



Öppen Rapport

DokumentID 1207622	Version 1.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (57)
Författare Bengt Leijon Ingrid Aggeryd Kaj Ahlbom Johan Andersson Allan Hedin Roland Johansson Olle Zellman Magnus Westerlind			Datum 2009-06-03	
Granskad av			Granskad datum	
Godkänd av Olle Olsson			Godkänd datum 2009-06-04	

Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark - underlag och motiv för platsval

Förord

Denna rapport låg till grund för företagsledningens redovisning inför beslutet i SKB:s styrelse den 3 juni 2009 om att ge SKB:s vd i uppdrag att ta fram tillståndsansökningar för ett slutförvar för använt kärnbränsle lokaliserat till Forsmark. SKB kommer nu att färdigställa det underlag som behövs för att år 2010 ansöka om tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet och miljöbalken (1998:808) för ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark.

Det beslut som togs den 3 juni 2009 att välja Forsmark kommer inte att vara föremål för någon formell prövning förrän tillståndsansökningarna lämnas in och granskas av myndigheter, berörda kommuner och regeringen i den kommande tillståndsprövningen. Syftet med bifogat dokument är att för alla intresserade redovisa underlag och motiv för valet av Forsmark.

Underlag till rapporten har tagits fram inom ramen för delprojektet ”Stöd för platsval” med Bengt Leijon som projektledare. Delprojektet har haft till uppgift att sammanställa information av betydelse för platsvalet som tagits fram inom övriga delprojekt inom Kärnbränsleprojektet såsom platsundersökningarna i Forsmark respektive Oskarshamn, respektive platsmodelleringsprojekt, projektering slutförvar, MKB, säkerhetsanalys (SR-Site) och samhällsutredningar för att nämna de viktigaste.

Rapporten har tagits fram av en arbetsgrupp bestående av Bengt Leijon, Ingrid Aggeryd, Kaj Ahlbom, Johan Andersson, Allan Hedin, Roland Johansson, Magnus Westerlind, Olle Zellman samt undertecknad.

Olle Olsson
Projektchef Kärnbränsleprojektet
Svensk Kärnbränslehantering AB

Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – underlag och motiv för platsval

Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering AB har valt Forsmark som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle. I förvaret ska allt använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken slutförvaras på närmare 500 meters djup. 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. Det finns också ett starkt lokalt stöd för slutförvarsprojektet. Förläggningen av förvaret i anslutning till kärnkraftverket förenklar en etablering, genom tillgången till infrastruktur och goda möjligheter att begränsa miljöpåverkan.

Lokaliseringsprocessen för slutförvaret för använt kärnbränsle har pågått i närmare 20 år. Den plats där slutförvaret förläggs måste uppfylla två grundläggande krav: Det måste finnas berggrund som medger en långsiktigt säker förvaring, och det måste finnas ett politiskt och folkligt stöd i den berörda kommunen och bland närboende. I början av 2000-talet gick lokaliseringsarbetet in i en fas med omfattande undersökningar av två områden; Forsmark och Laxemar. Undersökningarna är nu avslutade och analyserna av resultaten har kommit så långt att en allsidig jämförelse mellan platserna kunnat göras.

Syftet med att slutförvara använt kärnbränsle är att skydda människa och miljö under mycket lång tid. Faktorer som är relaterade till långsiktig säkerhet är därför av störst vikt vid en jämförelse mellan platser. SKB har av det skälet angett att *den plats ska väljas som ger bäst förutsättningar för att säkerhet på lång sikt ska uppnås i praktiken*. Andra aspekter har också beaktats. Det gäller det praktiska genomförandet av slutförvarsprojektet samt miljö- och hälsoaspekter. Dessutom har betydelsen av tillgängliga resurser i respektive kommun och region för genomförandet av projektet värderats.

Forsmarks fördelar när det gäller förutsättningarna för att uppfylla kravet på långsiktig säkerhet är tydliga. Huvudorsaken är att det finns *få vattenförande sprickor* i berget på förvarsdjup. Baserat på vad vi nu vet om platserna kan vi förvänta oss att vattenförande sprickor förekommer med ett medelavstånd på över 100 meter i Forsmark, medan motsvarande avstånd för Laxemar är 5-10 meter. I Forsmark betyder det att *grundvattenflödet genom förvaret blir begränsat*. Det ger stora säkerhetsmässiga fördelar för kopparkapseln och bentonitlerans långtidsfunktion.

Vi kan idag inte utesluta att *bentonitleran eroderas om det omgivande grundvattnet får för låg salthalt*. I Forsmark kan detta inte inträffa under dagens förhållanden. Under en framtida istid skulle dock salthalten kunna bli tillräckligt låg på båda platserna, även om det är mindre troligt i Forsmark. Eftersom grundvattenflödena är lägre i Forsmark skulle dessutom färre deponeringshåll påverkas där än i Laxemar. Om bentonitleran i bufferten försvinner kan kapseln efter mycket lång tid skadas genom korrosion orsakad av sulfid. Korrosionshastigheten, och därmed antalet kapslar som skulle kunna skadas, beror i huvudsak på grundvattenflödet. I Forsmark visar våra analyser att grundvattenflödet i de allra flesta deponeringshåll är så lågt att enbart ett fåtal kapslar skulle kunna skadas, och det först efter hundratusentals år. Det mycket högre grundvattenflödet i Laxemar innebär att fler kapslar kan skadas. Om alla kapslar förblir intakta sker inga utsläpp av radioaktiva ämnen.

En annan risk som har bedömts är skador på kapslar på grund av *jordskalv*. På båda platserna utformas förvaret för att tåla stora skalv i någon av de närliggande sprickzonerna. Utformningen gör att risken att någon kapsel ska skadas vid ett jordskalv bedöms som mycket liten på båda platser.

I Laxemar är *bergspänningarna* så låga att de inte bedöms ha någon negativ påverkan på den långsiktiga säkerheten eller för bygget av slutförvaret. Bergspänningarna är högre i Forsmark och omfattande analyser har gjorts för att bedöma vad detta kan medföra. När kapslar har placerats i deponeringshåll *värms berget upp* och en sprickbildning som kan nå några centimeter ut i bergväggen (termisk spjälkning) är då trolig. Spjälkningen ökar utbytet av lösta ämnen mellan buffert och vatten i sprickor i berget. Eftersom grundvattenflödet kring deponeringshålen är mycket lågt i Forsmark blir ändå påverkan på den långsiktiga säkerheten obetydlig.

De höga bergspänningarna i Forsmark medför att förvarets utformning måste anpassas för att undvika stabilitetsproblem i tunnlar. För vissa tunnlar orienterade i ogynnsamma riktningar kan bergspänningarna ändå medföra ett ökat förstärkningsbehov.

Det torra och sprickfattiga berget på förvarsnivå i Forsmark ger även fördelar för *genomförandet* av bygge och drift jämfört med Laxemar, där vattenförande sprickor förekommer ofta och kan kräva omfattande injektering för tätning av berget.

Till skillnad från berget på förvarsnivå är *ytberget i Forsmark* ner till cirka 100 meter uppsprucket och kan vara *kraftigt vattenförande*. Det kommer därför att krävas särskilda åtgärder för att täta tillfarterna till förvaret (schakt och ramp) i ytberget till en acceptabel nivå. Sådana åtgärder kan medföra extra tidsåtgång men bedöms inte vara av den karaktären att de påverkar valet av plats.

I Forsmark kan *kapslar placeras tätare* än i Laxemar. Det beror främst på skillnader i bergets värmeledningsförmåga. I berg med en hög värmeledningsförmåga leds värme från kapslarna bort mer effektivt än i berg med lägre värmeledningsförmåga. Skillnaden i värmeledningsförmågan är den viktigaste orsaken till att ett förvar i Forsmark blir 30 % mindre än ett i Laxemar.

Skillnaden i förvarets storlek mellan de båda platserna har stor betydelse för många andra faktorer. Ett förvar i Forsmark kräver bland annat betydligt mindre bergarbeten och mindre återfyllnadsmaterial än ett i Laxemar. Jämförs transporter och energiåtgång så kompenseras mer än väl de kapseltransporter som behövs till ett förvar i Forsmark, av de mer omfattande transporterna av bergmassor och återfyllnadsmaterial som behövs för ett förvar i Laxemar.

Jämförelser avseende *miljö och hälsa samt samhällsresurser* visar att de skillnader som finns mellan platserna *inte har någon avgörande betydelse för platsvalet*. En skillnad är att Forsmark har en känsligare naturmiljö med större bevarandevärden än Laxemar. I Forsmark placeras därför slutförvarets byggnader i industriområdet för att begränsa påverkan på naturvärden. Det är ändå ofrånkomligt att några gölar med den sällsynta gölgrodan inom industriområdet behöver fyllas igen för att få plats för slutförvarets ovanmarksanläggning. Andra våtmarker med höga naturvärden kan påverkas av den grundvattensänkning som uppstår ovanför förvaret. För att bevara de höga naturvärdena planeras nya gölar i lämpliga miljöer för gölgrodan och beredskap att tillföra vatten så att en hög grundvattenyta bibehålls i andra känsliga våtmarker.

Eftersom jämförelsen visar stora fördelar för Forsmark anser SKB att det är *dags att välja plats* nu. Även om säkerhetsanalysen kommer senare bedömer vi att Forsmark med stor marginal kommer att klara säkerhetskraven. Skillnaderna till Laxemar vad beträffar den långsiktiga säkerheten är så stora att även om mer arbete läggs ned på ytterligare analyser skulle valet bli detsamma.

Det är möjligt att pågående forskning ändrar vår nuvarande pessimistiska bedömning av bentoniterosion så att denna process kan avfärdas. Om så blir fallet skulle den radiologiska risken bli lägre på båda platserna och platserna skulle då bli mer likvärdiga ur säkerhets-synvinkel. Det är dock svårt att tänka sig att den säkerhetsmässiga rangordningen mellan platserna skulle ändras. Dessutom kvarstår skillnaderna i det praktiska genomförandet. För att förbättra förutsättningarna i Laxemar krävs stora utvecklingsinsatser. Det handlar om utveckling av injekteringsmetodiken och återfyllningstekniken eller att välja ett större förvarsdjup. Det sistnämnda leder till ett större ytbehov på grund av att berget blir varmare och innebär dessutom större tekniska risker.

Genom att välja plats nu kan vi färdigställa tillståndsansökningar för ett slutförvar i Forsmark för att lämna in ansökningar under 2010. Vi kan också fokusera på den teknikutveckling och de frågor som är viktiga för att bygga och driva ett förvar där.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	6
2	Lokaliseringsalternativen Forsmark och Laxemar	11
2.1	Forsmark	11
2.2	Laxemar	15
3	Utgångspunkter för platsvalet	21
3.1	Lagar och myndighetsföreskrifter	21
3.2	SKB:s utgångspunkter för platsvalet	22
4	Lokaliseringsfaktorer och värderingsmetodik	24
4.1	Säkerhetsrelaterade platsegenskaper	25
4.2	Teknik för genomförande	27
4.3	Miljö och hälsa	32
4.4	Samhällsresurser	34
5	Värdering av lokaliseringfaktorer	36
5.1	Säkerhetsrelaterade platsegenskaper	36
5.2	Teknik för genomförande	42
5.3	Miljö och hälsa	47
5.4	Samhällsresurser	53
6	SKB:s samlade värdering och val	54
6.1	Utgångspunkter och principer för platsvalet	54
6.2	Jämförelse av platserna	55
6.3	Slutsats	56

1 Bakgrund

År 2002 startade kärnkraftföretagen genom Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, platsundersökningar för ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar/Simpevarp i Oskarshamns kommun. Nu är undersökningarna avslutade och utvärderingen har kommit så långt att platsen för slutförvaret kan väljas.

Arbetet att utveckla metod och välja plats för slutförvaret startade redan på 1970-talet, i en turbulent tid med intensiv kärnkraftsdebatt, olyckan i Harrisburg och en folkomröstning om kärnkraftens framtid. Och nu, när det är dags att välja plats för slutförvaret kan vi konstatera att det åter är debatt om kärnkraften, men framförallt att programmet för att ta hand om det använda kärnbränslet har gått framåt genom åren och nu nått en punkt där ett platsval kan göras med stöd av en gedigen kunskapsbas.

Grundläggande krav och tidiga studier

Ett grundläggande krav för slutförvaring av använt kärnbränsle är att människors hälsa och miljön ska skyddas från skadlig verkan av joniserande strålning. Eftersom det tar mycket lång tid innan radioaktiviteten i det använda bränslet har avklingat till en nivå som är jämförbar med vad man kan finna i naturen måste avfallet isoleras och förvaras så att det inte är åtkomligt för kommande generationer. Detta krav ledde tidigt till slutsatsen att avfallet bör förvaras i någon form av geologisk formation. För Sverige, med den stabila berggrund vi har, blev inriktningen att förvaret skulle placeras i urberget.

En av huvuduppgifterna i inledningsskedet blev därför att skaffa sig god kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att kravet på en säker slutförvaring skulle kunna uppnås. Först när man hade denna kunskap var det möjligt och lämpligt att börja det egentliga lokaliseringsarbetet för slutförvaret.

Riksdagens beslut 1977 om *villkorslagen* blev en viktig utgångspunkt för lokaliseringsarbetet. Villkorslagen krävde att reaktorinnehavarna redovisade hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet (efter upparbetning) eller det använda kärnbränslet (utan upparbetning) kunde ske, för att de skulle få regeringens tillstånd att starta nya reaktorer. Kärnkraftföretagen genomförde inom *KBS-projektet* ett intensivt arbete med provborrningar och forskningsinsatser för att uppfylla detta krav och kunna starta de reaktorer som höll på att byggas. KBS-projektet avslutades i och med att KBS-3 metoden redovisades och regeringen gav tillstånd att starta reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

Under åren 1977–1985 genomförde SKB (i några fall PRAV¹) omfattande undersökningar på åtta platser, så kallade *typområden*, se figur 1-1. Undersökningarna möttes med blandade reaktioner, i några fall med tydligt lokalt motstånd som gjorde att de fick avbrytas. Det samlade geovetenskapliga utbytet blev dock omfattande, och visade att det finns många platser i Sverige där de geologiska förutsättningarna är goda för att anlägga ett slutförvar.

Berglaboratorier i Stripa och på Äspö

Det omfattande arbetet med forskning, utveckling och demonstration av koncept och teknik för slutförvaring krävde testmöjligheter i realistisk miljö. Till en början nyttjades berganläggningar vid Stripa gruva i Bergslagen. Senare etablerade SKB Äspölaboratoriet nära Simpevarp i Oskarshamn.

¹ Programrådet för radioaktivt avfall, verksamt under åren 1975 – 1981.

Vid *Stripa gruva* utfördes under åren 1976 – 1992 utveckling av metoder för att undersöka och karaktärisera berggrunden. Vidare utfördes experiment för att studera bland annat bergmassans termomekaniska egenskaper samt funktionen hos bentonitbuffert, borrhålspluggar och tunnelpluggar. En stor del av arbetet utfördes i internationellt samarbete.

Äspölaboratoriet, som togs i drift 1995, har varit och är av central betydelse för utveckling, demonstration och test av KBS-metoden, undersökningsmetoder m m. Under perioden 1986–90 utfördes omfattande geovetenskapliga förundersökningar innan tunneldrivningen för laboratoriet igångsattes. Planering, byggande och drift av Äspölaboratoriet har gett viktiga erfarenheter som använts vid platsundersökningarna och som utgör en grund för planeringen av slutförvarets uppförande och drift.

Lokaliseringsarbetet startar på allvar

En huvudslutsats från typområdesundersökningarna och andra studier av berggrunden var att lämpliga respektive mindre lämpliga områden inte kan hänföras till någon enskild landsdel eller någon speciell geologisk miljö inom urbergsområdet. Det är i stället lokala förhållandena som har störst betydelse. En annan lärdom var att lokaliseringsarbetet måste bygga på en acceptans och ett förtroende från dem som berörs lokalt. Dessa slutsatser blev utgångspunkterna för det program för lokalisering av slutförvaret som togs fram i början av 1990-talet, och har sedan dessa varit vägledande för arbetet.

SKB redovisade sina planer för ett brett upplagt lokaliseringsarbete i Fud-program 92. Baserat på kunskapen att det finns en betydande frihet att finna förvarsområden med lämpliga geologiska förhållanden menade SKB att det var rimligt och realistiskt att vända sig till kommuner som både kunde bedömas ha lämpliga förutsättningar och som själva önskade medverka, eller på annat sätt visade ett intresse, för att närmare utreda potentialen för en lokalisering. FUD-program 92 kompletterades efter krav från regeringen, varefter regeringen i ett beslut 1995-05-18 angav att ”de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”. Av regeringsbeslutet framgick vidare att ansökningarna om tillstånd att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle bör innehålla jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser.

Förstudier i åtta kommuner

Under perioden 1993–2000 genomförde SKB *förstudier i åtta kommuner*: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred.

Syftet med förstudierna var att bedöma om det fanns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett slutförvar i den aktuella kommunen, samtidigt som kommunen och dess invånare gavs möjlighet att utan förpliktelser bilda sig en uppfattning om slutförvarsprojektet och en eventuell fortsatt medverkan. En huvuduppgift var att identifiera områden med berggrund som kunde ha potential för ett slutförvar. Geologiska studier utgjorde därför en huvudkomponent, men inga borrhålsundersökningar utfördes i detta skede. Även tekniska, miljömässiga och samhälleliga förutsättningar utreddes. Inom ramen för förstudierna hade SKB också en omfattande, aktiv dialog med såväl allmänhet som kommun och länsstyrelse.

De första förstudierna gjordes i Storuman och Malå, efter att dessa kommuner visat intresse och SKB:s preliminära bedömningar pekat på potentiellt gynnsamma förhållanden där. Förstudierna bekräftade dessa bedömningar, men lokala folkomröstningar ledde i båda fallen till att fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen avvisades.

Parallellt med de första förstudierna studerade SKB översiktligt förutsättningarna för att lokalisera slutförvaret till någon av de *kommuner i landet som har kärntekniska anläggningar*, dvs

Oskarshamn, Nyköping, Östhammar, Varberg och Kävlinge. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och tydde på goda lokaliseringsmöjligheter. SKB föreslog och genomförde förstudier i dessa kommuner sedan kommunerna sagt ja till detta. Även för Varberg föreslogs en förstudie, men kommunen sa nej. För Kävlinge kommun blev SKB:s bedömning att en förstudie inte var motiverad med hänsyn till bland annat de geologiska förutsättningarna.

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

Kompletterande studier

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

Frågor om eventuella för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till *norra respektive södra Sverige*, samt *vid kusten respektive i inlandet* utreddes särskilt. Slutsatsen blev att dessa faktorer inte har någon avgörande betydelse. Bedömningar av lämpligheten måste istället grundas på konkreta studier av lokala förhållanden.

Frågor om mera generella skillnader mellan kust- och inlandsalternativ har aktualiserats även i senare skeden, bland annat av SKI (Statens Kärnkraftsinspektion) i samband med valet av platser för platsundersökningar. Mer specifikt har det gällt huruvida långa strömningsvägar (och långa cirkulationstider) för grundvatten från inlandslägen kan ge fördelar ur säkerhetssynpunkt. Efter att ha studerat denna fråga ingående är SKB:s slutsats, att det helt avgörande för om en plats är lämplig med hänsyn till grundvattenströmning är de lokala förhållandena, främst berggrundens vattengenomsläpplighet, samt att det inte går att se någon systematisk skillnad mellan kust- och inlandslägen vad avser förekomsten av gynnsamma strömningsförhållanden. SKB gör också bedömningen att det inte är möjligt att med rimliga insatser verifiera förekomsten av långa och långsamma strömningsvägar med sådan tillförlitlighet att de kan tillskrivas någon säkerhetsfunktion för ett slutförvar.

Val av platser för platsundersökningar

Med resultaten från förstudierna och andra översiktliga studier som grund bedömde SKB att underlaget fanns för att gå vidare till nästa fas av lokaliseringsarbetet, med platsundersökningar för prioriterade lokaliseringsalternativ. SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet presenterades hösten 2000 som en komplettering till Fud-program 98 - den så kallade Fud K-rapporten.

SKB konstaterade där att det i alla studerade kommuner utom Älvkarleby fanns områden där berggrunden bedömdes som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Urvalsunderlaget omfattade åtta olika lokaliseringsalternativ i fem kommuner som representerade tre olika regioner i landet och skilda geologiska miljöer, se figur 1-1. Alternativen värderades med avseende på de krav och önskemål som då var möjliga att bedöma beträffande berggrunden, industriella förutsättningar och samhällsfrågor.

Berggrunden uppfyllde för alla alternativ som ingick i urvalsunderlaget de krav som då kunde kontrolleras. Alternativen kunde emellertid inte rangordnas ur säkerhetssynpunkt utifrån vad som då var känt om berggrunden. Provbörningar krävdes för att bekräfta om berggrunden uppfyller säkerhetskraven och göra rangordning.

Alternativen Forsmark och Simpevarp bedömdes sammantaget ge de bästa möjligheterna att uppfylla miljöbalkens krav på 'minsta möjliga intrång och olägenhet'. När det gäller berggrunden och de industriella förutsättningarna med närhet till kärnkraftverk och utbyggd infrastruktur bedömdes båda platserna ha god prognos. Därför föreslogs platsundersökningar för dessa alternativ. Vidare föreslogs en platsundersökning i ett granitområde i Tierps kommun, främst därför att det bedömdes kunna bidra med en större geologisk bredd på underlaget. Slutligen föreslogs vidare studier av Fjällvedenområdet i Nyköpings kommun, där de geologiska förhållandena bedömdes som gynnsamma, men där det fanns oklarheter gällande övriga förutsättningar.

Regeringens beslut den 1 november 2001 innebar klartecken att gå vidare enligt SKB:s förslag. Genom beslut av kommunfullmäktige i Östhammar (4 december 2001) och Oskarshamn (11 mars 2002) kunde SKB påbörja platsundersökningar i Forsmark och Simpevarpsområdet. Däremot avböjde både Tierp och Nyköping fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen.

Slutresultatet av den fas av lokaliseringsprocessen som kommit att kallas förstudieskedet blev alltså att två platsundersökningar kunde inledas, med start 2002. I de avsnitt som följer presenteras de två platserna översiktligt.

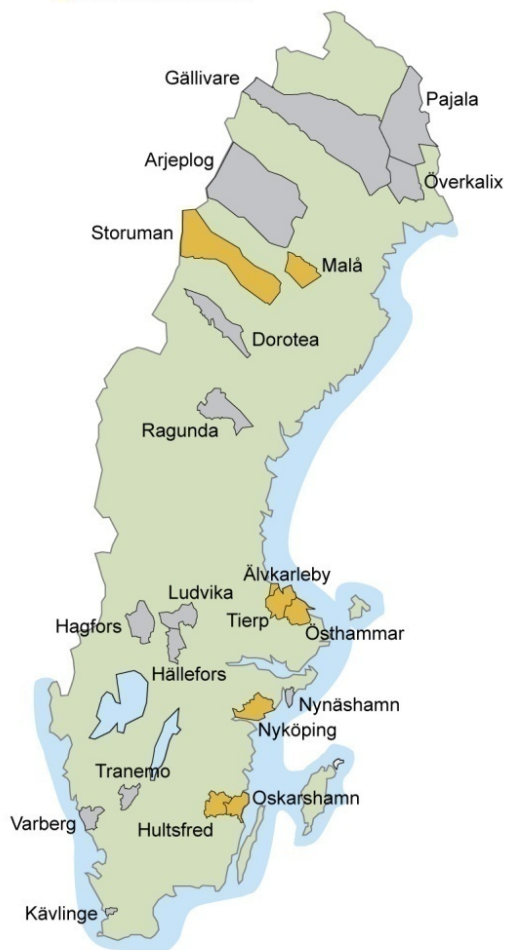
Typområden och laboratorier

- Begränsade undersökningar
- Omfattande undersökningar

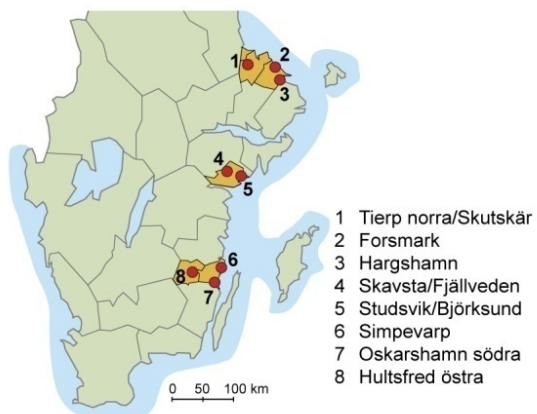


Förstudier

- Diskussioner om förstudie
- Genomförd förstudie



Urvalsunderlag för platsundersökningar



Genomförda platsundersökningar



Figur 1 -1. Lokaliseringsprocessen – en översikt.

2 Lokaliseringsalternativen Forsmark och Laxemar

2.1 Forsmark

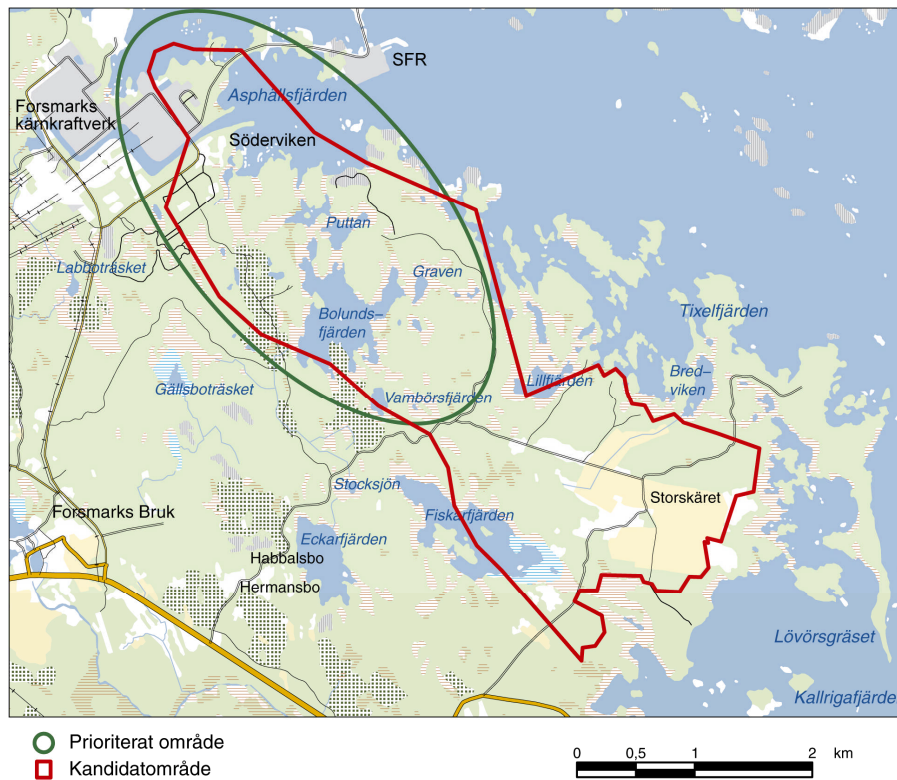
Forsmark ligger i Östhammars kommun i Norduppland. Avståndet till Uppsala är drygt sju mil, se figur 2-1. På industriområdet i Forsmark finns kärnkraftverket med tre reaktorer och infrastruktur för dessa. I anslutning till hamnen ligger SKB:s slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall (SFR).



Figur 2-1. Översigtskarta – Forsmark, Östhammars kommun och delar av Uppland.

Platsundersökningen omfattade inledningsvis ett cirka 6 km långt och 2 km brett område, det så kallade kandidatområdet, se figur 2-2. Det utgör den nordvästra delen av en långsträckt tektonisk lins, där berggrunden förväntades ha bevarats förhållandevis ostörd i en regional omgivning med stora deformationszoner. Undersökningarna bekräftade denna bild, och kunde efterhand koncentreras till den nordvästra delen av området, som sedan karaktäriserats mera detaljerat och utgör det tilltänkta förvarsområdet. Totalt har platsundersökningen innefattat 25 kärnborrhål varav 21 st går ner till förvarsdjupet eller djupare och mer än 100 andra borrhål (40 hammarborrhål och drygt 60 jordborrhål) samt ingående geovetenskaplig och ekologisk kartläggning på ytan.

Den undersökta *berggrunden* är geologiskt homogen och domineras, från ytan och ner till åtminstone 1 000 meters djup, av metagranit med högt innehåll av kvarts, se figur 2-3. Berget har hög termisk ledningsförmåga och god hållfasthet. En svagt lutande deformationszon delar kandidatområdet i två huvuddelar. Förvarsområdet ligger nordväst om denna zon och korsas av brant stupande zoner.

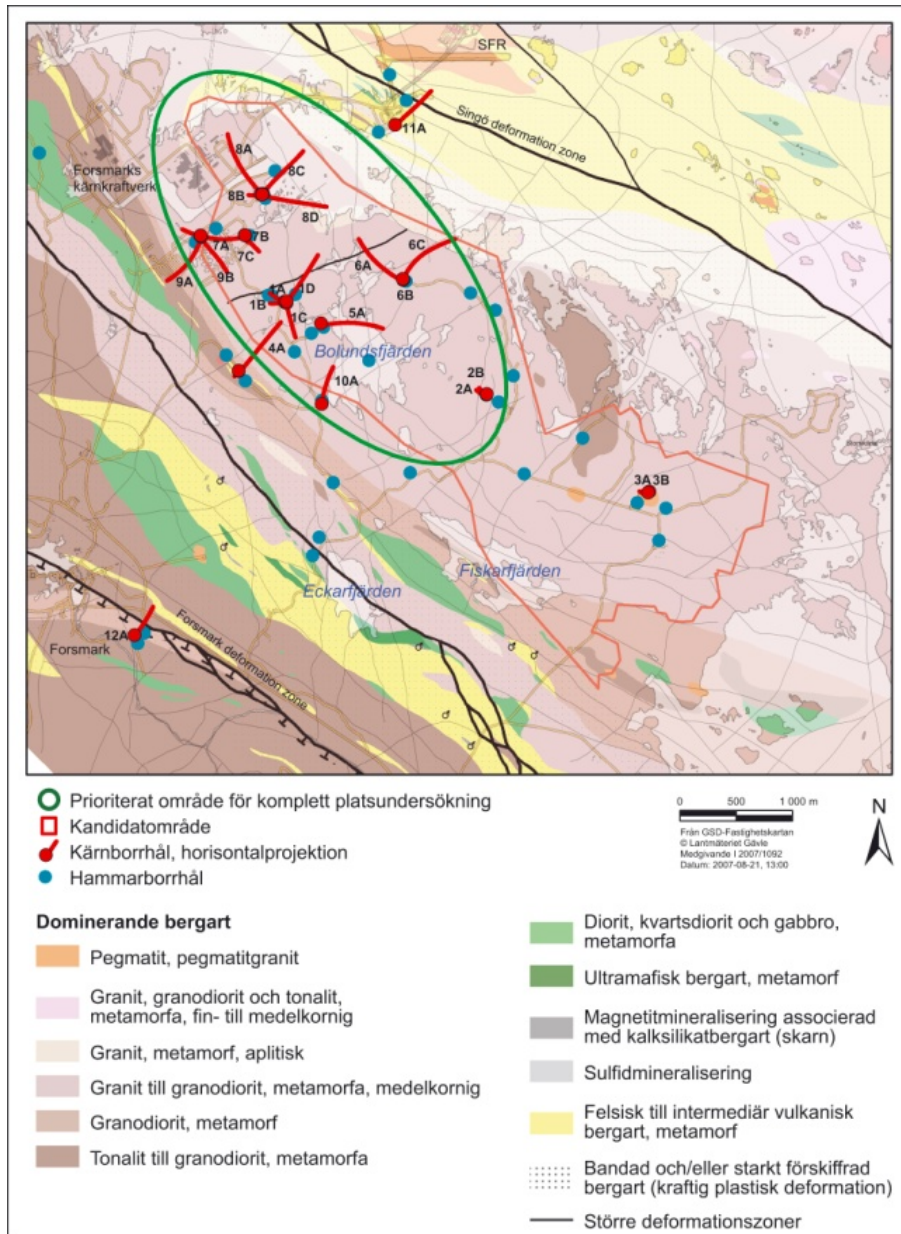


Figur2-2. Kandidatområde och prioriterat område i Forsmark.

Från ytan och ner till som mest ca 200 meters djup är frekvensen av vattenförande flacka sprickor relativt hög. Sprickorna står i hydraulisk förbindelse med varandra över stora avstånd. Tillsammans med de svagt lutande zonerna utgör dessa sprickor de huvudsakliga flödesvägarna. Frekvensen av vattenförande sprickor blir avsevärt lägre mot djupet. På djup större än 400 meter är medelavståndet mellan vattenförande sprickor mer än 100 meter.

Bergspänningarna är högre än vad som är normalt i den svenska berggrunden men ökar endast långsamt mot djupet. Bergets hållfasthet är relativt hög.

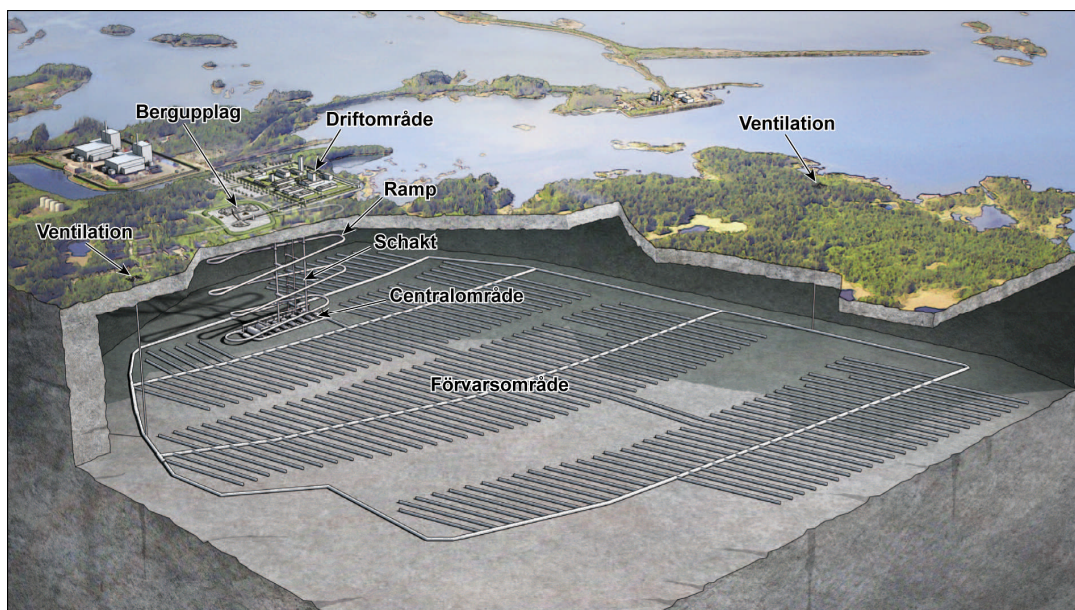
Grundvattnets salthalt och ålder ökar mot djupet. Vattensammansättningen i förvarsområdet skiljer sig från den i den svagt lutande zonen i sydost. Bedömningen är att detta beror på att vattnet i förvarsberget har varit isolerat från ytligt vatten under lång tid medan vattnet i den svagt lutande zonen innehåller spår av vatten från Littorinahavet, som täckte området för 9 500 till 5 000 år sedan.



Figur 2-3. Geologi och borrhål i Forsmark.



Figur 2-4. Flygfoto över Forsmark. Söderviken ligger till vänster om kärnkraftverket, däremellan syns kylvattenkanalen. I förgrunden SFR-anläggningen.



Figur2-5. Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark, fullt utbyggt.

Det prioriterade området för slutförvaret för använt kärnbränsle sträcker sig mot sydost från kärnkraftverket, ca 3 kilometer ner mot Bolundsfjärden. Den platsanpassade utformningen av ett slutförvar i Forsmark har haft som utgångspunkt att själva förvaret förläggs i detta prioriterade område samtidigt som anläggningar och verksamhet ovan mark i huvudsak ska kunna inrymmas inom det befintliga industriområdet. Olika förslag har tagits fram och utvärderats för att utmytna i ett förvar på ca 470 meters djup och med utbredning enligt figur 2-5. Anläggningarna ovan jord samlas på ett driftområde vid Söderviken, se figur 2-4 och 2-5. Förutom de

geologiska förutsättningarna har natur- och kulturmiljö, infrastruktur och industriella aspekter påverkat placering och utformning av anläggningarna.

Kommunfullmäktige i Östhammars kommun har antagit en ny *detaljplan* för Forsmark. Planen medger, tillsammans med förändringar som gjorts i den befintliga detaljplanen, att ett slutförvar för använt kärnbränsle kan byggas på det sätt som planeras.

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*. Längre mot sydväst finns Forsmarks bruk, som är av *riksintresse för kulturmiljövården*. Områden av *riksintresse för vindkraft* finns både på land och till havs. I sydost, gränsande mot kandidatområdet enligt figur 2-2, finns *Kallriga naturreservat*, som även utpekats som Natura 2000-område.

Vägtransporterna till och från slutförvaret skulle i huvudsak beröra riksväg 76 mot Östhammar och Hargshamn, länsvägarna 288 och 290 mot Uppsala samt i mindre omfattning väg 76 mot Gävle. Transporterna av kapslar för deponering kommer att ske sjövägen från Oskarshamn till Forsmarks hamn och med terminalfordon till slutförvarets driftområde. Lermaterial för buffert och återfyllning skeppas till hamnen i Hargshamn och därifrån på lastbil till Forsmark.

Befintlig bebyggelse är gles, närmaste samlade bostadsområde ligger runt Forsmarks bruk. Inom 1 km från driftområdet finns inga boende, inom 5 km bor knappt 100 personer och inom en mil ungefär 500 personer.

Forsmarksområdet är låglänt med en flikig kustlinje och ett antal mindre öar utanför. Skogen går ända ner till strandlinjen. Nyckelkaraktären för *landskapstypen* är småskalighet och orördhet. *Naturmiljön* har en för Uppland ovanlig vildmarkskaraktär och består till största delen av skogsklädda moränmarker med enstaka hållpartier. Därutöver finns inom området landhöjningsmarker, som successivt reser sig ur havet. I närheten finns flera skyddade och värdefulla områden, bland annat kring Kallrigafjärden. Området har en rik fågelfauna, till exempel finns flera häckande rovfåglar. I området finns ett flertal rikkärr med inslag av gölar, där bland annat gölgröda förekommer.

Vid sidan av det nuvarande industriområdet är Forsmark starkt präglad av bruksepoken från 1500-talets slut fram till slutet av 1800-talet, då *Forsmarks bruks* behov formade landskapet och bebyggelsen. Bruket är genom sin välbevarade bebyggelse ett av de främsta exemplen på bruksmiljöer i landet. Trakten runt Forsmark har dominerats av en stor *markägare*. Marken runt kärnkraftverket var länge ganska svårtillgänglig och *friluftslivet* i området är därför mindre utbredd än längs med andra delar av ostkusten. Värdet för friluftslivet i området ligger framför allt i den orörda naturen, djurlivet och fågellivet. Rekreation i form av jakt och fiske är viktiga inslag.

2.2 Laxemar

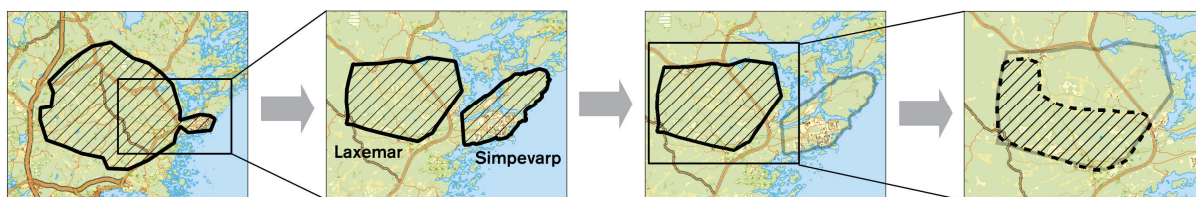
Laxemarområdet ligger i Oskarshamns kommun cirka två mil norr om Oskarshamns tätort, se figur 2-6. Det område som är aktuellt för slutförvaret ligger nordväst om kustvägen och cirka två kilometer väster om kärnkraftverket och Clab på Simpevarpshalvön. Ungefär tre kilometer åt nordost finns Äspölaboratoriet.



Figur 2-6. Översiktskarta – Laxemar, Oskarshamns kommun och östra Småland.

Platsundersökningen har inneburit en stegvis fokusering mot det område som nu är aktuellt för ett slutförvar. Inledningsvis gjordes undersökningar av två alternativa delområden – Simpevarp (Simpevarpshalvön-Ävrö-Hälö) respektive Laxemar, väster om Simpevarp, se figur 2-7. Laxemar prioriterades eftersom området är större och bland annat därför ger ökad flexibilitet.

De fortsatta undersökningarna har lett till att de södra och västra delarna av Laxemarområdet har prioriterats, främst därför att bergets vattenförande egenskaper bedömdes vara gynnsammare där än i den norra delen. Totalt har platsundersökningen innefattat 46 kärnborrhål, varav 19 st går ner till förvarsdjupet eller djupare och över 200 andra borrhål (43 hammarborrhål och ca 190 jordborrhål) samt ingående geovetenskaplig och ekologisk kartläggning på ytan.

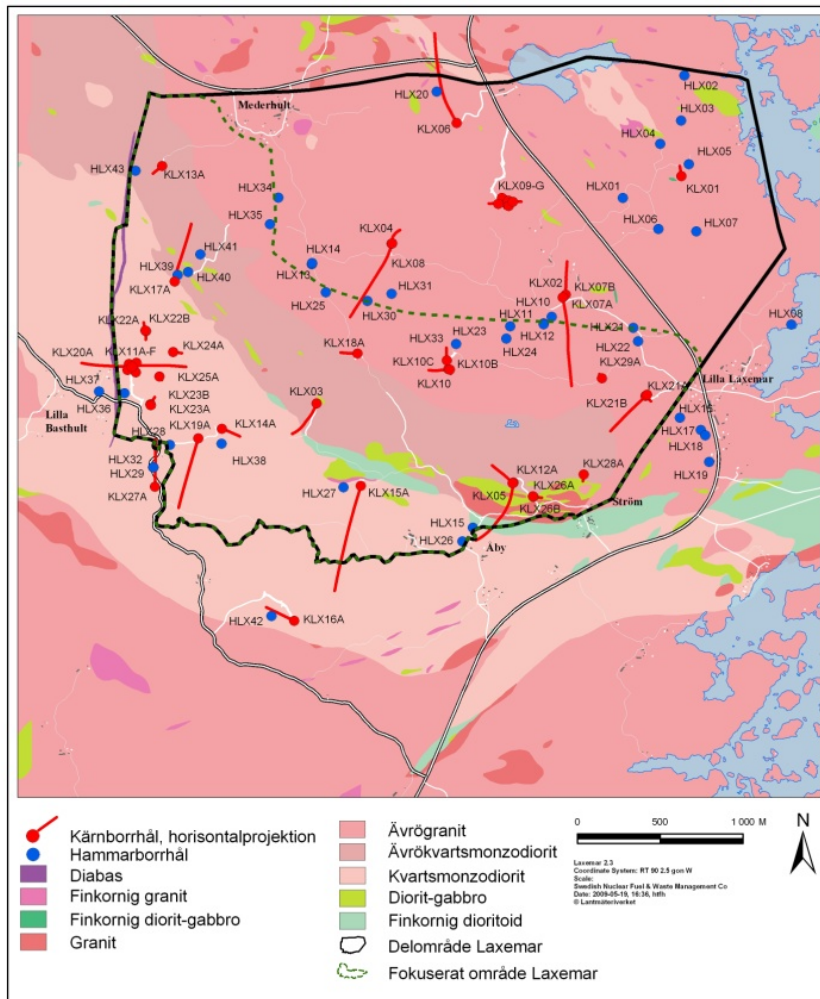


Figur 2-7. Illustration av den stegvisa avgränsningen av undersökningsområdet vid Simpevarp och Laxemar – från det 60 km² stora kandidatområdet till det prioriterade området i Laxemar.

Berggrunden inom det fokuserade området, se figur 2-8, domineras av kvartsmonzodiorit och ävrögranit med lågt innehåll av kvarts. Bergarterna kännetecknas av relativt låg värmeledningsförmåga och varierande hållfasthet. Det prioriterade området avgränsas av brant stupande deformationszoner. Inga större svagt lutande deformationszoner har identifierats. Mellan deformationszonerna är sprickfrekvensen låg.

De översta 150 m av berget har relativt hög frekvens av vattenförande sprickor, medelavstånd cirka 1 m, men frekvensen avtar med djupet. Mellan 400 och 650 meters djup är medelavståndet mellan sådana sprickor 5 – 10 m. På ännu större djup, preliminärt 700 m, är frekvensen av sådana sprickor mycket låg, medelavstånd mer än 100 m, men bedömningen är osäker. Djupet till torrt berg kan vara större.

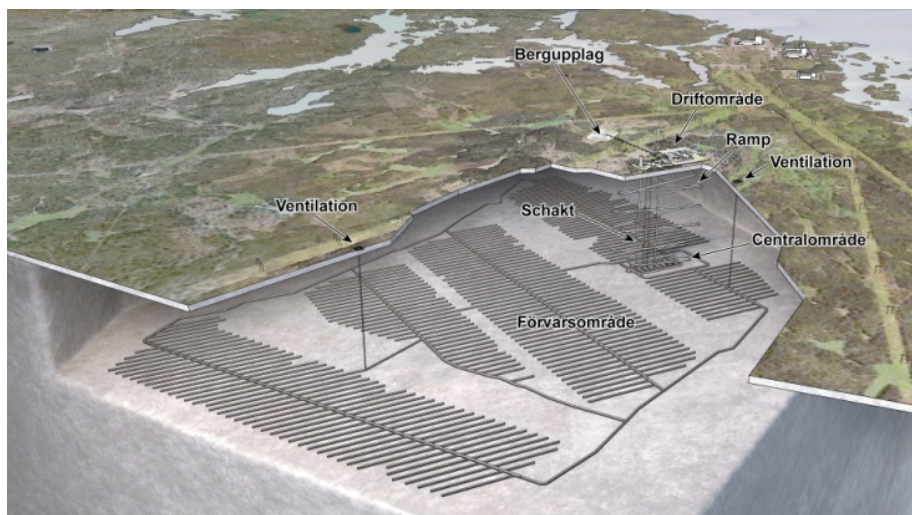
Bergspänningarna är jämförbara med situationen på Äspö, dvs normala för svensk berggrund. Grundvattnets salthalt och ålder ökar med djupet.



Figur2-8. Geologi och borrhål i Laxemar.



Figur2-9. Flygfoto över Laxemarområdet, med kärnkraftverket och Clab i bakgrunden och Oxhagen i mitten av bilden.



Figur2-10. Slutförvar för använt kärnbränsle i Laxemar, fullt utbyggt.

Den platsanpassade utformningen av ett slutförvar i Laxemar har sedan ett antal alternativ tagits fram och utvärderats resulterat i en utformning med ett förvar på ca 520 meters djup och med en utbredning enligt figur 2-10. Anläggningarna ovan mark har samlats till ett driftområde vid Oxhagen, se figur 2-9. Placeringen och utformningen av driftområdet har anpassats för att få goda bergförhållanden för bygge av tillfarter samt att driftområdet ska kunna placeras ovanför centralområdet. Förutom de geologiska förutsättningarna har natur- och kulturmiljö, infrastruktur och industriella aspekter påverkat placeringen av anläggningarna.

Kommunfullmäktige i Oskarshamns kommun antog i oktober 2007 en fördjupning av *översiktsplanen*, Översiktsplan 2000, för Simpevarps- och Laxemarområdet. Syftet var att påbörja den fysiska planeringen enligt plan- och bygglagen för en eventuell slutförvarsanläggning i Laxemarområdet.

Det område som kan bli aktuellt för slutförvarets anläggningar har pekats ut som *riksintresse för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall*. Simpevarpshalvön, större delen av Ävrö, del av Hålö och Äspö samt vissa avgränsade vattenområden är av *riksintresse för energiproduktion*. 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 fjärde kapitlet i miljöbalken. Den del av kust- och skärgårdsområdet som inte omfattas av detaljplan, är av *riksintresse för naturvård och friluftsliv*.

Vägtransporterna av inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen vid Clab skulle kräva en ny väganslutning, från Simpevarp till Oxhagen. Övriga vägtransporter skulle i huvudsak beröra europaväg 22 och länsväg 743. Transporter av lermaterial förutsätts ske med lastbil från Oskarshamns hamn.

I anslutning till Laxemar finns byarna Mederhult, Ärnshult, Lilla och Stora Laxemar, Ström och Åby. Ungefär 15 personer bor inom en kilometer från driftområdet, ungefär 150 inom 5 km och cirka 2 000 personer inom tio kilometer

Landskapet kännetecknas av en flikig kustlinje och en flack hållmarksterräng med talrika smala sprickdalar. De relativt små åkrarna, som använts för bete och slätter samt på senare tid för odling, har varit en viktig resurs för den bofasta befolkningen i denna del av Småland. Skärgården utgör en tydlig kontrast till det mer slutna skogsområdet. Yterskärgården är oexploaterad och består av allt från grund och skär till skogsbevuxna öar med en smal strandzon. Bebyggelsen är begränsad och den flacka kustlinjen erbjuder få landmärken.

Naturen är till stor del påverkad av tidigare och nuvarande jord- och skogsbruk. Inne i täta skogspartier kan man hitta äldre lövträd. De flesta naturvärden är knutna till jordbrukslandskapet, framförallt längs Laxemaråns dalgång.

Bygden har historiskt en prägel av landsbygd och kustbygd med jord- och skogsbruk och med skärgårdsmiljö och fiske. Då kärnkraftverket etablerades genomgick det äldre landskapet där en total omvandling. Kraftledningarna med sina röjda gator bidrar till att industrilandskapets påverkan sträcker sig in i Laxemarområdet. Påverkan på *kulturmiljön* inom området är annars förhållandevis begränsad. Hela området används för jakt och rekreation. Fritidsfisket är betydande längs kuststräckan. Ostkustleden, en cirka 16 mil lång vandringsled, passerar genom Lilla Laxemar by.

3 Utgångspunkter för platsvalet

3.1 Lagar och myndighetsföreskrifter

I de ansökningar om tillstånd att uppföra, inneha och driva de anläggningar som ingår i slutförvarssystemet ska SKB visa att inkapslingsanläggningen och slutförvaret har lokaliserats i enlighet med tillämpliga lagar och föreskrifter. För slutförvaret är jämförelsen och valet mellan två platser som SKB nu gör det sista steget i lokaliseringsprocessen. De grundläggande krav som har betydelse för lokaliseringen finns i kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken. Nedan sammanfattas dessa krav och de ytterligare riktlinjer som ges i Strålsäkerhetsmyndighetens råd och föreskrifter.

Kärntekniklagen och lokalisering

Kärntekniklagen innehåller inga specifika lokaliseringsbestämmelser utan hänvisar till 2 kap. i miljöbalken. Lokalisering behandlas dock i Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd till 2 och 3 §§ i SSMFS 2008:21. I råden konstaterar SSM att: *"Platsen för ett slutförvar och förvarsdjupet bör väljas så att den geologiska formationen ger tillräckligt stabila och gynnsamma förhållanden för att slutförvarets barriärer ska fungera som avsett under tillräckligt lång tid. De förhållanden som avses rör primärt temperatur, hydrologi, samt mekaniska (t.ex. bergmekanik, seismologi) och kemiska (geokemi, inkl. grundvattenkemi) faktorer. Platsen för ett slutförvar bör vidare förläggas på ett betryggande avstånd från naturresurser som utnyttjas idag eller kan komma att utnyttjas i framtiden"*.

Strålskyddslagen och lokalisering

Strålskyddslagen innehåller, i likhet med kärntekniklagen, inga specifika lokaliseringsbestämmelser, men Strålsäkerhetsmyndigheten har med stöd av denna lag formulerat att: *"förläggningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret och tillhörande systemkomponenter bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt. Avvägning mellan olika åtgärder bör göras genom en samlad bedömning av deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga."* (Allmänna råd till 4, 8 och 9 §§ i SSMFS 2008:37).

I samma föreskrifter ställer myndigheten krav som berör människors hälsa och miljön, och som har betydelse för de generella värderingar som lokaliseringen måste bygga på: *"Människors hälsa och miljön ska skyddas från skadlig verkan av joniserande strålning, dels under den tid då de olika stegen i det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle och kärnavfall genomförs, dels i framtiden. Det slutliga omhändertagandet får inte orsaka svårare effekter på människors hälsa och miljön utanför Sveriges gränser än vad som accepteras inom Sverige."* (SSMFS 2008:37, 3 §).

Krav på barriärfunktion och långsiktig säkerhet

Strålskyddsmyndighetens föreskrifter preciserar det krav på långsiktig säkerhet, det s k riskkriteriet, som ett slutförvar ska uppfylla: *"Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst 10^{-6} för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken."* (SSMFS 2008:37, 5 §).

Slutligen ges anvisningar om hur säkerheten ska uppnås med hjälp av barriärer och deras funktion. I SSMFS 2008:21, 2 och 3 §§ anges att: *"Säkerheten efter förslutning av ett slutförvar ska upprätthållas genom ett system av passiva barriärer. Varje barriär ska ha till funktion att på ett eller flera sätt medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen, antingen direkt, eller indirekt genom att skydda andra barriärer i barriärsystemet."* I allmänna råd till 2 och 3 §§ i samma föreskrifter anger SSM: *"Vilka barriärer eller barriärfunktioner som behövs i ett slutförvar beror på dess innehåll av radioaktiva"*

ämnen, andra ämnen som påverkar barriärernas säkerhetsfunktioner och på slutförvarets utformning och lokalisering.”

Miljöbalken och lokalisering

Till skillnad från kärntekniklagen och strålskyddslagen innehåller miljöbalken särskilda lokaliseringsbestämmelser. Enligt det allmänt formulerade kravet i 2 kap 6 § första stycket miljöbalken ska, för en verksamhet eller åtgärd som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde, väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet med verksamheten ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Enligt 2 kap 7 § miljöbalken kan kravet på minsta intrång och olägenhet jämkas om det är orimligt att uppfylla det. Lagkonstruktionen kan beskrivas som ett långtgående allmänt krav balanserat av en regel som öppnar för skälighetsbedömning från fall till fall.

Den plats som väljs ska dels vara lämplig i sig (detta är en grundförutsättning för att platsen över huvud taget ska bli aktuell), dels orsaka minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Platsen ska således passa för såväl ändamålet med verksamheten som för hälso- och miljöskyddsintresset i allmän mening.

Med lämplig plats avses en plats som är lämplig med hänsyn till miljöbalkens mål enligt 1 kap 1 §:

Bestämmelserna i denna balk syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. En sådan utveckling bygger på insikten att naturen har ett skyddsvärde och att människans rätt att förändra och bruka naturen är förenad med ett ansvar för att förvalta naturen väl.

Miljöbalken skall tillämpas så att

- 1. människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan,*
- 2. värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas,*
- 3. den biologiska mångfalden bevaras,*
- 4. mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och*
- 5. återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.*

3.2 SKB:s utgångspunkter för platsvalet

Principer

De som har tillstånd att driva de svenska kärnkraftverken är enligt kärntekniklagen skyldiga att ta hand om och slutförvara det använda kärnbränslet. För att uppfylla denna skyldighet har ägarna till kärnkraftverken bildat SKB, som således har uppdraget att uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle. I det uppdraget ingår att lokalisera slutförvaret. För att det ska vara möjligt för SKB att fullfölja detta uppdrag måste den plats där slutförvaret förläggs 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 de platser som valet nu stått mellan.

De krav på lokaliseringen av slutförvaret som enligt avsnitt 3.1 följer av kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken innebär sammanfattningsvis platsen att ska vara lämplig med hänsyn till ändamålet med verksamheten, dvs att åstadkomma ett långsiktigt säkert slutförvar,

att konsekvenserna ska vara rimliga, samt att vid en jämförelse av platserna ska den plats väljas som innebär minst intrång och störning.

Med detta som utgångspunkt har SKB lagt fast sin strategi för platsvalet. SKB tillmäter därvid förutsättningarna för att *uppnå långsiktig säkerhet 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 väljs den plats som ger bäst förutsättningar för långsiktig säkerhet*. I det fall analyserna inte visar på någon avgörande skillnad i förutsättningarna att uppnå långsiktig säkerhet får andra platsvalsfaktorer större betydelse. Detta kan till exempel avse anpassningen till den omgivande miljön eller effektiviteten i genomförandet av projektet.

SKB:s strategi för att välja plats kan således sammanfattas:

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

För att kunna tillämpa denna strategi har platserna jämförts systematiskt med avseende på faktorer som kan ha betydelse för den samlade värderingen. Dessa faktorer redovisas i kapitel 4 och motsvarande platsjämförelser i kapitel 5.

Underlag och tidpunkt

Valet av plats för slutförvaret är ett beslut som ger betydande bindningar för kärnbränsleprogrammet. Det är således viktigt att minimera risken för ett beslut som senare visar sig vara felaktigt. Platsundersökningarna och de efterföljande analyserna har därför drivits med hög ambitionsnivå när det gäller kraven på att uppnå en tillräckligt god platskännedom. De jämförande analyser som görs av förutsättningarna för att uppnå långsiktig säkerhet ska ge tydligt utslag, samtidigt som den valda platsens ska vara lämplig i sig. De utvärderingar som återstår innan ansökan kan lämnas in för prövning bör inte kunna ändra på denna slutsats. Återstående osäkerheter blir sådana som bara kan reduceras genom undersökningar från tunnlar i berget. Den kunskap som då fås kommer med all sannolikhet att innebära ytterligare anpassning av förvarets utformning, men inte i en omfattning som i grunden påverkar bedömningen av platsens lämplighet. Motsvarande förutsättningar gäller för tidpunkten för platsvalet i relation till återstående arbete med utvecklingen av förvarstekniken.

4 Lokaliseringsfaktorer och värderingsmetodik

Lokaliseringsfaktorer är ett samlingsbegrepp för egenskaper och förhållanden som i något avseende påverkar lämpligheten hos en plats, som alternativ för lokalisering. De faktorer som i grunden styr lokaliseringen av slutförvaret lades fast i början av 1990-talet, när lokaliseringsarbetet tog sin början. Vägledande krav och önskemål kunde sedan utvecklas, som stöd för värderingar och prioriteringar under processens gång. Underlaget för värderingar mot krav och önskemål är beroende av i vilket skede värderingarna görs, och kriterierna måste anpassas därefter. Det gäller framförallt bedömningar av berggrunden som i tidiga skeden, innan borrhål finns tillgängliga, med nödvändighet blir preliminära. Med resultaten från platsundersökningarna finns nu underlag av en helt annan omfattning och detaljeringsnivå än tidigare.

Figur 4-1 visar den uppsättning lokaliseringsfaktorer som bildat grund för de jämförande utvärderingar som föregått beslutet att välja plats för slutförvaret. Det bör understrykas att faktorerna i sig inte ger någon vägledning om vad SKB värderar som mer eller mindre viktigt, vad som avgjort platsvalet, eller på vilket sätt. Lokaliseringsfaktorerna ska ses som ramverket för strukturerade jämförelser mellan platserna, där olika aspekter jämförs var för sig och på ett systematiskt sätt. Sammantaget har dessa jämförelser givit ett heltäckande underlag för en samlad värdering och ett platsval baserat på utgångspunkter som redovisas i kapitel 3.

Lokaliseringsfaktorerna är indelade i fyra huvudgrupper; säkerhetsrelaterade platsegenskaper, teknik för genomförande, hälsa och miljö, samt samhällsresurser. Nedan beskrivs kortfattat vad som avses med de olika faktorerna samt SKB:s grunder och metodik för värderingen av lokaliseringsalternativen med avseende på dessa faktorer.



Figur 4-1. Faktorer som bildat grund för jämförelser av lokaliseringsalternativen inför platsvalet.

4.1 Säkerhetsrelaterade platsegenskaper

Inför valet av platser för platsundersökningar redovisade SKB krav och önskemål på berget. Dessa baserades bland annat på de kunskaper som kommit fram vid SKB:s då senast genomförda säkerhetsanalys, SR 97. Förutom att ligga till grund för valet av platser för platsundersökningar, utgjorde de ett viktigt instrument för att styra platsundersökningarna. Kraven och önskemålen är i huvudsak fortfarande desamma, men har - som förutsågs när de presenterades - utvecklats och anpassats till de fördjupade kunskaper som framkommit från senare forsknings- och utvecklingsarbete.

Enligt huvudprincipen för platsvalet är det nödvändigt att bedöma säkerheten för ett slutförvar som anpassats till respektive plats. Vad som menas med långsiktig säkerhet framgår ytterst av lagar och förordningar, och har konkretiserats i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter.

Säkerheten för slutförvaret utvärderas med stöd av säkerhetsanalyser. I en säkerhetsanalys görs olika integrerade beräkningar och värderingar av hur förvarssystemet, brett definierat som det deponerade använda kärnbränslet, de tillverkade barriärerna kring det, förvarsberget och biosfären i anslutning till slutförvaret, kan komma att utvecklas över tiden. Systemets framtid kommer att bero på dess initialtillstånd (dvs. tillståndet då det använda bränslet och de tillverkade barriärerna lagts på plats i förvaret), ett antal termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer som verkar internt i förvarssystemet över tiden, samt extern påverkan på systemet.

En säkerhetsanalys, kallad SR-Site, genomförs för ett slutförvar på den valda platsen, och kommer att ingå i ansökan. SKB:s erfarenheter från tidigare säkerhetsanalyser, senast SR-Can som publicerades 2006, visar att det finns ett antal platsegenskaper som har väsentlig betydelse för säkerheten. Det är dessa faktorer som står under rubriken "säkerhetsrelaterade platsegenskaper" i figur 4-1.

Inför platsvalet har de säkerhetsrelaterade platsegenskaperna utvärderats, först faktor för faktor och sedan sammanvägt till en integrerad jämförande bedömning. Huvudsyftet har varit att *jämföra* platserna med avseende på långsiktig säkerhet.

De säkerhetsrelaterade platsegenskaperna enligt figur 4-1 kan kortfattat beskrivas som följer:

- **Bergets sammansättning och strukturer:** Bergets sammansättning och strukturer utgör förutsättningar för de bergmekaniska och hydrogeologiska förhållandena och påverkar även grundvattnets sammansättning och bergets förmåga att fördröja transport av lösta ämnen. Dessa faktorer är viktiga och behandlas enskilt var för sig, se nedan. Bergförhållandena avgör även möjligheten att utforma och anpassa deponeringsområdet och deponeringstunnlarna så att de uppfyller ställda krav på långsiktig säkerhet. Sådana krav avser respektavstånd till stora deformationszoner för att hantera risken för framtida jordskalv. Andra krav gäller högsta acceptabla vatteninflöden i deponeringshål för att säkerställa att bufferten inte eroderas bort vid installation, eller att bergets egenskaper tillåter att deponeringstunnlarna kan byggas så att det inte skapas en sammanhållen skörd zon (EDZ) med hög vattengenomsläpplighet över längre avstånd. Även om kraven kan uppnås med dessa åtgärder, och det därmed inte direkt är en platsrelaterad säkerhetsfråga, är det också viktigt att försäkra sig om att en rimligt stor del av förvarsvolymen blir kvar att använda efter att kraven tillämpats. Detta behandlas i nästa avsnitt "Teknik för genomförande". Ur säkerhetssynpunkt bedöms dock med vilken framgång dessa krav kan tillämpas. En annan fråga som behöver bedömas är eventuell förekomst av mineral som skulle kunna motivera framtida exploatering vid platserna. Detta kan ha betydelse för säkerheten eftersom det kan påverka risken för oavsiktliga framtida intrång i förvaret.

- **Framtida klimatutveckling:** Klimatet kan påverka både berget på förvarsdjup och barriärernas funktion. Om en inlandsis ligger ovanför förvaret påverkas bland annat grundvattnets tryck, tryckgradienten (som driver grundvattenflödet) och sammansättningen av det vatten som kan tillföras berget. Framtida istider kan därför ha stor inverkan på utvecklingen av grundvattnets sammansättning, vilket i sin tur kan påverka barriärfunktionen hos bufferten och kapseln. En annan fråga är om det finns risk för frysning under perioder av extrem permafrost, eftersom också det kan påverka barriärfunktionerna för bufferten och kapseln.
- **Bergmekaniska förhållanden:** Nutida och framtida belastningar (bergspänningar) tillsammans med bergets mekaniska egenskaper kan påverka långsiktig säkerhet. Det gäller i första hand om belastningarna är så höga att berget lokalt kring deponeringshålen kan överbelastas (s k spjälkning) och risken för och konsekvenser av framtida jordskalv. Inför platsvalet har prognoser gjorts av risken för spjälkning. Bedömningar har också gjorts av risken för att framtida jordskalv skulle kunna skada deponerade kapslar. Denna risk hanteras dock genom att förvaret anpassas till deformationszoner och sprickor, varför man inte bör förvänta sig större skillnader mellan platserna.
- **Grundvattenströmning:** Hydrogeologiska förhållanden och speciellt frekvens av och genomsläpplighet hos vattenförande sprickor styr grundvattenströmningen i förvarsvolumen. Dessa förhållanden påverkar förutsättningarna för transport av lösta ämnen till och från bufferten och påverkar därför i sin tur dels buffertens och kapselns funktion och dels, om kapseln skadats, hur mycket radioaktiva ämnen som kan frigöras från det använda kärnbränslet och via grundvattnet spridas vidare. Det är generellt en fördel med låg frekvens av vattenförande sprickor, och att sprickorna har låg vattengenomsläpplighet. Det leder till att grundvattenflödet blir litet. Inom säkerhetsanalysen beräknas mer specifika mått, det s k transportmotståndet, F , och det s k ekvivalenta flödet, Q_{eq} som tillåter kvantitativa värderingar och jämförelser. Höga transportmotstånd och låga ekvivalenta flöden är fördelaktigt.
- **Grundvattnets sammansättning:** Grundvattnets sammansättning och framtida utveckling har stor betydelse för säkerheten. Det gäller främst ämnen som påverkar kapselns och bufferten, som salthalt, redoxförhållanden (om det finns löst syre i grundvatten), och halter av andra ämnen som kan inverka skadligt på buffert eller kapsel. Sammansättningen idag är väl känd från platsundersökningarna, men i värderingen ingår även att bedöma hur sammansättningen kommer att påverkas i framtiden, på grund av grundvattenströmning, klimatförändringar och de kemiska reaktioner som pågår i berget. Värderingen och platsjämförelsen bygger på hur den bedömda framtida sammansättningen påverkar buffertens och kapselns barriärfunktioner.
- **Fördröjning av lösta ämnen:** Platsens förmåga att fördröja utsläppta radioaktiva ämnen om kapslar skulle skadas är också en viktig säkerhetsfunktion. Fördröjningen beror på förhållanden kopplade till grundvattenflödet och på bergets förmåga att fördröja utsläppet genom matrisdiffusion (radionuklider fördröjs då de vandrar in i bergets porer) och sorption (radionuklider fördröjs då de fastnar på bergets ytor). Vid värderingen nyttjas de flödesrelaterade transportegenskaper som bestämts inom hydrogeologin (se ovan) samt de bergegenskaper som bestämts vid platsundersökningarna.
- **Biosfärsförhållanden:** Konsekvensen av om radioaktiva ämnen från förvaret kommer ut i miljön beror bland annat på den hydrologiska situationen vid och nära markytan och de framtida ekosystemen. Biosfären i sig bidrar inte till säkerheten. Däremot kan det i samband med platsvalet vara viktigt att belysa om vi kan förvänta oss stora skillnader i stråldos till följd av skillnader i biosfäregenskaper mellan platserna.
- **Platskännedom:** För att det ska vara möjligt att uttala sig om säkerheten för ett slutförvar vid en viss plats är det nödvändigt att ha god tilltro till att platsbeskrivningarna redovisar

verkliga förhållanden, eftersom säkerhetsanalysens prognoser bygger på dessa. Tilltron beror dels på hur mycket data och undersökningar som finns från platsen, men också på hur tydligt dessa data låter sig tolkas och ge en övergripande förståelse.

Alla dessa faktorer har alltså först värderats var för sig utifrån de data och modeller som tagits fram vid platsundersökningarna och därefter vägts samman, där den centrala frågan är hur respektive faktor påverkar den samlade säkerhetsbedömningen för platserna.

4.2 Teknik för genomförande

”Teknik för genomförande” avser värdering av de förutsättningar som platserna ger för att så *robust, funktionellt och effektivt* som möjligt genomföra slutförvarsprojektet. Funktionalitet och effektivitet är till stor del synonyma begrepp, som ytterst kan mätas i tidsåtgång och kostnad. Värderingar har gjorts av dessa faktorer. Betydligt mera väsentliga är faktorer som direkt påverkar de tekniska möjligheterna att genomföra projektet så att den avsedda, långsiktigt säkra förvaringen uppnås i praktiken. Osäkerheter i det avseendet måste värderas. Den plats som ger de mest gynnsamma och tillförlitliga förutsättningarna att anpassa förvarsutformning och verksamhet så att förvaret uppfyller ställda säkerhetskrav är också den lämpligaste.

Flexibilitet

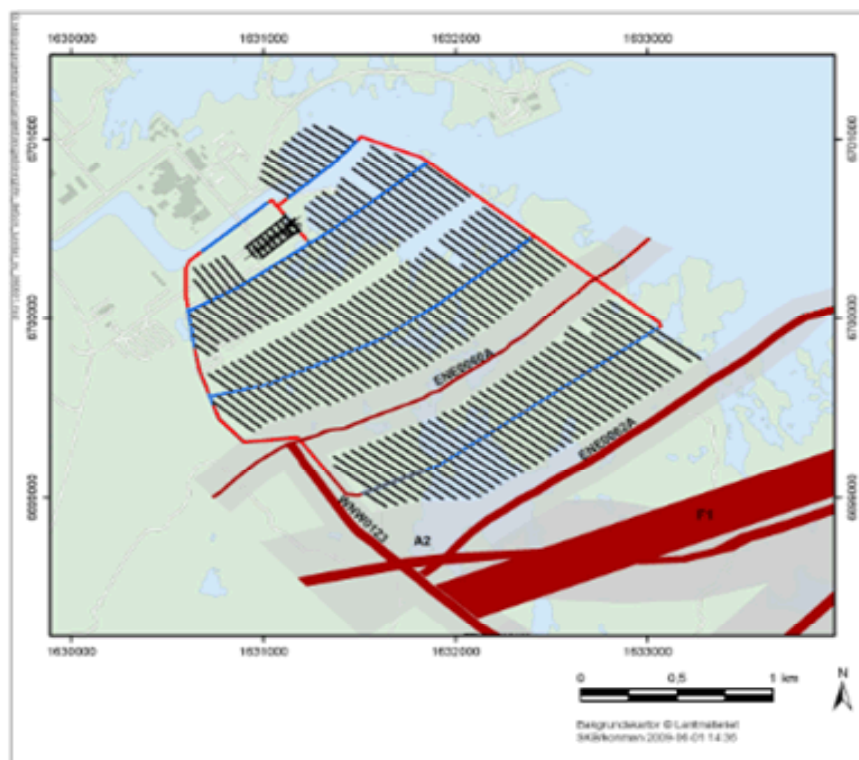
Med flexibilitet avses här:

- möjligheten att anpassa förvaret till verkliga bergförhållanden, inom de områden som prioriterats som ett resultat av platsundersökningarna, så att förvarets utformning svarar mot givna krav för att uppnå långsiktig säkerhet.
- att medge utrymme för planerad avfallsmängd om 6 000 kapslar, samt
- möjligheter att hantera ändrade förutsättningar vad gäller total avfallsmängd.

För respektive plats har en platsspecifik utformning och layout som svarar mot givna konstruktionsförutsättningar (krav) för att uppnå långsiktig säkerhet tagits fram. Styrande för föreslagna platsanpassningar av layouten har främst varit:

- kunskap om layoutpåverkande förhållanden, främst deformationszoner som kräver respektavstånd,
- kunskap om bergets värmeledningsförmåga, som bestämmer minsta avstånd mellan deponerade kapslar för att klara ställda krav på maximal temperatur i bufferten, samt
- kunskap om bergspänningar och bergets hållfasthet, som i första hand används för att anpassa och orientera deponeringstunnlarna för att få mekanisk stabilitet i deponeringstunnlar och deponeringshål.

Resultande layouter redovisas i figur 4-2.



Figur 4-2. Layout för slutförvar i Forsmark, respektive Laxemar. Figuren visar även layoutstyrande deformationszoner och respektavstånd till dessa.

I första hand jämförs förutsättningarna att rymma förvaret, med nu aktuell avfallsmängd, inom respektive fokuserat område. I andra hand jämförs möjligheter att hantera ändrade avfallsmängder, eftersom framtida förändringar av det svenska kärnkraftsprogrammet kan innebära att den avfallsmängd som ska deponeras förändras. De möjligheter som kan finnas att öka kapaciteten är att ändra den principiella utformningen, till exempel genom ändrad termisk dimensionering eller ett förvar i två plan eller att ta i anspråk områden utanför det nu fokuserade området. Det bör dock noteras att samtliga alternativ förutsätter nya utredningar och undersökningar. Jämförelsen mellan platserna ur denna aspekt kan därför bara grundas på översiktliga bedömningar.

Tekniska risker

Eftersom bergförhållandena aldrig kan bestämmas helt i förväg måste det finnas en metod att inhämta detaljinformation under byggprocessen, fortlöpande anpassa bygget till informationen samt hantera osäkerheter och eventuella tekniska risker. Detta sker med hjälp av den så kallade observationsmetoden. Den innebär i enklare fall att bergförstärkning och tätning anpassas till de erfarenheter som dras om de faktiska förhållandena som konstateras under byggarbetena. En mer komplex, men central aspekt för observationsmetodens tillämpning för slutförvaret är platsanpassning för att möta krav från långsiktig säkerhet.

För att genomlysna den tekniska riskbilden i sin helhet görs riskanalyser, som en del av projekteringen. Analyserna innebär i korthet att:

- Utifrån osäkerheter om platsens egenskaper identifiera riskpåverkande geologiska förhållanden, som skulle kunna påverka uppförandet eller utformningen av förvaret.
- Bedöma sannolikheten för att de riskpåverkande geologiska förhållandena verkligen föreligger.
- Bedöma konsekvenserna av om de olika riskpåverkande geologiska förhållandena föreligger.

Den tekniska riskanalysen omfattar alla tänkbara riskpåverkande geologiska förhållanden som kan identifieras utifrån osäkerheterna i platsmodellerna och fackmannakunskap. Risker utgör en sammanvägning av konsekvenser och sannolikheter. Sammanvägningen är kvalitativ och bygger på bedömningar gjorda av geologiska och bergmekaniska experter. Risker där konsekvensen ligger inom det som redan accepterats vid projekteringen påverkar inte valet av plats på annat sätt än genom eventuellt ökade kostnader och/eller förseningar. Samma sak gäller risker som kan hanteras vid byggandet med hjälp av observationsmetoden, samt risker där sannolikheten för att det riskpåverkande geologiska förhållandet föreligger är så låg att risken kan försummas. Detta beaktas i kostnadsberäkningarna för projektet (se nedan). I kostnadsberäkningarna ingår även förutsedda platsskillnader i åtgärdsbehov på grund av olikheter i geologiska förhållanden. Risker som har så stora konsekvenser och är så sannolika att de kräver omfattande åtgärder, t ex genom ändrad förvarsutformning, påverkar dock även förutsättningarna för att *i praktiken åstadkomma ett säkert slutförvar* och har därför större betydelse för platsvalet.

Det är i första hand osäkerheter om de bergmekaniska och hydrogeologiska förhållandena som kan ge upphov till risker som har så stora konsekvenser och är så sannolika att de kräver omfattande åtgärder och platsanpassning av layouten. Det gäller:

- Risk för omfattande spjälkningsproblem i deponeringshåll som inte kan accepteras med hänsyn till förvarets långsiktiga funktion.
- Risk för stabilitetsproblem i en omfattning som påverkar arbetarskydd eller som tar stora resurser i anspråk.

- Om uppställda täthetskrav i deponeringsområdet inte kan uppnås med i dag känd teknik eller om de åtgärder som krävs inte kan accepteras med hänsyn till förvarets långsiktiga funktion.
- Om övriga delar av förvaret bedöms kräva komplicerade och svårprognostiserade tätningsåtgärder, som skulle kunna leda till stora förseningar eller risk för större omgivningspåverkan.
- Om platsanpassningen till förhållanden av betydelse för den långsiktiga säkerheten, som till exempel långa deformationszoner eller mycket vattengenomsläppliga sprickor, leder till att många deponeringspositioner måste väljas bort.

Risikanalyserna omfattar alla anläggningsdelar under mark. För tillfarter och centralområde bedöms risker för förseningar respektive risker för funktionen. För deponeringsområdet görs skattningar av den andel av totalt tillgängliga deponeringspositioner som riskerar att falla bort. Som underlag används bland annat statistiska beskrivningar av bergdomänernas sprickfrekvens, hydrauliska egenskaper och berghållfasthet samt utvärderingar av data om bergspänningar.

Behov av teknikutveckling

De tekniska riskerna kan i regel hanteras med tekniska lösningar. Spjälkningsproblem i deponeringshål kan exempelvis minimeras genom att orientera deponeringstunnlarna gynnsamt relativt riktningen på den största horisontella spänningen. Det pågår en omfattande utveckling av nya metoder och material för att täta berget. Ändrad utformning av buffert och återfyllnad skulle möjligen kunna mildra kraven på att begränsa inläckaget av vatten. Teknikutvecklingen avser även metoder för detaljundersökningar, kontroller och dimensionering av slutförvaret.

För att kunna värdera de tekniska riskerna inför platsvalet, är det viktigt att även bedöma vilken teknikutveckling som behövs för att hantera dem. Det gäller förutsättningarna för att teknikutvecklingen ska lyckas nå ställda mål, resursbehov och rimlig hantering av osäkerheter. Risker som bedöms kunna hanteras framgångsrikt med teknikutveckling värderas därmed lägre än risker som bedöms vara svåra att hantera med teknikutveckling.

Funktionalitet

Begreppet funktionalitet har inte någon tydlig definition, men används ofta för att beskriva hur störningsfritt och effektivt en anläggning eller verksamhet fungerar i teknisk mening. En mängd faktorer spelar in, exempel är tillförlitlighet och redundans för delsystem, materialflöden, interna och externa transporter.

För slutförvaret utvärderas funktionalitetsaspekterna som en del av projekteringen. Funktionalitet för berganläggningar styrs av delvis andra faktorer än för konventionella industri- anläggningar. Ett viktigt skäl är nödvändigheten att under hela byggprocessen i berg kunna anpassa utförandet av anläggningarna till varierande bergförhållanden. Flexibilitet, tekniska risker och möjligheter att hantera dessa är därför viktiga komponenter även i värderingen av funktionalitet.

Berganläggningar innebär också snäva fysiska begränsningar av utrymmen till förfogande för godsflöden, trafik, tekniska system (t ex elförsörjning, ventilation, vatten) m m. Detta skapar en känslighet för driftstörningar som måste beaktas ur funktionalitetssynpunkt. Speciellt för slutförvaret är att utbyggnad och deponeringsverksamhet kommer att pågå parallellt under hela drifttiden. En utbyggnadssekvens som medger detta, utan risker för ömsesidiga störningar mellan verksamheterna eller kapacitetsproblem, är därför viktigt. Hur väl detta kan tillgodoses är beroende av antal, storlek och inbördes lägen på deponeringsområden, transportvägar m m. Dessa faktorer styrs av geologiska förutsättningar och är alltså platsberoende.

Funktionaliteten för ovanmarksdelen av verksamheten påverkas i viss mån av platsberoende faktorer som disposition av anläggningsdelar, logistik m m, men platsegenskaperna har långt mindre betydelse med avseende på denna faktor än vad som är fallet för berganläggningarna. Undantaget är de externa transporterna till och från slutförvaret som har stor betydelse.

De största transportbehoven uppstår under byggskedet. Godstransporterna i detta skede domineras av överskottsberg som behöver transporteras bort för avyttring samt transporter av byggmaterial till platsen. När förvaret tas i drift minskar omfattningen av transporterna. De godsslag som tillkommer är dels behållare med kapslar från inkapslingsanläggningen till slutförvaret, dels lermaterial för buffert och återfyllning från leverantör till slutförvar. Räknat i transportarbete svarar kapseltransporterna för en mycket liten andel, men de utgör en del av den kärntekniska hanteringskedjan i slutförvarssystemet och sker därför under helt andra förutsättningar än konventionella transporter. Även lertransporterna från hamn till slutförvar är tämligen begränsade till omfattningen. Det transportslag som i fordon räknat dominerar helt i alla skeden är lokala persontransporter.

Både behoven av och förutsättningarna för transporter är platsberoende. Behoven har beräknats utifrån platsens läge, planerad förvarsutformning, godsvolymer, organisation och verksamhet. Förutsättningarna har utvärderats med avseende på tillgänglig infrastruktur i form av vägnät och hamnar, avstånd till befolkningscentra, antagna pendlingsmönster för personal m m. Konsekvenser av transporterna vad gäller säkerhet, funktionalitet, miljöpåverkan och kostnader har beaktats.

Synergieffekter

Slutförvaret för använt kärnbränsle blir den till verksamhetens omfattning största komponenten i hela systemet för hantering av radioaktivt avfall i landet. Samband och kopplingar mellan slutförvaret och andra delar i systemet är delvis beroende av vilken plats som väljs. För SKB:s del kommer lokaliseringen av slutförvaret på sikt att påverka hela företagets verksamhet. Eftersom SKB redan har anläggningar och verksamhet i både Oskarshamn och Forsmark finns det potential för synergieffekter. Andra aspekter är tekniska kopplingar mellan delarna i avfallssystemet, exempelvis mellan inkapslingsanläggningen och slutförvaret.

De tekniska kopplingarna mellan *inkapslingsanläggningen* och slutförvaret består i leverans respektive mottagning av kapslar. Kraven på kapseln som sådan är oberoende av valet av plats för slutförvaret. Men driftstörningar i endera anläggningen kan påverka den andra, om störningarna är för stora för att fångas upp och utjämnas av den flexibilitet som finns i transporter och hantering däremellan. Av detta och andra skäl får transportkedjan betydelse, se avsnittet om funktionalitet ovan.

Kopplingarna mellan *forskningsanläggningarna* och slutförvaret gäller i första hand Äspölaboratoriet. SKB:s strategi är att vitala delar av förvarstekniken så långt möjligt ska utvecklas, demonstreras och trimmas in vid Äspölaboratoriet, för att sedan överföras till slutförvaret. Den praktiska implementeringen vid slutförvaret kan sedan ske när bergutrymmen blir tillgängliga på förvarsnivå, dvs under driftsättningsfasen. Det kommer alltså att finnas starka tekniska och kompetensmässiga kopplingar mellan Äspölaboratoriet och slutförvaret, åtminstone fram till driftskedet.

När det gäller *Clab* och *SFR* finns inga direkta tekniska kopplingar till slutförvaret, förutom transportsystemet som servar alla avfallsanläggningar. Ytterligare två anläggningar återstår att lokalisera innan avfallssystemet är komplett. Den ena är *kapselfabriken* som inte har några direkta kopplingar till slutförvaret. Den andra är det framtida *slutförvaret för långlivat radioaktivt avfall (SFL)*. Lokaliseringen av SFL ligger långt fram i tiden och påverkar inte platsvalet för kärnbränsleförvaret. Kravbilden för lokaliseringen av SFL återstår också att utveckla, parallellt med utvecklingen av förvarskonceptet. Det enda som kan konstateras nu är att SKB:s

nuvarande verksamhetsorter givetvis kan bli aktuella för lokaliseringen av SFL, att det därmed finns anledning att bevara data och annan kunskap från platsundersökningarna, samt att det område som tas i bruk för kärnbränsleförvaret kommer att vara "upptaget" när SFL ska lokaliseras.

De organisatoriska konsekvenser och synergieffekter som platsvalet ger för SKB:s del är faktorer som påverkar effektiviteten i såväl genomförandet av slutförvarsprojektet som SKB:s verksamhet i sin helhet. Att värdera sådana effekter i tid eller pengar är emellertid knappast möjligt och de jämförelser som gjorts är därför kvalitativa. Generellt brukar gälla att effektiviteten totalt sett gynnas av att koncentrera tillgängliga resurser till så få verksamhetsställen som möjligt.

Kostnader

Kostnaderna för hela genomförandet av slutförvarsprojektet, med etablering, drift och avveckling, har beräknats för båda lokaliseringalternativen. Delar av kostnaderna är platsberoende. Det gäller framförallt de omfattande bergarbetena och återfyllningen av berganläggningarna.

Kostnaderna är viktiga för platsvalet eftersom de speglar effektiviteten och på många sätt även robustheten i genomförandet. Generaliserat kan man säga att ju gynnsammare förutsättningar för ett genomförande enligt plan, desto lägre kostnader. Relativa kostnadsjämförelser ger också en god bild av proportionerna mellan de insatser som krävs under olika skeden och för olika delmoment.

4.3 Miljö och hälsa

Faktorerna för bedömning och jämförelse av de båda platserna med hänsyn till påverkan på miljö och hälsa enligt figur 4-1 har sin grund i bestämmelserna i miljöbalken, kärntekniklagen och strålskyddslagen. Miljöbalken ger ramarna för vilka lokaliseringsfaktorer som måste beaktas då det gäller påverkan på miljö och hälsa under bygge och drift av slutförvaret. Miljö- och hälsoaspekter med fokus på den kärntekniska verksamheten återfinns i de föreskrifter som Strålsäkerhetsmyndigheten utfärdat med stöd av kärntekniklagen och strålskyddslagen.

Området miljö och hälsa har delats in i fem faktorer – arbetsmiljö och strålskydd, naturmiljö, kulturmiljö, boendemiljö och hälsa samt hushållning med resurser.

Arbetsmiljö och strålskydd

Oavsett vilken plats som väljs ska bygge och drift genomföras i enlighet med gällande *arbetsmiljökrav*. Vilka åtgärder som krävs och vilken teknik som är mest lämplig för att uppfylla kraven kan givetvis skilja mellan platserna och därmed innebära kostnadsskillnader. De åtgärder som behöver vidtas ovan jord är de normala för industrianläggningar. Under jord utförs förstärkning av bergutrymmen för att förhindra nedfallande sten, åtgärder vidtas för att minska brandrisken samt för att förhindra översvämning i bergutrymmen. Vidare ordnas säker strömförsörjning av system som är viktiga för personsäkerheten. Åtgärder kan också behövas för att begränsa exponeringen för radon- och spränggaser. Eventuella skillnader och de åtgärder de medför återfinns som teknikinsatser och kostnader.

Kapseln är den enda enhet i slutförvarsanläggningen som innehåller *radioaktivt material*. Anläggningen konstrueras så att kapselns täthet bibehålls vilket medför att fri radioaktivitet inte kan förekomma i anläggningen. De konstruktioner och åtgärder som erfordras för skydd av kapseln samt mot direktstrålning från kapseln är lika för båda platserna och således inte plats-skiljande.

Naturmiljö

Vid båda platserna finns olika typer av *skyddade områden*, se kapitel 2. Vid platserna finns också *andra skyddsvärda eller ekologiskt känsliga områden*; till exempel nyckelbiotoper,

klassade ängs- och hagmarker, kalkrika skogar, naturvärdesobjekt, sumpskogar samt andra områden med särskilda naturvärden.

Exploatering som berör en art som är upptagen i bilaga 1 eller 2 i *artskyddsförordningen* kräver dispens av länsstyrelsen. ”Rödlista” är en förteckning över arter som bedöms löpa risk att försvinna från en region, ett land eller hela världen. Arterna grupperas i kategorier efter risk för utdöende; kategorierna säger dock inget om bevarandevärde eller åtgärdsprioritet. En *rödlistad art* har formellt skydd, om den är upptagen i artskyddsförordningens bilaga 1 eller 2.

Under både bygge och drift kommer det att förekomma *utsläpp till vatten* av bergdränage (länshållningsvatten), sanitärt avloppsvatten, dagvatten samt lakvatten från bergupplag. Före utsläpp till recipient kommer de olika vattnen att renas i erforderlig omfattning. Som underlag för miljökonsekvensbeskrivningen har behandling och påverkan på miljön av bergdränage, sanitärt avloppsvatten och lakvatten från bergupplag studerats. De skillnader som finns mellan platserna handlar dels om konsekvenser för miljön, dels om kostnader.

Kulturmiljö

Genom århundraden har landskap, markanvändning och bebyggelse utvecklats och förändrats. Genom att känna till landskapets historia kan man peka ut konkreta kulturmiljöer som är viktiga för att värna landskapets historiska kvaliteter och utveckla dem på ett hållbart sätt. Särskilt viktiga kulturmiljöer är sådana som fått någon form av skydd; exempelvis riksintressen för kulturmiljövård, byggnadsminnen, landskapsbildskydd samt fornlämningar.

Boendemiljö och hälsa

För att kunna bedöma hur många som kan tänkas bli störda av buller, utsläpp till luft och vibrationer har uppgifter om *befolkning, skolor och vårdlokaler* på olika avstånd från störande verksamheter (bergkross, transportleder etc) tagits fram. Uppgifterna redovisas för 1, 5 och 10 kilometer från slutförvarets driftområde.

Anläggningsarbetena för slutförvaret och transporter till och från anläggningen kommer att orsaka *buller*. Buller är den enskilt viktigaste faktorn då det gäller påverkan på människor och boendemiljön. Buller under uppförande och drift av slutförvaret har beräknats och jämförts med gällande riktvärden för acceptabla ljudnivåer. *Buller från stationära bullerkällor* (krossar, fläktar etc) respektive från *vägtrafik* har olika karaktär varför både beräkningsmetoder och riktvärden skiljer sig åt. De två typerna av buller behandlas därför var för sig. Buller kan också påverka faunan i området. Detta redovisas under ”Naturmiljö”.

Förutom buller orsakar bergborrning och sprängningsarbeten även *vibrationer och luftstöt vågor*. Tunga transporter kan orsaka vibrationer. Om vibrationer och luftstöt vågor är tillräckligt höga kan de medföra skador på byggnader och utrustningar samt ge komfortstörningar för personer som bor i närheten av verksamheter som alstrar vibrationer.

Transporter samt damning från bergkross och hantering av bergmassor orsakar *utsläpp till luft*. Transporterna ger utsläpp av bland annat partiklar, kolväten, kolmonoxid, svaveldioxid, och kväveoxider. Hantering och lagring av bergmassor kan orsaka damning i närområdet, särskilt vid torr väderlek. Som underlag för miljökonsekvensbeskrivningen har halterna av kväveoxider och partiklar (PM10) beräknats. Utsläpp till luft kan också påverka växter; detta redovisas under ”Naturmiljö”.

Vandring, cykling, svamp- och bärplockning, bad, jakt, fiske, fågelskådning, paddling, segling är exempel på aktiviteter som ryms inom lokaliseringsfaktorn *rekreation och friluftsliv*. Buller och andra störningar från den planerade verksamheten kan påverka förutsättningarna för rekreation och friluftsliv i området.

Exponering för luftföroreningar, buller och vibrationer kan medföra påverkan på *människors hälsa*. Vidare kan projektet i sig, slutförvaring av radioaktivt avfall, väcka oro och rädsla hos människor. Som underlag för miljökonsekvensbeskrivningen har miljömedicinsk expertis bedömt risken för hälsoeffekter orsakade av luftföroreningar och buller. Risken för psykosociala effekter av slutförvaret har studerats inom ramen för SKB:s program för samhällsforskning.

Hushållning med naturresurser

Förbrukning av naturresurser återfinns som kostnader i kalkylen för slutförvaret. För att få en tydlig bild av skillnaderna mellan platserna då det gäller hushållning med naturresurser har en särskild, jämförande redovisning tagits fram, där förbrukningen av naturresurser uttrycks i andra enheter än kronor, nämligen ton berg, GWh elenergi, GWh drivmedel etc. Medan kostnadskalkylen omfattar alla aktiviteter och all resursförbrukning har kalkylen för hushållning med naturresurser fokuserats på faktorer med stor resursförbrukning och där det finns skillnader mellan platserna.

Markbehovet mätt i area skiljer inte mycket mellan platserna. Skillnaderna i vilken typ av mark som tas i anspråk påverkar naturmiljö och kulturmiljö och redovisas under dessa rubriker.

Vattenförsörjning gäller dels möjligheterna att förse slutförvarets anläggningar och verksamheter med sötvatten och dels påverkan på enskilda brunnar på grund av att grundvattenytan förväntas sjunka när slutförvaret byggs ut. En *grundvattensänkning* kan också påverka våtmarker och de växter och djur som är beroende av denna miljö för sin fortlevnad; detta redovisas under lokaliseringsfaktorn naturmiljö.

Vid utbyggnad och drift av slutförvaret kommer *stora volymer berg* att tas ut och transporteras bort från platsen. *Överskottsberg* kommer så långt som möjligt att avyttras för annan användning. Därmed kan annat uttag av berg och grus inom de berörda regionerna ersättas med bergmaterial från slutförvaret. För etablering av driftområde och bergupplag kan berg- och jordmassor behöva tillföras utifrån.

Behovet av *lera till buffert* beror av antalet kapslar som ska deponeras och ger därmed ingen skillnad mellan platserna. Alla deponeringstunnlar och en stor del av övriga utrymmen ska återfyllas/förslutas med *lera*. Mängderna är olika för platserna och motsvarar berguttaget. Olika transporter på land och till sjöss, utvinning av lera till buffert och återfyllning, bygge och drift av anläggningen kräver *energi* i form av el och drivmedel.

4.4 Samhällsresurser

SKB värderar samhällsaspekterna på valet av plats utifrån *rollen som ansvarig för att slutförvarsprojektet blir genomfört på bästa sätt*. För att slutförvaret överhuvudtaget ska komma till stånd krävs förtroende och acceptans från samhället på den plats och ort som det gäller. Beroendet av lokalt stöd är ingen ny insikt - frivillighet har varit och är en av grundpelarna för hela lokaliseringsprocessen. Den bedömning som görs nu är att det finns ett starkt och stabilt lokalt stöd och intresse för slutförvarsprojektet. Det gäller både Östhammar och Oskarshamn, på det politiska planet likaväl som hos en bred allmänhet. Därför betraktar SKB grundförutsättningen *politisk acceptans och tillgänglighet som väl uppfylld för båda platserna*.

Vilka socioekonomiska förutsättningar som respektive ort ger för att etablera slutförvaret, och vilka konsekvenser en etablering skulle få för samhället, är frågor som utretts. Sannolikt har inget annat industriprojekt i landet genomlysts lika grundligt med avseende på dessa frågor. Som genomförare beaktar SKB i första hand *vad samhället har att erbjuda projektet*. Den fråga som ställs är alltså vilka resurser som finns och kommer att finnas i form av leverantörer, service kompetens, rekryteringsbas, kommunikationer och annat som påverkar jordmånen för en stor industrietablering. Platserna har jämförts i dessa avseenden.

Den andra sidan av saken är vad SKB:s verksamhet och slutförvarsprojektet kommer att innebära för samhället i form av exempelvis demografi, sysselsättning, servicebehov och trafik. Där bidrar SKB med underlag, men hur konsekvenserna ska värderas är i allt väsentligt en angelägenhet för andra aktörer, i första hand den berörda kommunen och dess invånare.

5 Värdering av lokaliseringsfaktorer

I detta kapitel redovisas SKB:s jämförande värdering av platserna, med avseende på de faktorer och generella värderingsgrunder som redovisats i föregående kapitel.

5.1 Säkerhetsrelaterade platsegenskaper

En jämförande värdering av platsernas förutsättningar för långsiktigt säker förvaring har genomförts enligt den metodik som redovisats tidigare. För de faktorer som redovisats nedan gäller att båda platserna är lämpliga och att skillnaderna mellan platserna är små.

- **Bergets sammansättning och strukturer:** Det är möjligt att utforma och anpassa deponeringsområde och deponeringstunnlar så att de uppfyller ställda krav på båda platserna. Anpassningen leder dock till olikheter i hur enkelt och robust det tekniska genomförandet kan åstadkommas (se avsnitt 5.2). Platsbeskrivningarna visar att det inte finns mineraltillgångar som skulle kunna motivera framtida exploatering vid någon av platserna. I Forsmark finns det dock ett sådant område sydväst om kandidatområdet, men järnmineraliseringarna i det området är mycket små.
- **Bergmekaniska förhållanden; jordskalv:** Sannolikheten för framtida jordskalv är mycket liten vid båda platserna men kan inte helt försummas. Risken att rörelser som induceras av jordskalven skulle kunna skada deponerade kapslar reduceras kraftigt eller elimineras helt genom att förvaret anpassas till deformationszoner och sprickor. Genomförda analyser visar att en sådan anpassning kan göras på båda platserna och att platserna i detta avseende är likvärdiga. Vid båda platserna finns stora, så kallade regionala deformationszoner där större framtida jordskalv skulle kunna ske, men förvaret placeras med så stort respektavstånd från dessa zoner att detta inte utgör något problem.
- **Biosfärsförhållanden:** En värdering av de framtida biosfärsförhållandena på platserna visar att det mer nordliga läget för Forsmark innebär att platsen sannolikt kommer att befinna sig under en inlandsis eller under havet betydligt längre perioder än Laxemar. Under dessa perioder blir doser från eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen mycket små. Det kan även finnas skillnader i doskonsekvenser under temperade förhållanden och när eventuella utsläpp skulle kunna nå vattendrag eller jordbruksmark, men skillnaderna mellan platserna är små jämfört med osäkerheterna i sådana bedömningar.
- **Platskännedom:** Det finns en stor tilltro till platsbeskrivningarna på båda platserna. Denna bedömning grundas på att det finns en stor mängd data från platserna och att dessa data kan tolkas entydigt och med stor överensstämmelse mellan olika ämnesområden. Jämförelsevis är dock berggrunden i Laxemar mer heterogen. Det innebär att det i Laxemar finns större osäkerheter om precis var en viss bergart eller vattenförande spricka är belägen. Den enda metoden att på ett avgörande sätt ytterligare öka tilltron och detaljkunskaperna är att fortsätta undersökningarna från tunnlar under mark, i samband med att förvaret byggs.

För andra faktorer bedöms dock skillnaderna vara av större betydelse för säkerheten. Det gäller platsernas känslighet för framtida klimatutveckling, vissa bergmekaniska förhållanden, grundvattenströmning, framtida grundvattensammansättning och förmåga att fördröja utsläppta radionuklider. Nedan redovisas därför de bedömningar som görs för dessa faktorer mera ingående.

Framtida klimatutveckling

Ett framtida klimat präglad av global uppvärmning är i huvudsak positivt för förvarets utveckling vid båda platserna, eftersom det skjuter perioder med permafrost och inlandsis framåt i tiden. En eventuell höjning av havsytan på grund av smältande inlandsisar på Grönland och/eller Antarktis bedöms inte ha någon negativ inverkan på förvaret. Båda platserna kan dock så

småningom utsätts för framtida inlandsisar. Detta påverkar grundvattenströmningen, eftersom isen ändrar förutsättningarna för grundvattenflöde i berget. Det påverkar även grundvattnets framtida sammansättning negativt, genom att smältvattnet från isen antas ha hög halt av löst syre och mycket låg salthalt. Betydelsen av detta diskuteras i avsnitten *hydrogeologi* och *grundvattnets sammansättning* längre ner.

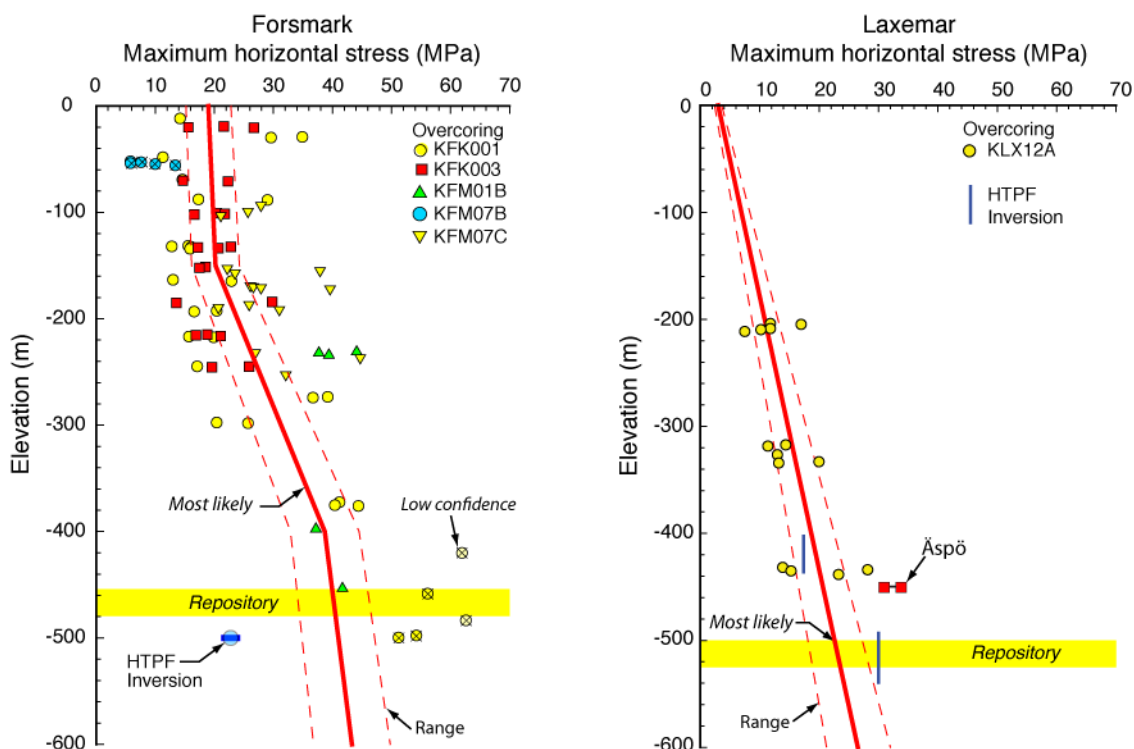
Forsmark ligger längre norrut än Laxemar, vilket vid kalla torra perioder ger ett mer gynnsamt klimat för permafrosttillväxt. Berget i Forsmark har dessutom högre värmeledningsförmåga än berget i Laxemar. I Forsmark är värmeledningsförmågan cirka 3,5 W/(mK) medan den i Laxemar varierar mellan 2,6 W/(mK) och 2,9 W/(mK). Det innebär att Forsmark är mer känsligt för framtida påverkan av permafrost. Om klimatet utvecklas på ett sätt som liknar den senaste istiden visar genomförda beräkningar att grundvattnet skulle kunna frysa ner mot några hundra meters djup. Frysningen når dock inte så djupt som ner till förvarsnivå. För mer extrema, men tänkbara, framtida klimat kan det finnas en möjlighet att grundvattnet fryser ända ner till förvarsnivå i Forsmark, men inte i Laxemar. Enligt de beräkningar som gjorts kommer dock temperaturen på förvarsnivån aldrig under -5 °C på någon av platserna. Bentonitbufferten fryser först vid temperaturer under -5 °C. Analyser visar dessutom att bufferten klarar att frysa och tina och då återfå sina egenskaper. Det gäller även återfyllnaden i deponeringstunnlar. Återfyllnadsmaterial i tillfarterna, på högre nivåer, kommer att frysa, men bedömningen är att lermaterialen även här återfår sin funktion när temperaturen åter stiger. Hållrum med fritt vatten skulle dock, för de mest extrema klimatfallet, kunna frysa på förvarsdjup i Forsmark. Preliminärt bedöms inte heller detta ge någon ökad risk för skador på förvaret.

Bergmekaniska förhållanden, spjälkning

De bergmekaniska förhållandena, bergspänningar och bergets hållfasthet skiljer sig mellan platserna. Forsmark har relativt höga bergspänningar, i genomsnitt cirka 41 MPa på 500 m djup, jämfört med vad som är vanligt i den svenska berggrunden, medan Laxemar har mer typiska värden, cirka 22 MPa på 500 m djup, se figur 5-1. Bergets hållfasthet uttryckt i enaxlig tryckhållfasthet (UCS) är å andra sidan generellt högre i Forsmark (226 MPa) än i Laxemar där hållfastheten varierar kraftigt mellan olika bergarter (167 MPa till 225 MPa).

En bergmekanisk analys har genomförts av 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 att bergets hållfasthet överskrider i deponeringshålens väggar en tid efter att kapslarna placerats i deponeringshålen. Analysen visar att:

- det finns en risk för sådan sk termiskt inducerad spjälkning av deponeringshålens väggar på båda platserna
- risken är lägre och omfattningen av sådan spjälkning är mindre i Laxemar.



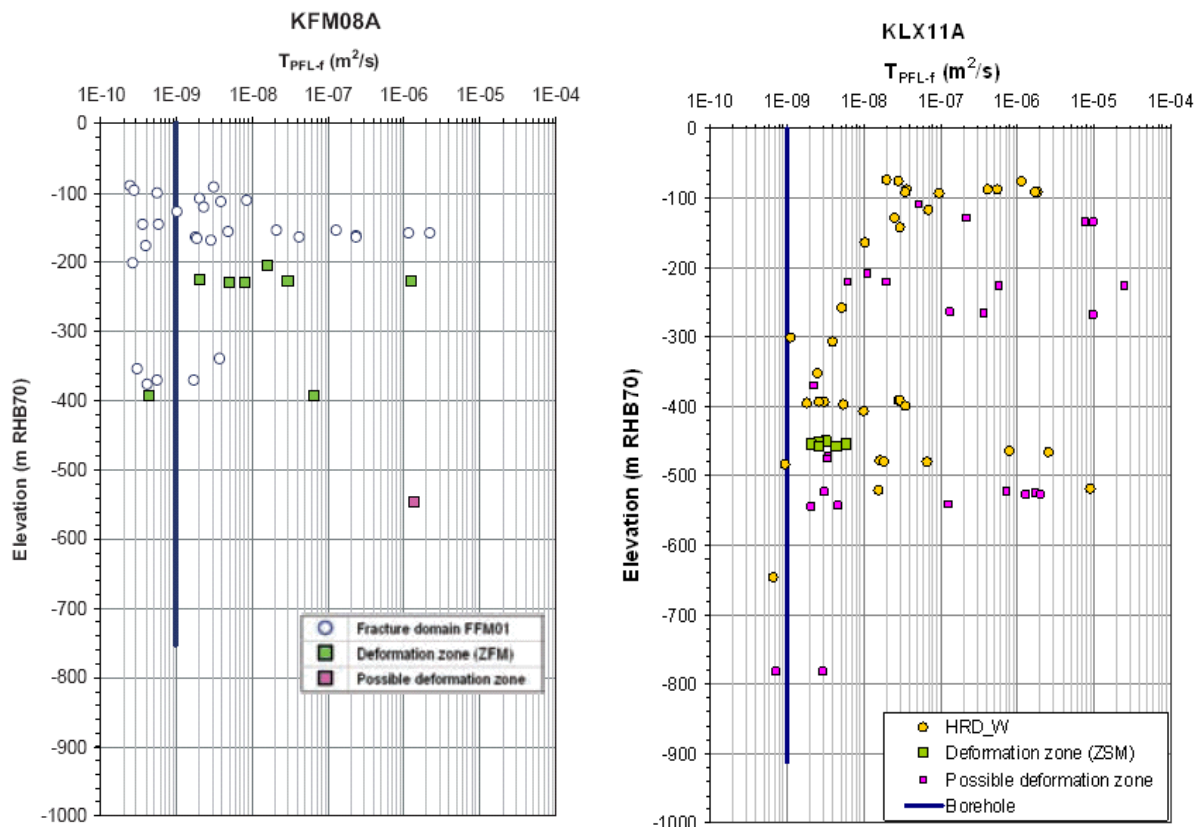
Figur 5-1. Bergspänningsdata och tolkning av bergspänningar i Forsmark respektive Laxemar.

Spjälkningen kan kraftigt öka utbytet av lösta ämnen mellan buffert och vatten i sprickor i berget, men trots denna ökning blir utbytet lägre i Forsmark än i Laxemar, eftersom grundvattenflödet kring deponeringshålen är betydligt högre i Laxemar.

Grundvattenströmning

De hydrogeologiska förhållandena, speciellt frekvens av vattenförande sprickor och deras genomsläpplighet i förvarsvolymen, skiljer sig mellan platserna. I Forsmark har man i de nästan 1 000 m djupa borrhålen bara träffat på vatten i några få punkter under nivån 400 m, medan vatten är betydligt vanligare i borrhålen i Laxemar ner till åtminstone 650 m nivå (se figur 5-2). I platsmodellerna tolkas dessa data som att det i Forsmark finns mycket få vattenförande sprickor under nivån 400 m, medan detta inträffar först vid nivån 700 m i Laxemar. Nivån för få vattenförande sprickor i Laxemar är dock osäker och kan ligga djupare. På 500 meters djup är medelavståndet mellan vattenförande sprickor större än 100 m i Forsmark, medan det är ca 10 m i Laxemar, utom i ett ännu mer vattenförande område i norra delen av förvarsområdet där medelavståndet är ca 5 m.

Som en del av bergprojekteringen gjordes bedömningen att förvaret bör ligga på cirka 500 m djup (nivå ca 470 m i Forsmark och ca 520 m i Laxemar) på båda platserna. 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 yt-behov på grund av den högre temperaturen i berget.



Figur 5-2. Vattengenomsläpplighet (uttryckt som transmissivitet) för de vattenförande sprickor som påträffats i typiska borrhål i Forsmark (borrhål KFM08A), respektive Laxemar (borrhål KLX011A). Mätningar har gjorts från c:a 80 meters djup till borrhålets slut, vilket indikeras i figuren. Varje punkt representerar de enskilda vattenförande sprickor som identifierats.

Vattengenomsläppligheten påverkar direkt grundvattenflödet och transporten av lösta ämnen i grundvattnet till buffert och kapsel och avgör därför hur dessa barriärer skulle kunna skadas av sådana ämnen på lång sikt. Om kapselns isolering skadats påverkar de hydrogeologiska förhållandena också mängden radionuklider som kan frigöras från det använda kärnbränslet och komma ut i grundvattnet. Vidare påverkar grundvattenflödet, i kombination med bergets retentionsegenskaper, hur snabbt radionukliderna transporteras upp till ytan. Det är generellt en fördel med låg frekvens av vattenförande sprickor och att sprickorna har låg vattengenomsläpplighet så att det resulterande grundvattenflödet blir litet. Inom säkerhetsanalysen används mer specifika mått, bl a det s.k. ekvivalenta flödet på förvarsnivå (Q_{eq}) och transportmotståndet (F-faktorn) längs med bergets sprickor från förvarsnivå upp till ytan. Dessa mått utgör underlag för kvantitativa värderingar och jämförelser av förvarets funktion ur ett hydrogeologiskt perspektiv.

Den högre frekvensen av vattenförande sprickor på förvarsnivå i Laxemar gör att det är fler tänkbara deponeringspositioner som kan korsas av vattenförande sprickor och därmed blir det en högre andel positioner kopplade till högt ekvivalent flöde och lågt transportmotstånd. Genomförda analyser visar att det ekvivalenta flödet i medeltal är cirka en faktor 100 högre och att transportmotståndet är cirka 10 gånger lägre i Laxemar än i Forsmark. Det är dock möjligt att förfinade modeller för grundvattenflödena i Laxemar skulle kunna visa något lägre flöden på förvarsnivå, men det påverkar inte bedömningen att Forsmark har betydligt gynnsammare förhållanden. Skillnaden blir även mindre om man vid valet av deponeringspositioner, undviker

sådana som korsas av starkt vattenförande sprickor. Det leder dock till att berget utnyttjas mindre effektivt, se avsnittet om teknik för genomförande, och det är heller inte möjligt att garantera att alla mindre lämpliga positioner undviks. Sammantaget är därför de hydrogeologiska egenskaperna betydligt mer gynnsamma i Forsmark än i Laxemar.

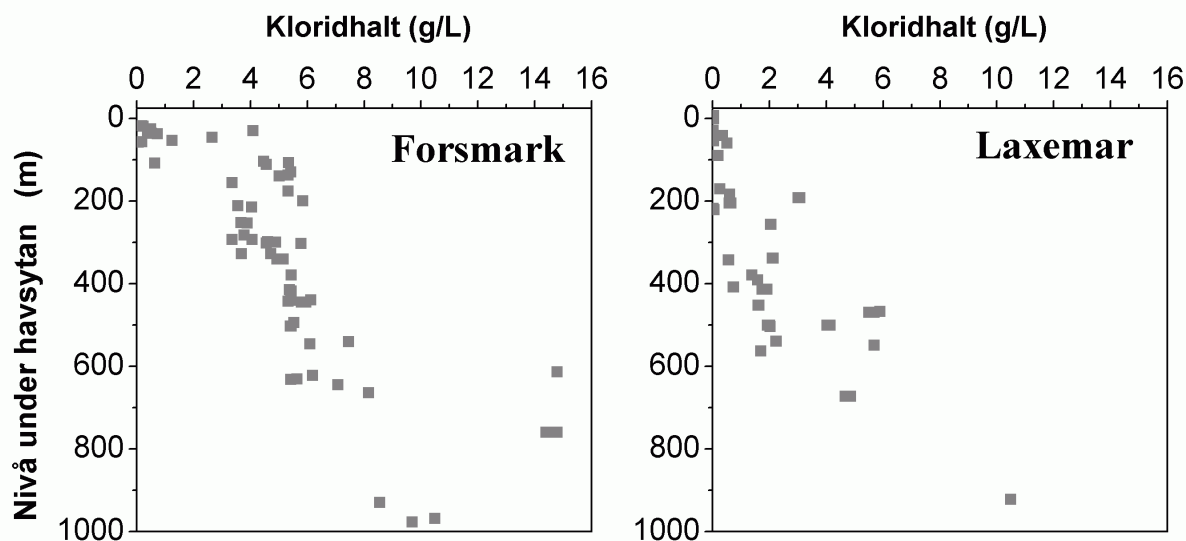
Grundvattenflödet påverkas även av den framtida klimatutvecklingen. Under perioder av permafrost avstannar grundvattenflödet i de frysta delarna av berget. Detta bedöms generellt vara gynnsamt för säkerheten. Om berget täcks av randen av en smältande inlandsis kan dock drivkraften för grundvattenströmningen öka dramatiskt, på grund av de stora ishöjdskillnaderna vid isens front. Ändringen bedöms dock vara likartad vid de båda platserna och den relativa fördelen för Forsmark består även i detta läge.

Grundvattnets sammansättning

Platsundersökningarna visar att huvuddragen i grundvattnets sammansättning är likartade på de båda platserna. Nära markytan är vattnet påverkat av nederbörd, som har mycket låg salthalt, längre ner stiger salthalten vilket tyder på att vattnet härrör bland annat från Littorinahavet som bildades efter den senaste istiden. Rester av smältvattnet från inlandsisen påträffas också, även på nivåer som motsvarar förvarsdjup. På ännu större djup är salthalterna ännu högre och vattnet bedöms vara mycket äldre. Eftersom Laxemar var täckt av Littorinahavet under kortare tid är dock inverkan av Littorinahavet där mindre tydlig.

Det finns också viktiga skillnader mellan platserna och i bedömningen av hur grundvattnets sammansättning kommer att ändras i framtiden. I Forsmark ligger vattnet som påverkats av regn och annan nederbörd relativt grunt, medan påverkan nått betydligt större djup i Laxemar, se figur 5-3. Skillnaden beror dels på att berget under 150 m djup är betydligt tätare i Forsmark jämfört med Laxemar och dels på att Forsmark befunnit sig ovanför havsnivån mycket kortare tid än Laxemar. Det mycket vattenförande berget nära markytan i Forsmark kan också ha betydelse. Nivån för detta mer utspädda vattnet kommer att sjunka på båda platserna fram till nästa istid, men påverkan bedöms bli mindre i Forsmark än i Laxemar. Under den kommande miljonen år, då flera istider, varvat med perioder med tempererat klimat antas förekomma, kommer Forsmark vara täckt av hav, liknande Littorinahavet eller dagens Östersjön, under betydligt längre tid än Laxemar. Dessa och andra skillnader mellan platserna påverkar den långsiktiga säkerheten.

Grundvattnets *salthalt och innehåll av kalcium* påverkar stabiliteten hos bentonitleran. Låga halter kan ge problem med avseende på detta. Även om salthalterna sjunker i en framtid, är det tänkbart att den låga vattengenomsläppligheten i Forsmark gör att salthalten kommer att bli relativt opåverkad på förvarsnivån. I Laxemar är salthalten redan idag lägre och förväntas sjunka ytterligare. Generellt innebär det att det finns en mindre risk att bentonitleran eroderas och till slut försvinner i några deponeringshål i Forsmark, jämfört med i Laxemar.



Figur 5-3. Uppmätt salthalt för olika djup vid Forsmark och Laxemar.

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. Idag är sulfidhalterna generellt låga under ostörda förhållanden i både Laxemar och Forsmark. För båda platserna finns det relativt likartade förutsättningar för att mikrober ska omvandla sulfat till sulfid. Den framtida utvecklingen av sulfidhalterna förväntas också vara likartad på båda platserna.

Grundvattnet på förvarsnivå får inte innehålla löst syre eftersom syre korroderar koppar. Idag förbrukas syret i infiltrerande nederbörd genom mikrobiella processer mycket nära ytan och kravet är uppfyllt, men för den långsiktiga säkerheten är det också viktigt att bedöma bergets framtida förmåga att förbruka syret i infiltrerande vatten. Även bergets framtida *kapacitet att buffra pH* är viktig. Vid båda platserna innehåller sprickorna olika mineraler, främst kalcit, vilket tyder på god kapacitet för att buffra pH. För att reducera syre är förekomsten av järn-mineral, Fe(II) viktig. Berget i Laxemar har ungefär dubbelt så hög halt Fe(II) jämfört med Forsmark, men eftersom vattengenomsläppligheten är så mycket lägre i Forsmark, blir ändå den totala kapaciteten att hindra nedträngning av löst syre betydligt bättre i Forsmark.

Grundvattnets sammansättning och framtida utveckling uppvisar stora likheter mellan platserna, men bedöms sammantaget vara mer fördelaktig i Forsmark. Det gäller framförallt att dagens salthalt är mer gynnsam för buffertens stabilitet. Till stor del beror det på att berget i Forsmark är tätare än det i Laxemar. Å andra sidan innebär det tätare berget i Forsmark att det har varit svårt att vattenprover och att det därför finns en något lägre tilltro till den geokemiska beskrivningen där.

Förmåga att fördröja utsläppta radionuklider

En värdering av platsernas förmåga att fördröja utsläppta radionuklider om kapslar skulle skadas har genomförts. Analysen bygger dels på transportmotståndet (F-faktorn) som bestämts inom hydrogeologin (se ovan) och dels på en värdering av bergets förmåga att fördröja utsläppet med matrisdiffusion och sorption. Därvid utnyttjas platspecifika data för dessa egenskaper.

Data från platserna visar att bergmaterialets förutsättningar för matrisdiffusion och sorption är goda och likartade vid båda platserna. Generellt blir dock bergets förmåga att fördröja utsläppta radionuklider betydligt bättre i Forsmark, eftersom strömningsvägarna där har mycket större transportmotstånd.

Sammanfattande bedömning

Tidigare analyser av den långsiktiga säkerheten vid platserna har visat att kapslar på riktigt lång sikt skulle kunna skadas av korrosion ifall bufferten förloras och möjligen också av stora jordskalv i förvarets närhet.

Många platsvalsfaktorer är relativt lika för platserna. Det gäller t ex sannolikheten för framtida jordskalv som är liten och bedöms få små konsekvenser vid båda platserna.

Skillnaderna i grundvattenströmning och i någon mån även skillnaderna i grundvattnets framtida sammansättning ger dock skillnader i bedömningen av den långsiktiga säkerheten. Vi kan idag inte utesluta att bentonitleran eroderas om det omgivande grundvattnet får för låg salthalt. Under en framtida glaciation skulle salthalten kunna bli så låg på båda platserna, även om det är mindre troligt i Forsmark. Eftersom flödena är lägre i Forsmark kommer dessutom färre deponeringshål att påverkas där. Om bentonitleran i bufferten försvinner kan kapseln efter mycket lång tid skadas genom korrosion orsakad av sulfid. Korrosionshastigheten, och därmed antalet kapslar som skulle kunna skadas, beror direkt på grundvattenflödet. I Forsmark visar våra analyser att grundvattenflödet i de flesta deponeringshål är så lågt att endast ett fåtal kapslar skulle kunna skadas och det efter hundratusentals år. De betydligt högre flödena i Laxemar innebär att många fler kapslar kan skadas där.

Detta innebär att det bedöms vara betydligt gynnsammare förutsättningarna för att åstadkomma ett säkert slutförvar i Forsmark än i Laxemar.

Det är tänkbart att fortsatt forskning kommer att visa att vi idag behandlat bentoniterosionen alltför pessimistiskt. Om så vore fallet, skulle den radiologiska risken bli lägre på båda platserna och den relativa fördelen för Forsmark skulle därmed kunna minska betydligt. Det är dock svårt att tänka sig att den säkerhetsmässiga rangordningen mellan platserna skulle ändras med tillkommande kunskap. De låga grundvattenflödena och de höga transportmotstånden i berget i Forsmark kommer under alla förhållanden att vara positiva för säkerheten, bland annat därför att berget därigenom blir en mer effektiv barriär mot transport av radionuklider.

5.2 Teknik för genomförande

Flexibilitet

Båda platserna bedöms ge goda möjligheter att bygga förvarets *tillfarter* enligt planerad utformning och ge god flexibilitet för de anpassningar som kan behövas vid detaljprojektering och bygge. Frihetsgraderna att justera lägen för tillfarterna är mera begränsade i Forsmark på grund av fysiska restriktioner ovan mark. Å andra sidan är det svårt att se några behov av större ändringar. Båda platserna kan kräva vissa anpassningar av *rampens sträckning* och utförandet av *centralområdet*, med hänsyn till bergförhållanden.

De platsanpassade förvarslayouter som tagits fram ger för båda platserna en *bruttokapacitet* som överstiger behovet av tillgängliga deponeringspositioner enligt referensutformningen (6 000 positioner) med drygt 20 %. Riskbilden vad gäller bortfall av deponeringspositioner diskuteras i nästföljande avsnitt.

Möjligheter att *öka kapaciteten* finns, dels inom de områden som är väl undersökta, dels genom att utvidga förvaret till angränsande områden. Det senare gäller med reservation för att kunskapen om bergförhållandena i dessa områden är ofullständig och undersökningar krävs för att bekräfta lämpligheten. I Forsmark kan förvarets kapacitet ökas genom att driva den termiska dimensioneringen längre så att förvarsområdet utnyttjas mera effektivt. En annan möjlighet är att bygga ytterligare en förvarsnivå, ca 100 meter under den första, eller som tredje alternativ att expandera förvaret mot sydost. Laxemar ger jämförbara eller bättre möjligheter att öka

kapaciteten genom att förbättra den termiska dimensioneringen eller bygga en andra förvarsnivå. Möjligheter att expandera förvaret finns mot söder och väster. Oavsett plats gäller att eventuella åtgärder för att ändra den termiska dimensioneringen måste vidtas i tidiga skeden för att få god effekt och att den innebär att fler, men tätare placerade, deponeringstunnlar måste byggas. Utbyggnader mot djupet eller expansion av förvarsområdet ska ses som hypotetiska möjligheter på lång sikt.

Sammanfattningsvis finns det inga avgörande skillnader mellan platserna vad gäller bruttokapacitet för ett förvar inom de områden som är väl undersökta, eller för framtida utbyggnadsmöjligheter.

Tekniska risker och behov av teknikutveckling

Tekniska genomföranderisker har analyserats på det sätt som beskrivs i avsnitt 4.2, med fokus på anläggningar och verksamhet under mark.

För bygget och driften av slutförvarets *tillfarter* bedöms riskerna för både Forsmark och Laxemar vara begränsade. Till skillnad från berget på förvarsnivå är ytberget i Forsmark ner till ca 100 m uppsprucket och kan vara kraftigt vattenförande. Det kommer därför att krävas särskilda åtgärder för att täta tillfarterna till förvaret (schakt och ramp) i ytberget till en acceptabel nivå. Sådana åtgärder kan leda till extra tidsåtgång. Det ytnära berget i Laxemar är också vattenförande, men inte i samma omfattning som i Forsmark. De skillnader som finns gäller typ av risker, men de potentiella konsekvenserna för slutförvarsprojektet bedöms vara jämförbara och är som sagt i båda fallen begränsade. Motsvarande gäller för *centralområdet*. Riskbilden för tillfarter och centralområde ses därför inte som någon betydelsefull faktor i jämförelsen av platserna.

För *deponeringsområdena* visar analyserna däremot på väsentliga skillnader i termer av risker för bortfall av deponeringshål och utvecklingsbehov för att hantera dessa risker, dvs. risker som påverkar förutsättningarna för att *i praktiken uppnå ett säkert slutförvar*:

- Riskanalysen för **Forsmark** visar att den tillgängliga bruttokapaciteten om cirka 7 800 deponeringspositioner är mer än tillräcklig för att tillåta ett förvar enligt referensutformning med 6 000 godkända deponeringspositioner. Det finns dock en liten, men inte helt försumbar, risk för stabilitetsproblem (spjälkning) i deponeringshål på grund av höga belastningar (bergspänningar). Skulle bergspänningarna mot förmodan vara så höga att detta inträffar alltför frekvent indikerar beräkningar att problemet kan hanteras utan genomgripande ändringar av förvarets utformning, i första hand genom att ytterligare anpassa deponeringstunnlarnas orientering till spänningsfältet. Det är därför viktigt att så tidigt som möjligt under bygget av förvarets tillfarter göra bergmekaniska tester i relevant skala och på relevant djup, så att det eventuella åtgärdsbehovet kan fastställas. Vidare måste arbetsmiljöfrågor och underhållsbehov beaktas, framförallt vid bygge av stamtunnlarna, som måste orienteras i stor vinkel till största horisontalspänningen. Detta kräver dock ingen teknikutveckling.
- Riskanalysen för **Laxemar** visar att den tillgängliga bruttokapaciteten om cirka 8 000 deponeringspositioner inte kan bedömas vara tillräcklig för att tillåta ett förvar enligt referensutformning med 6000 godkända deponeringspositioner, om inte ytterligare åtgärder vidtas. Skälet är att vatteninflödena till många deponeringshål riskerar att bli för stora för att hålen ska kunna accepteras som deponeringspositioner. Problemet är störst inom den hydrauliska domän som ligger i förvarsområdets norra del och som med nuvarande förvarsutformning svarar för cirka 2 000 deponeringspositioner, men bortfallen blir relativt stora (20-30 %) även i övriga domäner. För att hantera denna risk bör layouten revideras så att den norra domänen helt undviks. Detta kan i första hand göras med hjälp av ändrad termisk dimensionering, som innebär att den kvarvarande deponeringsytan kan utnyttjas mera effektivt, dock till priset av att fler deponeringstunnlar måste byggas. Det kan också

bli nödvändigt att ta ytterligare bergvolym i anspråk för deponering. Vidare behövs vidareutveckling och produktionsanpassning av den teknik som tagits fram för s k fintätning av tunnlar. Det bör dock noteras att det finns gott om tid, både för att revidera layouten och för att slutföra den nödvändiga teknikutvecklingen.

För båda platserna gäller att en anpassning måste göras så att möjliga rörelser i samband med framtida jordskalv inte riskerar att skada deponerade kapslar. Det görs genom att undvika deponeringspositioner som korsas av sprickor som är tillräckligt långa – eller inte kan uteslutas vara tillräckligt långa – för att ge rörelser som kan påverka kapselns integritet. Detta kan för båda platserna ge bortfall i intervallet 10 till 25 procent. Det är dock rimligt att anta att det faktiska bortfallet blir mycket lägre. Förberedelserna för de undersökningar som ska göras under jord av varje deponeringstunnel och tänkbar deponeringsposition kommer exempelvis att inriktas på att finna mer effektiva metoder för att bestämma storleken på sprickor som kan korsa tänkbara deponeringspositioner.

Funktionalitet

Förvaret ska kunna byggas ut successivt, samtidigt som deponering pågår. Detta ställer krav på utbyggnadsmöjligheter så att tillträde till arbetsfronter, separerade transportvägar m m kan tillförsäkras. De platsanpassade layouter som tagits fram bedöms tillgodose dessa krav och medge en *flexibel utbyggnad där tillredning av nya tunnlar kan samsas med deponeringsverksamheten*, utan stora risker för konflikter mellan dessa verksamheter. Drivnings- och deponeringsarbeten kan pågå i olika delar av samma deponeringsområde, förutsatt att de är åtskilda och försörjs via olika transportvägar. Detta gäller *båda platserna* i ungefär samma utsträckning, även om layouterna har helt olika geometrier.

De platsskillnader som kan ses med avseende på funktionalitet är istället resultat av dels de tekniska risker med åtföljande åtgärdsbehov som redovisats, dels det faktum att ett *förvar i Forsmark kan göras avsevärt mindre till utbredningen* än ett förvar med motsvarande kapacitet i Laxemar. Skälet är i grunden skillnader i bergets värmeledningsförmåga, vilket styr avstånden mellan deponeringspositionerna och därmed behovet av deponeringsarea. Mätt i totalt uttagen bergvolym fram till avslutad drift (fullt utbyggt förvar) och med nuvarande förvarslayouter blir ett förvar i Forsmark 30 % mindre än i Laxemar.

Ett mera kompakt förvar reducerar arbetsinsatser, materialåtgång, godsflöden, underhåll m m. Allt detta bidrar i varierande grad till bättre funktionalitet, dels genom högre effektivitet men i någon mån även minskade risker för driftstörningar. Förutsättningen är givetvis att inte rationaliteten i arbetet hämmas av brist på utrymme, vilket dock inte bedöms vara fallet.

Både Forsmark och Laxemar ger bra och påfallande likartade förutsättningar för de *lokala transporter* som slutförvarsprojektet kommer att kräva. Likhetera gäller exempelvis standard på det lokala vägnätet, pendlingsavstånd från närläggna bostadsorter och avstånd till de hamnar (Hargshamn respektive Oskarshamn) som kan komma att användas för import av lermaterial för buffert och återfyllning.

Transportbehoven skiljer i två avseenden:

- Laxemar ger jämförelsevis större transportvolym av massgods, som en direkt följd av att förvaret blir större än i Forsmark. Det gäller uttransport av överskottsberg för avyttring och intransport av lera för återfyllning. Volymskillnaderna påverkar kostnaderna och miljöpåverkan av transporterna. Några konsekvenser för tillförlitligheten i driften bedöms de däremot inte få.
- Forsmark kräver sjötransporter av inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen vid Simpevarp. Transportkedjan i sin helhet innefattar marktransport på terminalfordon från inkapslingsanläggningen till Simpevarps hamn, därifrån sjötransport med m/s Sigyn (eller

efterföljare med jämförbar kapacitet), den ca 450 km långa sträckan till Forsmarks hamn och slutligen en kort marktransport från hamnen till förvaret. För Laxemaralternativet begränsas transportbehovet för kapslarna till en ca 2 km lång vägtransport på terminalfordon. Transporterna kan, till sjöss såväl som på land, ske på motsvarande sätt som de transporter av använt kärnbränsle som sedan länge sker från kärnkraftverken till Clab. Den tillkommande sjötransporten för Forsmarksalternativet påverkar inte den radiologiska säkerheten i systemet. Däremot innebär den en extra kostnad. Sjötransporterna har genom åren visat sig vara mycket driftsäkra, men denna tillkommande länk i hanteringskedjan för Forsmark måste ändå ses som en möjlig källa till driftstörningar.

Synergieffekter

En lokalisering till Laxemar skulle innebära att *hela hanteringskedjan* för använt kärnbränsle, från dagens mellanlagring till förslutet slutförvar, *samlas på ett ställe* i landet. Det ger en rad fördelar. Den mest tydliga (i jämförelse med Forsmark) är att behovet av sjötransporter av kapslar bortfaller. Hur SKB värderar detta framgår av avsnittet ovan. Mera allmänt bidrar en samlad verksamhet till att reducera omvärldsberoendet. Mot bakgrund av att projektet ska pågå i mer än ett halvsekel i en föränderlig värld ser SKB detta som en väsentlig fördel, om än omöjlig att värdera konkret.

SKB:s verksamhet i Oskarshamn idag omfattar ca 170 personer, fördelade på Clab, Äspö- och kapsellaboratorierna samt undersöknings- och informationsverksamhet. Det finns alltså en betydande egen resursbas och företagsintern infrastruktur att starta ifrån vid en etablering av slutförvaret (och inkapslingsanläggningen). I Forsmark omfattar SKB:s verksamhet på orten för närvarande ca 25 personer (SFR, undersökningar, information). Siffran kommer att öka i samband med den planerade utbyggnaden av SFR, men en lokalisering av förvaret för använt kärnbränsle till Forsmark skulle ändå innebära mer av nyetablering än i Laxemar. Denna skillnad ger klara effektivitetsfördelar för Laxemar, som dock är svåra att översätta till besparingar i tid eller pengar. Av bland annat det skälet har denna typ av övergripande synergieffekter inte beaktats i kostnadsjämförelsen nedan.

Det är också viktigt att värdera skillnader i den egna lokala kapaciteten i relation till det *totala resursutbudet* på de aktuella orterna. Man kan då exempelvis konstatera att både i Oskarshamn och Östhammar sysselsätter kärnenergiesektorn – med kärnkraftföretagen och deras lokala leverantörer – långt över 1 000 personer. Vidare är fördelen av en befintlig egen verksamhet störst i inledningsskedet när projektet etableras, men avtar sedan med tiden. Enkelt uttryckt är erfarenheten från andra etableringar att organisation och resurser med tiden anpassar sig med tiden till behoven.

Äspölaboratoriet är en ”leverantör” av unik teknik och kompetens för slutförvarets behov. Överföring av denna teknik och kompetens från utveckling till drift skulle på grund av närheten underlättas vid en lokalisering till Laxemar. Även den geologiska miljön är ur Äspö-perspektiv mera lik förhållandena i Laxemar än i Forsmark.

Sammanfattningsvis ger SKB:s redan omfattande verksamhet i Oskarshamn synergieffekter och effektivitetsvinster om slutförvaret lokaliseras till Laxemar, särskilt i slutförvarsprojektets etableringsskede. Forsmark ger inte samma förutsättningar i detta avseende. Vidare skulle implementeringen av teknik som utvecklas vid Äspölaboratoriet underlättas av en lokalisering till Laxemar, på grund av den geografiska närheten. Slutligen skulle ett val av Laxemar innebära att hela hanteringskedjan för kärnbränslet samlas till en plats, vilket skulle förenkla genomförandet och minska omvärldsberoendet. Synergieffekterna mellan kärnkraftverken och slutförvaret bedöms vara likvärdiga för de båda platserna.

Kostnader

De kalkyler som gjorts i samband den platsanpassade projekteringen av slutförvaret visar att ett förvar i Laxemar blir cirka 4,5 miljarder kronor, eller ca 15 % dyrare, än ett förvar i Forsmark. Skillnaden i kostnad beror framförallt på skillnaden i förvarsstorlek. Ett slutförvar i Laxemar kräver en mycket större total tunnellängd, vilket får stort genomslag på totalkostnaden eftersom bergarbeten och återfyllnadsmaterial utgör stora poster i kalkylen. Extrakostnaderna för kapseltransporter till sjöss och något längre transportavstånd för lermaterial för Forsmark har beaktats, men svarar sammanlagt bara för ca 1 % av totalkostnaden för projektet.

Kalkylerna är väl genomarbetade men för många platsskiljande kalkylposter blir osäkerheterna ändå betydande i detta tidiga skede av projektet. Förutsedda skillnader i exempelvis förstärknings- och tätningsbehov i samband med bergbyggnad har så långt möjligt beaktats, men inte möjliga konsekvenser av de mera betydande tekniska genomföranderisker som beskrivits ovan. Som nämnts ligger också synergieffekter med andra anläggningar och övergripande organisatoriska konsekvenser av platsvalet utanför kalkylerna, eftersom de inte kan översättas till resursmått. Dessa osäkerheter kan ha betydande påverkan på totalkostnader och inbördes skillnader, men bedöms inte kunna ändra på rangordningen mellan platserna ur kostnads-synpunkt.

Slutsatser

Båda platserna bedöms ge förutsättningar för att bygga och driva slutförvaret på ett robust sätt. Jämförelser utfaller olika för olika lokaliseringsfaktorer, men sammanlagt görs bedömningen att Forsmark ger bättre förutsättningar. Huvudskälet är att *bergförhållandena* i Forsmark ger betydligt lägre risker för omfattande åtgärdsbehov utöver vad som planeras. Detta har direkt betydelse för möjligheterna att *i praktiken* åstadkomma ett förvar som uppfyller säkerhetskraven.

De bergrelaterade tekniska genomföranderisker som ändå finns i Forsmark är kopplade till förekomsten av förhållandevis höga bergspänningar. Men de stabilitetsproblem, med åtföljande bortfall av användbara deponeringspositioner, som detta skulle kunna medföra bedöms dels som osannolika, dels som förhållandevis enkla att hantera om de ändå skulle inträffa. Osäkerheterna för Laxemar är större, och gäller tillgången till deponeringspositioner med acceptabelt låga inflöden och förutsättningar att bygga deponeringstunnlar som uppfyller täthetskraven, givet den jämförelsevis rikliga förekomsten av vattenförande sprickor. Förändringar av förvarets utformning bedöms bli nödvändiga för att möta dessa problem. Vidare behövs fortsatt utveckling av metoder för att täta berget i den omfattning som skulle krävas.

Bergförhållandena i Forsmark ger stora fördelar även vad gäller *effektivitet*. Orsaken är att ett förvar i Forsmark kan göras betydligt mindre och mera kompakt än vad som är möjligt i Laxemar. Det beror i sin tur på att bergets högre värmeledningsförmåga i Forsmark medger mindre kapselavstånd och därmed mindre, total deponeringsarea. De mindre volymerna återspeglas i mindre transportbehov, materialåtgång, arbetskraftsbehov m m, som sammanlagt innebär ett mera effektivt genomförande av projektet.

Beaktas istället *yttre faktorer* så utfaller en jämförelse till Laxemars fördel. Det ena huvudskälet är att SKB:s befintliga anläggningar och betydande verksamhet i Oskarshamn skulle ge *synergieffekter*, särskilt i inledningsfasen av slutförvarsprojektet. Det gäller i synnerhet implementeringen av den teknik och kompetens som utvecklas vid Äspölaboratoriet och får sin tillämpning i samband med driftsättningen av slutförvaret. Det andra huvudskälet är att ett val av Laxemar samlar hela hanteringskedjan för det använda kärnbränslet till en plats i landet. Förutom effektivitetsvinster innebär detta ett mindre omvärldsberoende. Den tydligaste fördelen relativt Forsmark är att *behovet av sjötransporter* av inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen bortfaller. Den extrakostnad som detta innebär för Forsmark är marginell, men

man kan inte bortse ifrån att den längre transportkedjan till Forsmark utgör en möjlig källa till driftstörningar.

5.3 Miljö och hälsa

Arbetsmiljö och strålskydd

Bygge och drift av slutförvaret ska genomföras i enlighet med gällande *arbetsmiljökrav*. Detta gäller oberoende av plats. Eventuella skillnader och de åtgärder de medför återfinns därför som teknikinsatser och kostnader.

Allt radioaktivt material i slutförvaret kommer att vara inkapslat. De konstruktioner och åtgärder som erfordras för skydd av kapseln integritet samt mot direktstrålning från kapseln är lika för båda platserna. Ur *strålskyddssynpunkt* är platserna därför likvärdiga.

Naturmiljö

Båda platserna berörs av *riksintressen*. I Forsmark berörs riksintresset Forsmark-Kallrigafjärden, som delvis ligger inom förvarets lokaliserings- och påverkansområde. Konsekvenserna för riksintresset bedöms bli märkbara, men kan med skademinskande och kompenserande åtgärder minskas till små. I Laxemar påverkas riksintresset ”Västerviks och Oskarshamns skärgårdar” genom utsläpp av förorenat vatten. Konsekvenserna bedöms bli obetydliga. Varken i Forsmark eller Laxemar berörs några *Natura 2000-områden eller naturreservat*.

I Forsmark ligger flera *naturobjekt med höga värden*, framförallt ett par gölar med gölgröda, se figur 5-4 (fridlyst art som på 1980-talet inplanterades i Forsmarksområdet) samt ett nationellt värdefullt rikkärr, inom det område som påverkas av anläggningarna ovan jord. Konsekvenserna blir lokalt stora men kan delvis kompenseras. I Laxemar berörs inga naturobjekt med nationella eller regionala värden varför konsekvenserna blir väsentligt mindre än i Forsmark. Inom påverkansområdet för ovanmarksanläggning och möjlig grundvattensänkning i Forsmark finns tio arter med strikt skydd enligt artskyddsförordningen, 23 fridlysta arter samt ett stort antal rödlistade arter för vilka påverkan inte kan uteslutas. Med lämpliga åtgärder, och förutsatt att dessa blir lyckosamma, bör konsekvenserna för skyddade och skyddsvärda arter i Forsmark kunna begränsas. I Laxemar är antalet skyddade och skyddsvärda arter betydligt mindre och även konsekvenserna av störningar från ovanmarksanläggningen samt grundvattensänkning.



Figur 5-4. Inom det område som påverkas av anläggningarna ovan jord i Forsmark finns ett par gölar med gölgroda samt ett nationellt värdefullt rikkärr.



Figur 5-5. Inom det område som påverkas av anläggningarna ovan jord i Laxemar finns värdefulla ädellövmiljöer.

Inom det område i Forsmark som skulle kunna påverkas av en grundvattensänkning finns mer än 50 värdefulla naturobjekt, varav tio våtmarker av nationellt värde och 15 våtmarksobjekt av regionalt värde. Majoriteten bedöms kunna vara känsliga för en *grundvattensänkning*. För ca 20 naturobjekt skulle en grundvattensänkning innebära mycket stora eller stora konsekvenser. För de viktigaste våtmarksmiljöerna finns möjlighet att infiltrera vatten, varvid konsekvenserna minskas. I Laxemar finns ca 60 värdefulla naturobjekt. De flesta av dessa bedöms inte vara känsliga för en grundvattensänkning.

Förutsatt att *bergdränagevatten*, *lakvatten* och *sanitärt avloppsvatten* renas och behandlas före utsläpp bedöms konsekvenserna bli små till märkbara i både Forsmark och Laxemar. I Forsmark finns en *brunn* och i Laxemar ett stort antal brunnar som skulle kunna påverkas av en

grundvattensänkning. Berörda fastighetsägare kan dock kompenseras genom att deras fastigheter förses med vatten.

Det strikta skyddet för vissa arter som skulle beröras av en etablering i Forsmark medför behov av *åtgärder* så att dessa arter inte påverkas nämnvärt eller inte alls. SKB har påbörjat arbetet att ta fram lämpliga åtgärder. För den lokala populationen av gölgröda visar arbetet att det finns goda förutsättningar att skapa nya gölar så att populationen inte påverkas negativt. För andra arter, som gulyxne, kan det bli svårare att kompensera för eventuell påverkan. Att påverkan på naturmiljön i Forsmark ändå bedöms vara acceptabel beror på att konsekvenserna av en etablering kan begränsas avsevärt så länge den i huvudsak håller sig inom befintligt industriområde. Likaså kan påverkan på känsliga våtmarker på grund av grundvattensänkning avsevärt begränsas genom infiltration. Slutsatsen är att Forsmark är en tillräckligt bra plats med avseende på påverkan på naturmiljön. Det kommer dock att krävas varsamhet, anpassning och beredskap för olika typer av åtgärder; förebyggande, konsekvenslindrande och kompenserande.

Med en viss reservation för att lokaliseringen till Oxhagen innebär ett intrång i ett värdefullt ädellövskogsområde, se figur 5-5, är det svårt att se några invändningar mot slutsatsen att Laxemar är en lämplig plats ur naturmiljösynpunkt. Det gäller trots att ett slutförvar skulle innebära en "greenfield-etablering" utan direkt koppling till befintlig industriverksamhet. Huvudskälet är att det område som skulle beröras är, eller åtminstone uppfattas vara, sedan länge taget i anspråk för mänsklig verksamhet. Följaktligen ses påverkan och intrång i första hand som en angelägenhet för berörda människor, inte som en "ockupation" av naturen.

Sammanfattningsvis bedöms konsekvenserna på naturvärden bli betydligt större i Forsmark än i Laxemar. Artrika och känsliga s.k. rikkärr, förekomst av gölgröda etc. är exempel på höga naturvärden som kan påverkas med avsevärda konsekvenser som följd; åtgärder måste därför vidtas för att förhindra detta. I Laxemar är det framför allt landskapet med ädellövskogar och vattenmiljöer längs kusten som påverkas negativt. Ur ett svenskt perspektiv är naturvärdena i Forsmark ovanliga medan de miljöer som finns runt Laxemar är relativt vanliga.

Kulturmiljö

En etablering vid Oxhagen i Laxemar innebär större påverkan på *kulturmiljön och landskapet* än en etablering till Söderviken i Forsmark. Vid Forsmark påverkas *landskapsbilden* med den öppna kusten utanför. Denna påverkan dämpas dock av att exploateringen sker i direkt anslutning till befintliga industrianläggningar. Vid Oxhagen påverkas *kulturmiljön och odlingslandskapet*. Bedömningen är dock att påverkan blir måttlig, då en stor del av området utgörs av produktionsskog och hygge utan några höga kulturvärden. Varken vid Söderviken eller vid Oxhagen finns några kända *fornlämningar*. Vid Oxhagen finns det *kulturlämningar* i form av stenmurar, brukningsvägar och röjningsrösen knutna till jordbruksmarken. Varken Oxhagen eller Söderviken hyser *kulturmiljövärden* som är av omistlig karaktär varför en lokalisering av slutförvaret i båda fallen kan göras med acceptabel påverkan på kulturmiljö och landskap. Oxhagen hyser dock värden med ett visst bevarandevärde. Slutsatsen måste bli att Forsmark (Söderviken) är den plats som ur kulturmiljö- och landskapssynpunkt är mest lämplig för lokalisering av slutförvaret.

Boendemiljö och hälsa

Ett slutförvar i Forsmark innebär etablering inom befintligt industriområde relativt långt från bostäder, tillfälligt boende vid Igelgrundet som enda undantag. I Laxemar finns fler *permanent boende* inom området (se avsnitt 2.1 för Forsmark respektive 2.2 för Laxemar). Det finns också fler *fritidsfastigheter* i närområdet till Oxhagen jämfört med Söderviken; 111 fritidsfastigheter inom fem km från Oxhagen och 18 fritidsfastigheter inom fem km från Söderviken. Det är därför fler i Laxemar än i Forsmark som skulle beröras och kunna uppleva en försämrad boendemiljö.

En faktor som är nära kopplad till boendemiljön är *markägandet*. I Forsmark är den mark som behövs för slutförvaret sedan länge industriägd; idag av SKB och andra företag i Vattenfall-koncernen. I Laxemar är marken huvudsakligen privatägd och uppdelad på ett flertal fastigheter med ägare som i många fall bor i eller har anknytning till bygden. En etablering av slutförvaret förutsätter att markrådigheten övergår till SKB. I Laxemarfallet skulle detta för många innebära en betydande förändring eftersom boende, ofta även försörjning och rekreation, är direkt förknippat med markägandet. Hur en sådan förändring uppfattas och värderas kan vara radikalt olika från fall till fall, men den innebär likväl att ett mönster som funnits i generationer ersätts av något nytt.

Buller från anläggningsverksamhet och drift medför i både Forsmark och Laxemar att en något större del av riksintresseområdet för rekreation och friluftsliv får ljudnivåer över gällande riktvärde. I övrigt blir konsekvenserna små på båda platser.

Vad gäller *transporterna till och från slutförvaret* består skillnaderna i att det i fallet Laxemar dels är fler som bor och berörs längs transportvägarna, dels är större godsvolymer som ska transporteras. Under byggskedet ökar antalet boende utmed sträckan Forsmark - Hargshamn som exponeras för *ljudnivåer över gällande riktvärde* (55 dBA) från ca 160 till ca 180 (+20 boende) och under driftskedet från ca 175 till ca 195 (+ 20 boende). Utmed sträckan Oskarshamn – Oxhagen är motsvarande antal under byggskedet en ökning från 530 till 570 (+ 40 boende) och under driftskedet en ökning från 565 till 610 (+ 45 boende).

Buller från vägtrafik ger i båda fallen redan idag bullerstörningar. Transporterna till och från slutförvaret medför att något fler än i nuläget blir störda, särskilt då i Laxemar. Detta bedöms dock inte leda till att fler får sämre *hälsa*. Utsläppen av luftföroreningar från transporter, anläggningsmaskiner och hantering av bergmassor ger mycket små tillskott. Dessutom är mycket få berörda av utsläppen. Sammantaget innebär detta att risken för *hälsokonsekvenser* pga. luftföroreningar är mycket liten i både Forsmark och Laxemar, trots skillnaderna i transportvolymerna.

Vägtransporter ger också andra olägenheter i form av olycksrisker, försämrad framkomlighet, påverkan på rekreation och friluftsliv etc. Dessa är beroende av transportvolymerna, men också av en rad andra faktorer som vägstandard, väderförhållanden och pendlingsmönster. Med undantag för volymerna, som är större för Laxemar, är det inte möjligt att särskilja alternativen i dessa avseenden.

Varken i Forsmark eller i Laxemar förväntas *vibrationer* från sprängningsarbeten och tunga transporter att orsaka skador på byggnader; inte heller kommer de att upplevas som störande för boende i området.

Samtantaget bedöms påverkan på boendemiljön bli något större för Laxemar än för Forsmark. De skillnader som finns är att det markförvärv som är nödvändigt i Laxemar skulle påverka även boendemiljön; att det bor fler i närområdet till Laxemar än i närområdet till Forsmark; att det i fallet Laxemar bor flera utmed den vägsträcka där lermaterial och bergmassor ska transporteras samt att det i fallet Laxemar är större mängder bergmassor och lermaterial som ska transporteras.

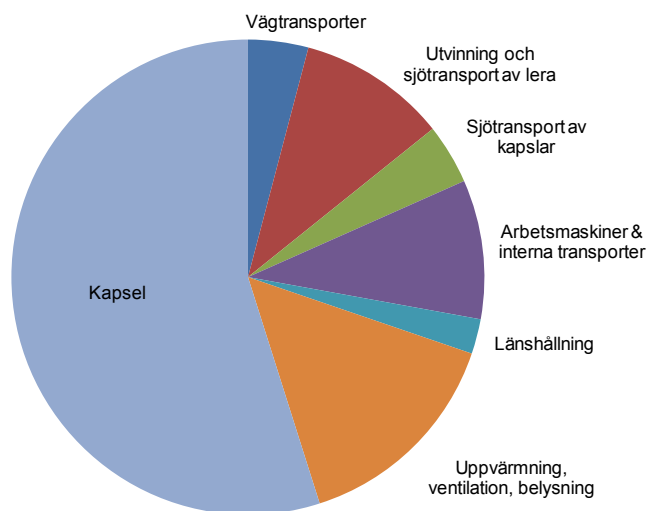
Hushållning med naturresurser

Uttaget av berg är större för ett slutförvar i Laxemar än i Forsmark. Totalt blir berguttaget ca 8,8 miljoner ton i Laxemar och ca 6,4 miljoner ton i Forsmark, dvs ca 2,4 miljoner ton mer i Laxemar.

Det större berguttaget medför att även *behovet av lera till återfyllning och förslutning* av förvarets bergutrymmen blir större för Laxemar. I Laxemar behövs totalt ca 5,2 miljoner ton lera till buffert, återfyllning och förslutning. I Forsmark är behovet ca 3,6 miljoner ton.

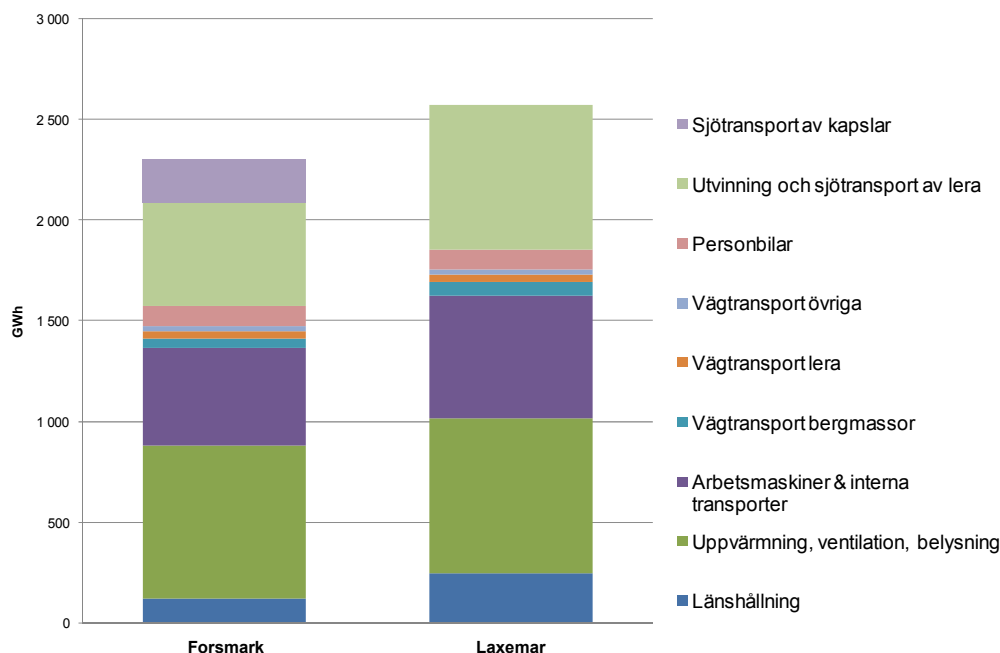
I Forsmark behövs under byggskedet cirka 200 000 m³ *fyllnadsmassor* för att ställa i ordning det markområde där ovanmarksanläggningen ska uppföras. Merparten av fyllnadsmassorna behövs innan den egna bergproduktionen täcker behovet. I Laxemar är behovet av fyllnadsmassor betydligt mindre.

Kapseln är den komponent i slutförvarssystemet som kräver störst energiinsats. Det kan därför vara intressant att sätta den platsberoende energiförbrukningen vid slutförvaret i relation till förbrukningen för kapseln. Figur 5-6 illustrerar detta. För kapseln ingår all energiförbrukning från gruva till dess kapseln lämnar inkapslingsanläggningen fylld med använt kärnbränsle.



Figur 5-6. Energiinsats för kapseln jämfört med energibehov för bygge, drift och avveckling av kärnbränsleförvaret (sjötransport av kapslar är aktuellt enbart om slutförvaret lokaliseras till Forsmark).

Förutom kapseln kräver utvinning och sjötransport av lera samt uppvärmning, ventilation och belysning mycket energi, se figur 5-7. Eftersom bergguttaget är väsentligt större för ett slutförvar i Laxemar blir energiförbrukningen högre och transportbehovet större. Ett slutförvar i Forsmark medför att transportsträckan till sjöss blir något längre för lermaterialen. Men eftersom behovet av lera är så mycket större i Laxemar blir energibehovet för utvinning och transport av lera ändå större för Laxemar än för Forsmark. Skillnaden motsvarar i stort sett energibehovet för transport av inkapslat kärnbränsle från Simpevarp till Forsmark. Det större vatteninläckaget i Laxemar medför att energibehovet för länshållning är större.



Figur 5-7. Jämförelse av energiförbrukning (GWh) för uppförande, drift och förslutning av ett slutförvar i Forsmark respektive i Laxemar.

Slutsatser

Med avseende på miljö- och hälsofrågor är båda platserna lämpliga lokaliseringalternativ för slutförvaret. Samma slutsats har dragits i tidigare skeden av lokaliseringsarbetet och det omfattande underlag som platsundersökningsskedet tillfört har inte föranlett någon förändrad bedömning. En jämförelse av alternativen visar i en del avseenden på stora likheter. Det gäller exempelvis avstånden för person- och godstransporter. I andra och väsentliga avseenden finns tydliga skillnader, men det är ändå svårt att rangordna platserna. Skälet är att de miljökonsekvenser som en etablering skulle ge skiljer sig till typ av påverkan snarare än till omfattning.

I fallet *Forsmark* kännetecknas omgivningen av en känslig naturmiljö med höga bevarandevärden. En långtgående anpassning till dessa är nödvändig och möjlig, men ett visst mått av intrång i naturmiljön är ändå oundvikligt. Däremot skulle människors boendemiljö i slutförvarets omgivning påverkas i mycket liten utsträckning, av det enkla skälet att mycket få människor bor eller verkar i området (verksamheter och tillfälligt boende inom industriområdet undantagna).

I fallet *Laxemar* förhåller det sig tvärtom. Trots att det där handlar om en så kallad ”greenfield-etablering” är påverkan på naturmiljön en fråga av liten betydelse. Av större betydelse är att människor bor och verkar i Laxemarområdet, och har gjort så under långa tider. Privatägd mark och areella näringar är viktiga inslag i bilden. En etablering kommer att förändra markägandet, men behöver inte förändra markanvändningen i någon avgörande grad. Att tillföra en ny storskalig industriverksamhet, väsensskild från det som präglar, och har präglat, området innebär ändå intrång och kräver anpassning.

En lokalisering till Forsmark är något mindre energikrävande än en lokalisering till Laxemar. Utifrån lokaliseringsfaktorn hushållning med naturresurser är således Forsmark den lämpligare platsen. Bedömningarna är dock behäftade med vissa osäkerheter.

Sammanfattningsvis blir slutsatsen att båda platserna är lämpliga lokaliseringalternativ med avseende på miljö- och hälsofrågor. En viktig förutsättning är att slutförvarsprojektet anpassas

till miljön på respektive plats och att förebyggande, konsekvenslindrande och kompenserande åtgärder genomförs. En rangordning utifrån skillnader i miljöpåverkan är inte meningsfull eftersom den skulle kräva jämförelser av faktorer som inte låter sig jämföras. Skillnader i energiförbrukning återfinns i kostnadskalkylen och behöver därför inte värderas här. Av detta följer att lokaliseringsfaktorn miljö och hälsa knappast påverkar den samlade värderingen inför platsvalet.

5.4 Samhällsresurser

Inför valet av platser för platsundersökningar gjorde SKB bedömningen att både Oskarshamn och Östhammars kommuner är fullgoda alternativ vad avser samhällsförutsättningarna för att genomföra slutförvarsprojektet. Den fördjupade kunskap som byggts upp sedan dess har inte ändrat på bedömningen. Det är också svårt se några förändringar i den lokala samhällsbilden som skulle kunna förändra förutsättningarna i negativ riktning. Tvärtom tycks intresset för slutförvaret som industrietablering gradvis ha stärkts under platsundersökningsskedet, något som gäller båda kommunerna.

Det finns alltså inga faktorer som väsentligt skulle kunna försvåra en etablering i någon av kommunerna, vare sig under bygg- eller driftskedet. Däremot finns det en del skillnader som kan vara värda att beakta i den samlade bedömningen av effektiviteten i genomförandet av slutförvarsprojektet.

Till fördelarna för Oskarshamn hör en jämförelsevis starkare *lokal* leverantörskapacitet och rekryteringsbas. Bidragande orsaker är en allmänt stark industritradition och en sedan länge betydande SKB-närvaro. Kommunen kännetecknas också av en generellt hög beredskap att inordna även slutförvaret i den redan betydande industriverksamheten. De nackdelar som kan ses med Oskarshamnsalternativet är framförallt kopplade till det geografiska läget – långt från något av landets resursstarka befolkningscentra. Tillsammans med grannkommunerna formar Oskarshamn en region som i många avseenden är hänvisad till sina egna resurser. Detta begränsar leveranskapaciteten och möjligheterna till kompetensförsörjning *regionalt*, i synnerhet på lång sikt och mot bakgrund till den fortgående trenden med allt större koncentration av landets resurser till redan dominerande befolkningscentra.

I fallet Östhammar kan man säga att situationen är den omvända: Den lokala kapaciteten i form av rekryteringsbas och leverantörsförmåga är jämförelsevis svagare, men tas hela regionen i beaktande blir bilden en annan. Kommunen ligger inom räckhåll för dagligt pendlande till det resursstarka Uppsala samt Gävle och i någon mån även för Stockholmsregionen. De fördelar detta ger för framförallt den långsiktiga kompetensförsörjningen kan antas växa med tiden, i takt med förbättrade kommunikationer och utveckling av regionen.

Slutsatser

Enkelt uttryckt finns alltså Oskarshamns fördelar i den lokala skalan, och Östhammars i den regionala. Att på något relevant sätt väga dessa för- och nackdelar mot varandra är knappast möjligt. Vidare är likheterna som helhet betydligt större än skillnaderna. Skillnaderna kan därför inte tillmätas någon avgörande betydelse i den samlade jämförelsen av alternativen för platsvalet.

6 SKB:s samlade värdering och val

6.1 Utgångspunkter och principer för platsvalet

De som har tillstånd att driva de svenska kärnkraftverken är enligt kärntekniklagen skyldiga att ta hand om och slutförvara det använda kärnbränslet. För att uppfylla denna skyldighet har ägarna till kärnkraftverken bildat SKB, som således har uppdraget att uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle. I det uppdraget ingår att lokalisera slutförvaret. För att det ska vara möjligt för SKB att fullfölja detta uppdrag måste den plats där slutförvaret förläggs 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 på platsen. Det är SKB:s sak att visa att det första kravet uppfylls. Det andra kravet anser SKB är uppfyllt på de orter som valet nu stått mellan.

Med dessa grundläggande krav samt tillämpliga lagar och föreskrifter som utgångspunkter har SKB lagt fast sin strategi för platsvalet. SKB tillmäter därvid förutsättningarna för att *uppnå långsiktig säkerhet 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 väljs den plats som ger bäst förutsättningar för långsiktig säkerhet*. I det fall analyserna inte visar på någon avgörande skillnad i förutsättningarna att uppnå långsiktig säkerhet får andra platsvalsfaktorer större betydelse. Detta kan till exempel avse anpassningen till den omgivande miljön eller effektiviteten i genomförandet av projektet.

SKB:s strategi för att välja plats kan således sammanfattas:

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

För att kunna tillämpa denna strategi har platserna jämförts systematiskt med avseende på faktorer som kan ha betydelse för den samlade värderingen.

Underlag och tidpunkt

Valet av plats för slutförvaret är ett beslut som ger betydande bindningar för kärnbränsleprogrammet. Det är således viktigt att minimera risken att fatta ett beslut som senare visar sig vara felaktigt. Platsundersökningarna och de efterföljande analyserna har därför drivits med hög ambitionsnivå när det gäller kraven på att uppnå en tillräckligt god platskännedom. SKB anser att det underlag som nu finns framme möjliggör ett väl grundat val. Avgörande för denna bedömning är att båda platserna är väl undersökta, att de jämförande analyser som gjorts av förutsättningarna för att uppnå långsiktig säkerhet gett tydligt utslag, samt att den valda platsen bedöms vara lämplig i sig. Det utvärderingar som återstår innan ansökan kan lämnas in för prövning bedöms inte kunna ändra på denna slutsats. Kvar blir sedan osäkerheter som bara kan reduceras genom att tillträde för undersökningar ges via bergutrymmen. Den kunskap som då fås kommer med all sannolikhet att kräva ytterligare anpassning av förvarets utformning, men inte i en omfattning som bedöms hota platsens lämplighet. Motsvarande slutsatser dras när det gäller tidpunkten för platsvalet i relation till återstående arbete med utvecklingen av förvarstekniken.

6.2 Jämförelse av platserna

Säkerhetsrelaterade platsegenskaper

Tidigare analyser av den långsiktiga säkerheten för platserna har visat att de processer som skulle kunna skada kapslar på riktigt lång sikt är korrosion om bufferten förloras samt möjligen stora jordskalv i förvarets närhet. Om alla kapslar förblir intakta sker inga utsläpp av radioaktiva ämnen.

För många faktorer som kan påverka säkerheten är utfallet vid en jämförelse av platserna relativt lika. Det gäller t ex sannolikheten för framtida jordskalv som är liten och bedöms få små konsekvenser vid båda platserna.

Skillnaderna i frekvens och genomsläpplighet av vattenförande sprickor, i någon mån även skillnaderna i grundvattnets framtida sammansättning, ger dock stora skillnader i bedömningen av den långsiktiga säkerheten. Vi kan idag inte utesluta att bentonitleran som omger kapslarna eroderas om det omgivande grundvattnet får för låg salthalt. Under en framtida glaciation skulle salthalten på båda platserna kunna bli så låg att detta inträffar, även om det är mindre troligt i Forsmark. Eftersom vattenflödena är avsevärt lägre i Forsmark skulle dessutom färre deponeringshål påverkas där vid en sådan eventuell utveckling. Om bentonitleran i bufferten försvinner kan kapseln efter mycket lång tid skadas genom korrosion på grund av den sulfid som finns löst i grundvattnet. Korrosionshastigheten, och därmed antalet kapslar som skulle kunna skadas, beror på grundvattenflödet. I Forsmark visar analyserna att grundvattenflödet i de flesta deponeringshål är så lågt att enbart ett fåtal kapslar skulle kunna skadas, och det först efter hundratusentals år. De betydligt högre flödena i Laxemar innebär att betydligt fler kapslar kan skadas.

Detta innebär sammantaget att det bedöms vara betydligt gynnsammare förutsättningar för att åstadkomma ett säkert slutförvar i Forsmark än i Laxemar.

Teknik för genomförande

Båda platserna bedöms ge förutsättningar för att bygga och driva slutförvaret. Jämförelser utfaller olika för olika lokaliseringsfaktorer, men sammantaget görs bedömningen att Forsmark ger bättre förutsättningar. Huvudskälet är att bergförhållandena i Forsmark ger betydligt lägre risker för omfattande åtgärdsbehov utöver vad som planeras. Det blir därför lättare att i praktiken åstadkomma ett förvar som uppfyller säkerhetskraven vid Forsmark.

De bergrelaterade tekniska genomföranderisker som ändå finns i Forsmark är kopplade till förekomsten av förhållandevis höga bergspänningar. Att detta skulle få stora konsekvenser för tillgången till användbara deponeringspositioner bedöms dock som osannolikt.

Osäkerheterna för Laxemar är större, och gäller tillgången till deponeringspositioner med acceptabelt låga inflöden och förutsättningar att bygga deponeringstunnlar som uppfyller täthetskraven. Förändringar av förvarets utformning bedöms bli nödvändiga för att möta dessa risker. Vidare behövs fortsatt utveckling av metoder för att täta berget i den omfattning som skulle krävas.

Bergförhållandena i Forsmark ger stora fördelar även vad gäller effektivitet. Orsaken är att ett förvar i Forsmark kan göras betydligt mindre och mera kompakt än vad som är möjligt i Laxemar. Det beror i sin tur på att bergets högre värmeledningsförmåga i Forsmark medger mindre avstånd mellan kapslarna, och därmed mindre total deponeringsarea. De mindre volymerna återspeglas i mindre transportbehov, materialåtgång, arbetskraftsbehov m m, som sammantaget ger ett mer effektivt genomförande.

Beaktas istället yttre faktorer så utfaller jämförelsen till Laxemars fördel. Ett skäl är att SKB:s befintliga anläggningar och betydande omfattning av verksamheten i Oskarshamn skulle ge

synergieffekter, särskilt i inledningsfasen av slutförvarsprojektet. Ett annat är att ett val av Laxemar samlar hela hanteringskedjan för det använda kärnbränslet till en plats i landet. Förutom effektivitetsvinster innebär detta ett mindre omvärldsberoende. Den tydligaste fördelen relativt Forsmark är att behovet av sjötransporter av inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen bortfaller. Den extrakostnad som detta innebär för Forsmark är dock marginell, men man kan inte bortse ifrån att den längre transportkedjan till Forsmark utgör en möjlig källa till driftstörningar.

Miljö och hälsa

Med avseende på miljö- och hälsofrågor anser SKB att båda platserna är lämpliga för slutförvaret. Förutsättningarna för person- och godstransporter är likvärdiga. I andra avseenden finns tydliga skillnader, men det är ändå svårt att rangordna platserna. Skälet är att de miljökonsekvenser som en etablering skulle ge skiljer sig till typ snarare än till grad.

Forsmark kännetecknas av en känslig naturmiljö med höga bevarandevärden. En långtgående anpassning till dessa är nödvändig och möjlig, men ett visst intrång i naturmiljön är ändå oundvikligt. Däremot skulle kulturmiljön och människors boendemiljö i slutförvarets omgivning påverkas mycket marginellt, eftersom få människor bor i området.

I Laxemar förhåller det sig enkelt uttryckt tvärtom. Påverkan på naturmiljön bedöms bli mycket begränsad. Av större betydelse är att människor bor och verkar i Laxemarområdet, och har gjort så under långa tider. Privatägd mark och areella näringar är viktiga inslag i bilden. En etablering kommer att förändra markägandet, men behöver inte förändra markanvändningen i någon avgörande grad. Att tillföra en ny storskalig industriverksamhet, väsensskild från det som präglar området, innebär ändå intrång och kräver anpassning.

Slutsatsen blir att båda platserna är lämpliga lokaliseringalternativ med avseende på miljö- och hälsofrågor. För båda gäller också att slutförvarsprojektet kan och bör anpassas till den lokala miljön. De naturresurser som slutförvarsprojektet kommer att förbruka påverkas marginellt av platsvalet. Miljö och hälsofrågor är således inte en faktor som styr platsvalet.

Samhällsresurser

Inför valet av platser för platsundersökningar gjorde SKB bedömningen att både Oskarshamn och Östhammars kommuner är fullgoda alternativ vad avser samhällsförutsättningarna för att genomföra slutförvarsprojektet. Den fördjupade kunskap som byggts upp sedan dess har inte ändrat på bedömningen. Det är också svårt se några förändringar i den lokala samhällsbilden som skulle kunna förändra förutsättningarna i negativ riktning. Tvärtom tycks intresset för slutförvaret som industrietablering gradvis ha stärkts under platsundersökningsskedet, något som gäller båda kommunerna.

Det finns alltså inga samhällsfaktorer som väsentligt skulle försvåra en etablering i någon av kommunerna. Vad som då återstår att beakta är vilka lokala resurser som finns och hur detta kan påverka effektiviteten i etableringen. SKB:s slutsats är här att de skillnader som kan ses vad gäller lokal leverantörskapacitet, förutsättningar kompetensförsörjning m m inte är av den digniteten att de påverkar platsvalet.

6.3 Slutsats

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 och genomsläpplighet av vattenförande sprickor. Bergförhållandena i Forsmark ger också ett robustare och effektivare genomförande än i Laxemar.

Det är tänkbart att fortsatt forskning kommer att visa att vi idag behandlat riskerna för bento- niterosion alltför pessimistiskt. Om så blir fallet skulle den radiologiska risken bli lägre på båda

platserna och den relativa fördelen för Forsmark skulle därmed kunna minska. Det är dock svårt att tänka sig att den säkerhetsmässiga rangordningen mellan platserna skulle ändras med tillkommande kunskap.

De industriella förutsättningarna för att etablera och driva slutförvaret på ett bra sätt bedöms vara goda för båda platserna. De skillnader som finns kan inte tillmätas någon avgörande betydelse för platsvalet. Detsamma gäller för den miljöpåverkan som projektet kommer att orsaka.

Mot denna bakgrund konstaterar SKB att Forsmark är den lämpligare platsen för slutförvaret.