

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken – komplettering maj 2017

Kompletteringsyttrande I Kompletteringsyttrande II

Toppdokument

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga Begrepp och definitioner

Begrepp och definitioner för ansökan om utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga MKB PSU

Miljökonsekvensbeskrivning för utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga BAT

Utbyggnad av SFR ur ett BAT-perspektiv

Bilaga TB PSU

Teknisk beskrivning av SFR - Befintlig anläggning och planerad utbyggnad

Bilaga KPM PSU

Förslag till kontrollprogram för yttre miljö vid utbyggnad och fortsatt drift av SFR

Bilaga SR PSU

Redovisning av säkerhet efter förslutning för SFR
Huvudrapport för säkerhetsanalysen SR-PSU

Bilaga SFR-U K:1

Frågor och svar per remissinstans

Bilaga SFR-U K:4

Motiv till försvarsdjup

Bilaga SFR-U K:5

Motivering av vald utformning för 2-5BLA

Bilaga SFR-U K:6

Redovisning av alternativa utformningar av bergssal för medelaktivt avfall, 2BMA

Bilaga SFR-U K:7

Alternativa utformningar av bergssal för reaktortankar - konsekvensanalys

Bilaga SFR-U K:8

Avgränsning till 200 m djup vid lokalisering

Bilaga SFR-U K:9

Jämförelse mellan sökt placering och en alternativ placering i den tektoniska linsen i Forsmark

Bilaga SFR-U K:10

Malmpotential

Bilaga SFR-U K:12

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

Bilaga SFR-U K:13

Vidareutvecklad utformning av försvarsutrymmet 2BMA i utbyggd del av SFR

Bilaga SFR-U K:14

Övergång från hela till segmenterade reaktortankar

Befintliga tillstånd och villkor för SFR

Sakägarförteckning

Karta över influensområdet och fixpunkter

Befintligt länshållningssystem

Bilaga SFR-U K:2

Konsekvensbedömning för vattenmiljöer vid utbyggnad av SFR

Samrådsredogörelse

Konsekvensbedömning av vattenmiljöer vid utbyggnad av SFR **Ersatt av K:2**

Naturmiljöutredning inför utbyggnad av SFR, Forsmark, Östhammar kommun

Bilaga SFR-U K:3

Marin inventering av vegetation och fauna på havsbottenarna vid SFR, Forsmark 2012.

Bilaga SFR-U K:11

Redovisning av alternativ för mellanlagring av långlivat låg- och medelaktivt avfall **Utgår**

Författare
2016-03-07 Magnus Odén
Fredrik Vahlund
Eva Andersson
David Persson
Kvalitetssäkring
2017-05-11 Therese Adusjö (KG)
2017-05-11 Peter Larsson (Godkänd)
Kommentar

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

Innehåll

1	Inledning	3
2	Den tektoniska linsen	3
3	Alternativ lokalisering	7
3.1	Förvarsdjup för alternativ lokalisering	7
3.2	Jämförelse mellan sökt och alternativ lokalisering	8
4	Jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering i den tektoniska linsen för tiden före förslutning	9
4.1	Teknik för genomförande	9
4.2	Kostnader	9
4.2.1	Framtagning av tillståndsansökan	10
4.2.2	Genomförande av tillståndsprövningen	10
4.2.3	Byggekostnader	10
4.2.4	Summering av kostnader	11
4.3	Miljö och hälsa	11
4.4	Samhällsaspekter	12
5	Jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering i den tektoniska linsen för tiden efter förslutning	12
5.1	Vattengenomsläpplighet i berggrunden	12
5.2	Hydraulisk gradient	12
5.3	Reducerande förhållanden	13
5.4	Seismisk aktivitet	13
5.5	Malmpotential	13
5.6	Risk för brunnborrning	13
5.7	Klimat- och klimatrelaterade processer	14
5.8	Interaktion mellan förvar	14
6	Uppskattning av slutförvarets skyddsförmåga för alternativ lokalisering	14
6.1	Alternativ lokalisering	14
6.2	Flöden genom bergssalar	16
6.3	Utströmningsområden	17
6.4	Förvarets skyddsförmåga - effekter på radionuklidtransport i förvaret och dos	18
7	Sammanfattning och skälighetsavvägning	19
8	Referenser	22

1 Inledning

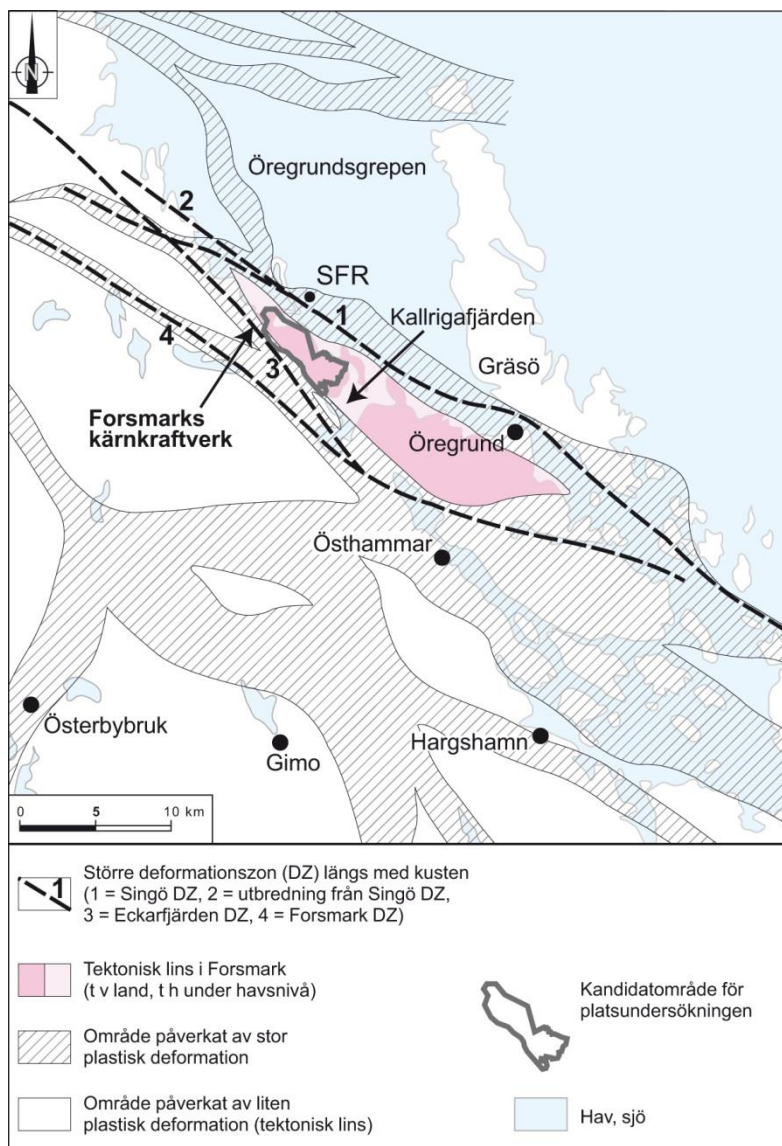
Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, efterfrågade i sitt yttrande över SKB:s ansökan, om tillstånd enligt lagen om kärnteknisk verksamhet till utökad verksamhet vid SFR, att SKB ytterligare motiverar lokaliseringen av den planerade anläggningen i anslutning till SFR och att SKB även diskuterar en lokalisering i linsen, där det *har visat sig finnas berg av mycket bra kvalitet*. SSM påpekar även att *i en skälighetsavvägning bör eventuella effekter på en lokalisering nära det planerade Kärnbränsleförvaret beaktas*. SKB kompletterade ansökan med en värdering av lokaliseringsfaktorer i Vahlund (2016). SSM anser att denna kompletterande redovisning ger ett bättre underlag än SKB:s ursprungliga, men att motiven för valt alternativ bör underbyggas med kvantitativa uppskattningar av de olika faktorerna som skiljer platserna åt, om så är meningsfullt. Detta gäller främst de olika lokaliseringarnas effekt på slutförvarets skyddsförmåga och kostnader som är relevanta för värderingen. SSM:s syfte med den begärda informationen är att *"erhålla ett underlag som underlättar bedömningen om eventuella strålsäkerhetsmässiga fördelar är sådana att de motiverar en annan förläggningsplats, givet de nackdelar det skulle föra med sig"*.

Detta dokument är en utveckling av den tidigare inlämnade kompletteringen (Vahlund 2016) med syfte att främst belysa effekten på de olika lokaliseringssalternativens skyddsförmåga och kostnader. Det medför att delar av den tidigare kompletteringen återfinns även i detta dokument eftersom helheten behövs för en samlad värdering.

Som en grund för värderingen ges inledningsvis en sammanfattning av de geologiska förhållandena i den tektoniska linsen som SKB bedömt som lämplig för lokalisering av det planerade Kärnbränsleförvaret. Därefter följer en redovisning av en möjlig alternativ lokalisering för ett förvar för rivningsavfall i linsen och en bedömning av denna relativt sökt lokalisering för utbyggd del av SFR.

2 Den tektoniska linsen

Den tektoniska linsen, Figur 2-1, där berggrunden är förhållandevis opåverkad av plastisk deformation, omgärdas av starkt deformerade plastiska bälten. Linsen sträcker sig från nordväst om Forsmarks kärnkraftverk i sydostlig riktning mot området kring Öregrund. Platsundersökningarna för Kärnbränsleförvaret koncentrerades på ett område (benämnt kandidatområdet i Figur 2-1) i linsens nordvästra del.



Figur 2-1. Utsträckning av den tektoniska linsen i Forsmark. Kandidatområdet för Kärnbränsleförvaret är i linsens nordvästra del. De alternativa utformningarna för SFR 3 som diskuteras i föreliggande rapport ligger i den nordvästra delen av kandidatområdet för platsundersökningen, vilket är västsydväst om SFR.

Under platsundersökningarna för Kärnbränsleförvaret identifierades tre huvudkategorier av deformationszoner med distinkta riktningar. Utöver vertikala och brant stupande zoner finns det zoner som sluttar svagt mot sydost och syd. Dessa flacka zoner är vanligare i den sydöstra delen av kandidatområdet för Kärnbränsleförvaret, se Figur 2-1, och har högre hydraulisk transmissivitet än de vertikala och brant stupande deformationszoner som identifierats. De hydrauliska data som beskriver deformationszoner har analyserats och tyder på att transmissiviteten minskar väsentligt med djupet, oberoende av zonernas orientering, se Figur 2-2, övre bilden. Det är också en betydande lateral heterogenitet för varje djup vilket tyder på ett kanaliserat flöde inom deformationszonerna. I platsmodellen för den tektoniska linsen beskrivs bara deformationszoner större än 1000 m som deterministiska objekt, medan mindre zoner beskrivs stokastiskt, till skillnad från området för sökt lokalisering för utbyggd del av SFR där zoner ner till 300 m beskrivs deterministiskt. Detta försvårar en rättvis jämförelse mellan platserna, se avsnitt 6.1.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

I den nordvästra delen av kandidatområdet för Kärnbränsleförvaret är förekomsten av vattenförande sprickor mycket låg på förslaget förvarsdjup för Kärnbränsleförvaret (ungefär 470 m), se Figur 2-2, vänstra bilden. I djupintervallet 200 till 400 m är frekvensen av vattenförande sprickor något högre och ovanför ett djup mellan 150 och 200 m är frekvensen betydligt högre, inte minst av sprickor med hög transmissivitet. I den sydöstra delen av kandidatområdet, se Figur 2-2, högra bilden, finns det betydligt färre borrhål än vad som krävs för att underbygga en analys av hydrauliska subdomäner, emellertid finns det även i den här domänen ett visst djupberoende med avseende på transmissivitet.

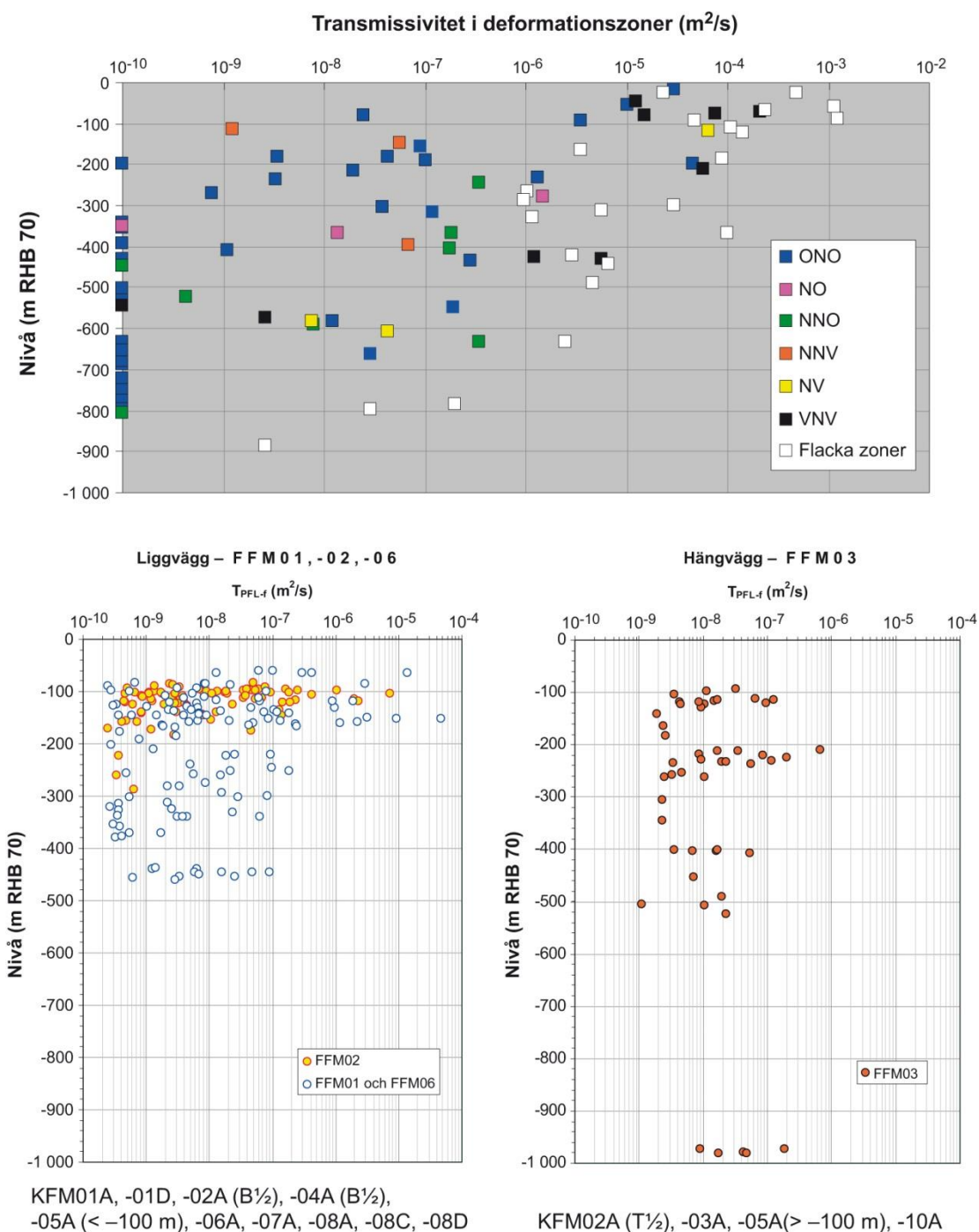
Sammanfattningsvis kan konstateras att hydrauliska data, både från enhålstester samt storskaliga interferenstester tyder på att de översta 150 metrarna av berggrunden ovanför den tilltänkta volymen för Kärnbränsleförvaret innehåller många horisontella högtransmissiva sprickor som har god hydraulisk kontakt över långa sträckor, medan det djupt liggande berget har mycket låg genomsläpplighet med få transmissiva sprickor.

I allmänhet råder hög tilltro till platsens hydrogeologiska berggrundsmodell och bestämningen av de hydrauliska egenskaperna, se SKB (2008a). Den främsta anledningen till detta är överensstämmelsen mellan olika typer av hydrauliska och geofysiska data. De hydrogeologiska förhållandena karakteriseras av: 1) hög transmissivitet i de flacka sprickzonerna utanför den prioriterade volymen, 2) få konduktiva sprickor på djupet i den prioriterade volymen¹ (FFM01 och FFM06, se Figur 2-3) och 3) ett högtransmissivt system av sprickor (inklusive bankningssprickor) i den ytnära delen av den prioriterade volymen (FFM02), vilka är hydrauliskt konnekterade över långa avstånd. De olika typerna av hydrauliska data stämmer även överens med kunskapen om de geologiska förhållandena och bergspänningarna i Forsmark och får även stöd av data för grundvattnets kemiska sammansättning.

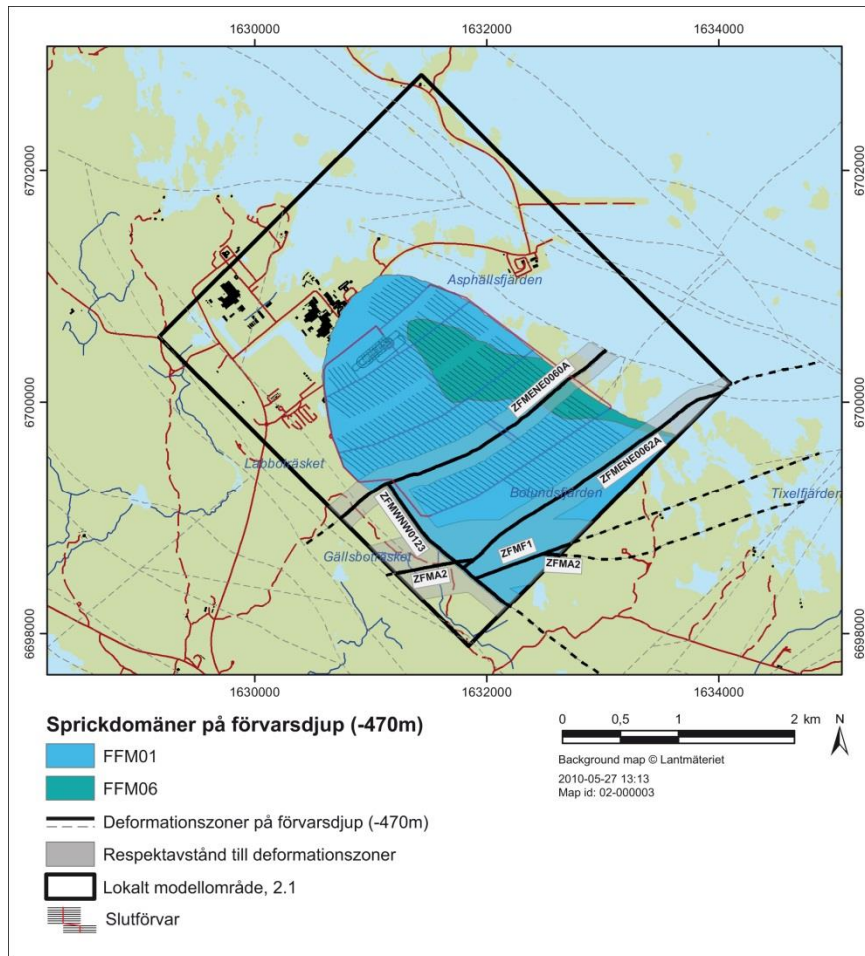
De låga vattenflöden som beräknats för Kärnbränsleförvarets deponeringshål beror dels på de goda hydrauliska förutsättningarna berget har på planerat förvarsdjup (ca 450 m), dels på att deponeringshålen endast placeras där förhållandena är fördelaktiga. Om inte bergets egenskaper möter ställda krav anpassas layouten och potentiella deponeringstunnlar/kapselpositioner förkastas. För ett slutförvar för rivningsavfall, som består av sex stycken 275 m långa bergssalar, är möjligheten till motsvarande platsanpassning begränsad och bergssalarna förväntas konnektera till vattenförande sprickzoner.

¹ Den prioriterade volymen är den bergvolym som under platsundersökningarna bedömdes vara lämplig för Kärnbränsleförvarets placering.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering



Figur 2-2. Överst: Härledda transmissivitetsvärden för deformationszoner i relation till djup och riktning. Underst: Härledda transmissivitetsvärden för konnekterade öppna sprickor i relation till djupet i FFM01, FFM02 och FFM06 (vänster) och FFM03 (höger). Observera att den undre vänstra bilden innehåller data från tio borrhål medan den undre högra bilden innehåller data från endast fyra borrhål ($B\frac{1}{2}$ = data från undre halvan av borrhålet, $T\frac{1}{2}$ = data från övre halvan av borrhålet. (SKB 2011, figur 4-16)



Figur 2-3. Kärnbränsleförvarets referensutformning vid ansökanstillfället. I figuren kan ses att layouten anpassats efter deformationszonerna ZFMENE0060A och ZFMWNW0123, modellen innehåller endast zoner större än 1000 m.

3 Alternativ lokalisering

Följande diskussion om bästa möjliga teknik och skälighet baseras på en alternativ lokalisering i den nordvästra delen av kandidatvolymen för Kärnbränsleförvaret, Figur 2-1. Två alternativa anslutningar till ett förvar i linsen analyserades i den tidigare kompletteringen (Vahlund 2016), ett alternativ där förvaret nås från området vid SFR:s ovanmarksanläggning och ett alternativ där förvaret nås från den ramp som förbinder Kärnbränsleförvaret med dess ovanmarksanläggning. Att etablera en helt separat anläggning med eget tunnelpåslag och egna ovanmarksanläggningar bedömdes inte skäligt ur kostnads- och markanvändningssynpunkt. De studerade alternativa anslutningarna i Vahlund (2016) analyseras vidare i Christiansson (2017) med avseende på de bergtekniska förutsättningarna och planerad utformning av Kärnbränsleförvarets driftsområde för att lokalisera utbyggd del av SFR med Kärnbränsleförvaret i den tektoniska linsen. Alternativet med två tunnlar som drivits från området vid SFR anses vara lämpligast både under bygg- och driftskede Christiansson (2017), och används därför i detta dokument för att jämföra mot sökt lokalisering.

3.1 Förvarsdjup för alternativ lokalisering

En av de strålsäkerhetsmässiga fördelarna sökt lokalisering för utbyggd del av SFR har, jämfört med alternativ lokalisering i linsen, är att förvaret de första tusen åren befinner sig

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

under havet. Detta innebär dels att den hydrauliska gradienten som driver grundvattenflödet är liten, dels att oavsiktligt intrång via brunnborrning i princip kan uteslutas under de första ca tusen åren. Under denna tid kommer den mesta delen av radionukliderna i avfallet att ha avklingat och endast 2 % av aktiviteten vid förslutning kvarstår (i princip alla radionuklider med en halveringstid kortare än något hundratal år såsom Co-60, Cs-137, Sr-90 och Ni-63 har avklingat). Placeras ett förvar istället under land bör förvaret placeras djupare för att kompensera för en ökad sannolikhet för intrång via brunnborrning under de första 1000 åren. I lokaliseringsutredningen (SKB 2013) diskuteras detta för alternativet Simpevarp/Ävrö där ett djup i intervallet 140–200 m bedöms vara lämpligare. Detsamma bör gälla för alternativ lokalisering i linsen.

Som del av arbetet med Kärnbränsleförvaret har SER, site engineering report, (SKB 2010) som beskriver platsen ur ett konstruktions- och byggnadsperspektiv tagits fram. I SER bedöms det ytliga berget, med sämre hydrauliska förutsättningar, sträcka sig ned till 150 m djup och att berget under detta djup har bättre egenskaper. Då SER togs fram utifrån Kärnbränsleförvarets behov råder det osäkerheter om i vilken omfattning SER kan användas för att hitta en lämplig förvarsplacering för ett förvar för låg- och medelaktivt avfall. För att bestämma det lämpliga läget skulle kompletterande undersökningar krävas. Men då syftet med föreliggande dokument är att utreda vilka strålsäkerhetsmässiga fördelar en alternativ lokalisering i linsen kan förväntas ha i förhållande till sökt lokalisering, förutsätts att en bergvolym med lägre vattengenomsläpplighet kan hittas.

Som underlag för kommande detaljprojektering av det planerade Kärnbränsleförvarets tillfarter utförde SKB 2011 bl a tio kärnborrhål ner till max ca 150 m och under 2016 utfördes ett drygt 500 m långt kärnborrhål (KFM24). Dessa borrhål visar att mäktigheten på sprickdomän FFM02 varierar mellan 20 och 50 m i området för det planerade Kärnbränsleförvarets tillfarter. På ca 190 m borrhålslängd påträffades några flacka, vattenförande sprickor. Dessa kan eventuellt geometriskt sammanbindas med den flacka deformationszonen ZFM1203, men har inte samma geologiska signatur (SKB 2017). Tillfartsområdet innehåller dessutom tre korta (≤ 1 km) brantstående deformationszoner, vilka finns medtagna i SDM-Site (Stephens et al. 2007) där de kallas minor deformation zones (MDZ). Det behövs ytterligare undersökningar för att klargöra utbredning och egenskaper för ZFM1203, samt omfattning och egenskaper för MDZ.

Den alternativa lokaliseringen bör placeras tillräckligt djupt för att undvika det ytliga uppspruckna berget samt minska risken för intrång via brunnborrning under de första tusen åren. Det förväntas leda till ett djup runt 200 m, det vill säga placering i bergdomän FFM01 under den flacka deformationszonen ZFM1203.

3.2 Jämförelse mellan sökt och alternativ lokalisering

I efterföljande kapitel diskuteras hur en alternativ lokalisering i linsen förhåller sig till sökt lokalisering utifrån tillämpande av bästa möjliga teknik för perioden före och efter förslutning. Denna diskussion baseras på de lokaliseringsfaktorer som togs fram när sökt lokalisering jämfördes med ett antal alternativa lokaliseringar, se lokaliseringsutredningen (SKB 2013). Säkerhetsanalysen SR-PSU har inte lett till något behov av uppdatering av lokaliseringsfaktorerna.

Detta dokument kompletterar den tidigare värderingen (Vahlund 2016) med uppskattningar gällande skillnader i skyddsförmåga och kostnader mellan sökt och alternativ lokalisering.

4 Jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering i den tektoniska linsen för tiden före förslutning

I lokaliseringsutredningen bedömdes tre olika lokaliseringsfaktorer vara relevanta för tiden fram till förslutning:

- Teknik för genomförande, avser byggnation, drift, transporter, kostnader och tidsåtgång.
- Miljö och hälsa, avser hänsyn till markanvändningsintressen samt påverkan på miljö och människors hälsa.
- Samhällsaspekter, avser samhällelig acceptans som är en förutsättning för ett förvar.

Efterföljande text jämför sökt lokalisering med alternativ lokalisering i linsen utifrån dessa lokaliseringsfaktorer.

4.1 Teknik för genomförande

Teknik för genomförande analyseras i Christiansson (2017). Där åskådliggörs de bergtekniska förutsättningarna för att samlokalisera utbyggd del av SFR med Kärnbränsleförvaret i den tektoniska linsen med fokus på de geovetenskapliga och infrastrukturella förutsättningarna. Denna analys är också grunden för de kostnadsuppskattningar som redovisas nedan.

4.2 Kostnader

Kostnadsanalysen görs på en övergripande nivå då flera av de avgörande parametrarna är förenade med stora osäkerheter. Utifrån de data som är tillgängliga, erfarenheter från framtagningen av ansökningshandlingarna och tillståndsprövningarnas genomförande, bedöms att de tids- och kostnadsbedömningar som anges är lågt hållna snarare än det omvända.

Då denna promemoria syftar till att komplettera tidigare redovisad lokaliseringsutredning är det kostnadsbedömningen vid tidpunkten vid platsvalet som redovisas som stöd till förståelsen av då fattade beslut. Om SKB i ett tidigt skede hade utgått från att placera det utbyggda SFR i linsen så hade platsundersökning, anläggningslayout och säkerhetsanalys varit inriktad på detta från början.

Om ingen hänsyn hade behövt tas till Kärnbränsleförvaret så hade kostnaderna därför kunnat vara jämförbara med dagens hantering med endast en ökning av byggkostnaderna. På grund av närheten till varandra hade dock både Kärnbränsleprojektet och projekt SFR-utbyggnad behövt drivas parallellt så att alla kopplingar fångats upp. I praktiken hade en gemensam eller åtminstone sammanhållen säkerhetsredovisning varit nödvändig. Komplexiteten i detta hade troligen förlängt tiden för framtagandet av ansökningarna med minst ett år men sannolikt flera. En uppenbar risk är också att även tillståndsprövningsprocessen för båda förvaren skulle komplicerats och förlängts ytterligare.

Sammanfattningsvis kan kostnaderna för alternativ lokalisering i linsen grupperas i några större poster; framtagning av tillståndsansökan, genomförande av tillståndsprövningen samt byggkostnader.

Förutsättningen för nedan angivna beskrivning är att linsen hade varit SKB:s förstahandsval och att ansökan hade synkroniserats med projekt Kärnbränsleförvaret snarast efter platsval.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

4.2.1 Kostnad för förlängd tid för framtagning av tillståndsansökan

Att samlokalisera förvaren i Forsmarkslinsen innebär att den risk för interaktion mellan förvaren som diskuteras i avsnitt 5.8 måste utredas i grunden. Utöver denna utökade omfattning och komplexitet hade även synkroniseringen av de underlag och analyser som ingår i ansökningshandlingarna för två i sig komplexa projekt inneburit att båda ansökningarna hade tagit längre tid. Hur stor denna försening hade blivit är svår att precisera men bedömningen är att det torde röra sig om minimum ett år men sannolikt flera. Att driva de båda ansökningsprojekten² under ett år kostade i snitt 200 MSEK/år vilket ger en storleksordning på förseningskostnaderna om enbart projektens egna kostnader beaktas. Men eftersom Kärnbränsleförvaret och omhändertagande av bränslet är en central del av hela SKB:s verksamhet och i praktiken definierar den tid som SKB behöver vara operativt, så innebär varje års försenad driftsättning att SKB och KBS-3 systemet måste drivas ett år extra till en kostnad på i storleksordningen 600 MSEK/år.

Förlängt arbete med ansökningarna skulle därför inneburit en kostnadsökning på i storleksordningen 800 MSEK/år.

4.2.2 Kostnad för förlängd tid för genomförande av tillståndsprövningen

Interaktionen mellan förvaren vid lokalisering i linsen, se avsnitt 5.8, har av SKB identifierats som en osäkerhetsfaktor givet dagens kunskapsläge. Det är inte orimligt att tillståndsprövningen skulle kompliceras ytterligare för båda förvaren på grund av denna frågeställning. Kostnaden för projektorganisationerna under tillståndsprövningen är lägre än under framtagning av ansökningar och ligger i storleksordningen 80 MSEK/år. Däremot är kostnaden för en försenad driftstart av Kärnbränsleförvaret samma som i föregående avsnitt, storleksordningen 600 MSEK/år.

Förlängt arbete med tillståndsprövningarna skulle därför innebära en kostnadsökning på i storleksordningen 680 MSEK/år.

4.2.3 Förändrade byggkostnader

I enlighet med avsnitt 3 så utgår byggkostnadsanalysen från att en dubbeltunnel uppförs från nuvarande SFR-området vid Stora Asphällan.

För att underlätta jämförelsen behålls nuvarande principiella anläggningslayout och krav. Detta innebär bland annat dubbla tunnlar ner till förvarsdjup samt samma utformning av bergssalar och barriärer. Förvaret placeras på ca 200 m i enlighet med avsnitt 3.1 och med en maximal lutning på 10 % så krävs därmed två tunnlar på ca 2 km.

I planeringen för utbyggt SFR ingår uppdatering av media som el, tele, ventilation, etc. Samtliga dessa anslutningar görs via tillfartstunnlarna, även till de nya förvarsrummen på 120 m djup. Det innebär att installationsarbetet för mediaförsörjning till utbyggnaden av SFR för alternativ lokalisering inte medför någon signifikant skillnad, jämfört med nuvarande planering för sökt lokalisering. Dock måste viss uppdatering av mediaförsörjningen till befintligt SFR ändå göras.

Att driva en ny dubbeltunnel ner till förvarsdjupet 200 m för alternativ lokalisering i linsen tar ca ett år längre tid än att nå tänkt djup för sökt lokalisering. Detta beror dels på att förvaret ligger något djupare och dels på att drivningen måste starta vid markytan till skillnad från sökt lokalisering där arbetet med tunnlar kan påbörjas nere vid förvarsdjup på befintlig anläggning (reaktortanktunnel behövs inte längre då det är beslutat att reaktortankar ska segmenteras). Till detta ska även läggas tiden för iordningställande av mark samt uppförande

² Avser endast resurser för Projekt Kärnbränsleförvaret i Forsmark och Projekt SFR utbyggnad.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

av tunnelpåslaget vid Stora Asphällan. För utbyggnad av bergssalarna samt installationerna antas ingen skillnad i byggtid eller kostnad.

Merkostnaderna för ett års utökad byggherre- och projektorganisation, påslaget vid Stora Asphällan samt ca 170 000 tfm³ mer berg bedöms hamna på i storleksordningen 350 MSEK. Installationskostnaderna skulle sannolikt vara högre då samordningsvinsterna är mindre, men detta tas inte upp i kalkylen.

4.2.4 Summering av kostnader

Kostnadsanalysen innehåller som tidigare nämnts stora osäkerheter inte minst då den också är beroende av agerandet hos andra parter än SKB. De kostnader som anges är med avsikt benämnda storleksordningar snarare än precisa estimat.

Men med ovan uppgifter hamnar den kostnadsökning som en alternativ lokalisering i linsen skulle gett upphov till på minst i storleksordningen 350 MSEK om endast hänsyn tas till byggkostnader. Det mest sannolika scenariot är dock att både framtagningen av ansökan samt tillståndsprocessen skulle försenats med minst ett år respektive. Detta innebär tillsammans med ökade byggkostnader en bedömd lägsta kostnadsökning på 1 830 MSEK (1x800 + 1x680 + 350 MSEK). Sannolikt skulle förseningen och den resulterande kostnadsökningen vara högre. Den ökade kostnaden kan sättas i relation till den bedömda kostnaden för uppförandet av sökt lokalisering av SFR inklusive ansökan och tillståndsprocess på i storleksordning 3 000 MSEK.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen vara sämre än sökt lokalisering.

4.3 Miljö och hälsa

Lokaliseringen av ett slutförvar måste ta hänsyn till markanvändningsintressen och olika former av påverkan på miljön och människors hälsa. Exempel på sådan påverkan är att mark behöver tas in anspråk och att bergmassor behöver hanteras, vilket genererar bland annat buller, luftutsläpp och utsläpp till vatten.

Hänsyn tas till skyddad och skyddsvärd natur, såsom riksintresse, naturreservat, Natura 2000-område, naturvärdesobjekt eller liknande. För vattenförekomster finns även miljökvalitetsnormer som inte får överskridas. Skillnaden mellan sökt lokalisering och alternativ lokalisering i linsen är ur detta perspektiv liten då de är lokaliserade inom samma område och tar mark in anspråk som ändå är avsedd för slutförvarsanläggningar (SFR respektive Kärnbränsleförvaret).

Då flera av de miljöeffekter som en utbyggnad av SFR bedöms ge upphov till är kopplade till mängden bergmassor som tas ut (utsläpp av kvävehaltigt vatten, ianspråktagande av mark för upplag av bergmassor, borttransport av bergmassor, etc) skiljer sig alternativen åt utifrån de berguttag som krävs. En längre tunnel kan även (beroende på från hur många fronter tunneln kan drivas) medföra en längre byggtid vilket gör att miljöpåverkan pågår under längre tid.

Att driva en ny dubbeltunnel ner till förvarsdjupet 200 m för alternativ lokalisering i linsen kräver större berguttag, ca 170 000 tfm³, samt bedöms ta cirka ett år längre tid än att nå tänkt djup vid SFR. Detta beror dels på att förvaret ligger djupare och dels på att drivningen måste starta vid markytan till skillnad från sökt lokalisering där arbetet med tunnlar kan påbörjas nere i berget (reaktortanktunnel behövs inte längre då det är beslutat att reaktortankar ska segmenteras).

Då dubbeltunneln i alternativ lokalisering blir längre än för sökt lokalisering bedöms alternativ lokalisering i linsen vara sämre än sökt lokalisering.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

4.4 Samhällsaspekter

För att slutförvaring av rivningsavfall överhuvudtaget ska komma till stånd krävs förtroende och acceptans från samhället på den plats och ort som det gäller samt tillgång till aktuellt markområde. Skillnaden mellan alternativen är liten då de är lokaliserade inom samma område.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering .

5 Jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering i den tektoniska linsen för tiden efter förslutning

För tiden efter förslutning baseras lokaliseringsfaktorena på de säkerhetsfunktioner som bedömts vara betydelsefulla för förvarets säkerhet efter förslutning i säkerhetsanalysen SAR-08 (SKB 2008b). Dessa är:

- Berggrundens vattengenomsläpplighet
- Hydraulisk gradient
- Reducerande förhållanden
- Seismisk aktivitet
- Malmpotential
- Sannolikhet för brunnborrning
- Klimat- och klimatrelaterade processer

Om förvaret istället för sökt lokalisering placeras i närheten av Kärnbränsleförvaret tillkommer ytterligare en lokaliseringsfaktor:

- Kan interaktion mellan förvar innebära att säkerheten försämras för något av förvaren?

5.1 Vattengenomsläpplighet i berggrunden

Vattengenomsläppligheten i berggrunden styr tillsammans med den hydrauliska gradienten grundvattenströmningen i förvaret. I en kristallin (granitisk/urberg) berggrund är det frekvensen, vattengenomsläpplighet och storlek hos de vattenförande sprickorna som är de avgörande faktorerna. Dessa parametrar påverkar förutsättningarna för flöde av vatten samt transport av lösta ämnen till och från förvaret och därmed hur mycket radioaktiva ämnen som kan spridas via grundvattnet. Vattengenomsläppligheten diskuteras i kapitel 2. Som visats i Figur 2-2, vänstra bilden, är spricktransmissiviteten lägre närmare 200 m och därunder än i det yttligare berget.

Då syftet med föreliggande dokument är att utreda de strålsäkerhetsmässiga fördelar en lokalisering i fördelaktigt berg kan förväntas ha i förhållande till sökt lokalisering förutsätts att ett sådant fördelaktigt berg med lägre vattengenomsläpplighet kan hittas.

Ur detta perspektiv bedöms därför alternativ lokalisering i linsen vara bättre än sökt lokalisering. Det bör dock noteras att kompletterande undersökningar av linsen skulle behövas för att bestämma det lämpliga läget för en sådan, i nuläget, hypotetisk volym.

5.2 Hydraulisk gradient

Låg hydraulisk gradient bidrar till lågt vattenflöde i förvaret. Den avgörande faktorn för den hydrauliska gradienten är terrängens relief. Ju kraftigare nivåvariationerna är i terrängen desto större är potentialen för lokala cirkulationsceller med förhöjda hydrauliska gradienter som dominerar över den flackare regionala gradienten. För den sökta utbyggnaden av SFR är

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

den hydrauliska gradienten inledningsvis, då förvaret befinner sig under havet, mycket liten. Gradienten är då mindre än för en alternativ lokalisering i linsen under land. Detta gäller dock bara under en inledande tidsperiod (cirka 1000 år) innan landhöjningen gjort att även sökt lokalisering befinner sig under land. Efter cirka 1000 år är alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering, se Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Hydraulisk gradient för platserna för Kärnbränsleförvaret och befintligt SFR (SKB 2013, tabell 3-3). Gradienten gäller för framtida förhållanden när platserna befinner sig under land. Inledningsvis då befintligt SFR befinner sig under havet är gradienten för området kring befintligt SFR lägre.

	Hydraulisk gradient (m/m)
Kärnbränsleförvaret	0,0018
Befintligt SFR	0,0018

Ur detta perspektiv bedöms sökt lokalisering som något bättre än alternativ lokalisering i linsen eftersom den hydrauliska gradienten är lägre under den initiala tiden när aktiviteten är högst. Hur gradienten påverkar flödet, särskilt under den inledande tidsperioden, diskuteras i detalj i Kapitel 6.

5.3 Reducerande förhållanden

God sorption är betydelsefull för förvarets funktion. Många ämnen sorberar bättre om det råder reducerande förhållanden i berggrunden på förvarsdjup. Den stora mängden järn som kommer att finnas i förvaret bidrar till reducerande förhållanden. Reducerande förhållanden i berggrunden betraktas som ett krav i samband med lokalisering och både den sökta utbyggnaden av SFR och de två alternativen i linsen bör tillgodose detta krav.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering.

5.4 Seismisk aktivitet

Möjliga konsekvenser av jordskalv beaktas vid förvarets lokalisering och utformning.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering.

5.5 Malmpotential

I en säkerhetsanalys bedöms sannolikhet och konsekvens av framtida oavsiktligt intrång i förvaret, liksom andra av människor orsakade oavsiktliga händelser som kan påverka förvarets långsiktiga säkerhet. De faktorer som måste beaktas är risk för intrång i förvaret eller dess närhet på grund av sökande eller brytning av malmmineral (naturresurser) och risk för brunnborrning. Avsaknad av malmpotential är ett krav vid lokalisering och både den sökta utbyggnaden av SFR och de två alternativen i linsen tillgodoser detta krav.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering.

5.6 Risk för brunnborrning

En av de strålsäkerhetsmässiga fördelarna med sökt lokalisering jämfört med en alternativ lokalisering i linsen (se linsens utsträckning i Figur 2-1) är att förvaret inledningsvis befinner sig under havet. Detta innebär att oavsiktligt intrång via brunnborrning i princip kan uteslutas under de inledande tusen åren. Under denna tid kommer en stor del (i princip alla radionuklider med en halveringstid kortare än något hundra tal år såsom Co-60, Cs-137, Sr-90 och Ni-63) av radionukliderna i förvaret att hinna sönderfalla till obetydliga nivåer och endast 2 % av aktiviteten kvarstår efter 1000 år. För att minska risken för framtida intrång genom brunnborrning placeras alternativ lokalisering i linsen djupare.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

Under förutsättning att ett förvar i linsen placeras på ca 200 m djup bedöms alternativ lokalisering i linsen näst intill likvärdigt med sökt lokalisering.

5.7 Klimat- och klimatrelaterade processer

Framtida klimat kan påverka förvarets barriärer och dess omgivning. Bland annat finns risk för frysning under kalla perioder med permafrost, vilket kan påverka de tekniska barriärernas funktion och grundvattnets flödesmönster. Konsekvenserna av havsyteförändringar, landhöjning och tillväxt av permafrost i samband med kommande perioder av kallt klimat inkluderas i en säkerhetsanalys.

För att undvika frysning placeras exempelvis Kärnbränsleförvaret på ett så stort djup att permafrost inte når förvaret. För förvar av kortlivat avfall är en placering på permafrostfritt djup inget krav. Då avfallets innehåll av långlivad aktivitet är begränsat har aktiviteten avklingat till obetydliga nivåer vid den tidpunkt då permafrost kan tänkas nå förvarsdjup.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen likvärdigt med sökt lokalisering.

5.8 Interaktion mellan förvar

En förutsättning för en alternativ lokalisering i linsen är att förvaren inte påverkar varandra på ett oacceptabelt sätt. Vid sökt lokalisering av utbyggnaden bedöms den och Kärnbränsleförvaret inte påverka varandras funktioner då avståndet mellan de två är betydligt mycket längre än för en alternativ lokalisering i linsen.

Om utbyggd del av SFR istället placeras i linsen i närheten till Kärnbränsleförvaret måste det säkerställas att de två förvaren fungerar tillsammans. Alkaliskt vatten från SFR kan öka nedbrytningen av bentonit i Kärnbränsleförvaret. Dessutom kan de komplexbildare som finns i SFR försämra sorptionen för vissa radionuklider. Det är inte utrett hur nära Kärnbränsleförvaret alternativ lokalisering i linsen kan placeras. För Kärnbränsleförvarets behov uppskattas dock att cementbaserad injektering kan användas ned till åtminstone 200 m (Sidborn et al. 2014). Då den mängd injektering som används är betydligt mindre än den totala volymen cementbaserade material i utbyggd del av SFR indikerar detta att de problem det alkaliska vattnet kan orsaka inte enkelt kan avfärdas.

Ur detta perspektiv bedöms alternativ lokalisering i linsen vara sämre än sökt lokalisering.

6 Uppskattning av slutförvarets skyddsförmåga för alternativ lokalisering

I avsnitt 4 diskuteras hur den alternativa lokaliseringen förhåller sig till sökt lokalisering utifrån tillämpande av bästa möjliga teknik för perioden efter förslutning. I den jämförelsen antogs att det går att hitta berg med lägre vattengenomsläpplighet i linsen, men också att den hydrauliska gradienten är högre för alternativ lokalisering i linsen än i sökt lokalisering under de första 1000 åren. Den alternativa lokaliseringen i linsen bör även placeras djupare för att minska risken för framtida intrång genom brunnborrning.

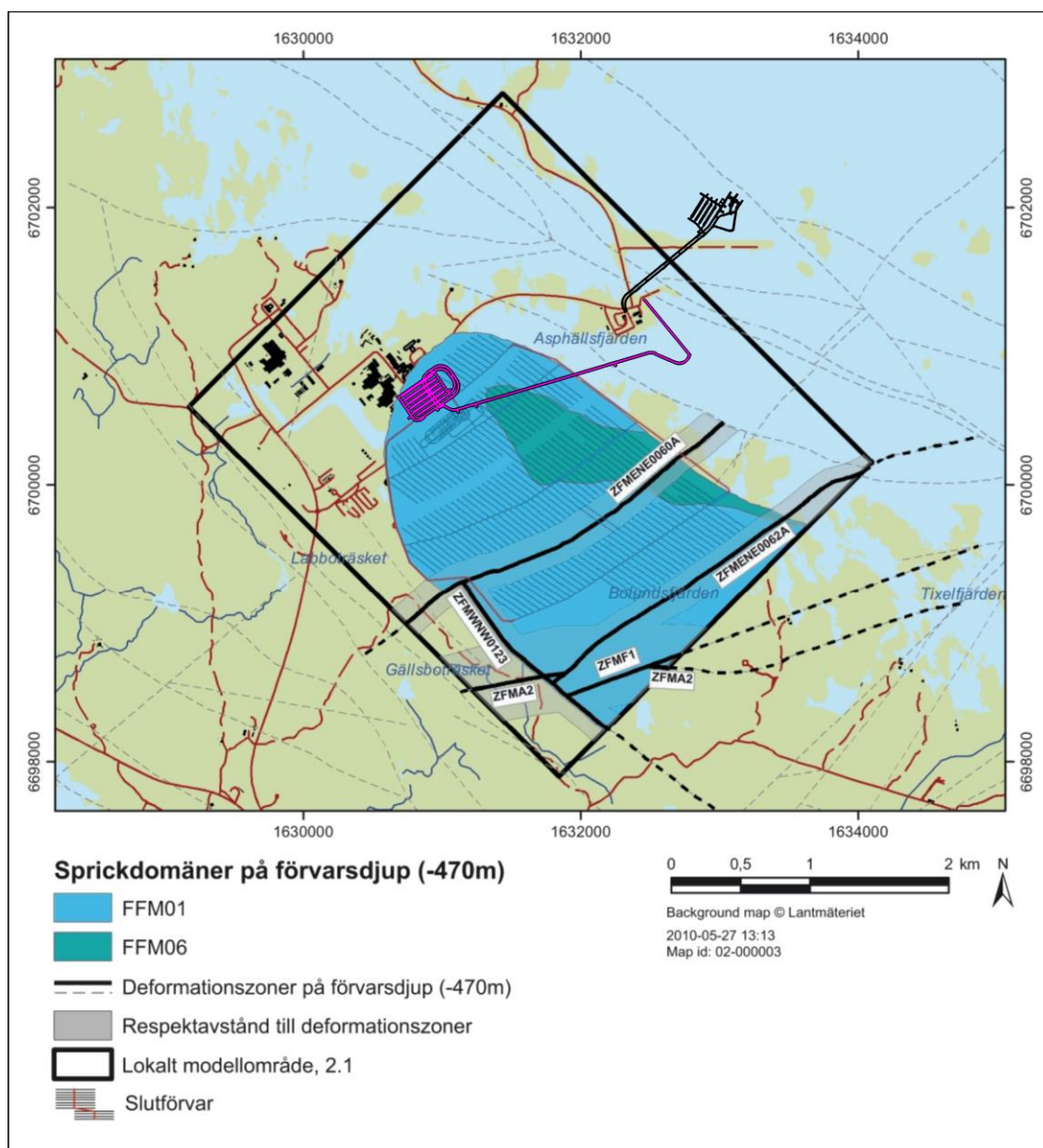
I detta kapitel diskuteras effekter på slutförvarets skyddsförmåga för tidpunkterna 2000 AD, 2500 AD samt 5000 AD. Efter dessa tider påverkas flödessystemet inte längre av landhöjningen och resultaten för 5000 AD kan antas gälla för tider även därefter.

6.1 Alternativ lokalisering

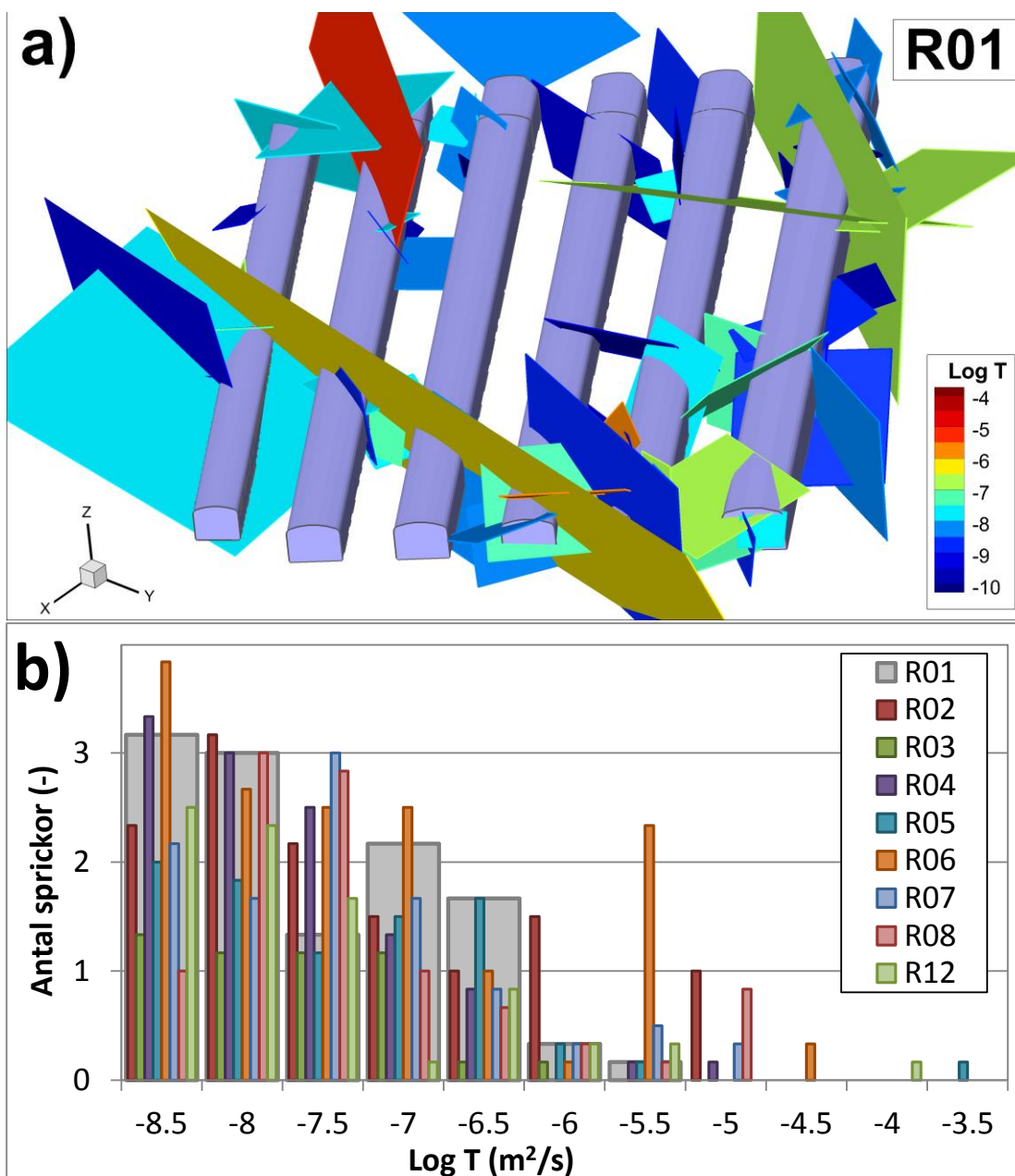
För att kvantitativt uppskatta hur slutförvarets skyddsförmåga påverkas av att placera förvaret i ett berg med lägre vattengenomsläpplighet, analyserades (Öhman och Odén 2017) en alternativ lokalisering i linsen norr om den planerade rampen för Kärnbränsleförvaret (Figur 6-1).

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

Förvaret i linsen är anslutet från SFR:s ovanmarksanläggning och bergssalarna är placerade så att deterministiska modellerade deformationszoner undviks samt på 200 m djup för att undvika det ytligare berget med högre spricktransmissivitet och för att minska risken för framtida intrång genom brunnborrning. Bergssalarna kan placeras utan att skära deformationszoner som är större än 1 000 m, men eftersom den nuvarande geologiska modellen i linsen inte beskriver zoner ned till 300 m längd är det svårt att göra en rättvis jämförelse mot sökt lokalisering i anslutning till den befintliga anläggningen. Bergmassan som omger alternativ lokalisering beskrivs enbart stokastiskt (dvs med sprickstorlek ända upp till 1 000 m), och måste därför utvärderas genom stokastisk analys av spricknätverksmodellen för området (dvs statistisk analys av ett antal DFN-realiseringar; Figur 6-2). De studerade DFN-realiseringarna (nio stycken) visar att stokastiska vattenförande strukturer inte kan uteslutas korsa någon av bergssalarna. Baserat på analysen av DFN-realiseringar valdes tre realiseringar för att representera variabiliteten hos bergmassan avseende transmissivitet hos korsande sprickor, en med låg summerad transmissivitet, en med medel samt en med hög. För de tre valda DFN-realiseringar genomfördes flödessimuleringar för tre tidssteg, 2000 AD, 2500 AD samt 5000 AD.



Figur 6-1. Alternativ lokalisering i den tektoniska linsen.



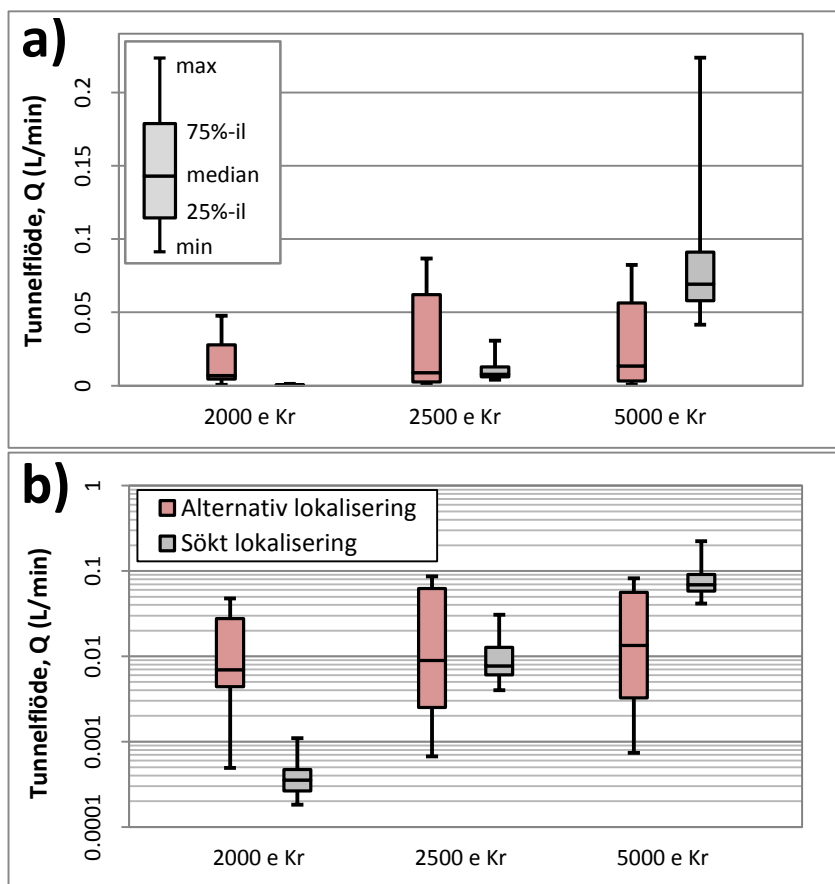
Figur 6-2. Exempel på stokastisk analys av omgivande bergmassa i alternativ lokalisering; a) stokastiska sprickor som korsar bergssalar och b) frekvensfördelning av skärande sprickor i de nio DFN-realiseringarna R01 till R12.

6.2 Flöden genom bergssalar

Vattenflödena genom bergssalar har beräknats för tre olika tidssteg (Öhman och Odén 2017), Figur 6-3. Resultaten visar att vid 2000 AD är vattenflödena genom ett förvar i linsen i snitt en storleksordning större än för sökt lokalisering. Detta beror på den låga hydrauliska gradienten i ett förvar under havet. Landhöjningen vid 2500 AD ökar flödena något för alternativ lokalisering, men betydligt mer för sökt lokalisering, dock är flödena för ett förvar i linsen fortfarande något högre. Variabilitet mellan DFN-realiseringarna är högre för ett förvar i linsen vilket speglar den osäkerhet som orsakas av att strukturer i storleksordningen 300 till 1000 m inte modellerats deterministiskt. När flödessystemet inte längre påverkas av landhöjningen ger alternativ lokalisering lägre flöden, vilket beror på en kombination av förhållandena i det omgivande berget samt den djupare placeringen av anläggningen. Det bör dock påpekas att det modellerade max-värdet i Figur 6-3 för den alternativa lokaliseringen

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

förmodligen underskattats på grund av det begränsade antalet studerade DFN-realiseringar samt att inga 300 m deformationszoner modelleras deterministiskt i linsen.



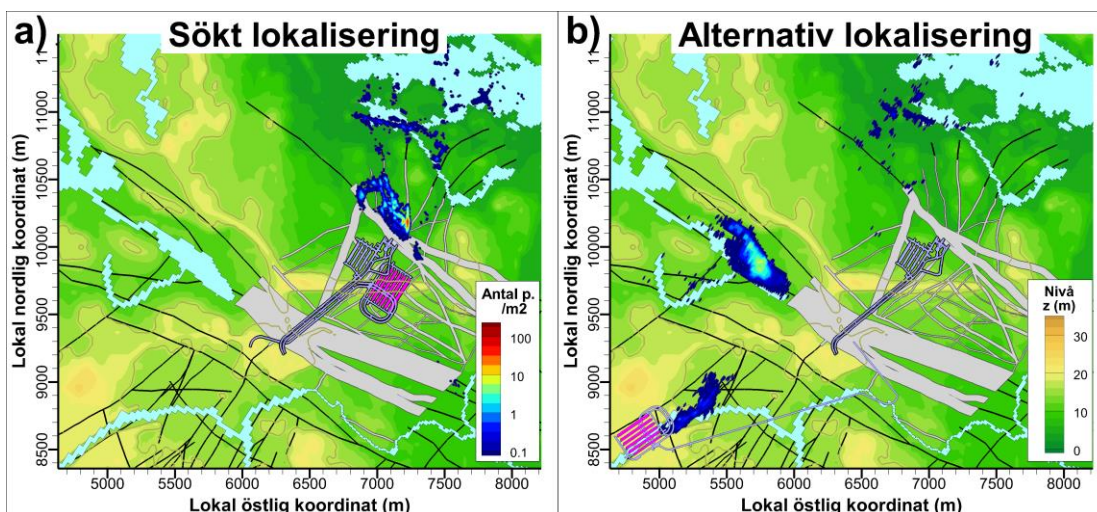
Figur 6-3. Totala flöden genom bergssalar för 2000 AD, 2500 AD samt 5000 AD; a) linjär skala och b) logaritmisk skala.

6.3 Utströmningsområden

Genomförd partikelspårning (Öhman och Odén 2017) visar att alternativ lokalisering i linsen leder till utströmningsområden från utbyggd del av SFR framförallt i biosfärsobjekt 118 (92 %) samt objekt 120 (7 %), se Tabell 6-1. Objekt 118 och 120 erhåller inga utsläppspunkter för sökt lokalisering och beskrivs därför inte i biosfärens syntesrapport. De två objekten ingår dock bland de objekt som modellerades i landskapsmodellen (Brydsten och Strömgren 2013). Både objekt 118 och 120 är havsvikar som snörs av till sjöar runt 2900 AD respektive 2500 AD.

För sökt lokalisering leder utsläpp från utbyggnaden till utströmningsområden i framförallt objekt 157_2 men i viss mån även till objekt 159, 157_1 och 116. Objekt 157_2 utvecklar ingen sjö utan utvecklas från en havsvik till en våtmark.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering



Figur 6-4. Utströmningsområden från utbyggd del, a) för sökt lokalisering samt b) för alternativ lokalisering i linsen vid 5000 AD.

Tabell 6-1. Biosfärsobjekt relaterade till utströmningsområden (5000 AD) för sökt lokalisering samt för alternativ lokalisering i linsen.

Läge	Partikel utsläpp (%)	Fraktion partiklar som når respektive biosfärsobjekt (%)								
		157_2	157_1	116	159	121_2	121_1	118	120	117
Sökt	100	95,7	3,1	0,67	0,60	0,01	0,001			
1BRT	13	12,6	0,21	0,02	0,02					
2BLA	17	16,5	0,36	0,03	0,06					
3BLA	17	16,0	0,46	0,05	0,14					
4BLA	17	15,9	0,45	0,09	0,12					
5BLA	16	15,4	0,58	0,17	0,10	0,0005				
2BMA	21	19,4	0,97	0,31	0,17	0,01	0,001			
Alternativ	100	0,01	0,3	0,2				92	7	0,001
1BRT	12	0,001	0,01	0,01				11	1,4	
2BLA	17	0,003	0,05	0,02				15	1,8	
3BLA	17	0,003	0,07	0,03				14	3,0	
4BLA	16	0,003	0,09	0,05				15	0,6	
5BLA	17		0,05	0,03				16	0,4	
2BMA	21	0,001	0,05	0,04				21	0,1	0,001

6.4 Förvarets skyddsförmåga - effekter på radionuklidtransport i förvaret och dos

Vattenflödena genom bergssalarna i utbyggt SFR är låga för både alternativ och sökt lokalisering. Utifrån Figur 6-3 kan konstateras att flödena för alternativ lokalisering är högre än för sökt lokalisering under de första 500 åren efter förslutning, medianflödet är nästan 30 gånger högre vid år 2000 AD. Flödena under de första 500 åren är dock väldigt små för båda alternativen och lägre än för sökt lokalisering vid 5000 AD. Vid år 5000 AD är medianflödet för sökt lokalisering ungefär fem gånger högre för sökt lokalisering än alternativ lokalisering. Efter 5000 AD har strandlinjen passerat förvaret och flödena för respektive lokalisering antas bestå under resten av analysperioden.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

För silo, 1BMA och 2BMA som bidrar med ca 70 % till maxdosen i huvudscenariot i säkerhetsanalysen (SKB 2015, tabell 9-1), har diffusion en stor betydelse för transporten av radionuklider från avfallet genom barriärerna under de första 20 000 åren efter förslutning när barriärerna är intakta. Detta gör att skillnaderna i radionuklidtransport för de olika alternativen inte blir lika stora som skillnaderna i vattenflödena. Efter 20 000 år antas betongbarriärerna ha degraderat och vattenflödet som går genom dem ökar. Detta innebär att advektionen får en större betydelse för radionuklidtransporten genom betongbarriärerna, men ökningen är inte stor utan diffusionen har fortfarande stor inverkan på den totala radionuklidtransporten. Det ökade flödet för alternativ placering under den initiala perioden sker under så begränsad tid att det inte förväntas ge stora effekter på radionuklidtransporten. De något lägre flödena efter 5000 AD förväntas inte heller ge någon stor effekt på radionuklidtransport eftersom den totala transporten är beroende av både advektion och diffusion för de bergssalar som bidrar mest till dosen. För BLA-salarna och BRT är transporten av radionuklider dominerad av advektion, men dessa bergssalar bidrar till en mindre del av dosen i säkerhetsanalysen och de ändrade flödena antas inte heller för dessa bergssalar ha någon signifikant betydelse för säkerheten.

En alternativ lokalisering ger upphov till utsläpp i andra biosfärsobjekt. Dosen har inte beräknats för utsläpp till dessa objekt, men effekter av spridning av utsläpp till flera objekt har undersökts av Saetre och Ekström (2017). Där visas att om en del av utsläppet till objekt 157_2 istället sker till nedströms sjöar 157_1 och 116 leder det till en något mindre maxdos. Utsläpp från utbyggnaden av SFR utgör ett mindre bidrag till den totala dosen från SFR i säkerhetsanalysen, 18 % av totala maxdosen i huvudscenariot (SKB 2015, tabell 9-1). Därmed kommer majoriteten av utsläpp ske till 157_2 också vid en alternativ lokalisering av utbyggnaden i linsen. Objekt 118 och 120 har andra egenskaper med avseende på storlek, regoljtdjup och tillrinningsområden, än de objekt som inkluderades i huvudscenariot. Saetre och Ekström (2017) visade dock i en känslighetsstudie av osäkerheter i landskapsparametrar att skillnaden i dos inte blir stor för olika objekt. Ett realistiskt högt utsläpp till det mest ogynnsamma objektet resulterade endast i en 2,5 gånger högre dos än ett utsläpp till 157_2. Detta beror främst på att miljöfaktorer som jorddjup och grundvattenflöde påverkar dosen från C-14 och Mo-93 i motsatt riktning.

Slutsatsen av jämförelsen av förvarets skyddsförmåga för de olika lokaliseringarna är att skillnaderna mellan alternativ lokalisering i linsen och sökt lokalisering bedöms som liten och båda alternativen bedöms ha förutsättningar att uppfylla riskkriteriet på 10^{-6} per år.

7 Sammanfattning och skälighetsavvägning

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). Detta motsvarar en dos på 14 μ Sv vilket är ungefär 1 % av bakgrundsstrålningen i Forsmark. I ansökan visas att detta krav uppfylls för sökt lokalisering av utbyggd del av SFR. Då syftet med dessa beräkningar inte är att prediktera en framtida radiologisk risk utan att visa att kravet avseende radiologisk risk uppfylls, innehåller analysen försiktiga antaganden som förenklar analysen men som överskattar den radiologiska risken. Då förutsättningar och antaganden kan skilja kan det vara olämpligt att jämföra resultat från olika riskberäkningar i syfte att rangordna de olika alternativen. En alternativ lokalisering i linsen bedöms ge likartade resultat med avseende på dos och ha förutsättningar att uppfylla kravet avseende radiologisk risk. Sökt lokalisering har säkerhetsfördelen att vattenflödena genom bergssalarna är lägre under den initiala perioden när radioaktiviteten i förvaret är som högst.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

I tidigare kapitel har ett antal olika lokaliseringsfaktorer diskuterats för alternativ lokalisering i linsen i förhållande till sökt lokalisering, en sammanfattning av detta presenteras i Tabell 7-1.

För ett förvar i Forsmarkslinsen måste horisontella bankningsplan och andra vattenförande strukturer som sträcker sig ned till, i storleksordningen, 150-200 m undvikas. För att minska risken för oavsiktligt intrång genom brunnborrning bör även ett förvar under mark placeras på ett större djup än ett förvar som ligger under havet. Detta har medfört att en alternativ lokalisering i linsen bör placeras djupare än 150-200 m. Att driva en ny dubbeltunnel ner till förvarsdjupet 200 m för alternativ lokalisering i linsen bedöms ta cirka ett år längre tid än att nå planerat djup vid SFR. Detta beror dels på att förvaret ligger djupare och dels på att drivningen måste starta vid markytan till skillnad från sökt lokalisering där arbetet med tunnarna kan påbörjas på ca 55 meters djup. Den ökade tunnel drivningen som krävs för alternativ lokalisering i linsen medför ökade kostnader (ca 350 MSEK om endast hänsyn tas till byggkostnader), större miljöbelastning och en förlängd byggtid.

För Kärnbränsleförvaret har det bedömts att alkaliskt vatten kan orsaka en ökad nedbrytning av bentonit. Då utbyggd del av SFR innehåller stora mängder cement är det inte orimligt att de två förvaren inte kan placeras för nära varandra. Det är dock inte utrett hur nära en alternativ lokalisering i linsen kan ligga Kärnbränsleförvaret. För Kärnbränsleförvaret uppskattas dock att injektering baserad på standardcement kan användas ned till åtminstone 200 m (Sidborn et al. 2014). Då den mängd injektering som används är betydligt mindre än den totala volymen cementbaserade material i utbyggd del av SFR indikerar detta att de problem det alkaliska vattnet kan orsaka inte enkelt kan avfärdas.

En alternativ lokalisering i linsen har den potentiella fördelen att förvaret skulle kunna placeras i berg med något lägre vattengenomsläpplighet, dock visar utredningen att skillnaden i vattenflöden genom bergssalar är liten och osäker. En alternativ lokalisering i linsen bedöms även ge likartade resultat med avseende på dos. De huvudsakliga nackdelarna med alternativ lokalisering i linsen är högre kostnader och ökad miljöpåverkan i huvudsak kopplade till det ökade bergguttaget (längre tillfartstunnlar) som behövs för att åstadkomma de nya bergssalarna. Omfattande analyser av säkerheten efter förslutning skulle behövts för att undersöka, och om möjligt säkerställa, att alternativ lokalisering i linsen och Kärnbränsleförvaret inte skulle ha en negativ påverkan på varandra. Dessutom hade en lokalisering i linsen medfört en sammankoppling av tillståndsprövning och genomförande av de två projekten. En alternativ lokaliseringen i linsen skulle därmed försenat tillståndprocesserna för Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR. Det skulle medföra en förskjutning av tidpunkten då rivningsavfallet från de avställda kärnkraftverken kan börja tas omhand. I kap 4.2 redovisas att det mest sannolika scenariot varit att både framtagningen av ansökan samt tillståndprocessen skulle försenats med minst ett år var, förutsatt att linsen hade varit SKB:s förstahandsval och att ansökan hade synkroniserats med projekt Kärnbränsleförvaret snarast efter platsval. Detta innebär tillsammans med ökade byggkostnader en bedömd lägsta kostnadsökning på 1 830 MSEK för en alternativ lokalisering i linsen. Den ökade kostnaden kan sättas i relation till den bedömda kostnaden för uppförandet av sökt lokalisering, inklusive ansökan och tillståndprocess, på i storleksordning 3 000 MSEK.

Utredningen visar att en alternativ lokalisering i linsen inte skulle medföra några tydliga fördelar jämfört med sökt lokalisering, men däremot ett flertal väsentliga nackdelar. Den enda fördelen med en lokalisering i linsen skulle vara att förvaret kan förläggas i en berggrund med lägre vattengenomsläpplighet, dock visar utredningen att en alternativ lokalisering i linsen ger likartade resultat med avseende på dos. Sammanfattningsvis anser SKB att det genom utredningen inte har framkommit någon omständighet som ger anledning att överväga annan lokalisering än den sökta.

Kompletterande jämförelse mellan sökt lokalisering och en alternativ lokalisering

Tabell 7-1. Jämförelse mellan sökt lokalisering och alternativ lokalisering i linsen som beskrivs i detta dokument. Jämförelsen baseras på de lokaliseringsfaktorer som presenterades i lokaliseringsutredningen (SKB 2013).

Lokaliseringsfaktorer		Alternativ lokalisering i linsen i förhållande till sökt lokalisering
Säkerhet efter förslutning	Vattengenomsläpplighet i berggrunden	Bättre
	Hydraulisk gradient	Sämre
	Reducerande förhållanden	Likvärdigt
	Seismisk aktivitet	Likvärdigt
	Malmpotential	Likvärdigt
	Risk för brunnborrning	Likvärdigt ¹
	Klimat- och klimatrelaterade processer	Likvärdigt
	Interaktion mellan förvar	Sämre
Teknik för genomförande	Bygge och drift av berganläggningar	Sämre
	Utrymme för anläggningar ovan och under mark	Likvärdigt
	Transporter	Likvärdigt
	Samordningsmöjligheter med befintlig eller planerad verksamhet	Sämre
	Kostnader	Sämre
	Tidsåtgång till driftklar anläggning	Sämre
Miljö och hälsa		Sämre
Samhällsaspekter		Likvärdigt

¹ Bedöms likvärdigt då djupet för alternativ lokalisering i linsen anpassats för att minska risken för brunnborrning.

8 Referenser

Brydsten L, Strömgren M, 2013. Landscape development in the Forsmark area from the past into the future (8500 BC–40000 AD). SKB R-13-27. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Christiansson R, 2017. Bergtekniska synpunkter på lokalisering av SFR3 i linsen. SKBdoc 1566633 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Saetre P, Ektröm P-A, 2017. Kompletterande beräkningar om biosfärsobjekt . SKBdoc 1571087 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Sidborn M, Marsic N, Crawford J, Joyce S, Hartley L, Idiart A, de Vries L M, Maia F, Molinero J, Svensson U, Vidstrand P, Alexander R, 2014. Potential alkaline conditions for deposition holes of a repository in Forsmark as a consequence of OPC grouting. Revised final report after review. SKB R-12-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2008a. Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2008b. Safety analysis SFR 1. Long-term safety. SKB R-08-130, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2010. Site engineering report Forsmark. Guidelines for underground design Step D2. SKB R-08-83, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2011. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2013. Plats för slutförvaring av kortlivat rivningsavfall. SKB P-13-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2015. Redovisning av säkerhet efter förslutning för SFR. Huvudrapport för säkerhetsanalysen SR-PSU. SKBdoc 1469109 ver 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2017. Multidisciplinary description of the access area of a planned spent nuclear fuel repository in Forsmark prior to construction - Facility part scale description, FPS-A. SKB R-17-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Stephens M B, Fox A, La Pointe P R, Isaksson H, Simeonov A, Hermanson J, Öhman J, 2007. Geology – Site descriptive modelling Forsmark stage 2.2. SKB R-07-45, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Vahlund F, 2016. Jämförelse mellan sökt placering och en alternativ placering i den tektoniska linsen i Forsmark. SKBdoc 1534753 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Öhman J, Odén M, 2017. TD15 Complementary simulation cases in support of SR-PSU. SKBdoc1578373 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.