göl är viktig för gölgrodans lokala population. Eftersom slutförvarsanläggningen förändrar livsbetingelserna för gölgrodan kommer SKB att ansöka om dispens från artskyddsförordningen och ta fram förslag för att kompensera förlusten av gölgrodans livsmiljöer. SKB utreder möjligheterna att skapa nya gölar i lämpliga miljöer för att kompensera för de förlorade gölarna. Ett förslag håller på att arbetas fram i samråd med sakkunniga från Länsstyrelsen i Uppsala. Om förslaget kan genomföras bedöms inte etableringen av slutförvarsanläggningens ovanmarksdel ge negativa konsekvenser på gölgrodans lokala population. I ansökan om dispens från artskyddsförordningen kommer en närmare och mer detaljerad redogörelse för påverkan på naturmiljön att ingå. I redogörelsen behandlas såväl anläggningens påverkan på arter i artskyddsförordningen som planerade kompensationsåtgärder för att minimera denna påverkan.

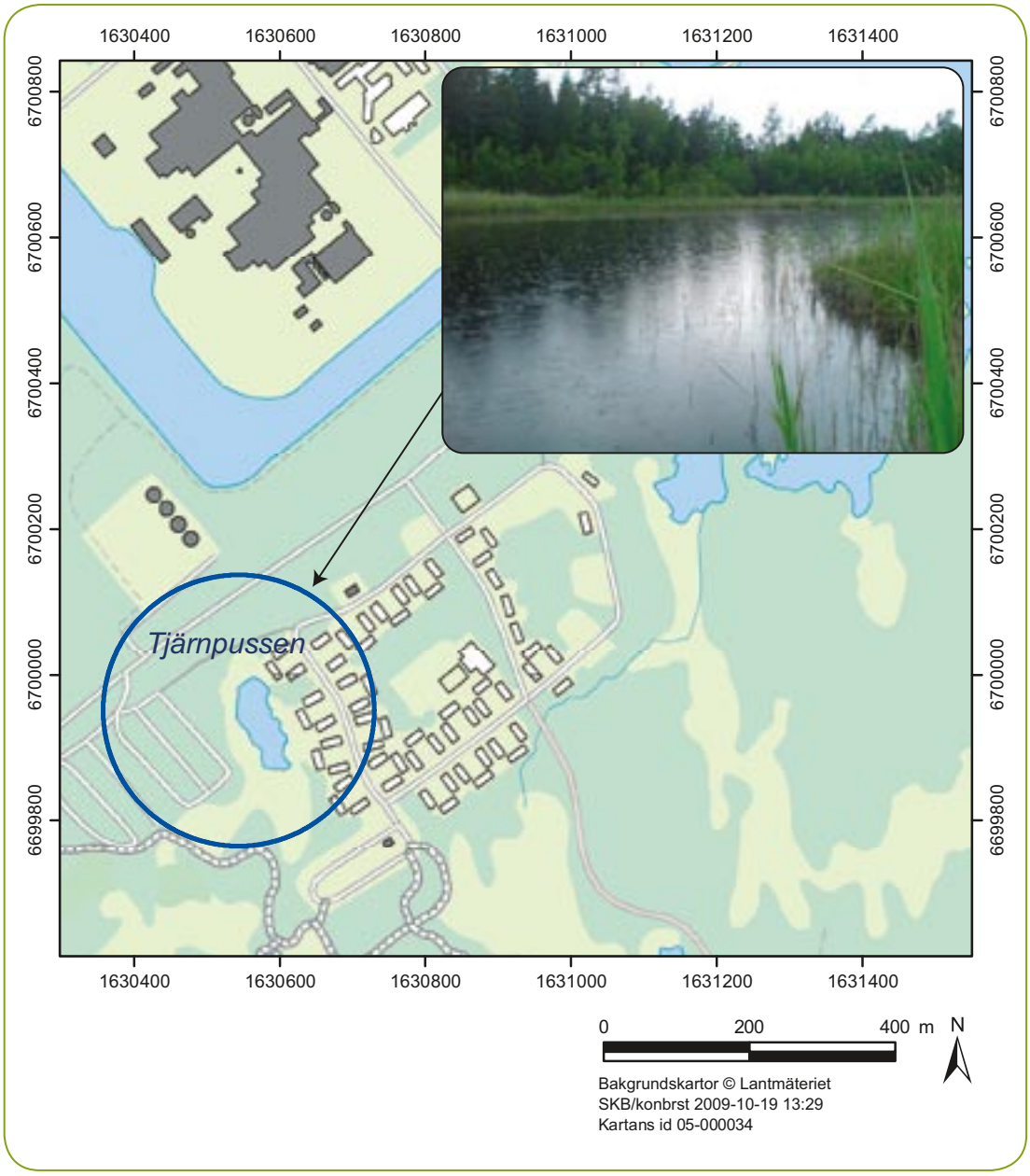


Figur 10-28. Gölgroda vid en göl i Forsmarksområdet.

Utsläpp av det renade vattnet i Tjärnpussen och samordning med FKA:s nya reningsverk, innebär ett nytt intrång i naturmiljön, se figur 10-29. 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. I det fall länshållningsvattnet släpps ut i Söderviken kan begränsade effekter förväntas i viken och i Asphällsfjärden. Kväverester i länshållningsvatten kan orsaka en ökad tillväxt av undervattenvegetationen. Dock kommer tillgången på fosfor att snabbt bli den begränsande faktorn för vegetationen. Med hänsyn till att recipienten bedöms som relativt tålig anses påverkan bli liten. Delar av området som kommer att tas i anspråk ligger inom riksintresse för naturvård. Markanspråket berör dock endast en liten del av riksintresseområdet och bedöms inte medföra någon påverkan på riksintresset som helhet.

Ungefär 1,5 kilometer öster om driftområdet kommer en ventilationsstation att byggas. 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 10-30 visar en sammanställning av konsekvenser för naturmiljö från ianspråktagande av mark om inga åtgärder vidtas.

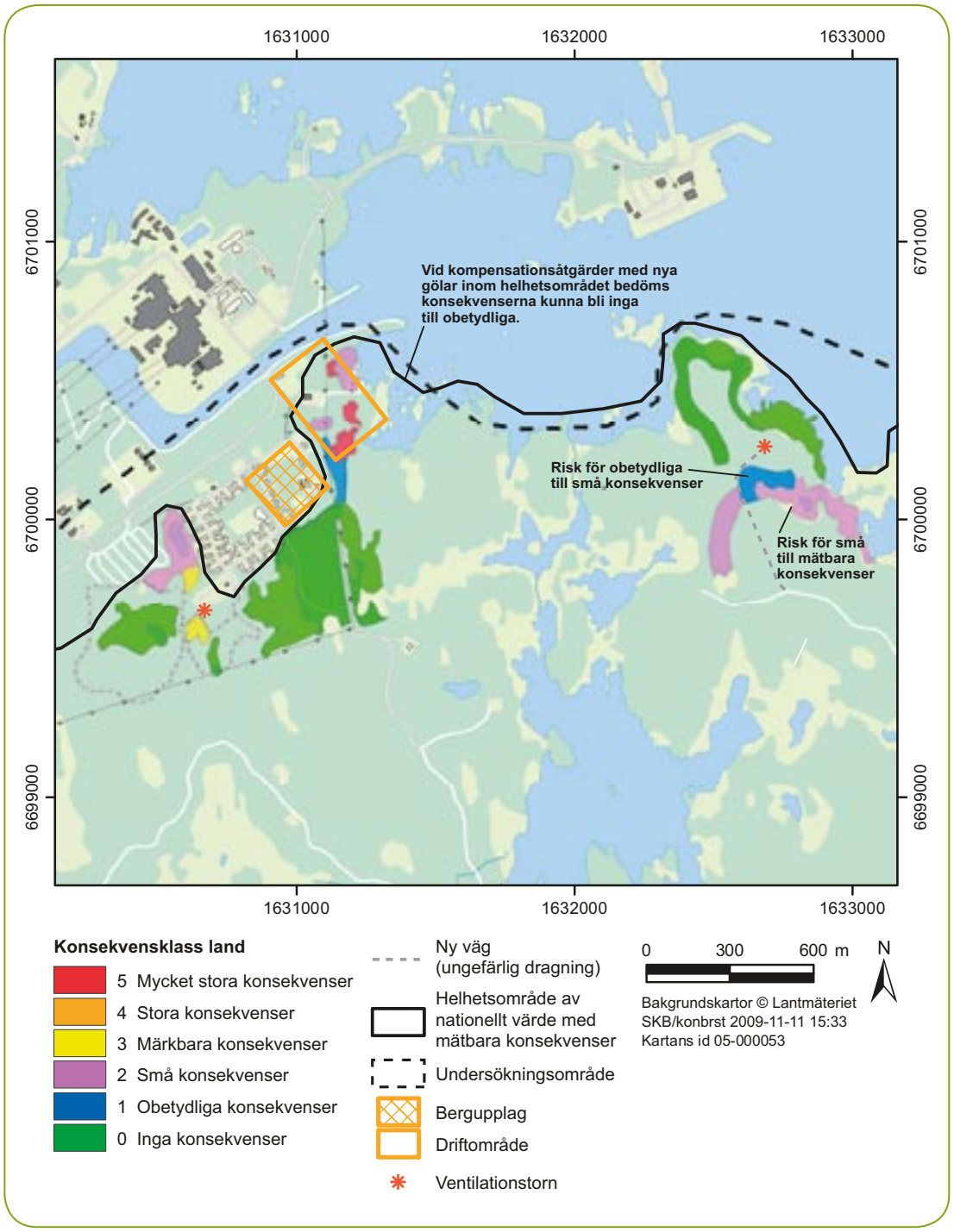


Figur 10-29. Karta som visar vattenområdet Tjärnpussen samt foto över del av vattenområdet. På kartan, i nordost, syns även en del av de gölar som hyser gölgrodor.

Grundvattensänkning

Den grundvattensänkning som uppstår under uppförande- och driftskedet för slutförvarsanläggningen kan innebära konsekvenser för de omgivande naturområdena.

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. Flertalet inventerade våtmarksmiljöer i Forsmark bedöms vara känsliga för en sänkning av grundvattnet, se figur 10-31.



Figur 10-30. Karta som visar bedömda konsekvenser för de naturvärdesobjekt som kan beröras av den mark som SKB avser att ta i anspråk.

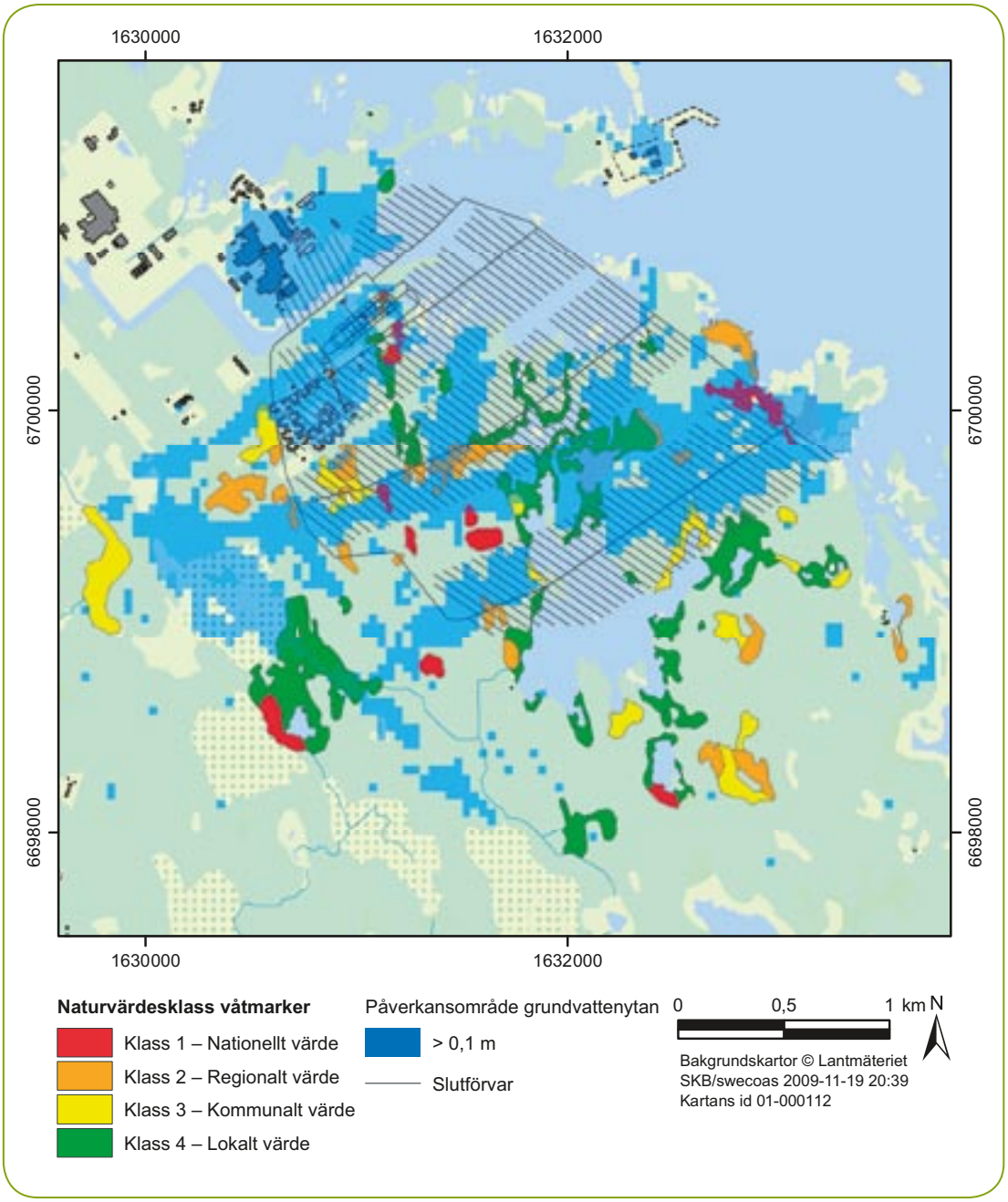


Figur 10-31. Ett rikkärr som kan vara känsligt för en grundvattensänkning.

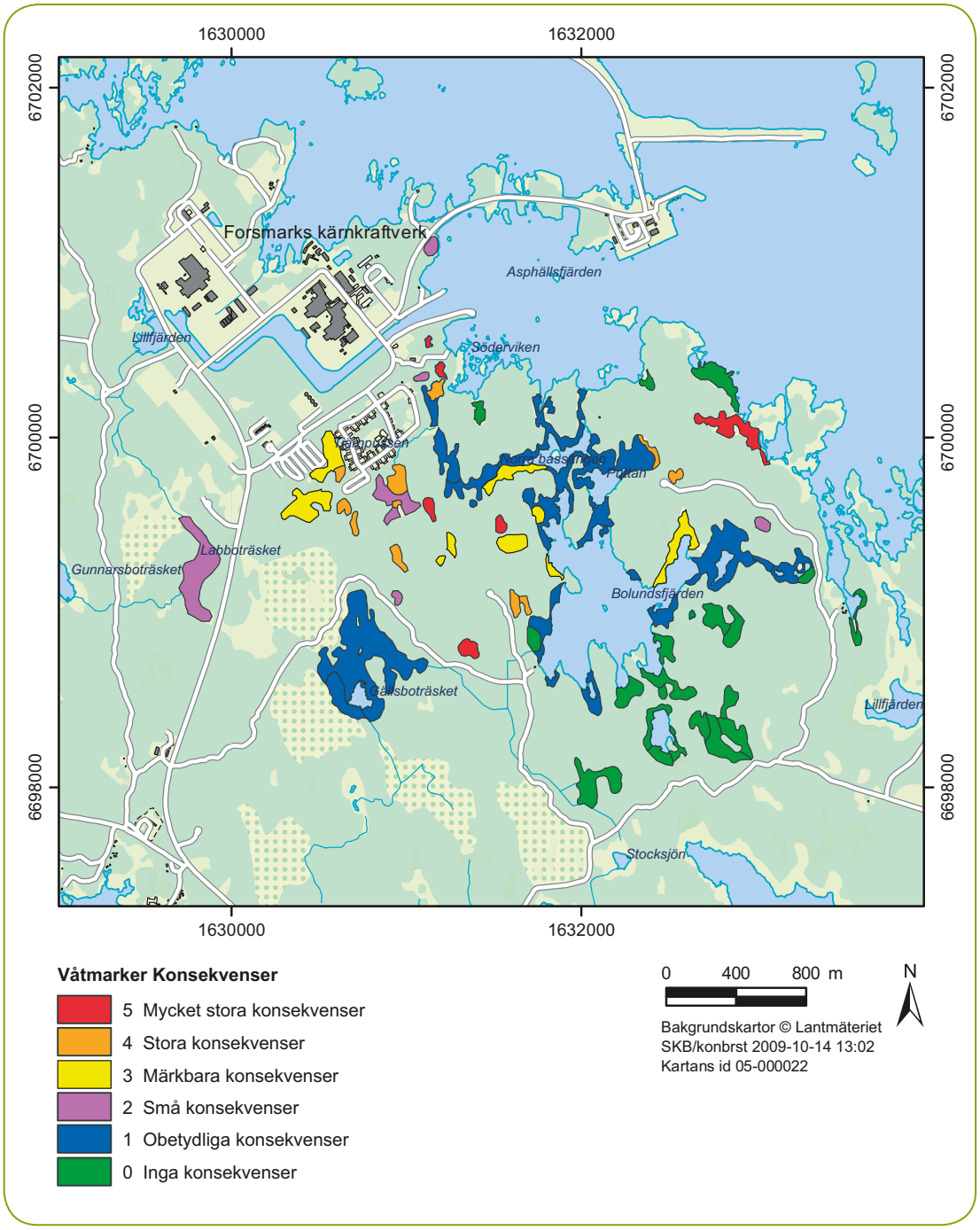
Även måttliga sänkningar, mindre än en decimeter, orsakar en vegetationsförändring mot torrare naturtyper där andra arter gynnas, samt på sikt igenväxning med buskar och träd. Under reproduktionstiden är gölgrodan och andra groddjur särskilt känsliga för uttorkning av gölarna. Undersökningar av jordlager och sediment under våtmarkerna och gölarna visar på förhållandevis varierande förhållanden /10-19/. Flera av våtmarkerna och gölarna innehåller större eller mindre partier av tätande sediment som lera och gyttja, men ofta utgörs delar av bottnarna av morän. 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 naturvärden främst avgörs av skogens ålder och skötsel.

Av cirka 70 identifierade värdefulla våtmarksobjekt, gölar och ytvatten inom undersökningsområdet berörs cirka 40 av beräknad grundvattensänkning, genom att de ligger inom 50–100 meter från de ”fingerlika” stråk där grundvattensänkning har prognostiserats med grundvattenmodelleringarna, se figur 10-32. Påverkansområdet för grundvattensänkning har baserats på ett ”värsta fall”-scenario då hela förvaret är öppet samtidigt, där vattengenomsläppligheten antas till 10^{-7} meter per sekund och för de områden där grundvattensänkningen beräknas bli 0,1 meter eller mer. De objekt som berörs av beräknad grundvattensänkning under dessa förhållanden har undersökts utifrån respektive objekts naturvärden, känsligheten för grundvattenpåverkan samt hur stor den beräknade grundvattensänkningen blir i objektet. Resultatet visar på mycket stora, stora eller märkbara konsekvenser för 25 av de 40 områdena. Sju av de elva högst klassade våtmarksobjekten (nationellt värde) i undersökningsområdet ligger inom eller intill påverkansområdet. Efter närmare studier av stratigrafin under potentiellt påverkade våtmarksobjekt, se underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I, skulle grundvattensänkningen kunna innebära mycket stora konsekvenser för fyra objekt (dessa fyra objekt bedöms vara av nationellt intresse), stora konsekvenser för tio objekt och märkbara konsekvenser för nio objekt om inga åtgärder vidtas.

Dessa naturtyper 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 förebyggande åtgärder vidtas antas en grundvattensänkning enligt modellerade resultat kunna medföra stora negativa konsekvenser. En sammanställning av de förutsedda konsekvenserna på naturmiljö från en grundvattensänkning enligt det så kallade ”värsta fallet” och utan att åtgärder vidtas visas i figur 10-33.

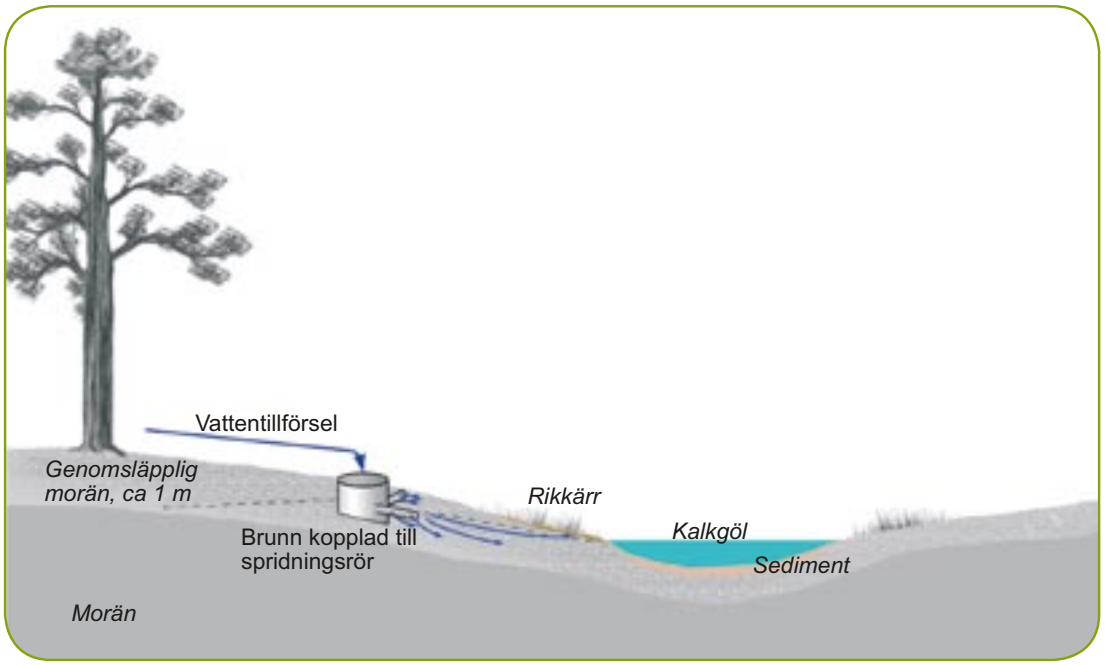


Figur 10-32. Översiktskarta som visar prognostiserat påverkansområde för grundvattenytans sänkning samt geografiska lägen för identifierade och naturvärdesklassade våtmarksobjekt. Påverkansområdet avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt, och att vattengenomsläppliga sprickor och sprickzoner tätas (injekteras) så att vattengenomsläppligheten blir högst $K_{inj} = 10^{-7}$ *m/s.*



Figur 10-33. Bedömning av konsekvenser för naturvärdesklassade våtmarksobjekt baserad på ett modelleringsalternativ av grundvattensänkning med 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 i form av infiltration i det fall de känsligaste eller mest värdefulla naturobjekten skulle påverkas. Infiltration planeras i och invid de värdefulla rikkärr och kalkgölar som är känsliga för grundvattensänkning. Den lokala infiltrationen av vatten innebär att en konstgjord grundvattenyta skapas, så att det ytliga grundvattnet inte sjunker under normala nivåer och skador på naturvärden kan därmed undvikas, se figur 10-34.



Figur 10-34. Principskiss för tillförsel av vatten till rikkärr i syfte att bibehålla vattennivån.

För att denna typ av skadeförebyggande åtgärd ska fungera behövs en styrning av vattenflödet som gör att de naturliga vattenståndsvariationerna över året efterliknas. Lokala variationer i nederbörd och vattennivåer har studerats under ett antal på varandra följande år. Genom ett anpassat egenkontrollprogram för de känsligaste miljöerna kan man sedan få varningssignaler om grundvattenytan sjunker under de naturliga nivåerna. Förutsatt att de värdefulla våtmarksområdena följs upp under projektet och att lämpliga åtgärder sätts in i god tid kan konsekvenserna för dessa miljöer lindras.

För skogsmiljöer antas en grundvattensänkning kunna medföra negativa konsekvenser för vissa av de arter som är knutna till de blötare skogspartierna. För dessa miljöer planeras inga särskilda förebyggande eller konsekvensmildrande åtgärder.

För fler detaljer om konsekvensbedömningen och förslag på åtgärder hänvisas till underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I samt /10-20/. Osäkerheter förekommer både i underlaget (modelleringar, fältdata, tidsperspektiv etc) och i de bedömningar som har gjorts (metodik), men konsekvensbedömningarna är baserade på ett underlag som utgör ett ”värsta fall”-scenario.

Grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen bedöms endast kunna medföra mycket begränsade konsekvenser för enskild vattenförsörjning i Forsmarksområdet. I ett värsta fall kan grundvattenbortledningen ge en försämrad brunnskapacitet för en bergbrunn. För brunnen blir konsekvenser i form av försämrad brunnskapacitet och/eller vattenkvalitet marginella. Bortledningen bedöms generellt inte medföra några effekter på grundvattnets saltinnehåll på de förhållandevis begränsade djup som är aktuella för bergborrade brunnar.

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 /10-21/ och området nyttjas främst av närboende. Från fågelskådningssynpunkt har området dock ett måttligt värde /10-21/. 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 rekreationsvärdena 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 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 upplevelsevärdet 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 av 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 /10-21/. I dagsläget finns inga andra planer än att vägen till SFR ska vara öppen för allmänheten /10-22/.

Sammantaget bedöms inte slutförvarsanläggningen ge upphov till någon betydande påverkan 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 vara något lägre än under uppförandeskedet, vilket är gynnsamt för friluftslivet.

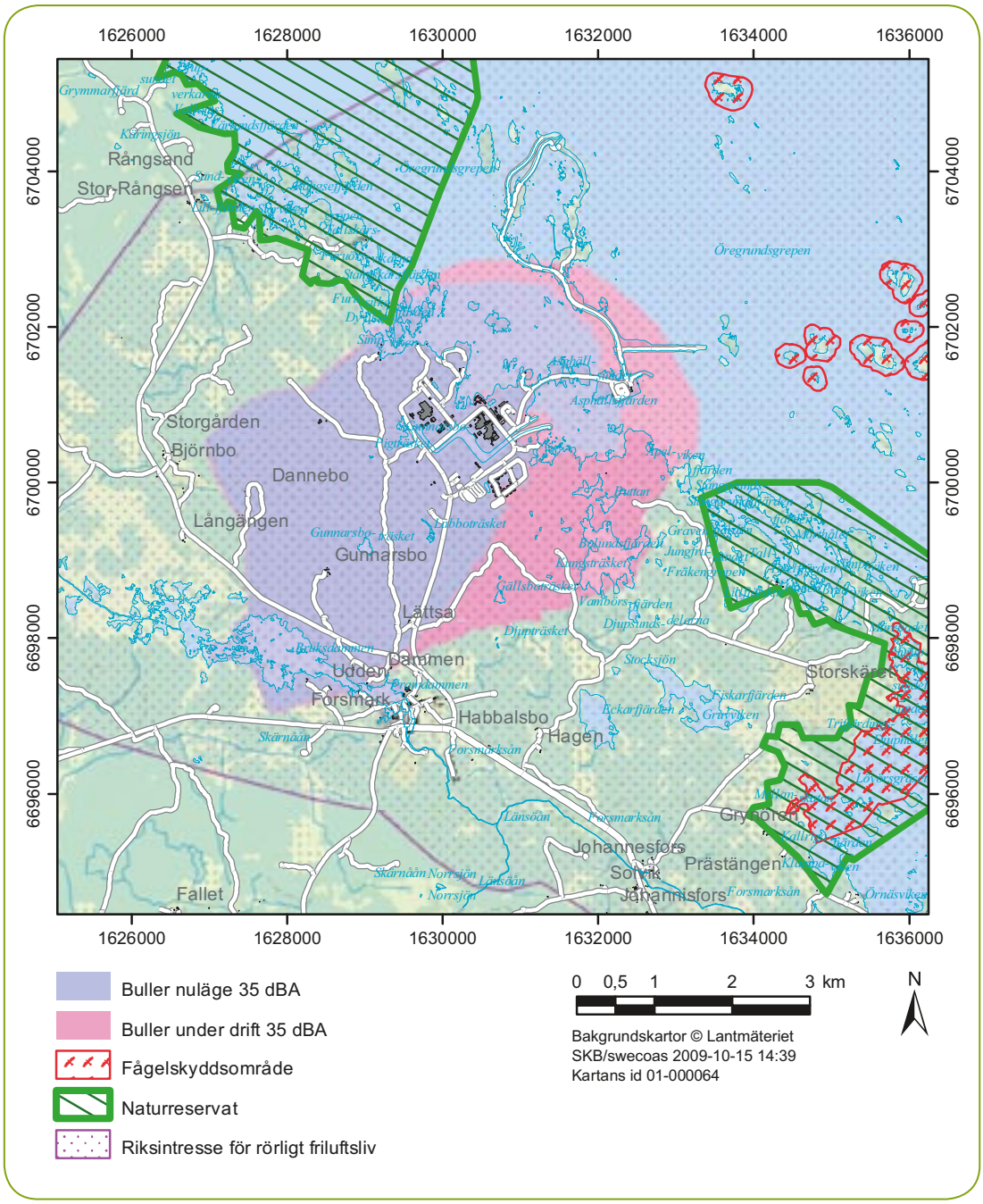
Under driftskedet kan riktvärdena för externt industribuller tillämpas för slutförvarsverksamheten. Inom planlagda områden för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv gäller riktvärdet 40 dBA dagtid och 35 dBA kvälls- och nattid för externt industribuller. Området runt slutförvarsanläggningen ingår i riksintresseområde för rörligt friluftsliv enligt miljöbalken 4 kap 2 och 4 §§ men är samtidigt detaljplanelagt för industri. Området är också riksintresse för slutförvar. 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 10-35.

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 rekreations- 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 10-35. Utbredningsområde för buller över 35 dBA från slutförvarsanläggningen och kärnkraftverket etc. 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. 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 /10-23/. 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, som är 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 förklarat 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 konsekvensen för kulturmiljön vara små /10-23/.

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.

Avvecklingsskede

Konsekvenserna för kulturmiljön under avvecklingsskedet bedöms som små då inga nya markytor tas i anspråk och området redan är bullerstört.

10.1.4.4 Landskapsbild

Uppförandeskede

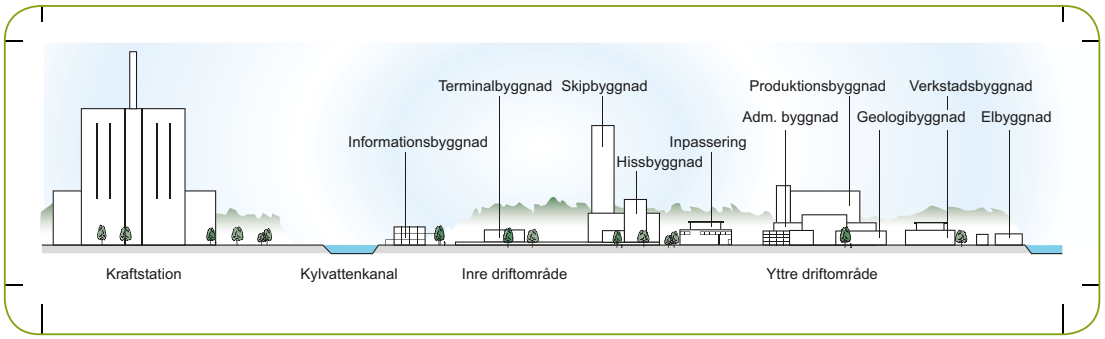
Landskapsbilden kommer att förändras i uppförandets inledningsskede då merparten av de markytor som behövs för anläggningens drift kommer att tas i anspråk. Uppförandet av byggnader inom driftområdet kommer att pågå under hela uppförandeskedet men kommer att vara färdigställt inför driftskedet.

I den landskapsanalys som tagits fram /10-24/ 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 /10-24/.

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 /10-23/.

Den planerade anläggningen kommer framför allt att påverka industrilandskapet, där tåligheten är stor, och utkanten av det sjörika skogslandskapet /10-23/.

Anläggningen kommer att anpassas i sin utformning till de befintliga byggnaderna, se figur 10-36. 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 33 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, figur 10-37.

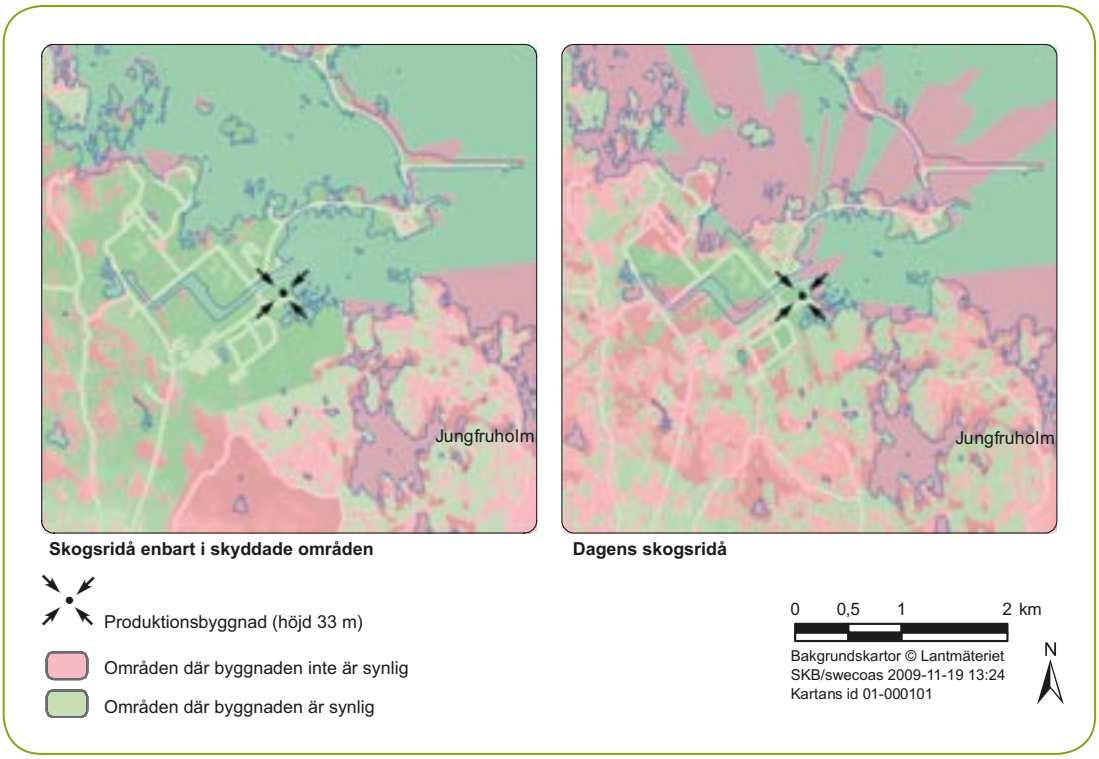


Figur 10-36. Slutförvarsanläggningen innehåller låga kontors- och förrådsbyggnader samt några högre byggnader där skipbyggnaden är högst.



Figur 10-37. Fotomontage av den planerade slutförvarsanläggningen och kärnkraftverket (till höger i bild) sett från SFR-området.

För att bedöma påverkan på landskapsbilden från slutförvarsanläggningen 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 10-38 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 blir synlig runt om i landskapet. Större delen av driftområdet kommer att vara lägre än produktionsbyggnaden som med sina cirka 35 meter är näst högst i driftområdet. Inom driftområdet finns även en skipbyggnad som är cirka 50 meter hög. Den kommer därför att synas mer än produktionsbyggnaden.



Figur 10-38. Produktionsbyggnadens torn på 33 meters höjd bedöms vara synligt i de gröna områdena. Den vänstra kartan visar synligheten med en maximalt avverkad skog (all skog avverkad förutom i skyddade område) och den högra med dagens skog.

Skipbyggnaden kommer att vara en relativt smal och ljus byggnad vilket gör den svårare att urskilja mot himlen. I båda scenarierna framgår att anläggningen 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 minimera påverkan på landskapsbilden, vars karaktär präglas av kontrasterande landskapstyper, uppförs slutförvarsanläggningen i ett område som redan är påverkat av andra industriella anläggningar och konsekvenserna för landskapsbilden bedöms bli små. Driftområdet ovan mark kommer dock att ligga nära kustlinjen och stor omsorg kommer att läggas vid utformningen av anläggningen.

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.

Avvecklingsskede

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

Sedan bullerutredningen /10-12/ togs fram har prognosen för antalet bergtransporter förändrats. Förändringen bedöms inte påverka de ekvivalenta bullernivåerna eller antalet exponerade över riktvärdena för ekvivalenta bullernivåer. Inte heller påverkas antalet exponerade över riktvärden för maximala ljudnivåer.

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 kvällstid kommer att beröras av ekvivalentnivåer över 35 dBA, 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 /10-12/.

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 /10-12, 10-13/.

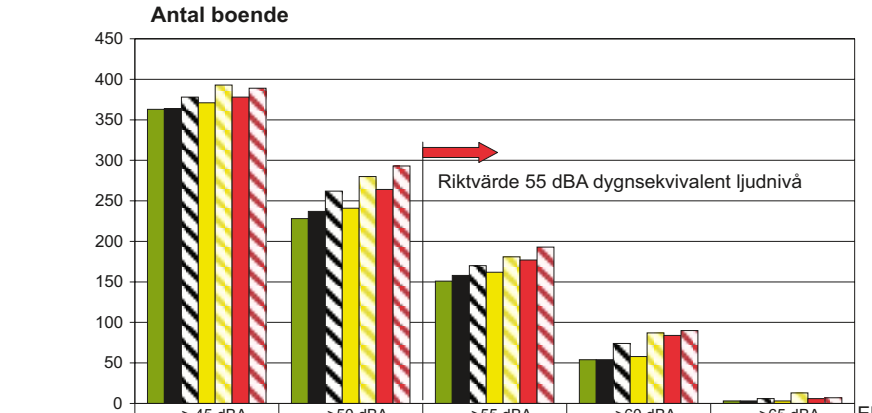
Riktvärdena för stomljud är desamma som för det luftburna bullret. Preliminära resultat visar att utifrån de i sammanhanget stora avstånden mellan kringliggande fastigheter och slutförvarsanläggningen bedöms inte stomljud från undermarksarbeten ge upphov till hörbara nivåer (över 25–30 dBA) i några fastigheter /10-12/.

Vägtrafikbullret utefter riksväg 76 upplevs redan i nuläget som störande av de boende utefter vägen. De tillkommande transporterna från slutförvarsanläggningen kommer att öka bullret utefter 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 /10-12/. 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 10-39.

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 exponerade för vägtrafikbuller 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 vägtrafikbullret längs dessa sträckor kan övervägas men ansvaret för detta ligger på Vägverket som är väghållare.

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, figur 10-40. Då tung trafik förekommer på vägarna redan i dagsläget gäller figur 10-40 även för nuläget.
Riktvärden för buller utgår inte från hälsorisker utan från i vilken grad människor kan förväntas vara störda. Exempelvis är 30–35 procent av en grupp störd och cirka tio procent mycket störda av buller från vägtrafik när bullernivån är i nivå med riktvärdet utomhus för permanentbostäder (55 dB) /10-12/.

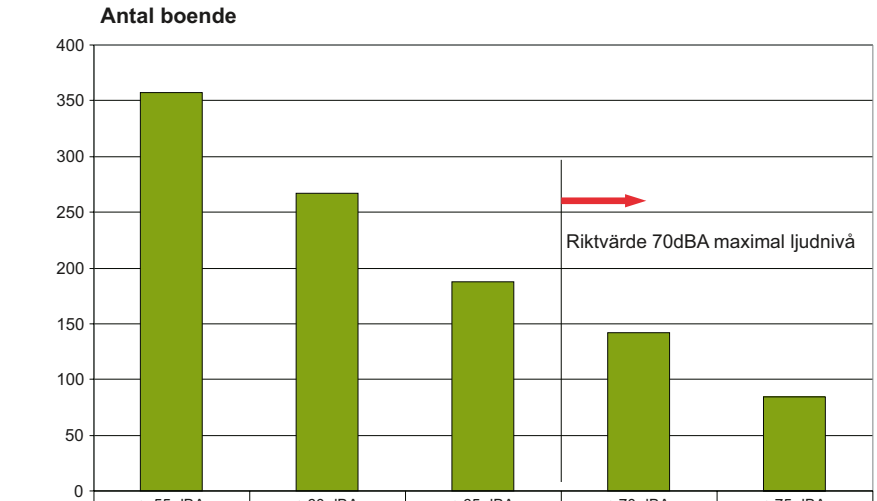
År 2018 utan en slutförvarsanläggning beräknas drygt 50 personer vara besvärade av trafikbuller i de mer tätbebyggda områdena längs vägsträckan Forsmark–Hargshamn. Cirka 20 av dessa personer förväntas uppleva störningen som allvarlig. Vid uppförandeskedet skulle ytterligare cirka fem personer uppleva allvarlig störning på grund av det ökande antalet transporter /10-12/.
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 i cirka 40 procent i det angivna åldersintervallet. Ett tiotal



	> 45 dBA	>50 dBA	>55 dBA	>60 dBA	>65 dBA
2006 nuläge	363	228	151	54	3
2015 nollalt.	364	237	158	54	3
2015 utbyggnad	378	262	170	74	6
2018 nollalt.	371	241	162	58	3
2018 utbyggnad	393	280	181	87	13
2030 nollalt.	378	264	177	84	6
2030 driftskedet	389	293	193	90	7

Ekvivalent ljudnivå

Figur 10-39. Sammanställning av boende längs vägsträckan Forsmark – Hargshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.



	> 55 dBA	>60 dBA	>65 dBA	>70 dBA	>75 dBA
Boende	357	267	188	142	84

Maximal ljudnivå

Figur 10-40. Sammanställning av antal boende längs transportvägarna som exponeras för maximal ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.

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 /10-12/.

Sömnproblem 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 /10-12/.

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 under 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 igång under såväl dagtid som kvällar och nätter är sannolikheten att den orsakar störning större 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 /10-12/.

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 /10-12/.

Under driftskedet är transporterna 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 oc0h allvarligare hjärtsjukdom ligger på samma låga nivå som under uppförandeskedet /10-12/.

Skolor kommer att exponeras för trafikbuller i samma utsträckning som under uppförandeskedet /10-12/.

Avvecklingsskede

Buller som uppstår under avvecklingsskedet 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

En utredning pågår som syftar till att beräkna de vibrationer och luftstötvågor som genereras av verksamheten vid slutförvarsanläggningen och värdera möjliga effekter. Utredningen omfattar byggnader och anläggningar inom ett avstånd av 1 000 meter från slutförvarsanläggningen. Utredningen behandlar utöver de vibrationer och luftstötvågor som beräknas uppstå också restriktioner för vibrationer och luftstötvågor för kringliggande anläggningar och installationer. Preliminära bedömningar görs nedan. Den slutliga MKB:n kommer att kompletteras med de slutliga resultaten från utredningen.

Uppförandeskede

Preliminärt görs bedömningen att vibrationer kan vara märkbara för människor inom en radie av 500 meter från sprängningarna vid slutförvarsanläggningen, eftersom människans känseltröskel för vibrationer är mycket låg.

Sprängning vid ytan innebär alltid en viss risk för stenkast. Sprängningar ska därför planeras så att utslagsriktningen ligger ifrån närbelägna vägar, byggnader och anläggningar. Avstånden mellan sprängplatsen och byggnader och anläggningar är förhållandevis stora, vilket innebär att kastrisken är begränsad. Generellt gäller att omgivningen skyddas från påverkan från sprängningsarbeten genom försiktig sprängning. Sprängmetoder och försiktighetsåtgärder, till exempel täckningsåtgärder, fastställs i ett senare skede.

Vibrationsnivåerna längs vägarna runt Forsmark 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). /10-25/ bedöms ge ett tillfredställande bedömningsunderlag. Gränsvärden för

byggnader i /10-25/ varierar från tre till fem millimeter per sekund (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 också vibrationer ge upphov till störd komfort för människor som vistas i byggnaderna. Vibrationer i bjälklag som är större än 0,4 mm/s men mindre än 1,0 mm/s bedöms som ”måttligt störande” enligt SS 460 48 61 /10-26/. 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.

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.

Avvecklingsskede

Vibrationsnivåerna bedöms bli så låga att inga konsekvenser kan förväntas.

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, Ventilationssystemet kommer att vara dimensionerat för betydligt större luftflöden än de minimiflöden som krävs för att radonhalten ska understiga gränsvärdena /10-13/ 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^3, 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 /10-13/. 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. Fjärstyrning av visssa 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

Avvecklingsskede

Stråldos till personal bedöms bli lägre än under driftskedet eftersom inga kapslar hanteras och alla deponeringstunnlar är förslutna. För avvecklingsskedet har inga beräkningar av radonhalt gjorts.

Icke-radiologiska utsläpp till luft

Sedan luftutredningen /10-15/ 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 transporterna till och från slutförvarsanläggningen med gällande miljökvalitetsnormer (MKN) och miljömål. Nivåerna anges för Norrskedika, där merparten av transporterna 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.

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.

Tabell 10-13. Beräknade haltbidrag av NO_2 från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under uppförandeskedet, samt uppskattade bakgrundshalter jämfört med MKN och delmål.

NO_2 Norrskedika (µg/m³)	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 PM_{10} från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under uppförandeskedet, samt uppskattade bakgrundshalter jämfört med MKN och miljömål.

PM_{10} Norrskedika (µg/m³)	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggning uppförandeskede	Totalhalt uppförandeskede	MKN	Delmål 2010	Generations-mål 2020
Årsmedelhalt	1	12	<0,25	Cirka13	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

Beräkningarna visar att miljökvalitetsnormer för luft inte kommer att överskridas. För PM_{10} saknas miljökvalitetsnorm för 98-percentil dygn, och i tabellen ovan anges istället 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 driftskedet. Haltbidraget för transporter till och från slutförvarsanläggningen förväntas minska något jämfört med uppförandeskedet, se tabell 10-15 och 10-16.

Inte heller under driftskedet beräknas miljökvalitetsnormer för luft överskridas. Redan bakgrundshalterna av PM_{10} beräknas dock tangera den övre utvärderingströskeln, men det innebär inte att miljökvalitetsnormen överskrids, utan att haltnivån måste kontrolleras.

Halterna av kvävedioxid och partiklar runt slutförvarsanläggningen kommer att vara ungefär desamma som under uppförandeskedet.

Avvecklingsskede

Spridningsberäkningar för avvecklingsskedet har inte gjorts men rivning av anläggningen kommer att ge mindre utsläpp än uppförandeskedet. Då halterna redan i uppförandeskedet kommer att vara låga kan inga hälsokonsekvenser förväntas.

Tabell 10-15. Beräknade haltbidrag av NO_2 från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under driftskedet, samt uppskattade bakgrundshalter jämfört med MKN och delmål.

NO_2 Norrskedika(µg/m³)	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 PM_{10} från slutförvarsanläggningen vid Norrskedika under driftskedet. I tabellen redovisas också uppskattade bakgrundshalter samt MKN och miljömål.

PM_{10} Norrskedika (µg/m³)	Trafik utan SKB	Regional bakgrund	Slutförvarsanläggningen driftskede	Totalhalt driftskede	MKN	Delmål 2010	Generations-mål 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

10.1.5 Risk- och säkerhetsfrågor under uppförande och drift

I detta avsnitt beskrivs de skadehändelser som kan ske vid slutförvarsanläggningen som redovisas i respektive säkerhetsanalys; miljöriskanalys, säkerhetsredovisning för driften, analys av den långsiktiga säkerheten och kemiskt toxiska risker. Skadeförebyggande och avhjälpande åtgärder beskrivs också.

10.1.5.1 Miljöriskanalys

Parallellt med förväntade effekter och konsekvenser vid normal drift av anläggningen har också miljörisker studerats /10-27/. 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. Risken för påverkan på grundvattennivåerna framstår som väsentlig trots att sannolikheten för att den inträffar bedöms som låg. Det är därför viktigt att denna risk reduceras. Ett omfattande kontrollprogram samt beredskap för skademinskande åtgärder i form av infiltration i känsliga miljöer är några av de åtgärder som är planerade för att minska risken.

Andra miljörisker under uppförandeskedet är spill av bränsle, 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 bränsletankar 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 sådana händelser 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 bränsle, hydrauloljor eller andra kemikalier kvarstår, liksom vissa av riskerna för att vattenreningen inte kommer att fungera som planerat.

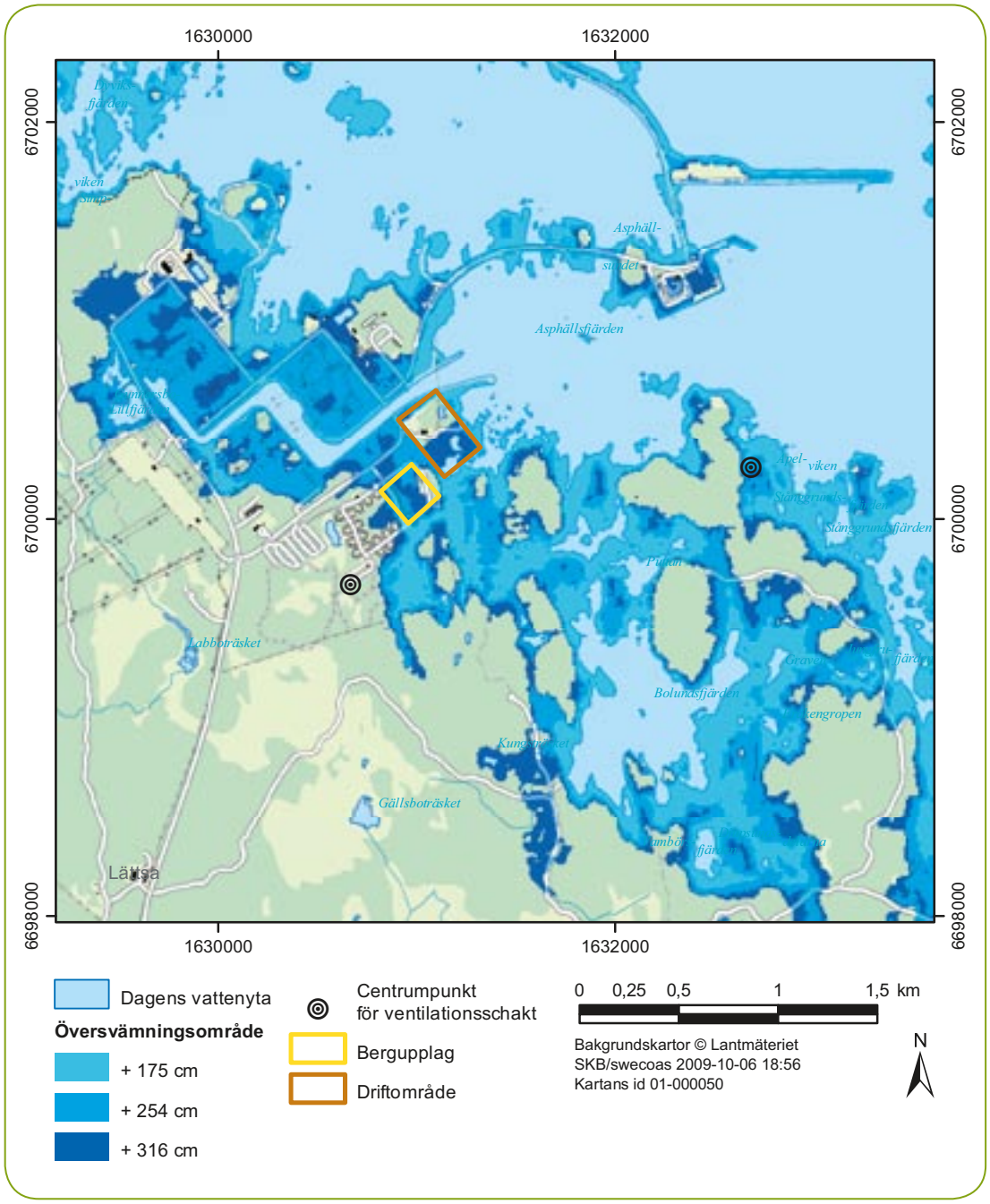
Transporterna kommer att ge upphov till miljörisker som liknar dem i uppförandeskedet. I driftskedet tillkommer fartygstransporter av kapslar med använt kärnbränsle med m/s Sigyn eller likvärdigt fartyg. Miljöriskerna kopplat till dessa transporter beskrivs i kapitel 9.1.5.1.

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 bergupplag. Forskningen om framtida havsvattennivåer är intensiv och behäftad med stora osäkerheter. I den rapport som tagits fram /10-28/ 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 väderförhållande, havsströmmar, med flera) med skild geografisk utbredning (lokal, regional, 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 10-41, har anläggningen anpassats för att kunna klara extrema vattennivåer. Marknivån för det yttre driftområdet kommer att höjas till +300 centimeter och det inre driftområdet kommer att höjas till +350 centimeter. Det innebär till exempel att schakt och tillfartstunnlar som leder ner till förvaret kommer att vara skyddade mot översvämning enligt alla scenarier. 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.



Figur 10-41. Mycket höga vattenstånd år 2100 enligt tre olika prognoser, samt driftområde, bergupplag och ventilationsstationer. Kartan visar situationen då driftområdet utfyllt till +300 respektive +370 centimeter.

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 /10-18/.

Miljöriskerna som transporterna ger upphov till i avvecklingsskedet 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 Radiologisk säkerhet under drift

I kapitel 8 i den preliminära säkerhetsredovisningen för slutförvarsanläggningens drift finns den säkerhetsanalys som verifierar hur anläggningen klarar alla tänkbara störningar och missöden och vilken radiologisk omgivningspåverkan som störning eller missöde kan ge upphov till /10-29/.

En konstruktionsstyrande förutsättning för kapseln är att den 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 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 utvändig 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 strålskärmat 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, bergras.
- 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 den preliminära säkerhetsanalysen /10-29/ visar att störningar och missöden leder till ökad individdos hos personalen. Vidare skulle störningar och missöden kunna ge konsekvenser för de långsiktiga barriärerna om ingen åtgärd görs, eftersom en störning eller ett missöde kan leda till att de tekniska 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 säkerhetsredovisningens 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 den preliminära säkerhetsanalysen samt att de upptäcks och hanteras rätt om de inträffar, påverkas inte den långsiktiga säkerheten av störningar eller missöden under driften.

10.1.6 Långsiktig säkerhet

Den långsiktiga säkerheten för slutförvaret har analyserats vid en rad tillfällen sedan den första rapporten publicerades år 1983. SKB:s senaste analys före ansökan, SR-Can /10-30/, publicerades år 2006 och utgjorde en förberedelse för SR-Site, den säkerhetsrapport som ska ligga till grund för ansökan om att få uppföra och driva slutförvarsanläggningen. Då SR-Site ännu inte finns framme i sin helhet har beskrivningen av den långsiktiga säkerheten i detta kapitel hämtats från SR-Can samt från det underlag som togs fram inför platsvalet. Kapitlet kommer att uppdateras till den slutliga MKB:n, som ska ingå i ansökan, med resultaten från SR-Site. Då kommer även utvecklingen på platsen samt stråldoser i de olika scenarier som studerats att beskrivas.

Den primära säkerhetsfunktionen hos slutförvaret är att fullständigt innesluta det använda kärnbränslet i kopparkapslar under hela analysperioden. Skulle en kapsel skadas är den sekundära säkerhetsfunktionen att fördröja och sprida eventuella utsläpp från kapseln så att dessa inte orsakar oacceptabla konsekvenser. Enligt den metodik som används i SR-Can /10-30/ och även 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.

10.1.6.1 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 scenarieval och scenarieanalyser. Målet är att beskriva en rimlig utveckling av förvarssystemet med tiden.

Två varianter av referensutveckling analyseras:

- En basvariant 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, och följaktligen de yttre förhållandena, till en början antas starkt påverkade av mänskligt orsakade utsläpp av växthusgaser.

Analysen genomförs i fyra tidsepoker:

- Förvarets uppförande- och driftsfas.
- Den första tempererade perioden efter förslutning.
- Den första glaciationscykeln.
- Tiden efter den första glaciationscykeln, fram till en miljon år.

Inom varje epok studeras utvecklingen till följd av de processer som verkar inom förvaret och den yttre påverkan förvaret utsätts för.

10.1.6.2 Scenarierna

Referensutvecklingen ligger till grund för ett huvudscenario som ger en rimlig bild av hur förvaret skulle kunna utvecklas. I en rad ytterligare scenarier analyseras ett antal kritiska frågor kring förvarets säkerhet:

- Kan bufferten frysa?
- Kan bufferten försvinna?
- 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?

Frågorna utreds i respektive scenario med målet att säkerställa att alla osäkerheter som inte hanterades i huvudscenariot tas om hand, vilket innebär att man belyser huruvida förhållandena kan bli mer ogynnsamma än i huvudscenariot och vilka konsekvenserna i så fall blir. Även kombinationer av scenarier studeras.

10.6.1.3 Slutsats i SR-Can

I SR-Can sammanställdes resultat för de olika scenarierna. Kapselskador till följd av ökad kopparkorrosion efter att bufferten förlorats genom erosion samt kapselskador till följd av jordskalv bidrog till beräknad risk för slutförvaret. Omfattningen var sådan att ställda krav på långsiktig säkerhet bedömdes uppfyllda. Inga nya scenarier har tillkommit i arbetet med SR-Site.

10.1.6.4 Slutsatser i underlaget till platsvalet

Ett framtida klimat präglat av global uppvärmning är i huvudsak positivt för förvarets utveckling eftersom det skjuter perioder med permafrost och inlandsis framåt i tiden. Om klimatet utvecklas på ett sätt som liknar den senaste istiden visar beräkningarna att grundvattnet skulle kunna frysa ner mot några hundra meters djup. Det finns även en möjlighet att grundvattnet vid mer extrema framtida klimat fryser ända ner till förvarsnivå. Temperaturen på förvarsnivå kommer dock aldrig under –5°C, vilket är temperaturen vid vilken bentonitbufferten fryser. Analyser visar dessutom att bufferten klarar att frysa och tina och då återfå sina egenskaper.

En bergmekanisk analys har genomförts som visar vad som händer när temperaturen ökar i berget på grund av värmen som avges från de deponerade kapslarna. Bergets värmeutvidgning ger ett tillskott till bergspänningarna och det finns därvid en risk för att bergets hållfasthet överskrids i deponeringshålens väggar en tid efter att kapslarna placerats i deponeringshålen. En sådan så kallad spjälkning kan kraftigt öka utbytet av lösta ämnen mellan buffert och vatten i sprickor. Detta har betydelse för säkerheten eftersom en del sådana ämnen kan skada kapseln genom korrosion. Eftersom spjälkning inte kunde uteslutas antogs pessimistiskt i SR-Can att fenomenet förekommer i samtliga deponeringshål och detta användes som förutsättning i alla analyser av transportrelaterade fenomen. Ett liknande angreppssätt förutses i SR-Site.

Vattengenomsläppligheten i berget påverkar grundvattenflödet och transporten av lösta ämnen i grundvattnet till buffert och kapsel och avgör hur dessa barriärer skulle kunna skadas på lång sikt. Om kapselns isolering skadas påverkar de hydrogeologiska förhållandena också mängden radionuklider som kan frigöras från det använda kärnbränslet och komma ut i grundvattnet. Vidare påverkar grundvattenflödet hur snabbt radionukliderna transporteras upp till ytan. I Forsmark har man i de nästan 1 000 meter djupa borrhålen bara träffat på vatten i några få punkter under nivån 400 meter. Detta tolkas som att det finns mycket få vattenförande sprickor under denna nivå. På 500 meters djup, vilket är det ungefärliga djup förvarsområdet kommer att ligga på, är medelavståndet mellan

vattenförande sprickor större än 100 meter. Detta innebär att grundvattenflödet genom förvaret är begränsat. Det ger stora säkerhetsmässiga fördelar för kopparkapselns och bentonitlerans långtidsfunktion eftersom vattenföringen är en nyckelkomponent i utvärderingen av bufferterosion och kopparkorrosion.

Grundvattnets salthalt, särskilt innehållet av kalcium, påverkar stabiliteten hos bentonitleran. Låga halter kan ge problem med stabiliteten. I Forsmark är dagens salthalt tillräckligt hög. Under en framtida istid skulle dock salthalten kunna bli alltför låg, men det är mindre troligt. Även om salthalterna sjunker i en framtid är det sannolikt att den låga vattengenomsläppligheten gör att salthalten kommer att bli relativt opåverkad på förvarsnivån. I SR-Can drogs slutsatsen att förvaret uppfyller ställda krav på långsiktig säkerhet även om bufferterosionen skulle bli mycket omfattande. Den slutliga värderingen av omfattningen av bufferterosion görs i SR-Site-rapporten, baserat på ett betydligt större underlag än i SR-Can. Grundvattnets halt av sulfid är också viktig eftersom sulfiden kan korrodera koppar och därmed skada kapseln. Om bentonitbufferten är intakt krävs det dock extremt höga sulfidhalter för att detta ska vara ett problem. Om bufferten skadas blir sulfidhalten viktigare. Korrosionshastigheten, och därmed antalet kapslar som skulle kunna skadas, beror direkt på grundvattenflödet. Analyser visar att grundvattenflödet i de flesta deponeringshål är så lågt att endast ett fåtal kapslar skulle kunna skadas så mycket att isoleringen bryts och radionuklider därmed kan släppas ut, och det först efter hundratusentals år.

Sannolikheten för framtida jordskalv är mycket liten men kan inte helt försummas. Risken för att rörelser som induceras av jordskalven skulle kunna skada deponerade kapslar reduceras kraftigt eller elimineras helt genom att förvarsområdet förläggs med hänsyn till förekommande deformationszoner och sprickor. I Forsmark finns goda förutsättningar för att genomföra en sådan anpassning av förvarets förläggning.

10.1.6.5 Slutsats i avvaktan på SR-Site

I sammanfattning tyder underlaget för Forsmark till platsvalet på att bergförhållandena är mer gynnsamma än vad som antogs i SR-Can. Därför görs oförändrat bedömningen att ställda krav på långsiktig säkerhet kan uppfyllas för Forsmark.

10.1.6.6 Strålsäkerhetsmyndighetens riskkriterium

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 $1{,}4 \cdot 10^{-2}$ millisievert per år, det vill säga cirka en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige. De första värderingarna av den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar lokaliserat till Forsmark visar att SSM:s riskkriterium kommer att uppfyllas. SSM:s riskkriterium gäller för en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk /10-30/. Individer boende på längre avstånd från slutförvaret kommer att utsättas för ännu lägre risk.

10.1.7 Kemiskt toxiska risker från deponering av använt kärnbränsle

Utöver radiologiska risker förknippade med de ämnen som kommer att finnas i slutförvaret kan vissa ämnen även vara giftiga för människor och miljön om de når biosfären i höga koncentrationer. En utredning pågår som syftar till att bedöma risker för människors hälsa och miljön av icke-radioaktiva ämnen som finns i använt kärnbränsle och i kapseln som bränslet deponeras i. Riskbedömningen baseras på de verktyg och metoder som används för bedömning av radiologisk påverkan från ett slutförvar i säkerhetsanalysen SR-Site, till exempel vad gäller studerade scenarier. Resultaten från utredningen kommer att presenteras i den slutliga MKB:n som skickas med ansökningarna.

Först görs en prioritering av vilka ämnen som kan ha en toxisk effekt utan hänsyn till ämnenas tillgänglighet. Prioriteringen görs genom att beräkna den volym vatten som skulle behövas för att späda ut varje ämne till en ofarlig halt. De haltkriterier som kommer att användas är till exempel dricksvatten-

normer, som är baserade på toxiciteten för människor, och kriterier som gäller för toxiska ämnen för djur och växter i ytvatten, till exempel sjöar och vattendrag. Ett annat kriterium att jämföra mot är bakgrundshalter i grundvattnet på platsen. Dessa data kommer att så långt som möjligt tas från platsundersökningen i Forsmark.

Metoden överskattar miljö- och hälsoriskerna eftersom hela mängden av ämnet antas vara i löslig form och tillgänglig för spridning i biosfären. För ämnen där mycket vatten behövs för utspädning till koncentrationer som fyller haltkriterier kommer en fördjupad beräkning av hälso- och miljörisker att göras. Då tas hänsyn till ämnenas tillgänglighet, det vill säga hastigheten av frigörelse av ämnen från bränsle/kapseln, löslighet, transportmotstånd och reaktionshastighet.

10.2 Övervägt alternativ – Laxemar

I ansträngningarna att hitta den lämpligaste platsen för slutförvaret har Laxemar i Oskarshamns kommun sedan år 2002 undersökts till samma detaljnivå som Forsmark. I bilagan om platsvalet /10-31/ redovisas de faktorer som avgjorde valet till Forsmarks fördel.

Under den långa och grundliga urvalsprocessen har också övriga miljöfaktorer kunnat undersökas 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 förvarsområde, se figur 10-43. Utformningen skiljer sig något mellan platserna till följd av skillnader i geologi och yttre miljö. Anläggningens förvarsområde 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 med ett större avstånd från varandra.

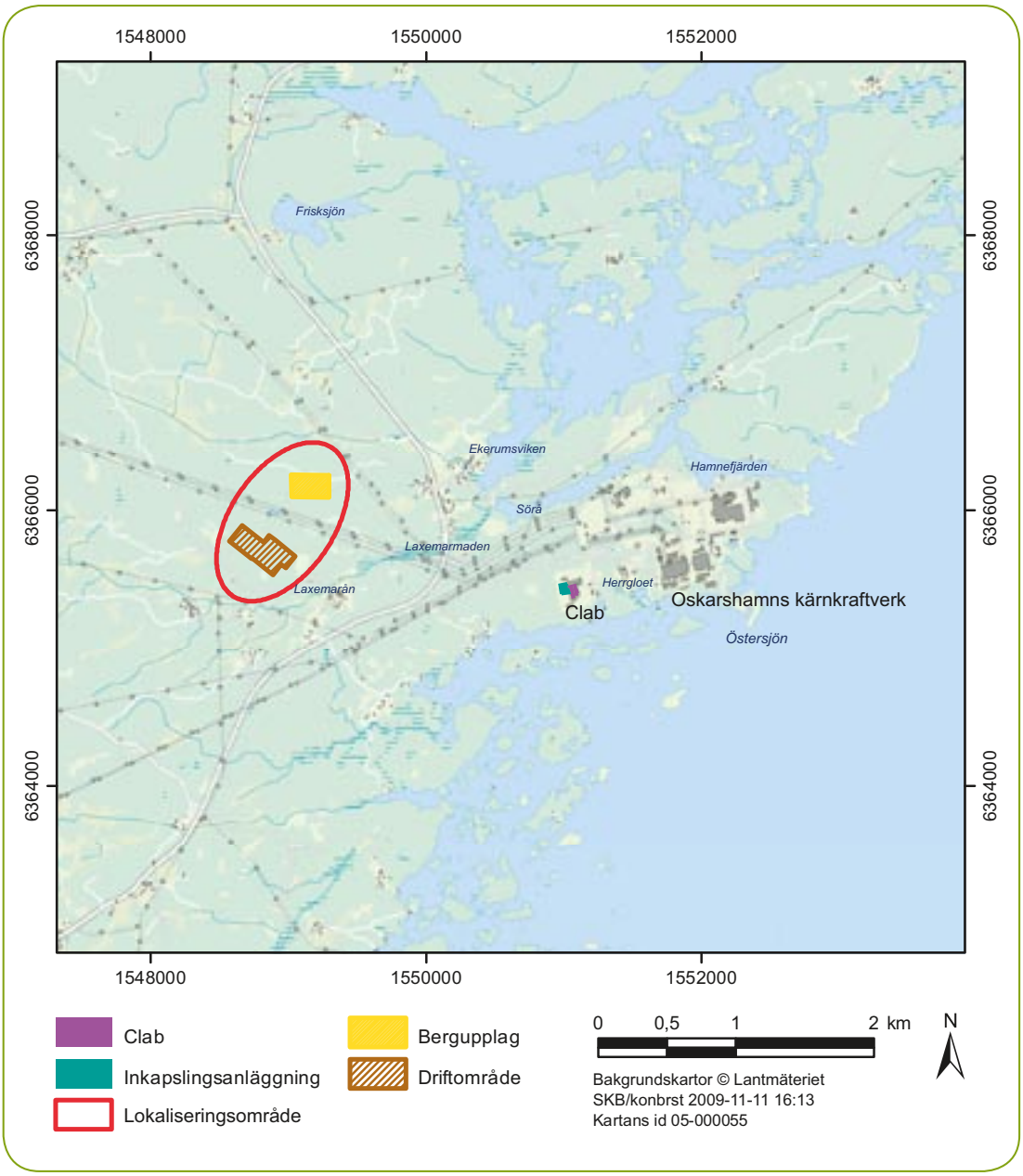
Ovanmarksanläggningen planerades till ett naturmarksområde på den södra sidan av ett stort kraftledningsstråk i Laxemar. Där finns ingen omedelbar närhet till kust eller storskalig industri som i Forsmark. Antalet bostäder i närområdet är större i Laxemar än i Forsmark. Skillnaderna i närmiljön påverkar anläggningarnas inre disposition och byggnadernas form, se figur 10-44.
Tabell 10-17 sammanfattar slutförvarsanläggningens storlek vid en förläggning i Laxemar jämfört med en anläggning i Forsmark.

10.2.2 Verksamhetsbeskrivning

Verksamheten vid en slutförvarsanläggning i Laxemar vore densamma som i Forsmark. Anläggningarnas förutsättningar hade gett skillnader i första hand i transportarbetet, eftersom berguttaget 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.



Figur 10-42. Ungefärligt läge för det övervägda alternativet, en slutförvarsanläggning i Laxemar.



Figur 10-43. Slutförvarsanläggningen under mark i den utredda lokaliseringen Laxemar.



Figur 10-44. Fotomontage av slutförvarsanläggningen ovan mark i Laxemar.

Verksamheten i Laxemar skulle också ge upphov till förorenat vatten som spillvatten, lakvatten, dagvatten och länshållningsvatten med Vattenströmmarna 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 planerat att ligga något djupare under marken och uppta en större yta än förvaret i Forsmark, vilket gör att större bergvolymer måste sprängas ut. Mängden bergmassor uppskattas till mellan 150 000 och 245 000 ton per år, eller totalt cirka 1,7 miljoner ton vilket är cirka 100 000 ton mer än i Forsmark /10-32/. 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 platser (60 per dygn).

Arbetsresor, materialtransporter och övriga material- och servicetransporter är i samma storleksordning som i Forsmark. Transporterna från en slutförvarsanläggning i Laxemar beskrivs i rapport /10-33/.

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.

Även under driftskedet är det främst vattenmängder och transporter som skiljer sig från verksamheten i Forsmark. Länshållningsvatten i driftskedet beräknas bli minst dubbelt så stort som i Forsmark. Själva masshanteringen är likartad, men mängden massor skulle bli större i Laxemar.

Det planerade uttaget av berg förväntas ge cirka 170 000 ton bergmassor per år under 40 år i Laxemar, vilket är ungefär 50 000 ton mer per år än i Forsmark. Totalt under hela driftskedet skulle det bli det cirka 6,8 miljoner ton bergmassor. Under driftskedet påbörjas även återfyllning av deponeringstunnlarna med bentonit i form av block och pellets. Cirka 76 000 ton bentonit per år beräknas gå åt till återfyllning och buffert, vilket är cirka 25 000 ton mer än i Forsmark /10-32/.

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

Den befintliga hamnen 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 /10-33/.

Tabell 10-17. Jämförelse mellan en slutförvarsanläggning i Forsmark och Laxemar.

	Laxemar	Forsmark
Yta driftområde ovan mark (totalt yttre och inre)	75 000 m^2	70 000 m^2
Yta förvarsområde	5–6 km^2	3–4 km^2
Djup förvarsområde	–510 m	–475 m
Yta bergupplag	40 000 m^2	40 000 m^2
Höjd bergupplag	~15 m max ~10 m troligast	~15 m max ~10 m troligast
Högsta byggnad	45 m	50 m

10.2.3 Påverkan

10.2.3.1 Ianspråktagande 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 och barr- och lövskog.

Anläggningens placering i ett naturmarksområde skulle 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 kärrmark nedanför översilningsanläggningen.

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 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 /10-34/.

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.



Figur 10-45. Lokalisering av verksamheten.

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 avsänkningsgräns på 0,1 meter för de områden som betraktas som påverkade) beräknas påverkansområdet blir cirka 20 kvadratkilometer jämfört med cirka 2 kvadratkilometer för Forsmark.

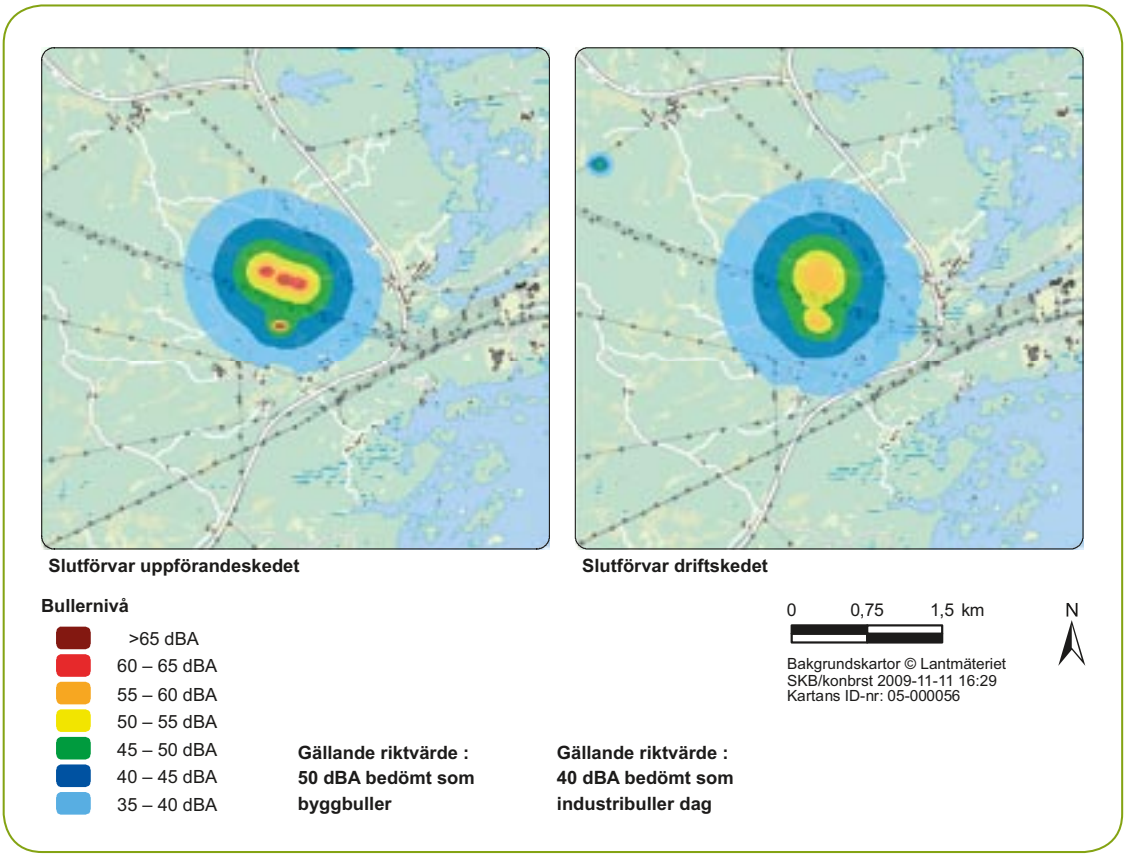
Skillnaden mellan Laxemar och Forsmark när det gäller påverkan på grundvatten förklaras bland annat av att på 500 meters djup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 meter i Laxemar medan motsvarande avstånd är mer än 100 meter i Forsmark. Detta innebär att grundvattenflödet genom förvaret och därmed inläckage 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 stråklika formen på påverkansområdet i Forsmark.

10.2.3.3 Buller

De dominerande ljudkällorna är i dagsläget en transformatorstation och fläktar, verksamheten vid OKG och trafiken på vägarna i området /10-35/.

I uppförandeskedet är sprängningsarbeten, bergkrossning och borrning de arbetsmoment som orsakar högst ljudnivåer. 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 /10-36/. 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. Anläggningsbuller kvällstid under uppförandeskedet (till vänster) och anläggningsbuller dagtid 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 omgivningar 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 /10-36/.

10.2.3.5 Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen

I den övervägda slutförvarsanläggningen i Laxemar skulle det förekomma naturligt radioaktiva ämnen, främst i form av 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. Strålskärmning av gamma- och neutronstrålning från kapseln sker på samma sätt som i Forsmark och dos till personal skulle bli densamma på båda platser /10-14, 10-13/.

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 ($NO_{x)}$ som partiklar (PM_{10}) 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 (CO_2) som beräknas bli något lägre.

Spridningsberäkningar har gjorts som visar att halterna av kvävedioxid (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 för anläggningarna redovisas i /10-37/.

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 kärrmark. Reningen efter kärrmarken har bedömts bli cirka 25 procent av kvävet eller cirka 0,5 ton /10-38/.

Dagvatten kan omhändertas lokalt (LOD) inom driftområdet. Samma typ av åtgärder för LOD som i Forsmark skulle använts. Det innebär att avrinnande dagvatten fördröjs och att föroreningar fastläggs i marken istället 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 avfall uppkomma i Laxemar som i Forsmark (50 ton). Övrigt avfall bedöms uppgå till 1 150 ton, vilket är något mer än vad som beräknas i Forsmark (1 100 ton) /10-39/.

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 farligt avfall bli desamma som i Forsmark (5 ton per år eller 200 ton totalt), medan en något större mängd övrigt avfall uppkommer i Laxemar (135 ton per år eller 5 400 ton totalt jämfört med 120 ton per år eller 4 800 ton totalt i Forsmark) /10-39/.

10.2.3.10 Energianvändning

Ett förvar i Laxemar skulle bli större än i Forsmark vilket skulle innebära att det krävs mer elenergi för att ta ut och hantera bergmassor. Den större vattengenomströmningen i Laxemar innebär också att mer elenergi krävs för att pumpa bort länshållningsvatten. I övrigt är tillförsel, användningsområden och besparingsmetoder lika som i Forsmark

Totalt beräknas 71 GWh per år används under ett uppförandeskede i Laxemar. För Forsmark är siffran 62 GWh. Till detta kommer dieselförbrukningen i fordon och maskiner, som uppskattats till totalt 630 kubikmeter. Dieselförbrukningen i Forsmark blir något mindre (600 kubikmeter) /10-39/.

Elenergianvändningen bedöms bli 28 GWh per år eller cirka 1 120 GWh under hela driftskedet, vilket är något mer än i Forsmark (24 GWh respektive 960 GWh) /10-39/.

10.2.3.11 Vattenförbrukning

Verksamheten vid en slutförvarsanläggning förbrukar vatten i alla skeden. Behovet av vatten skulle bli lika stort per person och kubikmeter berg som i Forsmark (cirka 0,2 kubikmeter spillvatten per person och dygn och cirka 0,15 kubikmeter vatten per kubikmeter fast berg) /10-39/.

Under uppförandeskedet beräknas cirka 250 000 kubikmeter vatten förbrukas totalt. Det är lika mycket som i Forsmark.

Eftersom förvarsområdet i Laxemar har beräknats bli större än i Forsmark skulle vattenåtgången i driftskedet bli större. Under driftskedet beräknas vattenförbrukningen därför bli cirka 25 000 kubikmeter per år och därmed cirka en miljon kubikmeter totalt. I Forsmark är mängden beräknad till cirka 24 000 kubikmeter per år respektive 960 000 kubikmeter totalt.

10.2.3.12 Masshantering

Hanteringen av massor skiljer sig inte från den i Forsmark, men mängden bergmassor skulle bli större i Laxemar.

Mängden bergmassor i Laxemar har uppskattats till drygt 200 000 ton per år, vilket totalt ger cirka 1,7 miljoner ton bergmassor (ungefär 100 000 ton mer än i Forsmark) /10-39/. Merparten av bergmassorna skulle avyttras på marknaden /10-33/.

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 det 45 år långa driftskedet skulle cirka 7,9 miljoner ton massor uppkomma i Laxemar. Motsvarande siffra för slutförvarsanläggningen i Forsmark är cirka 5,4 miljoner ton. Under driftskedet påbörjas även återfyllning av deponeringstunnlarna med bentonit i form av block och pellets. Cirka 76 000 ton bentonit per år eller 3,4 miljoner ton beräknas gå åt till återfyllning och buffert. I Forsmark är motsvarande siffra cirka 2,2 miljoner ton /10-39/.

10.2.4 Effekter och konsekvenser

10.2.4.1 Naturmiljö

Ianspråktagande 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.

För påverkan på sötvattens- och marina miljöer från utsläppen av lakvatten och länshållningsvatten 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 /10-40/.

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 slåtter. Ädellövskogen och de gamla lövträden är också mindre känsliga för en grundvattensänkning eftersom naturvärdena främst är beroende av skogens ålder och skötsel.



Figur 10-47. Lövskogområde i Laxemar.

Det finns ett antal naturvärdesobjekt som kan vara känsliga för en grundvattensänkning. Dessa redovisas i /10-41/ där inventerade naturobjekt har klassats utifrån sin känslighet för en grundvattensänkning.

Sammanlagt bedöms ett avsänkningsområde 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 avsänkningssområdet förekommer det även jordbruksmark. Skördeavkastningen kan, baserat från erfarenheter från andra fall, komma att minska med i medeltal 5–10 procent på kärr- och gyttjejordar (som dominerar jordbruksmarken i området) och 20 procent på grövre jordar.

Drygt 50 enskilda brunnar är belägna inom det prognostiserade avsänkningssområdet. 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 /10-34/ samt /10-42/.

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 friluftsaktiviteter som utförs i området i dag kunna fortsätta att utövas precis som tidigare /10-43/.

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 /10-44/.

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 /10-44/.

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.

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 /10-35/.

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).



Figur 10-48. Odlingslandskapet runt Laxemar.

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 /10-35/.

Bullernivåerna längs delar av transportvägen upplevs redan i dag som störande av de närboende.

Vibrationer

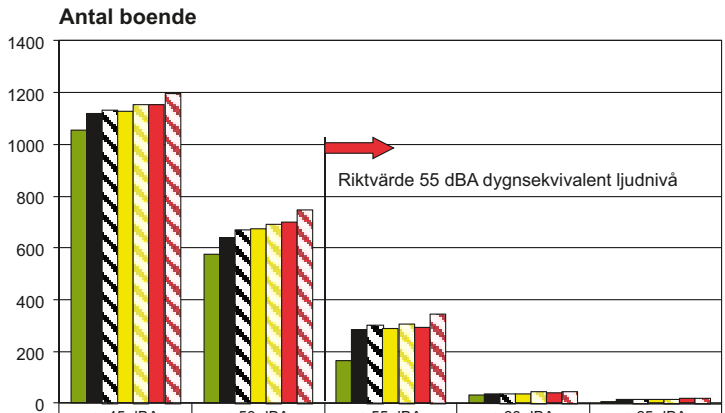
Vibrationsnivåerna från sprängningsarbeten skulle bli så låga att det inte uppstod någon risk för komfortstörningar för boende enligt Socialstyrelsens riktlinjer. Inga byggnader, installationer eller utrustningar i Laxemar med omgivningar skulle heller ha påverkats.

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 miljökvalitetsnormer skulle överskridas. Till följd av mindre trafik utefter länsväg 743 är halterna något lägre än längs med riksväg 76 i Forsmark.



	> 45 dBA	>50 dBA	>55 dBA	>60 dBA	>65 dBA
2006 nuläge	1057	575	165	34	8
2015 nollalt.	1119	641	284	36	13
2015 utbyggnad-slutförvar	1131	669	301	38	13
2018 nollalt.	1126	673	290	36	13
2018 utbyggnad-slutförvar	1153	692	308	46	15
2030 nollalt.	1154	700	293	39	20
2030 driftskedet	1196	749	345	45	20

Figur 10-49. Sammanställning av boende längs vägsträckan Simpevarp-Oskarshamns hamn som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudintervall.

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 miljökvalitetsnormer.

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 /10-27/.

Den största miljörisken 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 9-17 i kapitel 9 om Clink.

10.2.5.2 Radiologisk säkerhet under drift

Den radiologiska säkerheten under drift skiljer sig åt inte mellan alternativen Forsmark och Laxemar.

10.2.6 Långsiktig säkerhet

Den långsiktiga säkerheten vid ett slutförvar i Laxemar har analyserats på samma sätt som för Forsmark /10-30/. En referensutveckling som kan sägas utgöra ett typiskt exempel på förvarets utveckling med tiden studeras först och ligger till grund för ett huvudscenario. Utöver referensutvecklingen/huvudscenariet studeras ett antal ytterligare scenarier som har till syfte att säkerställa att alla osäkerheter täcks in.

Konsekvenser av de olika scenarierna

Ett framtida klimat präglat av global uppvärmning är i huvudsak positivt för förvarets utveckling även i Laxemar. Om en istid uppstår visar beräkningarna att grundvattnet skulle kunna frysa ner mot några hundra meters djup men inte ner till förvarsdjup. Bufferten riskerar därmed inte att frysa.

Risken för spjälkning, som kraftigt kan öka utbytet av lösta ämnen mellan buffert och vatten i sprickor i berget, är lägre och omfattningen av en spjälkning mindre i Laxemar än i Forsmark. Utbytet blir trots detta lägre i Forsmark än i Laxemar. I Laxemar är frekvensen av vattenförande sprickor hög ner till åtminstone 650 meter. Detta tolkas som att det finns större områden med få vattenförande sprickor först under nivån 700 meter, jämfört med vid 400 meter i Forsmark. 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 transporten av lösta ämnen i grundvattnet till buffert och kapsel större. Om förvaret i Laxemar placeras på nivåer under 700 m skulle visserligen frekvensen vattenförande sprickor sannolikt vara lägre, men en placering på så stort djup bedöms som olämplig på grund av den sämre kännedomen om platsen på det djupet, större tekniska risker och ett mycket större ytbehov på grund av den högre temperaturen i berget.

Grundvattnets salthalt och innehåll av kalcium påverkar stabiliteten hos bentonitleran. Låga halter kan ge problem med stabiliteten. I Laxemar är risken för att bentonitleran eroderas på

grund av låga salthalter högre än i Forsmark. Grundvattnet på förvarsnivå får inte heller innehålla löst syre eftersom syre ger kopparkorrosion. Den totala kapaciteten att förhindra nedträngning av löst syre vid framtida glaciationer bedöms som betydligt bäätre i Forsmark.

Även bergets framtida kapacitet att buffra pH är viktig. Sprickorna i berget i både Forsmark och Laxemar innehåller olika mineraler, främst kalcit, vilket tyder på god kapacitet att buffra pH.

Sannolikheten för framtida jordskalv är mycket liten både i Forsmark som Laxemar, men kan inte helt försummas. Risken för att rörelser som uppkommer av jordskalven skulle kunna skada deponerade kapslar reduceras kraftigt eller elimineras helt genom att förvaret anpassas till deformationszoner och sprickor. Den resulterande risken för kapselskador på grund av jordskalv bedöms som likvärdiga för båda platserna.

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. Analysen av den långsiktiga säkerheten kommer att fortsätta och MKB:n kommer att kompletteras till dess att ansökan lämnas in. De resultat som hittills framkommit visar dock att 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 som leder till att bufferten fryser, skiljer sig inte åt mellan platserna. Sannolikheten för sådan påverkan bedöms också som mycket liten.

Naturmiljön i Forsmark hyser höga naturvärden, främst beroende på förekomst av arten gölgroda. Tre gölar, varav två där gölgrodan 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, främst i form av rikkärr och gölar, i Forsmark, 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 även påverkan för djur 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 slåtter. Naturmiljön i Laxemar är därmed inte lika känslig för avsänkning av grundvatten som naturmiljön i Forsmark.

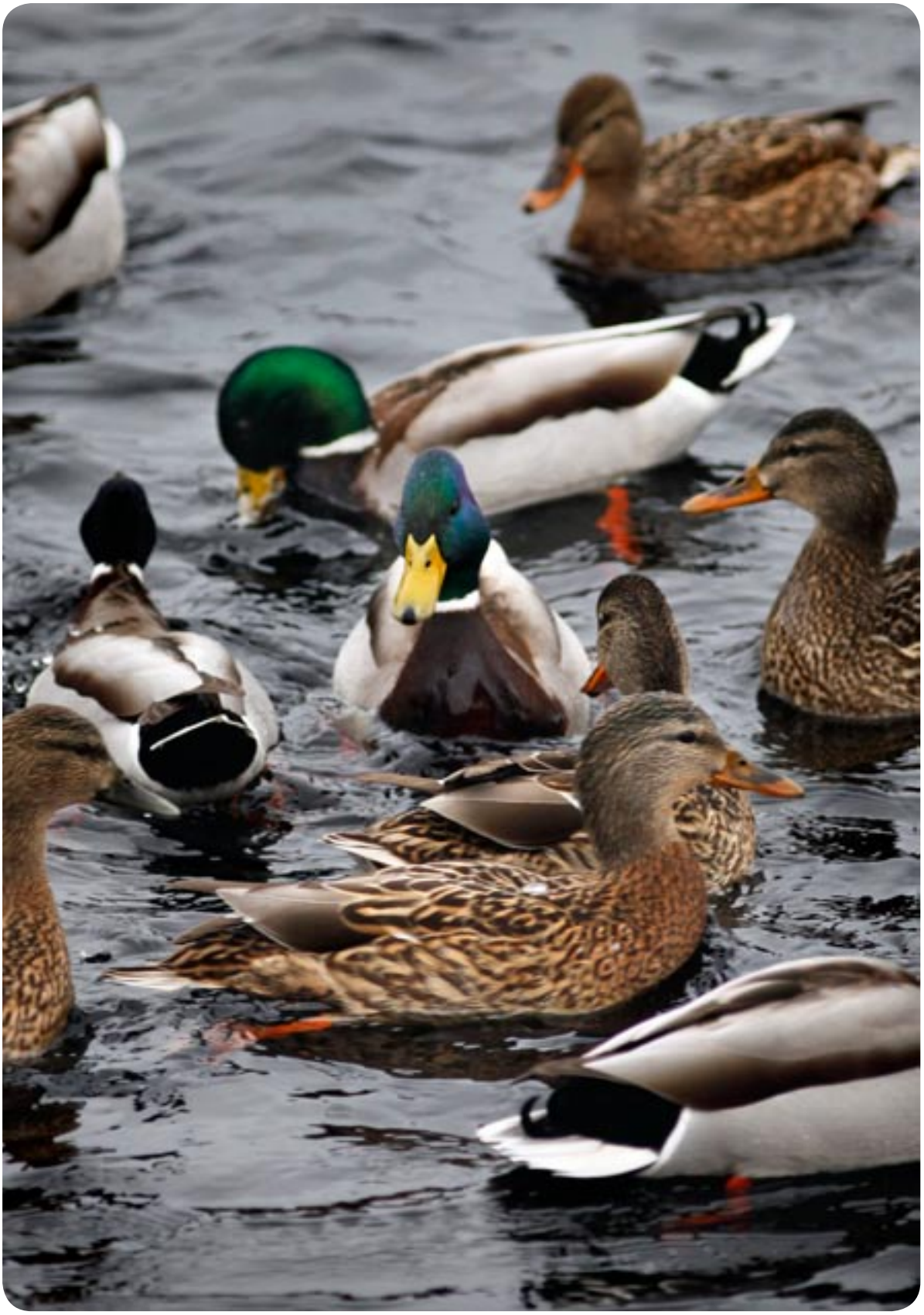
En slutförvarsanläggning i Forsmark kommer att uppta mindre volym och yta under mark än en anläggning i Laxemar. Detta innebär att även resursförbrukningen (avfall, vattenförbrukning, energiförbrukning, berguttag) och transporter av material blir mindre i Forsmark än i Laxemar. Transporter till och från 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 tabellform i tabell 10-18.

Tabell 10-18. Sammanställning av konsekvenser som har belysts i miljökonsekvensbeskrivningen.

	Lokalisering i Forsmark	Lokalisering i Laxemar
Naturmiljö I anspråktagande av mark	Tre gölar, varav två där gölgrodan har observerats, kommer att fyllas igen. Det ger upphov till stora negativa konsekvenser. För att kompensera konsekvenserna för gölgrodepopulationen utreder SKB möjligheten att skapa nya gölar lämpliga för gölgrodor. Utsläpp av renat vatten bedöms ge begränsade konsekvenser för ett rikkärr av regionalt intresse. 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.	Oexploaterad mark av regionalt intresse på grund av förekomsten av ädellövskog tas i anspråk för slutförvarsanläggningen. Konsekvenserna av detta bedöms bli märkbara, eftersom området har utvecklingspotential från naturvärdessynpunkt. Konsekvenserna blir dock inte lika stora som i Forsmark. Utsläpp av renat vatten till sötvattensmiljöer och marina miljöer bedöms ge små konsekvenser. Konsekvenserna bedöms bli mindre än i Forsmark.
Naturmiljö Grundvatten-avsänkning	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 grundvattenytans läge och är därmed inte lika känsliga för en grundvattenavsänkning som naturvärdena i Forsmark. Fler brunnar än i Forsmark riskeras påverkas.
Rekreation och friluftsliv	Området runt slutförvarsanläggningen nyttjas främst av människor i dess närhet. Slutförvars-anläggningen 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.
Kulturmiljö och landskap	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.
Boendemiljö och hälsa Buller	Arbetsmoment som sprängning, drift av skip och berghantering bidrar till buller från anläggningen. Riktvärden för byggbuller bedöms underskridas vid närliggande bostäder. Längs transportvägarna till och från slutförvarsan-läggningen bedöms antalet boende som får buller-nivåer över riktvärdet för transporter ökar 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.	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. 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.
Boendemiljö och hälsa Utsläpp till luft	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 miljökvalitets-normer bedöms inte överskridas.
Boendemiljö och hälsa Radioaktiva ämnen	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.
Risk och säkerhet Icke-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. Istället kan risken vara större att skada oupptäckta kulturarv i Laxemar. Det finns ingen risk att Laxemar översvämmas vid framtida extrema havsvattennivåer.
Risk och säkerhet Radiologisk säkerhet under drift	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.
Risk och säkerhet Radiologisk långsiktig säkerhet	På förvarsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor större än 100 meter och grundvattenflödet genom förvaret är begränsat. Detta innebär stora säkerhetsmässiga fördelar för kopparkapselns och bentonitlerans långtidsfunktion.	På förvarsdjup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor cirka 10 meter. Eftersom grundvattenflödet genom förvaret och runt deponeringshålen är större i Laxemar, är de säkerhetsmässiga förut-sättningarna sämre än i Forsmark. Det finns också en något högre risk för att bentonitleran eroderas på grund av låga salthalter än i Forsmark.

Nollalternativet



11 Nollalternativet

Nollalternativet beskriver trolig utveckling om inkapslingsanläggningen och slutförvaret 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 beskrivning av effekter och konsekvenser av fortsatt lagring i Clab har varit att reaktorerna i Forsmark och Ringhals drivs i 50 år och att reaktorerna i Oskarshamn drivs i 60 år. Dessa drifttider innebär att allt använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken inte ryms i befintlig anläggning (Clab 1 och 2). Clab kommer därmed att behöva byggas ut med ytterligare förvaringsbassänger för att utöka lagringskapaciteten (Clab 3). En utbyggnad av Clab 3 skulle sannolikt ske på samma sätt som utbyggnaden av Clab 2, som togs i drift 2008. Erfarenheter från denna utbyggnad kan ligga till grund för bedömning av miljökonsekvenser för Clab 3 /11-1/.

Utbyggnad av Clab 3 innebär sprängning för att anlägga ytterligare ett bergrum med bassänger. 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 lagras i Clab gör även att mängden kylvatten och värmeenergi som avges till havet ökar, samt att avfallsmängder som uppstår i driften också kommer att öka.

Förutom att nollalternativet innebär att lagringskapaciteten i Clab behöver utökas, så kommer även lagringstiden att behöva förlängas. En sådan förlängd lagring förväntas ge, så länge den sker i kontrollerade former, motsvarande påverkan som av driften i 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 reningssystem 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 kommer inget nytt kärnbränsle till anläggningen, vilket innebär färre transporter. Utsläpp till luft och buller från transporter kommer att minska något i förhållande till nuläget. Avvecklingen av Oskarshamns kärnkraftverk kommer ha avsevärt större effekt på antalet transportrörelser på Simpevarpshalvön.

Clab försörjs i dag med vatten från Oskarhamnsverkets vattenverk och avloppsvatten renas i Oskarshamnsverkets reningsverk. Då reaktorerna stängs av kan alternativa lösningar för vattenförsörjning och rening av avloppsvatten bli aktuella eftersom Clab i dag står för en liten del av det vatten som 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 lägre 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. Clab kan med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i 100–200 år och bränslets tålighet för långtidslagring är god. Om Clab skulle överges i framtiden kan det få allvarliga konsekvenser.

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 att 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

Vattnet i lagringsbassängerna kan torrkoka till följd av avsaknad av ventilation och kylning av bränslet om anläggningen överges. 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 från Clab om det 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 visar att den uppskattade stråldosen för individen i kustområdet då blir 0,03 millisievert per år. Dessa beräkningar tar dock bara hänsyn till lättrörliga nuklider och gäller vid den givna tidpunkten cirka 1 000 år fram i tiden. I det långa tidsperspektivet måste hänsyn också tas till svårlösliga 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 radionuklierna. I ett långt tidsperspektiv behöver man också ta hänsyn till landhöjningen eftersom den innebär att radionuklider når land istället 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 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 /11-3/ 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 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.

11.2.2 Forsmark

I Forsmark innebär nollalternativet att marken inte tas i anspråk för ovanmarksanläggningar och vägar, och att berörda gölar med gölgroda samt skogar kommer att skötas efter de riktlinjer som gäller i dag.

Nollalternativet innebär en långsam naturlig igenväxning av gölgrodornas lekvatten. Denna pågående igenväxning kan komma att öka och göra våtmarksmiljöerna mer beroende av skötsel för att bibehålla sin öppenhet. Vidare har en påtaglig igenväxning av vass observerats i rikkärr i Norrtälje, vilket sannolikt även sker i Forsmarksområdet /11-4/. Tät vass är negativt för många rikkärrsarter, och kan vara ett hot mot rikkärren i Forsmark som gör att de har mist stora delar av sina naturvärden fram till år 2100.

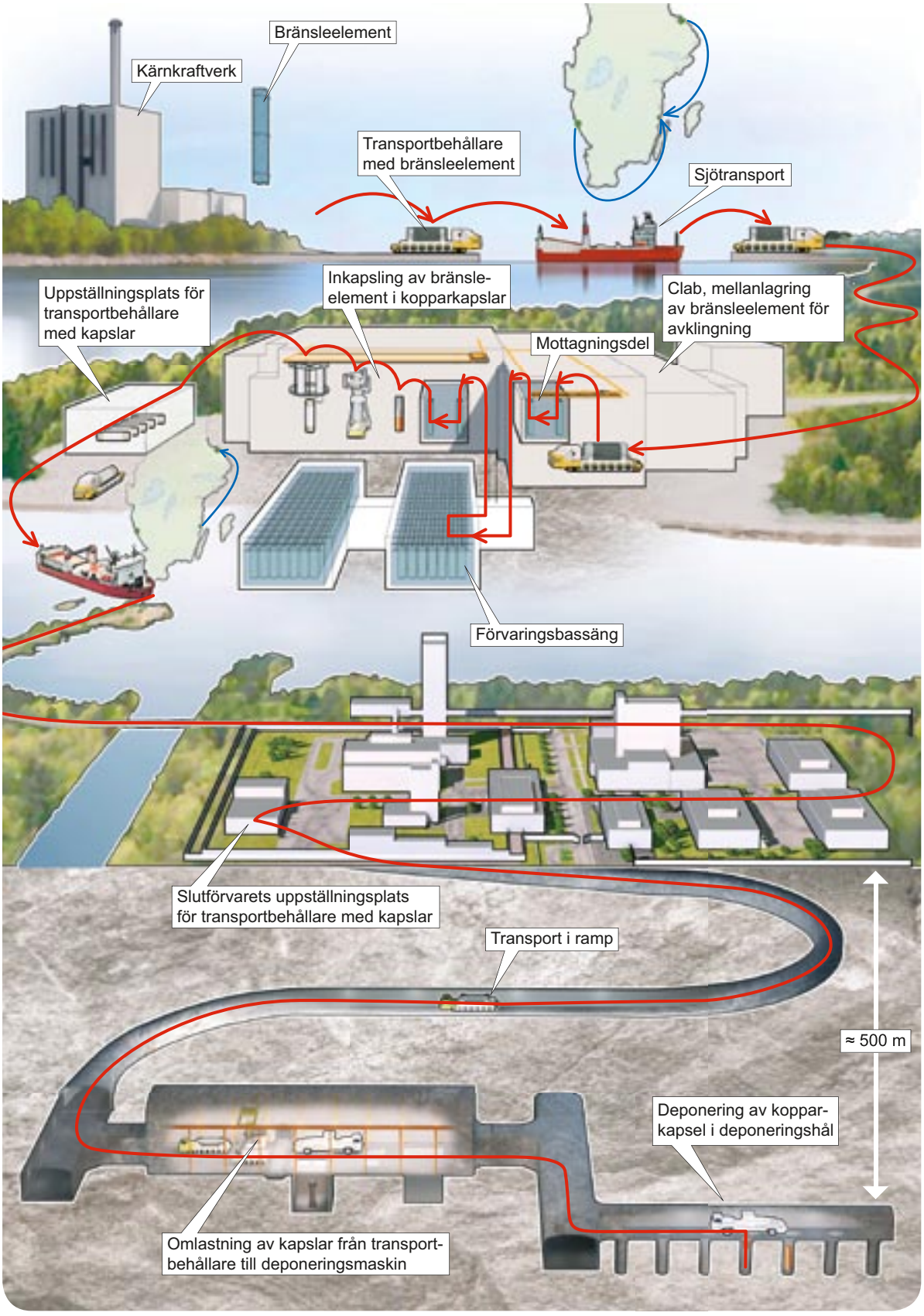
I ett tidigare skede förvärvades ett markområde, som med god marginal täcker de delar av slutförvarsanläggningen som sträcker sig utanför industriområdet, av Sveaskog. Om anläggningen inte uppförs i Forsmark kommer SKB eventuellt att avyttra den marken. Sannolikt är då att markanvändningen förblir densamma som i dag. Skogsskötseln, och därmed naturvårdshänsynen, blir givetvis beroende av vem som förvärvar marken och för vilka syften.

En framtida höjning av havsvattennivån påverkar utvecklingen av mark- och vattenområden i Forsmark. I rapporten /11-3/ 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 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 behöva 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 avvecklas senare.

Hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle


Bränsleelement
Kärnkraftverk
Transportbehållare med bränsleelement
Sjötransport
Uppställningsplats för transportbehållare med kapslar
Inkapsling av bränsle-element i kopparkapslar
Clab, mellanlagring av bränsleelement för avklingning
Mottagningsdel
Förvaringsbassäng
Slutförvarets uppställningsplats för transportbehållare med kapslar
Transport i ramp
≈ 500 m
Deponering av koppar-kapsel i deponeringshål
Omlastning av kapslar från transport-behållare till deponeringsmaskin

12 Hela systemet

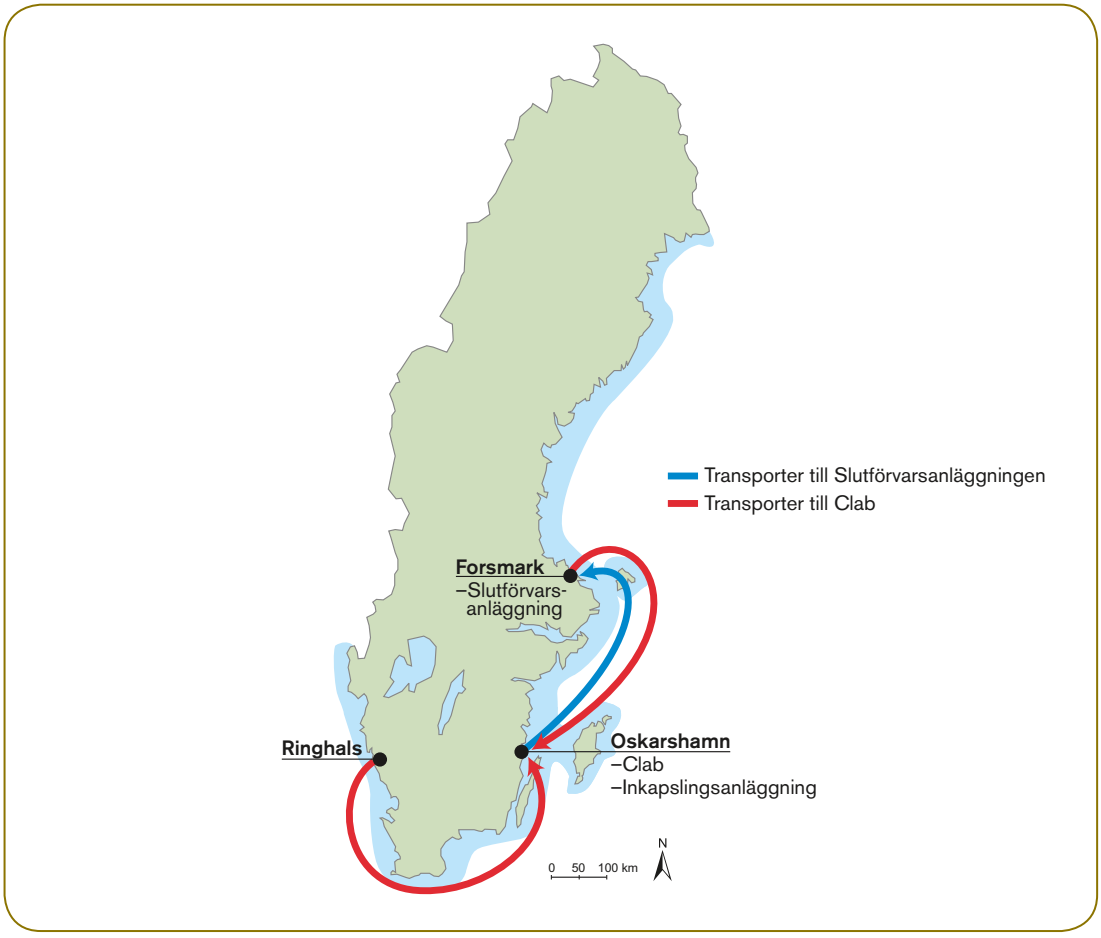
Detta kapitel ger en samlad bild av den påverkan och de konsekvenser som hela systemet för mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle ger upphov till. Kumulativa effekter och gränsöverskridande miljöpåverkan beskrivs, liksom de skadeförebyggande och kompensatoriska åtgärder som är möjliga. En samlad bedömning görs av de olika alternativen och hela systemets påverkan på de nationella miljömålen bedöms.

12.1 Sammanlagda konsekvenser

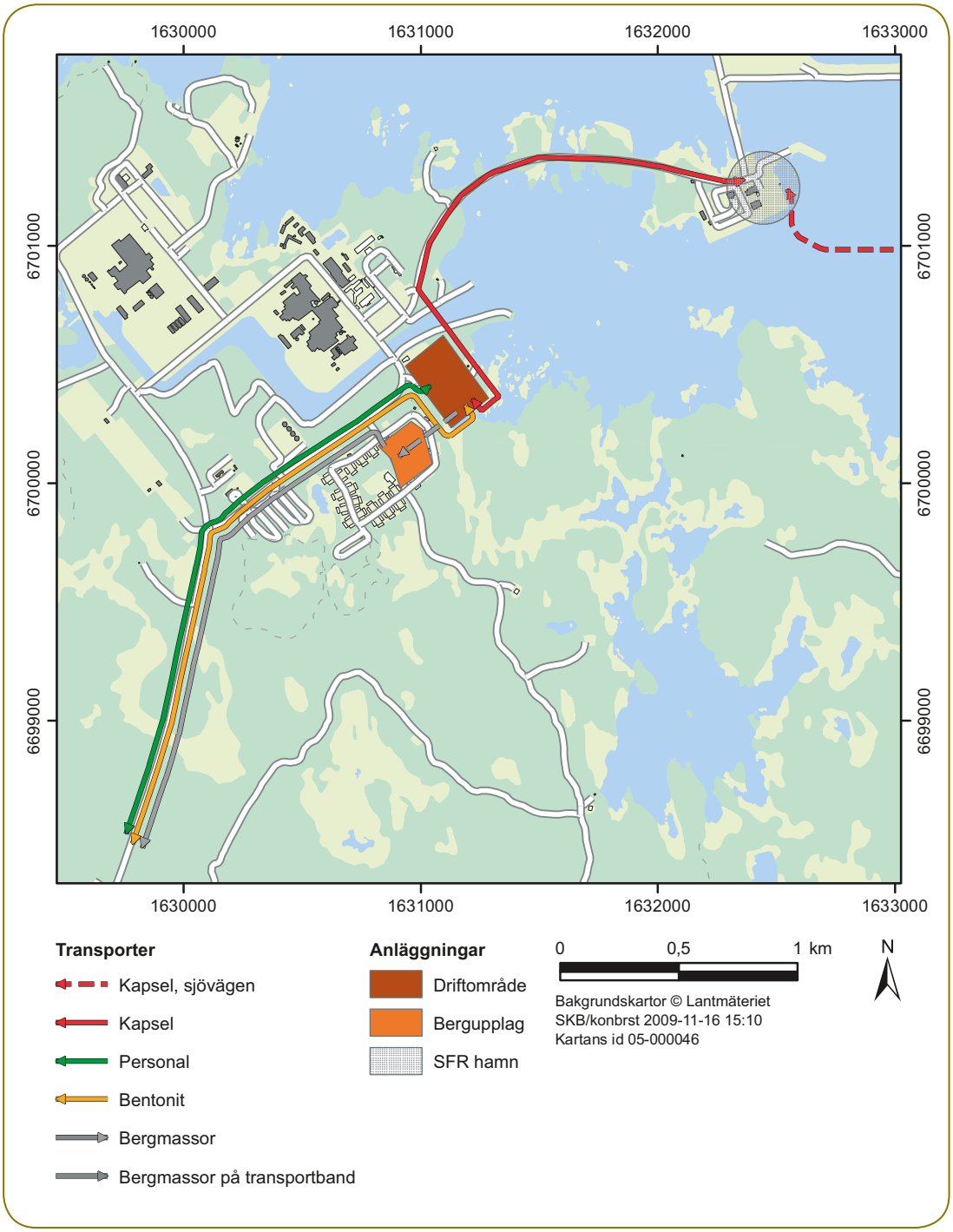
Syftet med detta avsnitt är att visa de sammanlagda konsekvenser som uppstår vid uppförande, drift och avveckling av en inkapslingsanläggning integrerad med Clab (Clink) på Simpevarpshalvön i Oskarshamn och en slutförvarsanläggning i Forsmark.

Ändamålet med verksamheten är att under mycket lång tid skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet. Anläggningarna har utformats utifrån detta ändamål så att inga radiologiska konsekvenser av betydelse för människors hälsa och miljön 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 den långsiktiga säkerheten.

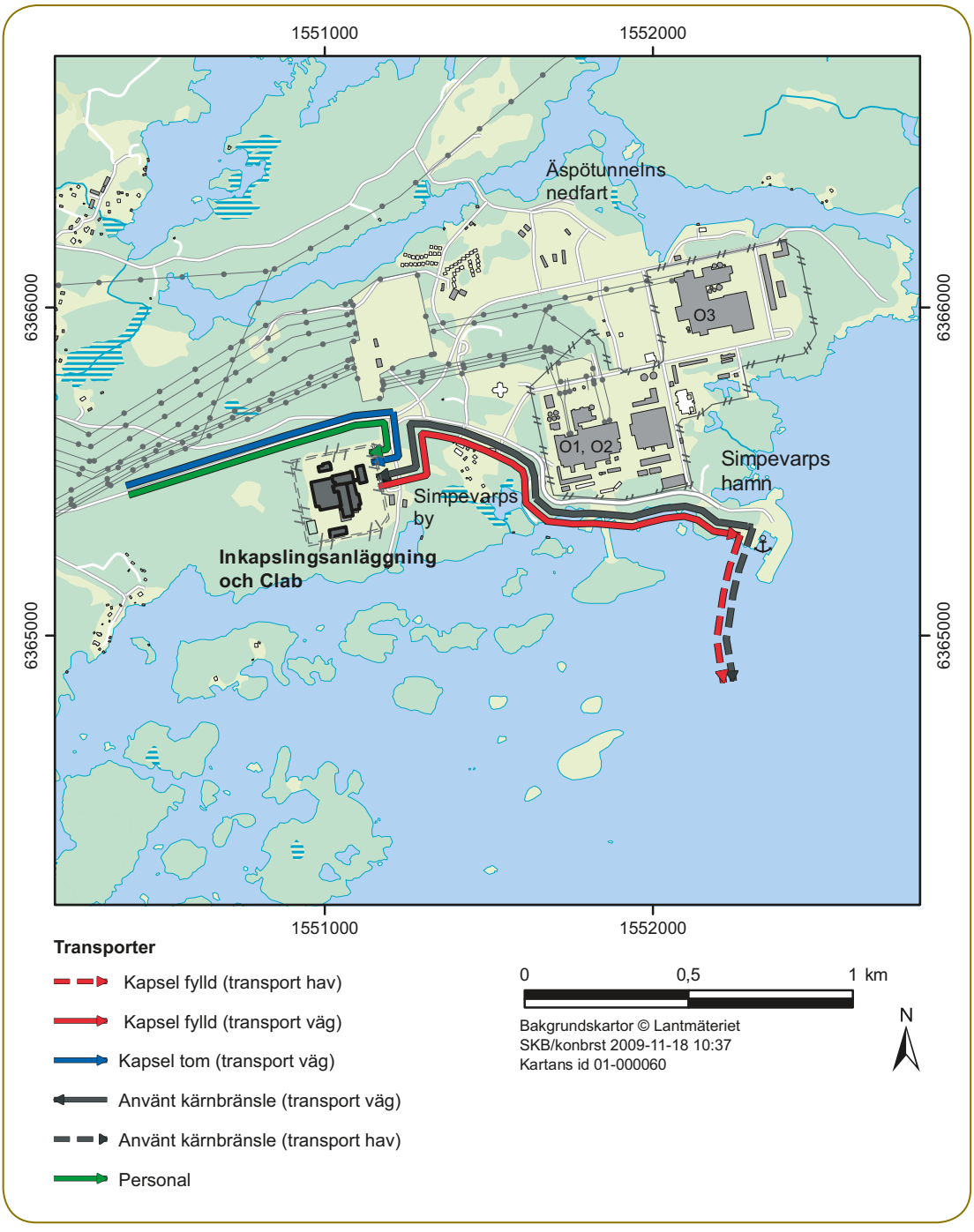
Figur 12-1 visar en översikt över anläggningarnas lokalisering och transporterna där emellan och figurerna 12-2 och 12-3 visar transporterna vid respektive anläggning.



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.

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 12.4 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
	JA	NEJ	JA	NEJ	
Naturmiljö					
Ianspråktagande av mark	X		X		
Grundvattensänkning	X		X		
Icke-radiologiska utsläpp til vatten	X			X	Åtgärder kommer att vidtas för att minska konsekvenserna.
Kulturmiljö					
Kulturmiljöer	X			X	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	X		X		
Rekreation och friluftsliv	X			X	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.
Boendemiljö och hälsa					
Buller	X		X		
Strålning och utsläpp av radioaktiva ämnen		X		X	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 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.
Icke-radiologiska utsläpp till luft	X			X	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	X				Psykosociala effekter har inte kvantifieras 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 gölgrodan har observerats inom det framtida driftområdet. Konsekvenserna för gölgrodorna blir lokalt stora men SKB:s ambition är att kompensera detta genom att tillskapa 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. I det fall länshållningsvatten släpps ut 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 som relativt tålig anses påverkan vara liten och inga stora konsekvenser förväntas.

Slutförvarsanläggningens undermarksdel kommer att ge upphov till en grundvattensänkning i området. Grundvattensänkningen kan innebära mycket stora konsekvenser för fyra våtmarksobjekt (dessa fyra objekt bedöms vara av nationellt intresse), stora konsekvenser för tio objekt och märkbara konsekvenser för nio 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 landskapsbilden 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 siluett något. Konsekvenserna av detta bedöms bli ringa.

12.1.3 Boendemiljö och hälsa

12.1.3.1 Buller

Buller från verksamheten vid slutförvarsanläggningen bedöms inte ge märkbara hälsoeffekter för permanentboende då ingen av dem 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 riktvärden för byggbuller klaras.

Slutförvarsanläggningens transportvolymer kommer att orsaka ett ökat buller längs med 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 riktvärden 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 riktvärden för industribuller inte att överskridas. De transporter som anläggningen kommer att alstra ger ingen ökning av antalet 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 /12-1/. Rapporten baseras på studier 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 de samma 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 att en inkapslingsanläggning eller ett slutförvar för använt kärnbränsle skulle medföra stigmatisering var 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 /12-1/ 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 kommun och Oskarshamns kommun 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

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 oväntat stor grundvattensänkning skulle kunna orsaka för de värdefulla naturmiljöer och arter som finns i Forsmark. Risken reduceras genom tätning av berget.

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 bentonitbuffert behöva bytas ut om ej tillslutna eller återfyllda deponeringstunnlar skulle översvämmas /12-2/. En översvämning kan också leda till att föroreningar, till exempel kväverester från bergupplag 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.

Övriga miljörisker 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 längs med transportvägarna. Riskerna förebyggs och reduceras genom regelbundna besiktningar och hög beredskap. Transporter av inkapslat kärn-

bränsle mellan inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen sker till havs med m/s Sigyn eller motsvarande fartyg. Sannolikheten för att en fartygsolycka inträffar är låg och beredskapen är mycket hög. Miljöskaderisken är därmed mindre än för normala fraktfartyg. Vissa miljörisker 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.

Resultaten av analyser av störningar och missöden i slutförvarsanläggningen visar att situationer kan uppstå som ger konsekvenser för barriärerna och ökad individdos för personal i anläggningen. Inga störningar eller missöden ger dock upphov till några radioaktiva utsläpp eller konsekvenser för den långsiktiga säkerheten. Resultaten av analyser av den långsiktiga säkerheten visar på att ställda krav på långsiktig säkerhet uppfylls.

Vid transporterna av inkapslat bränsle garanteras säkerheten i första hand av transportbehållarna. Behållarna klarar stora 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.

De missöden som har analyserats för Clab och inkapslingsanläggningen visar på mycket små utsläpp och bedöms inte orsaka några allvarliga konsekvenser för omgivningen.

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 inkapslings- och slutförvarsanläggningarna 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.

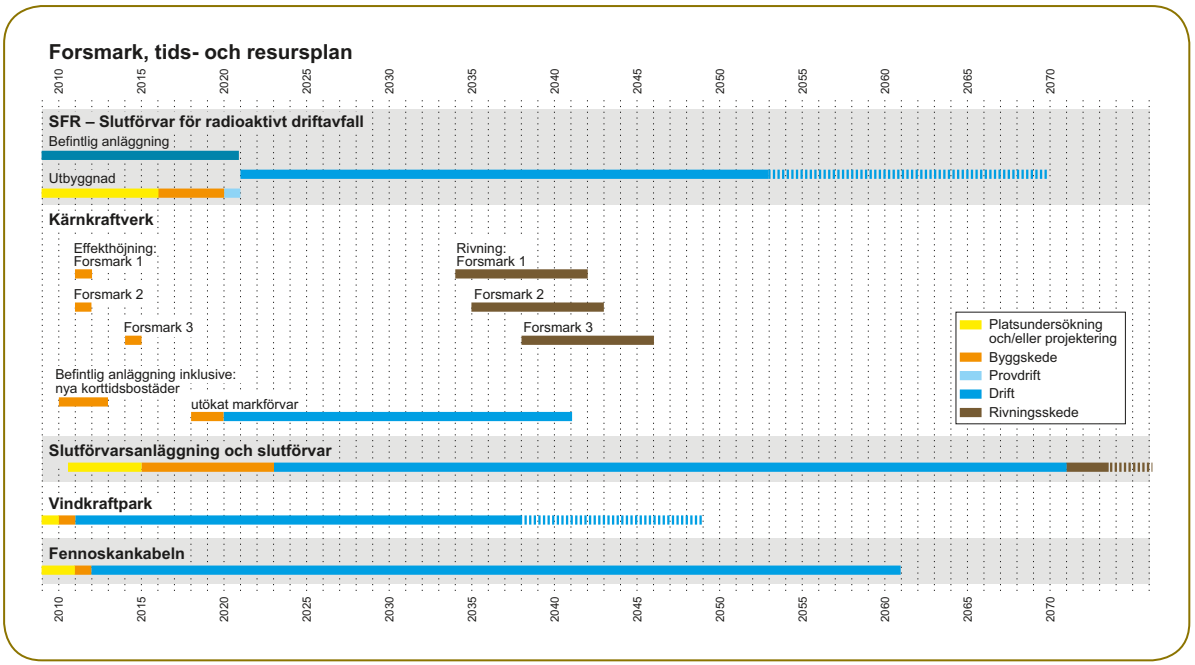
12.2.1 Kumulativa effekter i Forsmark

12.2.1.1 Forsmarks kärnkraftverk och planerade verksamheter

Inom Forsmarks industriområde finns redan i dag, som beskrivits i kapitel 7 om platsförutsättningar, bland annat 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 hundradel av gällande gränsvärde /12-3/. 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 /12-3/. Forsmarks Kraftgrupp (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 på 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.



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.

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 byggas och nya korttidsbostäder kommer att uppföras (se vidare nedan). FKA har också fått tillstånd 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 att rivas under den tid som slutförvarsanläggningen är i drift, förmodligen kring år 2040, se figur 12-4 /12-4/. Rivningsarbetena kommer att medföra miljöpåverkan i form av bland annat buller.

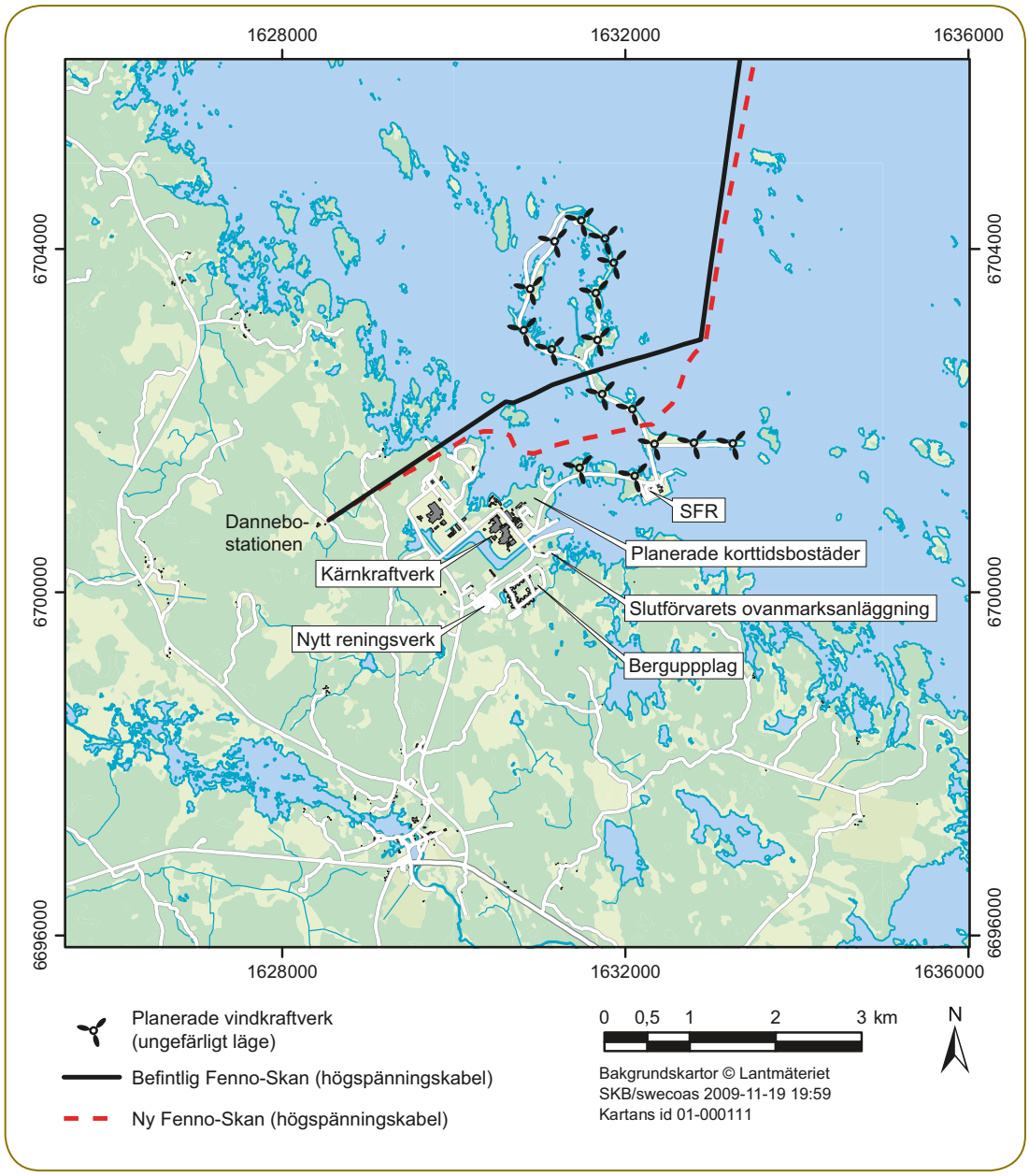
Rivningsavfallet från kärnkraftsblocken består av både konventionellt rivningsavfall och radioaktivt avfall. Merparten av de konventionella rivningsmassorna kommer att behövas för att återställa topografin i området. Det radioaktiva avfallet, som indelas i kortlivat respektive långlivat, kommer att tas omhand i slutförvar (SFR respektive SFL). Eventuella transporter av radioaktivt avfall bedöms ske med fartyg (motsvarande m/s Sigyn).

12.2.1.2 Korttidsbostäder

Detaljplanen för Forsmark medger att nya korttidsbostäder får uppföras inom ett omkring 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.

12.2.1.3 Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall

Inom Forsmarks industriområde finns 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. SKB planerar att bygga ut anläggningen mellan år 2016 och 2019,



Figur 12-5. Geografisk placering av angränsande verksamheter i Forsmark.

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 borrning 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 i anslutning till befintlig ovanmarksanläggning. Utbyggnaden innebär också en viss påverkan på grundvattenflöden, men eftersom anläggningen ligger under havet väntas inga 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 underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I.

SFR-utbyggnadens säkerhet och förväntade miljöpåverkan kommer att utredas närmare inför att tillstånd för utbyggnaden ska sökas.



Figur 12-6. Fotomontage av planerade korttidsbostäder vid Igelgrundet.

12.2.1.4 Planerad vindkraftsanläggning

Vattenfall har ansökt om att få bedriva vindbruk vid Biotestsjön i Forsmark /12-5/. 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. Anläggningen 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-Skankabeln, 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 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 /12-6/.

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 /12-6/.

12.2.1.6 Samlad bedömning

Att flera kärntekniska verksamheter lokaliseras till samma område väntas inte medföra några hälsokonsekvenser 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 luftemissioner 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 landskapsbilden 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 Kumulativa effekter i Oskarshamn

12.2.2.1 Oskarshamns kärnkraftverk

På Simpevarpshalvön finns också Oskarshamns kärnkraftverk, som drivs av OKG. Till kärnkraftverket hör, liksom i Forsmark, en rad kringverksamheter, bland annat kraftledningar, ett reningsverk, ett markförvar för lågaktivt avfall (MLA) och ett bergrum för låg- och medelaktivt avfall (BFA). Kärnkraftverket påverkar miljön på liknande sätt som Forsmarksverket gör i Forsmark.

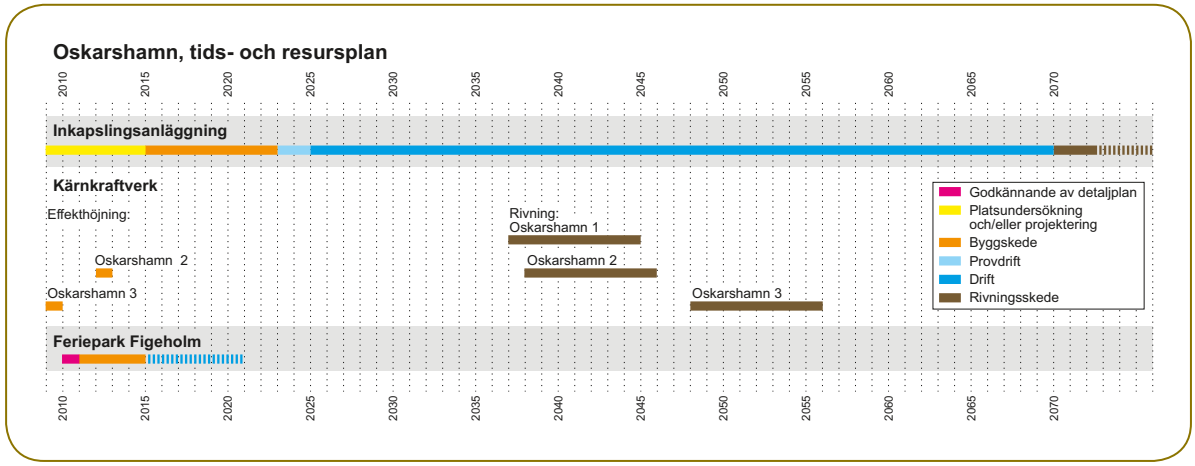
Omkring 1 600 personer arbetar vid OKG. Några hundra av dessa åker buss till arbetet, men flertalet transporterar sig med bil. Vid de årliga revisionerna tillkommer, precis som i Forsmark, ytterligare några hundra upp till över tusen personer, beroende på revisionens omfattning. Vissa av dessa bor ute 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 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.

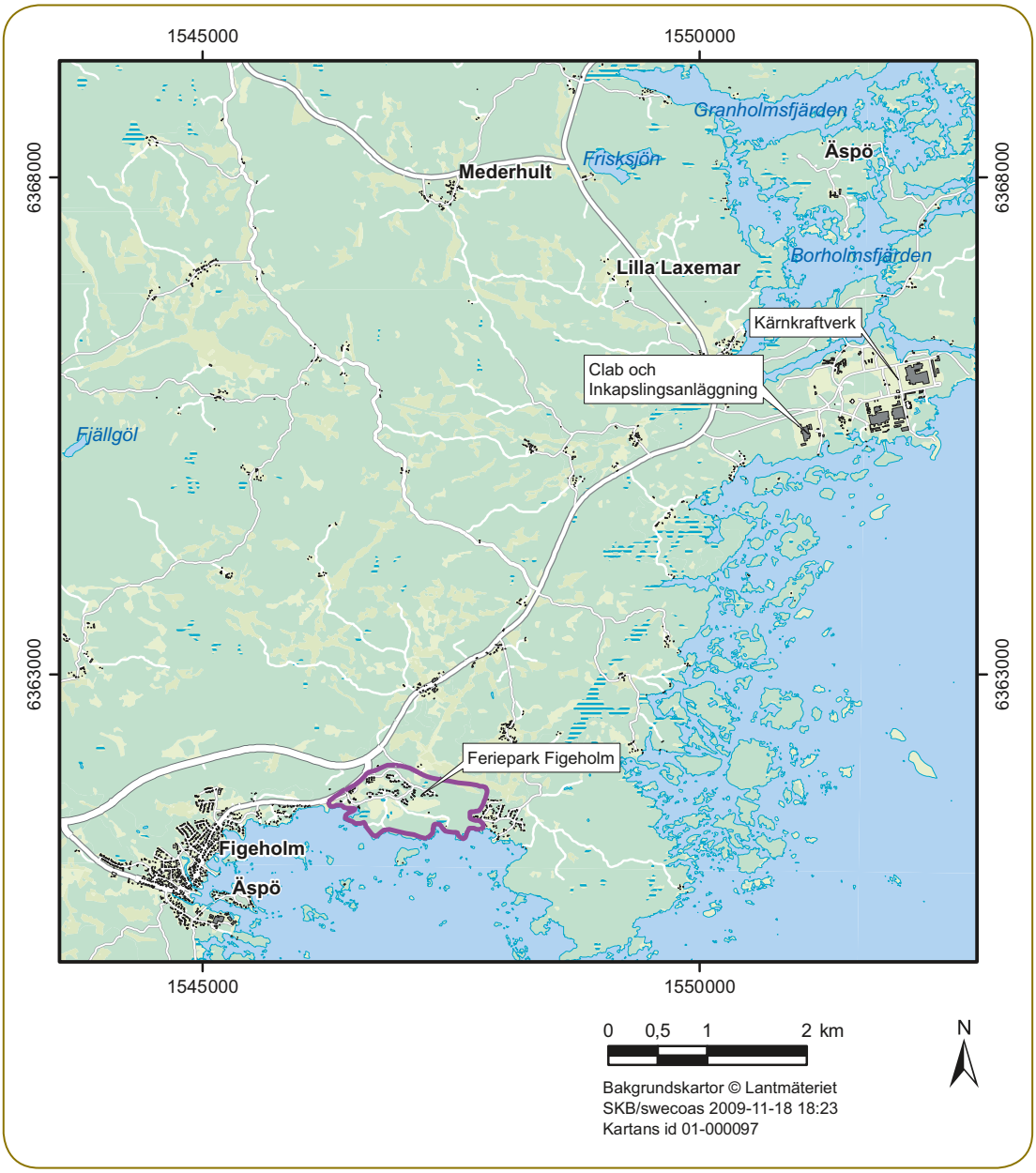
12.2.2.2 Figeholms feriepark

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



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.

effekter som kan uppstå till följd av transporterna är buller och utsläpp till luft. I dagsläget finns inga uppgifter om transportvolymer till och från ferieparken och de eventuella kumulativa effekterna kan därmed inte beskrivas närmare.

12.2.2.3 Samlad bedömning

Liksom i Forsmark väntas inga hälsokonsekvenser till följd av strålning, 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 bronsålder. 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 6 om hur detta har gått till.

Den enda 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, Clab och inkapslingsanläggningen samt för slutförvarsanläggningen. Analyser visar på att de doser som beräknas till en person är långt under gällande gränsvärden.

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. De första värderingarna av den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar lokaliserat till Forsmark visar att SSM:s riskkriterium kommer att uppfyllas. SSM:s riskkriterium gäller för en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk /12-7/. Individer boende på längre avstånd från slutförvaret, exempelvis i närliggande länder, kommer att utsättas för ännu lägre risk.

12.4 Förebyggande åtgärder och kompensationsåtgärder

Avsnittet redovisar planerade förebyggande och kompensatoriska åtgärder i samband med uppförande, drift och avveckling av slutförvarsanläggningen, Clab och inkapslingsanläggningen.

Enligt gällande lagstiftning krävs att planerade åtgärder för att undvika, minska och om möjligt avhjälpa betydande skadliga verkningar 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 kompensera för den skadliga miljöpåverkan som orsakas av verksamheten.

Föreslagna åtgärder baseras på tidigare erfarenheter från SKB (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

12.4.1.1 Ianspråkstagande av mark med höga naturvärden

Tre gölar kommer att behöva fyllas ut i samband med etableringen av slutförvarsanläggningen vid Söderviken. Då gölgroda förekommer i 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 i samråd med länsstyrelsen i Uppsala och Östhammars kommun för att skapa eller restaurera fyra eller fler gölar lokaliserade med hänsyn till lokala förutsättningar (hydrologi, marktillgång etc) och gölgrodans population (möjlig spridning inom området etc). Utgångspunkten är att förutsättningarna för gölgrodan i Forsmark ska vara 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 gölgrodepopulationen inte påverkas. Tidpunkten för arbetet då de berörda gölarna fylls igen kommer att väljas med hänsyn till gölgrodans ekologi och på sådant sätt att påverkan begränsas.

Vägdragningen för tillfartsvägen till den norra ventilationstationen 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 detaljprojektering av vägen visar att lokala hydrologiska förhållanden kan komma att påverkas kan vägen byggas med en vattengenomsläpplig vägbank för att minimera påverkan på ytvatten och grundvattenflöden.

12.4.1.2 Grundvattensänkning

Den främsta och viktigaste åtgärden för att begränsa inläckage av vatten i tunnelsystemet, och därmed en grundvattensänkning på ytan, är att genom injektering av tätningsmedel täta berget där vattenförande sprickor förekommer. Ambitionen är att täta berget så långt som är tekniskt möjligt och ekonomisk rimligt så att vattengenomsläppligheten i det injekterade tunnelsystemet blir runt 10^{-8} meter per sekund. En specifik tätningsstrategi har definierats för olika delar av undermarksanläggningen /12-8/. 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 /12-9/.

Inom det eventuella påverkansområdet för grundvattensänkningen finns flera gölar och rikkärr som är känsliga för ändringar i de lokala hydrologiska och hydrogeologiska förutsättningarna. För att åtgärda en eventuell påverkan på känsliga naturvårdsobjekt 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 kan komma att påverkas av en grundvattensänkning föreslås. Detaljer om den tekniska lösningen beskrivs i underbilaga 4 Vattenverksamhet i Forsmark I. Åtgärderna fokuserar på de naturvärdesobjekt som har de högsta naturvärdena och som löper störst risk att påverkas av en grundvattensänkning.

12.4.1.3 Störningar och eventuella skador på områdets naturvärden

Under platsundersökningarna har en särskild utbildning anordnats för att informera om de specifika förutsättningar som finns inom området och hur man på bästa sätt kan minska eventuell påverkan genom att vidta försiktighetsåtgärder /12-10/. Motsvarade utbildning planeras bli obligatorisk för alla som kommer att arbeta utanför slutförvarsanläggningens driftområde i Forsmark eller runt Clab och inkapslingsanläggningen i Oskarshamn. I enlighet med SKB:s ledningssystem föreslås miljökrav på utrustning, fordon, kemikalier och produkter som används vid arbete med inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen. Ett specifikt miljöprogram för uppförandeskedet kommer att tas fram.

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 /12-11/. I möjligaste mån avses arbete och rörelser med personal och utrustning utanför driftområdet att begränsas under häckningssäsongen då påverkan förväntas vara som störst.

Ambitionsnivån för att bevara och gynna naturvärden på de marker som SKB äger kommer generellt att vara hög. Enligt en tidigare skötselplan från Sveaskog var större delen av de skogsmarker som SKB har köpt i Forsmark utsedda för att bli ekopark. SKB planerar att fortsätta sköta skogen enligt skötselplan för ekoparken med hänsyn till de naturvärden som finns.

12.4.1.4 Vattenhantering

Verksamheten ger upphov till olika typer av vatten som behöver omhändertas och renas på lämpligt sätt för att begränsa påverkan på vattenmiljöer. En detaljerad beskrivning av de olika tekniska lösningar som föreslås redovisas i /12-12/.

Länshållningsvatten kommer att genomgå sedimentering och oljeavskiljning när det pumpas upp från undermarksdelen.

Lakvattnet kommer att filtreras genom en översilningsyta innan det renas ytterligare i vattenområdet Tjärnpussen. SKB har också diskuterat möjligheter att samverka med FKA:s planerade nya reningsverk där synergieffekter och hög reningsgrad kan uppnås genom att blanda det vatten som kommer ut från reningsverket med SKB:s renade lakvatten.

Dagvattnet från inkapslingsanläggningen (samt delvis Clab) i Oskarshamn och för 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 avses följande principer vid anläggning av driftområdet gälla:

- 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.
- Oljeavskiljande funktioner finns där oljespill till dagvatten kan förväntas, till exempel på parkeringar, uppställningsytor och omlastningsytor.
- Avledning av vatten sker i så stor utsträckning som möjligt i öppna dikessystem. Plats för diken, torra utjämningsmagasin (gräsytor som tillfälligtvis får översvämmas) och eventuella dammar reserveras i planeringen av området.
- 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 hantering av dagvatten att förbättras genom infiltration på plats samt att del av dagvattnet planeras att ledas 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 /12-13/.

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 en grov sedimentering i containrar vara aktuell innan det pumpas mot vassområdet. Vassområdet kommer att fungera som ett naturligt filter där mindre partiklar kommer att fastna och vattnet kommer att följa det naturliga flödet för att sedan rinna ut i Söderviken.

12.4.2 Kulturmiljö

Inga åtgärder planeras. Fornlämningar som påträffas kommer att dokumenteras och grävas ut såsom krävs enligt lag.

12.4.3 Landskapsbild

För att minska påverkan på landskapsbilden har slutförvarsanläggningens gestaltning anpassats till de lokala förutsättningarna, till exempel det naturnära läget och befintlig verksamhet. Byggnadernas formspråk, färgval och materialval har gjorts med hänsyn till det omgivande industrilandskapet. Storleken på området avsett för bergupplaget har anpassats så att höjden på bergupplaget blir lägre än omgivande trädtoppar och därmed inte påverkar landskapsbilden /12-14/. Slutförvarsanläggningens högsta byggnad är skipen. Skipens konstruktion har omarbetats ett flertal gånger för att höjden på skipbyggnaden ska kunna hållas nere.

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 förvarsdjup under mark för att begränsa bullret.

För Clink planeras bullerdämpande åtgärder för fläktar samt skärmning av borraggregat 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 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 driftskeden.

Då damning från bergupplaget utgör en stor del av partikelemissionerna kan vattenbegjutning användas (med sprinkler) vid och runt bergupplaget och delvis 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_x). Katalysatorn medför en signifikant minskning av NO_x-emmissionerna 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.

12.4.5 Energiförbrukning

Under projekteringsskedet har ett systematiskt arbete genomförts för att planera implementeringen av energibesparande åtgärder. I Clink planeras återvinning av värme ur förvaringsbassängerna och i slutförvarsanläggningen planeras återvinning av värme ur frånluft och ur länshållningsvatten. 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 4 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 lägre 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 bor eller verkar 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 direkta 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.

	Sökt verksamhet: Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 1:** Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 2:** Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	**Nollalternativ:** Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Naturmiljö lanspråktagande av mark	I Forsmark påverkas tre gölar med gölgroda inom det framtida driftområdet. Ett rikkärr av nationellt intresse 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 gölgrodor. 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 på grund av förekomsten av ädellövskog tas i anspråk för slutförvarsanläggningen i Laxemar. De negativa konsekvenserna av detta bedöms bli märkbara, eftersom området har utvecklingspotential ur naturvärdessynpunkt. Området har dock inte lika höga naturvärden som 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 beroende av vem som förvärvar 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.
Naturmiljö Grundvattensänkning	Slutförvarsanläggningen kommer att ge upphov till en grundvattensänkning i området. Cirka 40 värdefulla och känsliga våtmarksobjekt riskerar att påverkas. För cirka 15 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 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.

	Sökt verksamhet: Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 1:** Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 2:** Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	**Nollalternativ:** Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Naturmiljö Utsläpp till vatten	Ett regionalt värdefullt rikkärr intill Tjärnpussen 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. Förorenat vatten från Clink kommer att renas innan det släpps ut och inga konsekvenser för havsmiljön förväntas.	Påverkan på och konsekvenser för havsmiljön bedöms motsvara situationen i Forsmark.	I Forsmark blir situationen samma som för sökt verksamhet. Inga ytterligare konsekvenser förväntas av att inkapslingsanläggningen förläggs intill kärnkraftverket.	En utbyggnad av Clab innebär ytterligare vatten som behöver tas om hand, 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 Oskarshamnsverket 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. Situationen i Forsmark förväntas motsvara dagens situation.
Kulturmiljö	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 det skogsområde som tas i anspråk för inkapslingsanläggningen kan enstaka kultur–historiska objekt förekomma som i så fall kommer att genomgå en förundersökning. Konsekvenserna bedöms bli ringa.	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. 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.

	Sökt verksamhet: Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 1:** Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 2:** Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	**Nollalternativ:** Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Landskapsbild	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 landskapsbilden bli små. Om kärnkraftverket rivs kommer slutförvarsanläggningen att utgöra ett mer markant inslag i landskapet och konsekvenserna för landskapsbilden blir därmed 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 siluett 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.
Boendemiljö och hälsa 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 ingen ökning av antalet boende som utsätts för riktvärden över 55 dBA. Inga hälsokonsekvenser förväntas därmed.	I Laxemar finns boende närmare slutförvarsanläggningen 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 längs med 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.

	Sökt verksamhet: Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 1:** Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 2:** Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	**Nollalternativ:** Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Boendemiljö och hälsa 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 reningssystem för luft och vatten, och i viss mån avges till omgivningen, generellt minskar med tiden vid en förlängd drift av Clab.
Risk och säkerhet 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. Vid framtida extrema havsvattennivåer finns även 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 längs med transportvägarna och kan inträffa på båda platserna.	I Laxemar bedöms konsekvenserna av ett oväntat stort inläckage av vatten bli mindre än i Forsmark. Istället 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 på båda platserna förväntas motsvara dagens situation.

	Sökt verksamhet: Slutförvarsanläggning i Forsmark, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 1:** Slutförvarsanläggning i Laxemar, Clab och inkapslingsanläggning i Simpevarp	**Övervägt alternativ 2:** Slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning i Forsmark, Clab i Simpevarp	**Nollalternativ:** Clab i fortsatt drift, varken slutförvars- eller inkapslingsanläggningen byggs
Risk och säkerhet Radiologisk säkerhet och strålskydd Drift	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.
Risk och säkerhet Långsiktig säkerhet	På förvarsdjup 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.	På förvarsdjup 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 risker 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 Avstämning mot miljömål

Avstämning mot miljömål presenteras i en underbilaga som inte följer med samrådsversionen av MKB:n utan presenteras först i den slutliga versionen som följer med ansökningarna.

13 Osäkerheter

Den planerade verksamheten befinner sig i ett projekteringsskede. 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 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.

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 förutsägelserna. 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. Inför rivningen kommer en särskild miljökonsekvensbeskrivning att upprättas.

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 i sin tur 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-Can och även 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. Reaktorernas 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.



14 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 för miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet enligt miljöbalken ingår ett förslag till kontrollprogram för yttre miljö. Det föreslagna kontrollprogrammet ska redovisa hur de villkor som miljödomstolen beslutar om följs upp av verksamhetsutövaren. Slutligt kontrollprogram tas fram i samråd med länsstyrelsen och beskriver de mätningar och kontroller som ska utföras i uppförande-, drift och avvecklingsskede. 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.

Ett miljöprogram kommer också att tas fram för respektive anläggning inför detaljprojektering och uppförandeskede där miljökrav ställs på projektering och entreprenör.

För områdena runt Forsmark och Oskarshamns kärnkraftverk har dåvarande SSI (numera SSM) upprättat omgivningskontrollprogram. Omgivningskontrollprogrammen omfattar provtagning och mätning av radioaktivitet i områdena runt kärnkraftverken. Omgivningskontrollerna kommer att fortgå parallellt med egenkontrollen för Clab, inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen.

Kontrollprogram för radiologisk omgivningskontroll bedöms inte behövas för slutförvarsanläggningen, eftersom ingen fri radioaktivitet föreligger i anläggningen. Inte heller någon radiologisk utsläppskontroll bedöms behövas för slutförvarsanläggningen. Inkapslingsanläggningen byggs ihop med Clab, och därmed bedöms den redan befintliga omgivningskontrollen på Simpevarpshalvön vara tillräcklig även för inkapslingsanläggningen. 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, Clink.

14.1 Uppförande- och driftskede

14.1.1 Clab och inkapslingsanläggningen, Clink

För Clink kommer ett kontrollprogram att tas fram som bygger på Clabs kontrollprogram. Detta omfattar följande parametrar:

- Inläckande grundvatten.
- Kylvatten – flöde och temperatur.
- Brunnsmätningar – grundvattennivå och konduktivitet.
- Buller – mätning sker vid behov eller på anmodan från tillsynsmyndigheten.
- Vibrationer.
- Processvatten – alfa- och gammaaktivitet samt korrosionskemiska parametrar.
- Aktivitetsmätning i huvudskorsten – alfa- och gammaaktivitet samt Strontium-90.

14.1.2 Slutförvarsanläggningen

För slutförvarsanläggningen kommer följande parametrar att följas upp:

- Inläckande grundvatten.
- Grundvattensänkningens påverkan på grund- och ytvattennivåer.
- Grundvattensänkningens påverkan på grund- och ytvattenkvalitet.
- Grundvattensänkningens eventuella effekter på ekologiska värden.
- Rening av ytvatten med avseende på reningsgrad och flöden.
- Buller.
- Vibrationer (uppförandeskede).
- Sättningar.

14.2 Avvecklingsskede

Uppföljning i avvecklingsskedet redovisas inte i detta skede utan presenteras i samband med att särskild miljökonsekvensbeskrivning upprättas inför avveckling och rivning.

14.3 Efter förslutning

Slutförvaret är utformat så att kontroller av exempelvis utsläpp av radioaktivitet inte ska behövas. I nuläget är därför inga kontroller planerade för detta skede. Kontroller bedöms inte heller vara nödvändiga i Simpevarp/Oskarshamn runt Clink efter det att verksamheten där avvecklats och marken återställts.

Ordlista och referenser


Hydrology

15 Ordlista

Ordförklaringarna avser den betydelse som ordet har i MKB:n. I vissa fall kan det vara en snävare avgränsning än ordets generella betydelse.

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

Aktinider Omfattar grundämnena med atomnummer 89–103, vilka har likartade egenskaper. (Aktinium har atomnummer 89).

Använt kärnbränsle Kärnbränsle som ska slutförvaras och inte användas på nytt.

Avrinningsområde Ett område vars ytvatten rinner till ett bestämt vattendrag.

Barriär I denna MKB avses tillverkad eller naturlig del av slutförvaret för att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen.

Bentonit En starkt vattenupptagande och svällande naturlig vulkanisk lera med låg vattengenomsläpplighet. Transporteras och hanteras i pulverform, kan pressas till block.

Bequerel (Bq) 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.

Bergdomän En gruppering av bergarter inom vilken egenskaperna är snarlika.

Biosfär De delar av jorden och atmosfären där det finns levande organismer. Biosfären kan indelas i hav, sötvatten, land och atmosfär.

Biotop 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.

Borrkax Restprodukt från borrningen som pumpas upp till markytan. Består av samma material som de genomborrade geologiska formationerna.

Buffert En bentonitlera som omger kapseln och fyller utrymmet mellan kapsel och berg. Den har tre uppgifter i slutförvaret:

- att hindra korrosiva ämnen att ta sig fram till kapseln,
- att skydda kapseln vid mindre rörelser i berget,
- att fördröja spridning av radioaktiva ämnen som kan komma ut ur en kapsel som inte är tät.

Bufferten är en av slutförvarets tekniska barriärer.

Bärighetsklass I klassning av vägar innebär högsta bärighetsklass (BK 1) att vägen tål tunga transporter, upp till 60 tons totalvikt.

Clink Clab och inkapslingsanläggningen som en integrerad enhet.

dBA Måttenhet för buller. Decibel A, där A anger att man använt ett filter som dämpar låga frekvenser och förstärker medelhöga.

dBC 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.

Deformationszon	Samlingsnamn för olika typer av svaghetszoner i berggrunden.
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).
Effektiv dos	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.
Ekopark	Ett större sammanhängande skogslandskap med höga naturvärden och naturvårdsambitioner. En ekopark har inget lagstadgat skydd.
Ekosystem	Växt- och djurarter och deras levnadsmiljö.
Ekvivalent dos	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).
Ekvivalentnivå (buller)	Medelljudnivå under en viss tidsperiod, i trafiksammanhang oftast ett dygn.
Endemisk art	En djur- eller växtart som bara förekommer inom ett specifikt område eller biotop.
Fauna	Djurliv.
FKA	Forsmarks Kraftgrupp AB, som driver tre kärnkraftreaktorer.
Flora	Växtliv.
Friklassning	När material, (delar av) byggnader eller mark undantas från strålskyddslagens tillämpning och därför får hanteras utan begränsningar ur strålskyddssynpunkt.
Fud-program	Det program för Forskning, Utveckling och Demonstration som SKB enligt krav i kärntekniklagen presenterar vart tredje år.
Föreskrift	Av myndighet tvingande krav.
Geofysiska mätningar	Mätning av bergets fysikaliska egenskaper, till exempel magnetfält, elektrisk resistivitet eller andra parametrar i jordlagren och/eller berggrunden med syfte att kartlägga geologiska förhållanden.
Geologi	Läran om jordskorpans berg- och jordarter.
Glacial	Betecknar företeelser och bildningar relaterade till en inlandsis. Glacialtid, annat och mera vetenskapligt ord för istid.
Granit	Djupbergart (bergart som bildas på större djup i jordskorpan genom att en bergartssmälta (magma) tränger uppåt och stelnar) bestående huvudsakligen av mineralerna kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände. Färgen är vanligen grå eller röd.
Gray (Gy)	Enhet för absorberad dos. En gray är lika med en joule per kilogram.
Grundvatten	Vatten som fyller hålrum i jord och berg.
Grundvattensänkning	Grundvattennivån sjunker till följd av ett uttag och/eller läckage.

Gränsvärde Värde som enligt bestämmelser i föreskrift eller liknande inte får överskridas. Gränsvärde för utsläpp av föroreningar kan föreskrivas som villkor vid miljöprövning av verksamheter.
Se även riktvärde.

Halveringstid Den tid det tar för hälften av antalet atomkärnor i ett radioaktivt ämne att sönderfalla.

Hammarborrhål En borrmetod som innehär att berget knackas sönder och ingen borrkärna erhålles. Utförs vanligtvis oftast 115 millimeters diameter och ner till maximalt 200 meter.

Hydrauliska randområden 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.

Hydrogeokemi Kemiska förhållanden i ytvatten och i grundvatten i berg och jord.

Hydrogeologi Ytvatten och grundvatten i berg och jord.

Hydrologi 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.

Härdkomponenter Komponenter, exempelvis styrstavar, som har suttit i närheten av bränslet (härden) i en kärnkraftreaktor, och som blivit radioaktiva.

Högaktivt avfall Avfall som på grund av sin höga radioaktivitet och utveckling av värme kräver såväl kylning som skärmning mot omgivningen. Till exempel använt kärnbränsle.

Individdos Samlingsterm för effektiv dos eller intecknad effektiv dos. Enheten är sievert (Sv).

Inert Ämne som inte reagerar kemiskt med sin omgivning.

Infiltration Nedträngning av vatten i marken.

Injektering 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.

Isolinje En sammanhängande linje på en karta längs vilken samma nivå råder, till exempel föroreningshalt och buller.

Joniserande strålning 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.

Jordborrhål Går genom jordtäcket och ett kort stycke ner i ytberget. Jordborrning används dels för miljökontroll vid borrplatser, dels för undersökningar av till exempel hydrologiska och hydrogeokemiska förhållanden.

Kollektivdos	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).
Kontrollerat område	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.
Konvention	Gängse benämning på en internationell överenskommelse sluten mellan två eller flera stater och underkastad internationell rätt.
Kortlivat avfall	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.
Kritisk grupp	En representativ, verklig eller hypotetisk, grupp av personer ur befolkningen som kan förväntas få de högsta stråldoserna från en strålkälla.
Kärnborrhål	Görs för att erhålla ett sammanhållet prov av berget i form av borrkärnor. Borrhålet är oftast 76 millimeter i diameter. Utförs vanligtvis till ett djup mellan 500 meter och 1 000 meter.
Kärnteknisk anläggning	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.
Lakvatten	Nederbörd och smält snö som passerat genom bergupplaget.
Luftstötvåg	En tryckändring i luften som uppstår och fortplantar sig i samband med bergsprängningar.
Lågaktivt avfall	Radioaktivt avfall som kan hanteras direkt utan kylning eller strålskärmning. Till exempel skyddskläder, verktyg, filter och annat som kan ha förorenats med radioaktiva ämnen.
Långlivat avfall	Radioaktivt avfall där det kan ta storleksordningen 100 000 år innan radioaktiviteten är i nivå med naturligt förekommande uranmalm. Till exempel använt kärnbränsle och härdkomponenter.
Länshållningsvatten	Inläckande grundvatten (bergdränagevatten) och spolvatten som bortleds för att hålla bergrummen torra.
Medelaktivt avfall	Radioaktivt avfall som kräver strålskärmning, men inte kylning vid hantering. Till exempel jonbytarmassor.
Meta-	Prefix (förstavelse) som används framför bergartsnamn för att indikera att bergarten är omvandlad.
Miljökvalitetsnorm	Anger högsta tillåtna halt för luftföroreningar eller andra miljöförhållanden. I nuvarande förordning av miljökvalitetsnormer regleras högsta tillåtna halter av kväveoxid, svaveldioxid, bly och partiklar i utomhusluft.
Millisievert	Se sievert.
Natura 2000	Ett ekologiskt nätverk inom EU som arbetar för att säkra den biologiska mångfalden genom att upprätta särskilda skyddsområden.

Naturreservat Område som avsatts på grund av sina naturvärden. Verksamheten inom naturreservatet är reglerad genom beslut från berörd länsstyrelse eller kommun.

Nollalternativ En beskrivning av konsekvenserna av att inte vidta föreslagen åtgärd eller bygga föreslagen anläggning.

Nyckelbiotop 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.

OKG Företag som driver de tre kärnkraftreaktorerna på Simpevarpshalvön.

Percentil Statistiskt värde. Med exempelvis 98-percentil avses halt som endast överskrids två procent av tiden.

Plastisk deformation Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, det vill säga beter sig som en trögflytande massa.

PM10 (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.

Primärproduktion Den mängd energi som växter använder för att växa. Den energi som inte används till tillväxt, går åt till cellandningen.

Prioriterat område Område som i en stegvis process prioriterats för komplett platsundersökning.

Påslag Plats där drivning av tunnel börjar.

Påverkansområde 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.

Radioaktivitet Naturlig omvandling av icke stabila (energirika) atomkärnor, varvid joniserande strålning utsänds.
Se även joniserande strålning.

Ramp Lutande tunnel som bland annat utgör transportväg för kapslar till undermarksdelen.

Recipient Mottagare. Hav, sjö eller vattendrag där spillvatten släpps ut.

Rikkärr Öppna eller skogskädda kärr med ständig tillförsel av mineralrikt vatten. Vegetationen domineras av olika stråväxter och örter.

Riksintresse 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.

Riktvärde Ett värde som ska underskridas. Om det överskrids, medför det skyldighet för verksamhetsutövaren att vidta åtgärder.
Se även gränsvärde.

Rödlistad En förteckning över växt- och djurarter utsatta för olika grader och typer av hot.

SFR	Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall. SKB:s anläggning i Forsmark.
Sievert	Enhet för effektiv och ekvivalent stråldos. Doser anges normalt i tusendels sievert, millisievert (mSv).
Signalarter	En typ av indikatorart som Skogsstyrelsen använder, i samband med nyckelbiotopsinventering, för att hitta skogar med höga naturvärden.
Skip	Hiss för transport av bergmassor, buffert och återfyllning.
Slutförsvarsanläggning **Slutförvar**	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.
Slutförvarssystemet	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.
Sprickdomän	En gruppering av sprickor inom vilka egenskaperna är snarlika.
Spröd deformation	Deformation vid vilken berggrunden reagerar genom uppsprickning.
SR-Can	Analys av slutförvarets långsiktiga säkerhet som togs fram år 2006. (Can efter engelskans canister – kapsel.)
SR-Site	Analys av slutförvarets långsiktiga säkerhet. Tas fram inför de nu aktuella ansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen. (Site efter engelskans site – plats).
Stomljud	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.
Tekniska barriärer	Barriärer i ett slutförvar som är tillverkade av människan.
Tektonisk lins	Område, inneslutet i en plastisk deformationszon, och som är opåverkat eller betydligt mindre påverkat än deformationszonen som helhet.
Terminalfordon	Fordon för transport av bränsletransportbehållare och avfallstransportbehållare.
Topografi	Beskrivning av ett områdes terrängformer, bebyggelse, kommunikationer med mera.

16 Referenser

Ett antal referenser är preliminära och avser ännu pågående utredningar eller icke tryckta rapporter.

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).

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).

2-3 **Icke-spridningsavtalet, 1968.** 1968 års fördrag om förhindrande av spridning av kärnvapen (SÖ 1970:12).

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).

Kapitel 3

3-1 **SKB, 2007.** Fud-program 2007. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-2 **SKB, 2009.** Komplettering av Fud-program 2007. Lomaprogrammet och alternativa slutförvaringsmetoder. Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-3 **SKB, 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 **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.

3-5 **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.

3-6 **SSMFS 2008:51.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid joniserande strålning.

3-7 **SSMFS 2008:23.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar.

3-8 **Johansson R, 20XX.** KBS-3-metoden och andra metoder för slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB (Arbetstitel, preliminärt manus).

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, Wiborg M, 20XX.** Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Jämförelse mellan KBS-3-metoden och konceptet djupa borrhål. SKB P-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB (Arbetstitel, preliminärt manus).

3-11 **Nirex 2004.** A review of the deep borehole disposal concept for radioactive waste. Nirex report no. N/108, United Kingdom Nirex Ltd (numera inom Nuclear Decommissioning Agency, NDA).

3-12 **Johansson R, 2006.** Lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. En översikt av trettio års arbete. SKB R-06-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-13 **Regeringsbeslut 1993-12-16** (Miljö- och naturresursdepartementet nr 40). Program för forskning m.m. angående kärnkraftsavfallets behandling och slutförvaring.

3-14 **Regeringsbeslut 1995-05-18** (Miljödepartementet nr 11). Komplettering av program för forskning m.m. angående kärnkraftsavfallets behandling och slutförvaring m m.

3-15 **Regeringsbeslut 1996-12-19** (Miljödepartementet nr 25). Program för forskning m m angående kärnkraftsavfallets behandling och slutförvaring.

3-16 **Regeringsbeslut 2001-11-01** (Miljödepartementet nr 22). Komplettering av program för forskning, utveckling och demonstration för kärnavfallets behandling och slutförvaring, FUD-program 98.

3-17 **SKI, 2004.** Statens kärnkraftinspektions beslut 2004-12-02: Områden av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.

3-18 **SKB, 2001.** Program för platsundersökning vid Forsmark. SKB R-01-42, Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-19 **SKB, 2005.** Preliminary safety evaluation for the Forsmark area. Based on data and site descriptions after the initial site investigation stage. SKB TR-05-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-20 **SKB, 2005.** Platsundersökning Forsmark. Program för fortsatta undersökningar av geosfär och biosfär. SKB R-04-75, Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-21 **SKB, 2003.** Prioritering av områden för platsundersökningar i Oskarshamn. SKB R-03-12, Svensk kärnbränsleförsörjning AB.

3-22 **SKB, 2007.** Prioritering av platsen för ett slutförvar i Oskarshamn. SKB R-07-21, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.

3-23 **SKB, 2004.** Platsundersökning i Oskarshamn. Program för fortsatta undersökningar av berggrund, mark, vatten. SKB P-04-300, Svensk Kärnbränslehantering AB.

3-24 **SKB, 2005.** Platsundersökning i Oskarshamn. Program för fortsatta undersökningar av berggrund, mark, vatten och miljö inom delområde Laxemar. SKB R-05-37, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Kapitel 4

4-1 **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.

4-2 **Prav, 1977.** Centralt mellanlager för använt kärnbränsle. En förstudie, Revision 1 (september 1977). Programrådet för radioaktivt avfall.

4-3 **SKB, 1977.** Ansökan till regeringen 1977-11-30 om prövning enligt 136 a § byggnadslagen av centralt lager för använt kärnbränsle.

4-4 **SKB, 2006.** Prioritering av utformningsalternativ för eventuellt slutförvar i Forsmark. SKB R-06-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.

4-5 **Hansson B, Magnusson J, Söderlund P, 2009**. Underground design Forsmark, Layout D2 – Layout and construction plan. SKB R-08-113, Svensk Kärnbränslehantering AB.

4-6 **Pettersson M, Grundfelt B, 2006.** Förlängd lagring i Clab. SKB R-06-62, Svensk Kärnbränslehantering AB.

4-7 **Kärnavfallskonvention, 1997.** Konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (SÖ 1999:60).

Kapitel 5

5-1 **Hedlund A, Kjellander C, 2007.** MKB: Introduktion till miljökonsekvensbeskrivning. Studentlitteratur AB.

5-2 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material- och persontransporter till och från slutförvaringsanläggningen. SKB R-08-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.

5-3 **Fors P, Klingenberg H, 2008.** Slutförvar för använt kärnbränsle i Oskarshamn. Material- och persontransporter till och från slutförvaringsanläggningen. SKB R-08-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.

5-4 **SSMFS 2008:1.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar.

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 **Vägverket, 2007.** Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden, Vägverket Publikation 2006:127.

7-3 **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.

7-4 **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.

7-5 **SKB, 2008.** Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-6 **Werner K, 2006.** Inläckage av grundvatten samt påverkan på hydrogeologiska och hydrologiska förhållanden. Slutförvar Forsmark, Simpevarp och Laxemar. SKB P-06-249, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-7 **Allmér J, 20XX.** Konsekvensbedömning av påverkan på biologisk mångfald av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Forsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

7-8 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning Fas 2. Området Forsmark, Östhammars kommun i Uppsala län. SKB P-08-63, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-9 **Ottosson P, 2007.** Nulägesanalys samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av ett slutförvar i Forsmark. SKB P-07-150, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-10 **Zetterling T, 2005.** Mätning av ljudnivåer kring Forsmark under perioden 25 februari till 6 oktober 2004. Platsundersökning i Forsmark. SKB P-04-30, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-11 **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.

7-12 **FKA, 2005.** Miljökonsekvensbeskrivning av Forsmarks Kraftgrupps AB:s verksamhet. FKA-2005-290.

7-13 **Oskarshamns kommun, 2009.** Utdrag ur databaserat befolkningsregister Oskarshamns kommun 2009-02-20 (handläggare Anders Selberg).

7-14 **Blomqvist P, Appelqvist S, 2005.** Idéstudie för väg 743, Figeholm – Lilla Laxemar. SKB R-05-48, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-15 **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.

7-16 **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.

7-17 **Molander P, 2005.** Den geografiska avgränsningen av skyddsvärda kustområden vid Simpevarp. PM, Mannheimer Swartling Advokatbyrå 2005-10-26.

7-18 **SKB, 20XX.** Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase. SDM-Site Laxemar. SKB TR-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus; Printers Draft.)

7-19 **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.

7-20 **Nilsson M, 20XX.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn, Laxemar. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

7-21 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning Fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-22 **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.

7-23 **Zetterling T, 2005.** Mätning av ljudnivåer i Simpevarp och Laxemar under perioden 10 mars 2004 till 10 februari 2005. Platsundersökning i Oskarshamn. SKB P-05-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.

7-24 **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.

7-25 **OKG, 2004.** Miljökonsekvensbeskrivning för Oskarshamnsverket. Studsvik RW-04/01.

Kapitel 8

8-1 **Stråe D, 20XX,** Dagvattenledning för CLAB och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

8-2 **Karnik P, 2005.** Säkerhetsrapport för transportsystemet. Ver. 1. SKB D-05-02 , Svensk Kärnbränslehantering AB.

8-3 **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.

8-4 **SKB, 1997.** Clab etapp 2 – Icke-kärntekniska miljökonsekvenser. SKB PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

8-5 **Aggeryd I, Hallberg B, 1998.** Clab etapp 2 – Bergarbeten. Sammanfattande kontrollprogram för miljö, vibrationer och deformationer. SKB PR 98-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.

8-6 **Rhen I, Ejdeling G, Magnusson J, 1998.** Clab etapp 2 – Grundvattenmodellering. SKB PR 98-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

8-7 **Lundin J, 2005.** Berganläggningar och förvaringsbassänger. Sammanställning av mätresultat 1985-2004. Projekt PM TP-05-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

8-8 **SSMFS 2008:1.** Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar.

8-9 **SKB, 2009.** Clink – PSAR Allmän del Kapitel 6 – Radioaktiva ämnen i anläggningen. Framtaget av Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1205877 version 2.0.

8-10 **ALARA engineering, 2006.** Utredning av tekniker och metoder för reduktion av radioaktiva utsläpp från centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) och planerad inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle, Simpevarp, Oskarshamns kommun. Rapport 06-0008R, Revision 1.

8-11 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson, A, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering.

8-12 **Lindman S-O, Dahlström K, 20XX.** Mellanlagring, inkapsling och slutlig förvaring av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden i Forsmark – Teknisk beskrivning. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

8-13 **Vattendom, 1998.** Tillstånd för uttag av grundvatten för länshållning av bergrum samt av havsvatten för kylningsändamål vid Clab i Simpevarp, Oskarshamns kommun, Kalmar län. Dom 1998-09-08.

8-14 **Barkefors C, Hallberg B, Grahm P, 2004.** Miljökonsekvensbeskrivning för Oskarshamnsverket. Studsvik RW-04/01.

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. Statens strålskyddsinstitut, SSI rapport 2005:19.

8-18 **Pettersson L, Magnusson M, Øritsland, A, 20XX,** Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvar, SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

8-19 **SKB, 2009.** Clink – PSAR Allmän del Kapitel 8 – Säkerhetsanalys. Framtaget av Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1205887 version 2.0.

Kapitel 9

9-1 **SKB, 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 **Lindman S-O, Dahlström K, 20XX.** Teknisk beskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB Xxx-xxx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel preliminärt manus.)

9-4 **Dybeck P, Ekendahl A, Fritzell A, Karnik P, 20XX.** Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

9-5 **Hallberg B, Eriksson T, 2008.** Preliminär avvecklingsplan för Clink. SKB P-08-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-6 **SKB, 1997.** Clab etapp 2 – Icke kärntekniska miljökonsekvenser. PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-7 **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.

9-8 **Stille H, Fredriksson A, Johansson S-E, Niklasson B, 1997.** Clab Etapp 2 – Bergmekanisk utredning av sprängningsinducerande dynamiska belastningar på befintligt bergrum. SKB PR 97-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-9 **Söderberg L 2005.** Projekt Clab Etapp 2 – Slutrapport med erfarenhetsåterföring. Projekt PM SKB TP-05-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-10 **Lind C, 20XX.** Prognoser och restriktioner för vibrationer m.m. från bergschaktning och transporter – Inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Laxemar. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

9-11 **SKB, 2009.** Clink – PSAR Allmän del Kapitel 6 – Radioaktiva ämnen i anläggningen. Framtaget av Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1205877 version 2.0.

9-12 **SKB, 2009.** Clink – PSAR Allmän del Kapitel 7 – Strålskydd och strålskärmning. Framtaget av Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1205879 version 2.0.

9-13 **ALARA engineering, 2006.** Utredning av tekniker och metoder för reduktion av radioaktiva utsläpp från centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) och planerad inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle, Simpevarp, Oskarshamns kommun. Rapport 06-0008R, Revision 1.

9-14 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson, A, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-15 **Stråe D, 20XX,** Dagvattenledning för CLAB och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

9-16 **Vattendom, 1998.** Tillstånd för uttag av grundvatten för länshållning av bergrum samt av havsvatten för kylningsändamål vid Clab i Simpevarp, Oskarshamns kommun, Kalmar län. Dom 1998-09-08.

9-17 **Barkefors C, Hallberg B, Grahm P, 2004.** Miljökonsekvensbeskrivning för Oskarshamnsverket. Studsvik RW-04/01.

9-18 **Westinghouse Electric Sweden AB, 2006.** Inkapslingsanläggningens avfallshantering. SEP 06-138 rev. 2, Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1182794.

9-19 **Wahlman, H, Ramstedt H, Lundkvist E, 2006.** Bedömning av en inkapslingsanläggnings konsekvenser för naturmiljön. Oskarshamn och Forsmark. SKB P-06-109, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-20 **Nilsson M, 20XX.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn, Laxemar. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

9-21 **Ternström, C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-22 **Lundqvist L, 2005.** Inkapslingsanläggning på Simpevarpshalvön – Arkeologisk utredning etapp 1. SKB P-05-258, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-23 **Länsstyrelsen Kalmar län, 2003.** Regionala miljömål för Kalmar län, meddelande 2003:18.

9-24 **Pettersson L, Magnusson M, Øritsland A, 20XX.** Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvar, SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

9-25 **Brydsten L, Engqvist A, Näslund J-O, Lindborg T, 2009.** Förväntade extremvattennivåer för havsytan vid Forsmark och Laxemar-Simpevarp fram till år 02100. SKB R-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-26 **Broman U, Dybeck P, Ekendahl A-M, 2005.** Transport av inkapslat bränsle. SKB R-05-65, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-27 **SKB, 2009.** Clink – PSAR Allmän del Kapitel 8 – Säkerhetsanalys. Framtaget av Westinghouse Electric Sweden AB. SKBdoc 1205887 version 2.0.

9-28 **Nyström A, 2005.** Inkapslingsanläggning vid Forsmark. SKB R-05-58, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-29 **Hallberg B, Gatter P, 2006.** Preliminär avvecklingsplan för inkapslingsanläggningen, SKB-P-06-107, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-30 **Gatter P, Wikström N, Hallberg B, 2005.** Preliminär avvecklingsplan för Clab. SKB R-05-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-31 **Lindstrand O, Norén A, 2006.** Icke-radiologisk miljöpåverkan från inkapslingsanläggning i Forsmark. Underlag till miljökonsekvensbeskrivning. SKB P-06-104, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-32 **Green M, 2008.** Bird monitoring in Forsmark. Forsmark site investigation. SKB P-08-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.

9-33 **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.

9-34 **Östhammars kommun, 2003.** Översiktsplan för Östhammars kommun Del I.

9-35 **Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund, 2008.** Uppdatering av NO_2-kartläggning i Stockholms och Uppsala län, Jämförelser med miljökvalitetsnormer. http://slb.nu/lvf//Miljokvalitetsnormer/no2karta/2006/osthammar.pdf, senast öppnat 2009-06-08.

Kapitel 10

10-1 **SKB, 20XX.** Forsmark Site Engineering Report. Guidelines for Underground Design Step D2. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

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, 20XX. S**lutförvarsanläggning för använt kärnbränsle. Anläggningsbeskrivning layout D – Forsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-4 **Ridderstolpe P, Stråe D, 20XX**. Vattenhantering vid ett slutförvar i Forsmark – läge Söderviken. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-5 **Lindman S-O, Dahlström K, 20XX.** Teknisk beskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB Xxx-xxx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel preliminärt manus.)

10-6 **Vägverket, 2006.** Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden. Vägverket rapport 2006:127.

10-7 **SKB, 2009.** Material- och persontransporter till och från slutförvaringsanläggningen. SKBdoc 1203765 version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-8 **Fors P, Lange F, 2007.** Förstudie. Mottagningsanläggning för bentonit och lera i Hargshamn. SKB R-07-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-9 **Ignell H, Karlsson J, Lundkvist E, Ramstedt H, Wahlman H, 2006.** Naturmiljö och preliminär bedömning av konsekvenser för naturmiljö. Slutförvar för använt kärnbränsle vid Forsmark. SKB P-06-101, 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, 20XX.** Underground design Forsmark, Layout D. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

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 **Jelinek C, 2008.** Beräkning av radonhalter och radonavgång från ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB P-08-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-14 **SKB, 20XX.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle Allmän del (PSAR – drift) kapitel 7 – Strålskydd och strålskärmning. Framtaget av Relcon Scanpower AB, 2006114-R-005, U5, SKBdoc 1091132. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-15 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Forsmark (inklusive Clab och inkapslingsanläggningen). SKB P-08-66, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-16 **SLB-analys, 2008.** Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun – Utsläppsdata för år 2006. LFV 2008:5. Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund.

10-17 **Allmér J, 20XX.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Forsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-18 **Hallberg B, Tiberg L, 2009.** Slutförvar för använt kärnbränsle, preliminär avvecklingsplan Forsmark. Samgranskningsutgåva. SKBdoc 1181043 version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-19 **Sohlenius G, Hedenström A, 20XX.** Platsundersökning Forsmark. Stratigrafiska undersökningar av våtmarksobjekt. SKB X-xx-xx, Svensk kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-20 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 20XX.** Konsekvenser av anläggning av slutförvar för använt kärnbränsle på naturvärden i Forsmark – grundvatten. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-21 **Ottosson P, 2007.** Nulägesanalys samt bedömning av konsekvenser för rekreation och friluftsliv av ett slutförvar i Forsmark. SKB P-07-150, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-22 **SKB, 2008.** Underlag för samråd enligt miljöbalken, kap 6, för prövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Forsmark – Lokalisering, gestaltning och transporter. September 2008. Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-23 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning fas 2. Området Forsmark, Östhammars kommun i Uppsala län. SKB P-08-63, Svensk kärnbränslehantering AB.

10-24 **Lundqvist L, 2005.** Kulturmiljöanalys Forsmark. SKB P-05-254, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-25 **SIS, 1996.** Vibration och stöt. Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning. Svensk standard SS 0252 11, Swedish Standards Institute.

10-26 **SIS, 1992.** Vibration och stöt. Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Svensk standard SS 460 48 61, Swedish Standards Institute.

10-27 **Pettersson L, Magnusson M, Øritsland, A, 20XX.** Miljöriskanalys för Clab, inkapslingsanläggning och slutförvar, SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-28 **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.

10-29 **SKB, 20XX.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle Allmän del (PSAR – drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys. Framtaget av Relcon Scanpower AB, 2006114-R-006 U4, SKBdoc 1091141. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-30 **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.

10-31 **SKB, 20XX.** Lokaliseringsprocessen. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-32 **SKB, 2009.** Slutförvarsanläggning, projekteringssteg layout D2. Sammanställning av materialflöden. SKBdoc 1195211 version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-33 **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.

10-34 **Werner K, Hamrén U, Collinder P, 20XX.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Bortledande av grundvatten från ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-35 **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.

10-36 **SKB, 20XX.** Prognoser och restriktioner för vibrationer m m från bergschaktning och transporter. Inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle, Laxemar, SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-37 **Fridell E, Haeger-Eugensson M, Jöborn I, Peterson K, Svensson A, 2008.** Miljö- och hälsokonsekvenser av utsläpp till luft. Slutförvar Oskarshamn (inklusive Clab och inkapslingsanläggning). SKB P-08-67, Svensk Kärnbränslehantering AB.

10-38 **Ridderstolpe P, Stråe D, 20XX.** Hantering av länshållnings- och lakvatten i Laxemar – visualisering och precisering av förslag. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-39 **SKB, 2009.** Slutförvarsanläggning. Underlagsmaterial till teknisk beskrivning. MKB. Laxemar. Företagsintern rapport SKBdoc xxx Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-40 **Nilsson M, 20XX.** Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden vid mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle i Oskarshamn, Laxemar. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-41 **SKB, 20XX.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Ekologisk fältinventering och naturvärdesklassificering samt beskrivning av produktionsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-42 **Hamrén U, Collinder P, 20XX.** Vattenverksamhet i Laxemar-Simpevarp. Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle. Bedömning av konsekvenser för biologisk mångfald och produktionsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

10-43 **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.

10-44 **Ternström C, 2008.** Kulturmiljöutredning Fas 2. Området Simpevarp/Laxemar, Oskarshamns kommun i Kalmar län. SKB P-08-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Kapitel 11

11-1 **SKB, 1997.** Clab etapp 2 – Icke-kärntekniska miljökonsekvenser. SKB PR 97-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

11-2 **Petterson M, Grundfelt B, 2006.** Förlängd lagring i Clab. SKB R-06-62, Svensk Kärnbränslehantering AB.

11-3 **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.

11-4 **Hamrén U, Collinder P, Allmér J, 20XX.** Konsekvenser av anläggning av slutförvar för använt kärnbränsle på naturvärden i Forsmark – grundvatten. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

Kapitel 12

12-1 **SKB, 2008.** Psykosociala effekter av ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB-P-08-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-2 **SKB, 20XX.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle Allmän del (PSAR – Drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys. Framtaget av Relcon Scanpower AB 2006114-R-006, U2. SKBdoc ID 1091141. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

12-3 **FKA, 2005.** Miljökonsekvensbeskrivning av Forsmarks Kraftgrupps AB:s verksamhet. FKA rapport 2005-290.

12-4 **SKB, 2008.** Kostnader från och med år 2010 för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Underlag för avgifter och säkerheter åren 2010 och 2011. Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-5 **Kindlund G, Kyed Larsson J, Grusell E m fl, 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.

12-6 **Svenska Kraftnät, 2006.** Utbyggnad av Fenno-Skan. Sjö- och markkabel Dannebo – svenska territorialgränsen. Miljökonsekvensbeskrivning, december 2006.

12-7 **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.

12-8 **SKB, 2009.** Underground design Forsmark, Layout D. SKB R-08-116, Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-9 **SKB, 2007.** Fud-program 2007. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-10 **SKB, 2005**. Program för fortsatta undersökningar av geosfär och biosfär. Platsundersökning Forsmark. SKB R-04-75, Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-11 **Green M, 2008.** Bird monitoring in Forsmark. Forsmark site investigation. SKB P-08-84, Svensk Kärnbränslehantering AB.

12-12 **Ridderstolpe P, Stråe D, 20XX.** Vattenhantering vid ett slutförvar i Forsmark – läge Söderviken. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

12-13 **Stråe D, 20XX.** Dagvattenhantering för Clab och inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

12-14 **SKB, 20XX.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle, Anläggningsbeskrivning layout D – Forsmark. SKB X-xx-xx, Svensk Kärnbränslehantering AB. (Arbetstitel, preliminärt manus.)

12-15 **ALARA engineering, 2006.** Utredning av tekniker och metoder för reduktion av radioaktiva utsläpp från centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) och planerad inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle, Simpevarp, Oskarshamns kommun. Rapport 06-0008R, Revision 1.



Svensk Kärnbränslehantering AB
Box 250, 101 24 Stockholm
Telefon 08-459 84 00 www.skb.se

CM Gruppen AB, Bromma, 2009