

Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark

Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion

Ulrika Hamrén, Per Collinder, Johan Allmér
Ekologigruppen AB

November 2010

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



ISSN 1402-3091

SKB R-10-17

Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark

Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion

Ulrika Hamrén, Per Collinder, Johan Allmér
Ekologigruppen AB

November 2010

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna. SKB kan dra andra slutsatser, baserade på flera litteraturkällor och/eller expertsynpunkter.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se.

Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har valt Forsmark i Östhammars kommun som plats för ett slutförvar för använt kärnbränsle. Denna rapport beskriver konsekvenser för naturvärden och skogsbruk till följd av grundvattenbortledning under slutförvarsanläggningens uppförande och drift. Rapporten behandlar specifikt naturvärden som är beroende eller gynnade av en grundvattenyta nära eller ovan markytan.

Forsmark är ett mycket värdefullt område ur naturvårdssynpunkt. De höga naturvärdena beror på det kustnära läget, flack topografi, snabb strandlinjeförskjutning och små men betydelsefulla höjdvariationer. Andra faktorer är den kalkrika marken, läget i en gränsszon mellan nordliga och sydliga naturtyper samt ett förhållandevis ostört läge, undantaget kärnkraftverket och tillhörande verksamheter. Avsnörning av havsvikar och en succession med insjöar, gölar, kärr och strandängar ger en mycket stor artrikedom, framförallt knuten till våtmarker (kalkgölar och rikkärr) med förekomster av rödlistade och/eller skyddade arter såsom gulyxne och gölgroda. Områdets skogsmiljöer inkluderar ört-kalkbarrskog med förekomst av rödlistade och kalkgynnade svampar.

Grundvattenbortledningen bedöms medföra märkbara konsekvenser för rödlistade svampar i ört-kalkbarrskog. Ett flertal av dessa arter är inte beroende av grundvattenytans nivå utan förekommer i marker med olika markfuktighetsförhållanden. Flertalet av områdets våtmarker bedöms dock vara mycket känsliga för förändringar av de hydrogeologiska och hydrologiska förhållandena. Även en måttlig avsänkning av grundvattenytans nivå kan orsaka vegetationsförändringar i rikkärr och förändringar av vattentillförseln till kalkgölar kan påverka reproduktionen av exempelvis gölgroda.

Grundvattenbortledningen från förvaret bedöms medföra stora konsekvenser för 15 våtmarker (främst rikkärr) om inga åtgärder vidtas. Utan åtgärder bedöms konsekvenserna bli mycket stora för två våtmarker. En av dessa består av en kalkgöl som omges av rikkärrsvegetation, med förekomst av de skyddade arterna gulyxne och gölgroda. Den andra utgörs av ett artrikt rikkärr med förekomst av värdefulla rikkärrsarter, men utan förekomst av gulyxne och gölgroda.

Åtgärder i form av vattentillförsel planeras för fem våtmarker med mycket höga naturvärden som är belägna i eller i nära anslutning till det modellberäknade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning. Vattentillförseln syftar till att bibehålla naturvärden och arter i dessa våtmarker. För några andra våtmarker med lägre naturvärden planeras inga åtgärder och grundvattenbortledningen bedöms kunna medföra märkbara till stora konsekvenser för dessa våtmarker.

Även med åtgärder i form av vattentillförsel bedöms grundvattenbortledningen medföra påtaglig skada för ett riksintresse för naturvärden (Forsmark-Kallrigafjärden), eftersom naturvärden som motiverat riksintresset berörs. För ett värsta fall visar modellberäkningar på en mindre avsänkning av grundvattenytan i en liten del av Natura 2000-området Kallriga. Bedömningen är att de livsmiljöer och arter som ska skyddas i Natura 2000-området inte kommer att skadas eller utsättas för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av utpekade arter.

Vad gäller konsekvenser för skogsproduktion bedöms skogens bonitet (dess virkesproducerande förmåga) minska med maximalt 25 procent inom påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning. Påverkansområdet är litet i förhållande till de totala skogsarealerna i Forsmark och omfattar huvudsakligen skog som ägs av SKB. Grundvattenbortledningen kommer inte att medföra några konsekvenser för jordbruket.

Summary

The Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB) has chosen Forsmark in the Municipality of Östhammar as site for the final repository for spent nuclear fuel. This report describes consequences for nature values and forestry due to groundwater diversion during construction and operation of the repository. The report concerns nature values that depend on, or are favoured by, a groundwater table close to or above the ground surface.

Forsmark is a very valuable area from a nature conservation point of view. The high nature values are due to the near-coastal location, flat topography, fast shoreline displacement and small but important height variations. Other factors include lime-rich ground, the location at a boundary between northern and southern nature types, and a relatively undisturbed location except from the nuclear power plant and its associated activities. Sea-bay tie off and a succession with inland lakes, ponds, fens and shore meadows yield a very large richness of species, primarily associated to wetlands (lime-rich ponds and rich fens) with occurrences of red-listed and/or protected species, such as fen orchid and pool frog. The forests of the area include rich coniferous forests on lime-rich soil containing red-listed and lime-favoured fungi.

The groundwater diversion is judged to cause noticeable consequences for red-listed fungi in rich coniferous forests on lime-rich soil. Most of these species are not dependent on the level of the groundwater table but occur on grounds with various soil-moisture conditions. However, it is judged that most of the wetlands of the area are very sensitive to changes of the hydrogeological and hydrological conditions. Even moderate drawdown of the level of the groundwater table may lead to vegetation changes in rich fens and changes of the water supply to lime-rich ponds can affect the reproduction of pool frog, for instance.

It is judged that the groundwater diversion from the repository will lead to large consequences for 15 wetlands (primarily rich fens) if no measures are taken. Without measures, the consequences are judged to be very large for two wetlands. One of these consists of a lime-rich pond surrounded by rich-fen vegetation, including occurrence of the protected species fen orchid and pool frog. The other one is a rich fen, rich of species and with occurrence of valuable rich-fen species, but no occurrence of fen orchid and pool frog.

Measures in the form of water supply are planned for five wetlands with very high nature values, located in or adjacent to the model-calculated influence area of the groundwater-table drawdown. The objective of the water supply is to preserve nature values and species of these wetlands. No measures are planned for some other wetlands with lower nature values, and it is judged that the groundwater diversion may lead to noticeable to large consequences for these wetlands.

Even if measures in the form of water supply are taken into account, it is judged that the groundwater diversion will lead to tangible harm for a national interest for nature conservation (Forsmark-Kallrigafjärden) since nature values that motivate the national interest are affected. Model calculations for a worst case indicate small groundwater-table drawdown in a small part of the Kallriga Natura 2000 area. It is judged that protected habitats and species of the Natura 2000 area will not be harmed or subject to any disturbance that significantly render difficult preservation of outpointed species.

Concerning consequences for forestry, it is judged that the forest yield (timber-production capacity) may be reduced by a maximum of 25 percent within the influence area of the groundwater-table drawdown. The influence area is small relative to the total forest area of Forsmark and mainly concerns forests that are owned by SKB. The groundwater diversion will not lead to any consequences for agriculture.

Innehåll

1	Bakgrund och syfte	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte, förutsättningar och avgränsningar	7
1.3	Slutförvarsanläggningen i Forsmark	7
1.4	Plats och undersökningsområde	9
2	Översikt över naturvärden i Forsmarksområdet	11
2.1	Skyddade områden	11
2.2	Naturförutsättningar	12
2.2.1	Spridningssamband på landskapsnivå	12
2.2.2	Genetiskt värdefulla områden	13
2.2.3	Värdefulla biotoper	14
2.2.4	Rödlistade arter	16
2.2.5	Arter skyddade enligt artskyddsförordningen	18
3	Översikt över jord- och skogsbruk	21
4	Prognoser av grundvattenbortledningens hydrogeologiska och hydrologiska effekter	23
4.1	Tidsförlopp	23
4.2	Prognostiserad avsänkning av grundvattenytan	24
4.3	Buffertzonen utanför påverkansområdet	25
5	Biotopernas känslighet för grundvattenavsänkning	27
5.1	Erfarenheter från andra projekt	28
5.1.1	Hallandsås	28
5.1.2	Gårdsjön	28
5.2	Långsiktiga förändringar	28
5.3	Påverkan på olika naturtyper	29
5.3.1	Kärrmiljöer, strandängar, gölar och ytvatten	29
5.3.2	Ört-kalkbarrskogar	29
5.3.3	Större sjöar	29
6	Konsekvenser och åtgärder för naturvärden	31
6.1	Förutsättningar	31
6.2	Metodik	31
6.2.1	Biotopernas naturvärde	31
6.2.2	Biotopernas känslighetsklasser	32
6.2.3	Påverkan på biotoper	33
6.2.4	Konsekvensbedömning	33
6.2.5	Definition av konsekvensklasser	34
6.2.6	Exempel	34
6.3	Åtgärder	35
6.3.1	Åtgärder för att bibehålla grundvattenytans nivå i rikkärr och kalkgölar	35
6.3.2	Skötselåtgärder för att minska konsekvenser av grundvattenpåverkan	37
6.4	Konsekvenser för våtmarker	38
6.4.1	Översikt	38
6.4.2	Konsekvenser för våtmarker före åtgärder	39
6.4.3	Konsekvenser för våtmarker efter åtgärder	46
6.5	Konsekvenser för skogar	47
6.5.1	Översikt	47
6.5.2	Konsekvenser för skogar före åtgärder	48
6.5.3	Konsekvenser för skogar efter åtgärder	51
6.6	Konsekvenser för sjöar	51
6.6.1	Översikt	51
6.6.2	Konsekvenser för sjöar före åtgärder	52
6.6.3	Konsekvenser för sjöar efter åtgärder	56

6.7	Konsekvenser för marina miljöer	56
6.8	Konsekvenser för Natura 2000-områden	56
6.9	Konsekvensbedömning avseende riksintressen för naturvård	56
6.9.1	Huvudkriterier för utpekande av riksintresse för naturvård	57
6.9.2	Beskrivning av riksintresseområdet Forsmark-Kallriga	57
6.9.3	Påverkan före åtgärder	58
6.9.4	Påverkan efter åtgärder	58
7	Konsekvenser för jord- och skogsbruk	61
7.1	Konsekvenser för jordbruk	61
7.2	Konsekvenser för skogsbruk	61
7.2.1	Metodik	61
7.2.2	Konsekvenser för skogens bonitet	62
8	Konsekvenser av nollalternativet	63
8.1	Skogar	63
8.2	Våtmarker	63
9	Kontrollprogram och uppföljning	65
9.1	Uppföljning av ekologiska förhållanden	65
9.2	Uppföljning av hydrogeologiska och hydrologiska förhållanden	65
10	Osäkerheter i konsekvensbeskrivningen	67
11	Referenser	69
Bilaga 1	Naturobjekt i undersökningsområdet: Beskrivning och sammanfattande konsekvensbeskrivning	71

1 Bakgrund och syfte

1.1 Bakgrund

I början av 1990-talet inledde Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) en stegvis lokaliseringsprocess för att finna en plats för slutförvaret för använt kärnbränsle. Omfattande platsundersökningar och platsbeskrivande analyser har sedan 2002 pågått på två platser, Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar-Simpevarp i Oskarshamns kommun, inför val av den plats som har bäst förutsättningar för en långsiktig säker förvaring av det använda kärnbränslet.

I juni 2009 valde SKB Forsmark i Östhammars kommun som plats för slutförvaret. Denna rapport beskriver konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion till följd av bortledning av grundvatten vid uppförande och drift av slutförvarsanläggningen i Forsmark.

1.2 Syfte, förutsättningar och avgränsningar

Denna rapport är utarbetad inom ramen för SKB:s ansökan om tillstånd för vattenverksamhet enligt kapitel 11 i miljöbalken. Specifikt behandlas konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion vid bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark.

Forsmarksområdet är mycket välundersökt, främst genom den platsundersökning som genomfördes i området under perioden 2002–2007 /SKB 2008/. Vad gäller ytsystemet syftar platsundersökningen till att ta fram och sammanställa information för beskrivning av till exempel hydrologi, hydrogeologi, meteorologi, jordarter och jordmån, vegetationstyper och dominerande växt- och djurarter /Lindborg 2008/. Platsbeskrivningen utgör i sin tur underlag för projektering, säkerhetsanalys och miljökonsekvensbeskrivning.

De olika delar av ytsystembeskrivningen som tagits fram inom ramen för platsbeskrivningen (bland annat /Löfgren 2008, Nordén et al. 2008, Wijnbladh et al. 2008/) utgör viktiga underlag för arbetet med att identifiera, beskriva och värdera Forsmarksområdets naturvärden, kompletterat med de ekologiska fältinventeringar som utfördes under perioden 2007–2008 /Hamrén och Collinder 2010/.

Som nämnts tidigare är denna rapport avgränsad till konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion till följd av bortledning av grundvatten från slutförvarsanläggningen. Konsekvenser av vattenverksamheter ovan mark beskrivs i /Werner et al. 2010/ och konsekvenser av miljöfarlig verksamhet beskrivs i /Allmér 2010/.

1.3 Slutförvarsanläggningen i Forsmark

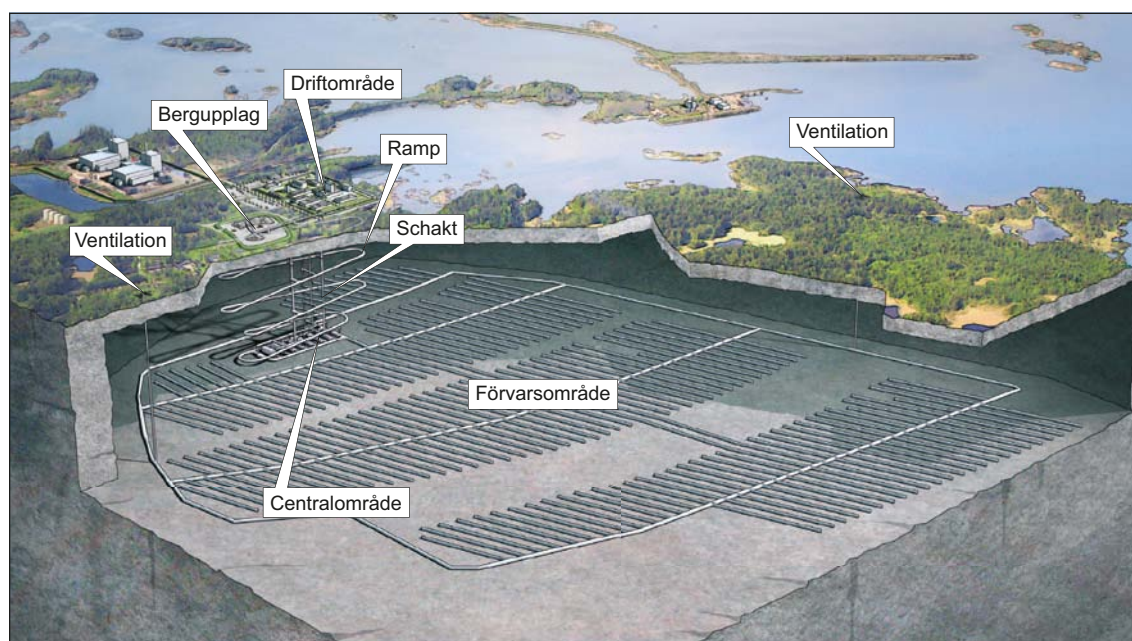
Slutförvarsanläggningen består av en ovanmarksdel och en undermarksdel. Ovanmarksdelen består av ett inre driftområde för den kärntekniska delen av verksamheten och ett yttre driftområde för annan verksamhet. Från driftområdet kommer tillträde till förvarets undermarksdel att ske via schakt och en ramp. Slutförvarsanläggningens undermarksdel består av en fem kilometer lång spiralformad ramp, ett centralområde, ett förvarsområde samt schakt och olika typer av tunnlar /SKB 2010/. Den förvarsutformning som visas i figur 1-1 inkluderar en reserv på 13 % för potentiellt bortfall av kapselpositioner.

Slutförvarsanläggningens övergripande skeden uppförande, drift och förslutning omfattar en sammanlagd tidsperiod på 60–70 år. De tre skedena kan beskrivas enligt följande:

- **Uppförandeskede:** Detta skede omfattar en period på ungefär sju år. Under de första tre och ett halvt åren uppförs förvarets anläggningsdelar ovan mark, till exempel vägar, område för bergupplag, skipbyggnad, informationsbyggnad och geologbyggnad. Vidare uppförs nedfartsrampen samt schakt för skip, hiss och ventilation. Under de nästföljande tre och ett halvt åren uppförs resterande byggnader ovan mark inom driftområdet samt bergrum och övriga utrymmen inom centralområdet under mark. Vidare uppförs deponeringstunnlar med deponeringshål för provdrift av anläggningen.
- **Driftskede:** Detta skede omfattar en period på 45–50 år. Skedet indelas i
 - några års provdrift, samt
 - rutinemässig drift under resterande tid.

Under driftskedet sker uppförande av deponeringstunnlar, deponering av kapslar och återfyllnad av deponeringstunnlar successivt och parallellt inom olika delar av förvarsområdet.

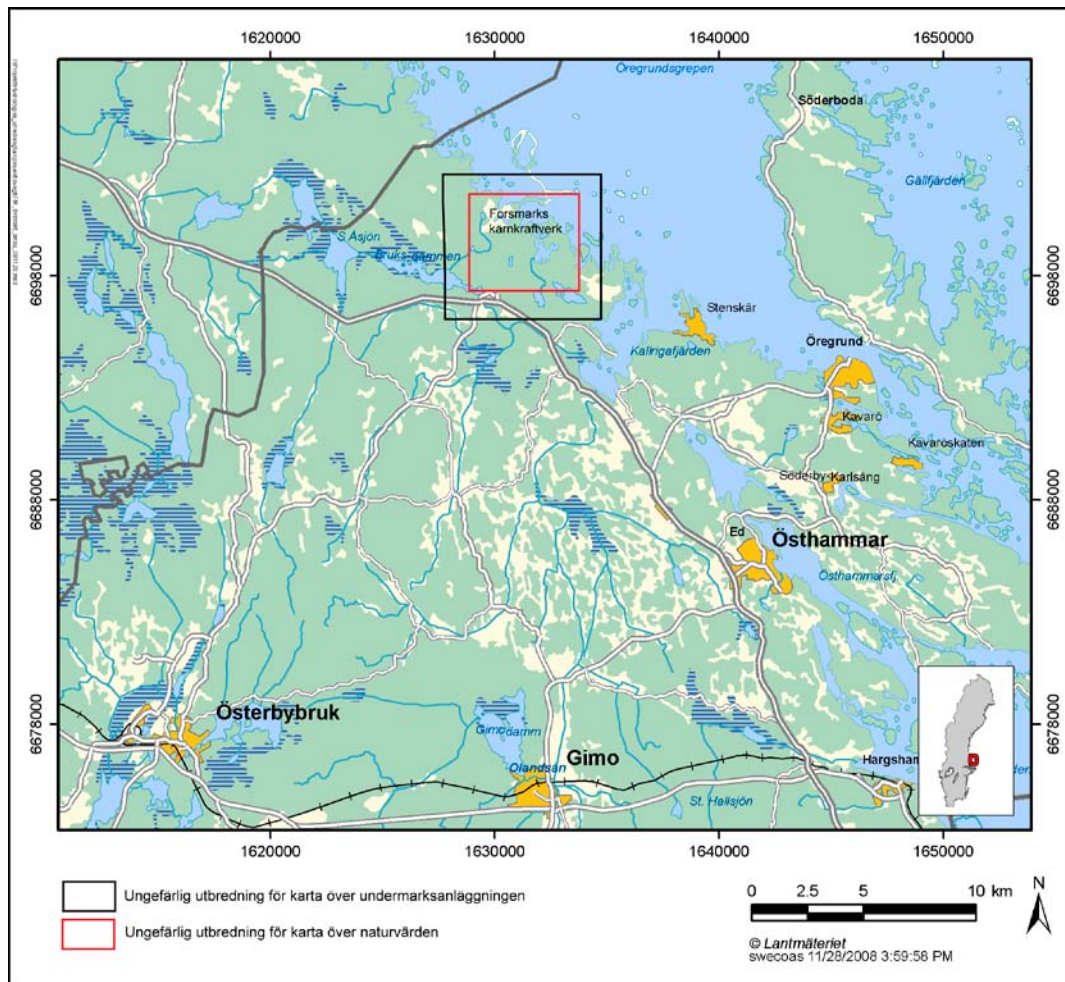
- **Avvecklingskede:** Efter avslutad deponering påbörjas avveckling av slutförvarsanläggningen. Avvecklingskedet omfattar en tidsperiod på 10–15 år.



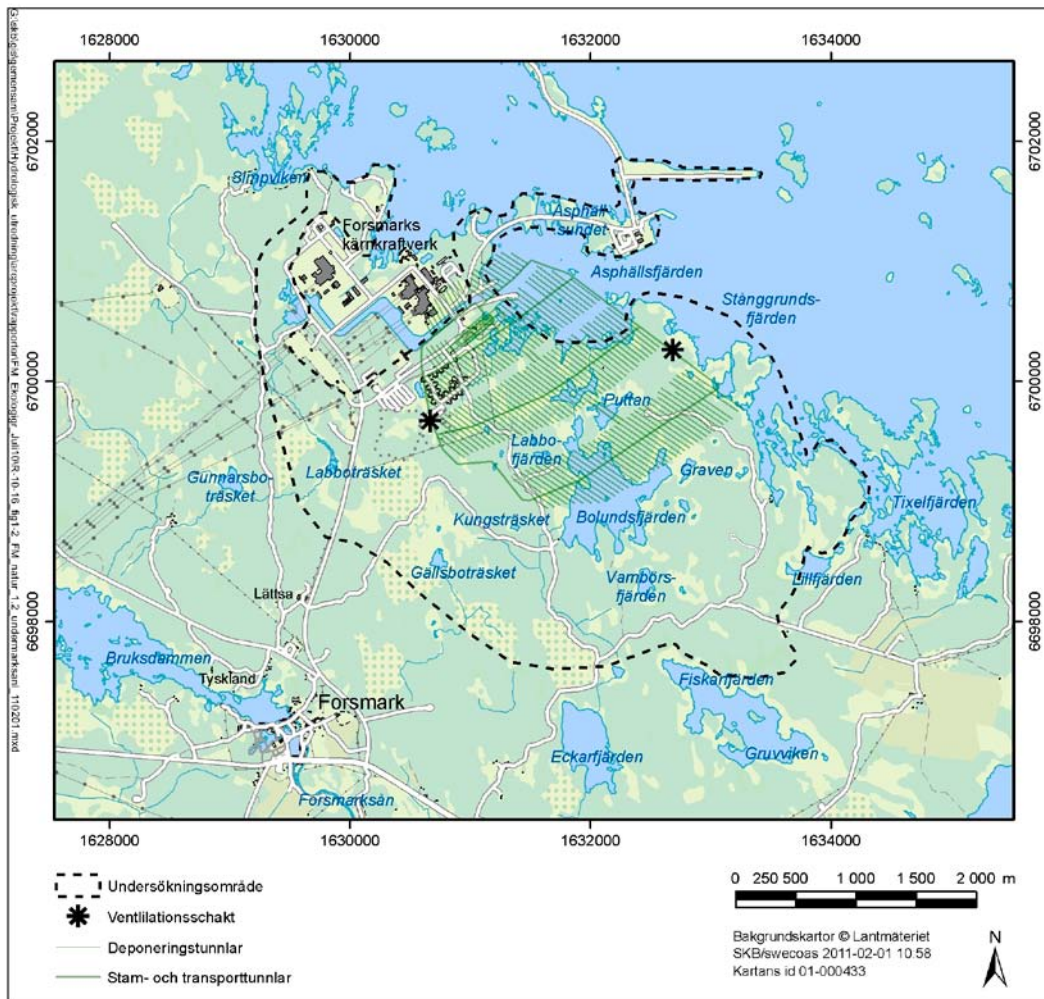
Figur 1-1. Översikt av slutförvarsanläggningen i Forsmark /SKB 2010/.

1.4 Plats och undersökningsområde

Det aktuella undersökningsområdet (figurerna 1-2 och 1-3) avgränsades för att täcka in samtliga värdefulla naturobjekt som kan beröras av grundvattenbortledningen /Hamrén och Collinder 2010/. Avgränsningen baseras på resultat från numeriska flödesberäkningar /Mårtensson och Gustafsson 2010/, med tillägg för en buffertzona som lagts till för att beakta inverkan av tidsmässiga variationer och olika typer av osäkerheter. Det beräkningsfall som använts som utgångspunkt för den konsekvensbeskrivning som presenteras i denna rapport avser ett hypotetiskt fall med hela förvaret öppet samtidigt. Beräkningsfallet ger således en överskattning av de hydrogeologiska och hydrologiska effekterna, och därmed även av konsekvenserna för naturvärden och skogsproduktion.



Figur 1-2. Karta som visar det geografiska läget för Forsmarksområdet (inom den röda fyrkanten), med utsnitt för kartor över undersökningsområdet (figur 1-3) och skyddade områden (figur 2-1).



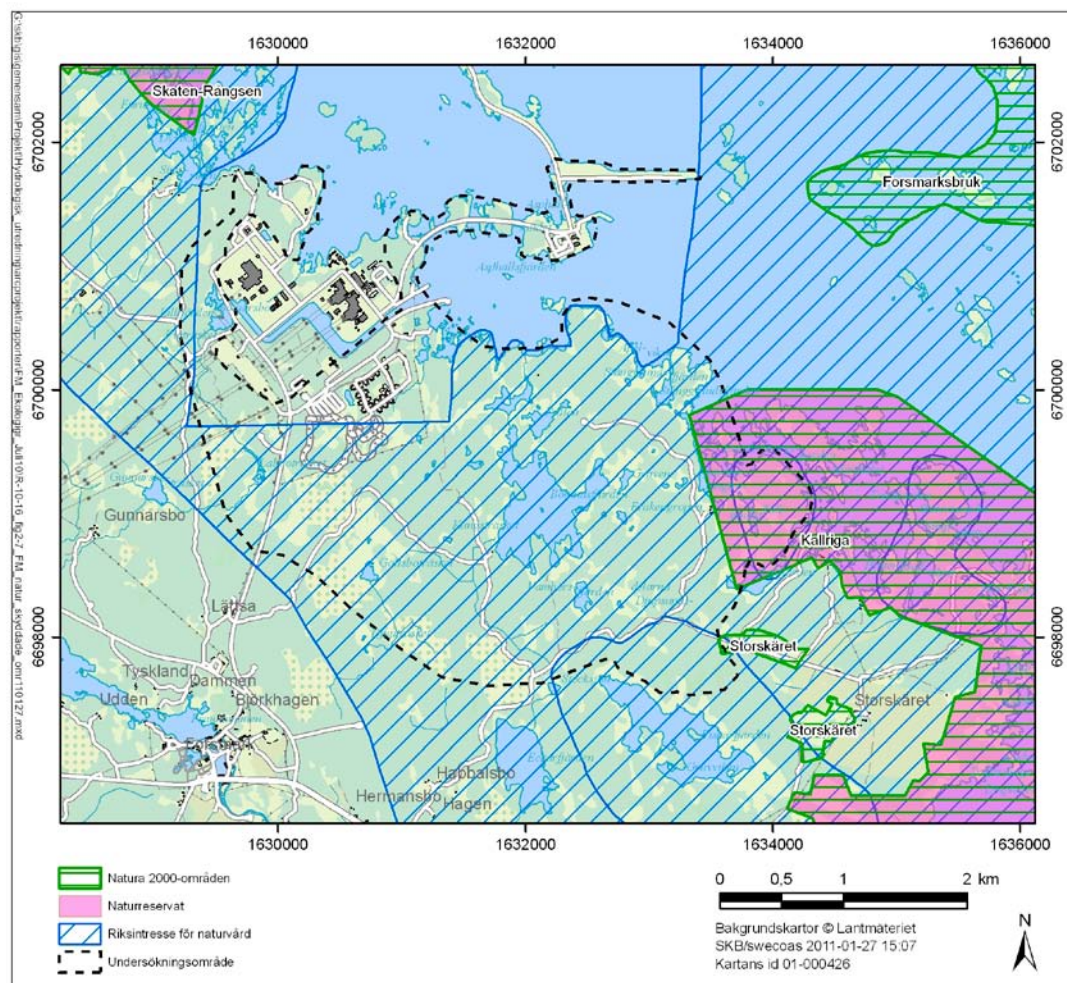
Figur 1-3. Karta som visar gränserna för undersökningsområdet. Kartan visar även utformningen på slutförvarsanläggningens undermarksdel.

2 Översikt över naturvärden i Forsmarksområdet

Området kring Forsmark är med sin flacka kust utpekad som riksintresse för naturvård och längs kusten norr och söder om Forsmarks kärnkraftverk finns det Natura 2000-områden. I området söder om Forsmarks kärnkraftverk finns det ett antal värdefulla naturobjekt. Särskilt kring sjön Bolundsfjärden finns det många värdefulla områden, främst olika rikkärsmiljöer och kalkrika gölar med förekomst av hotade arter som till exempel orkidén gulyxne och den mycket skyddsvärda gölgradan. Det förekommer även barrskog på kalkrik mark, varav en del är av naturskogskaraktär. Många av dessa områden bedöms ha mycket höga naturvärden och det finns ett antal våtmarker som bedöms ha nationellt värde (klass 1) eller regionalt värde (klass 2).

2.1 Skyddade områden

Den östra delen av undersökningsområdet gränsar till och inkluderar den västra delen av naturreservatet Kallriga som också är Natura 2000-område (figur 2-1). Det fanns tidigare förslag på naturreservat och ekopark. En ekopark är ett större sammanhängande skogslandskap med höga naturvärden och höga naturvårdsambitioner, dock utan lagstadgat skydd. Ekoparken inrättades av Sveaskog år 2007 men har inte formellt bildats. Om slutförvarsanläggningen uppförs i Forsmark kommer inte de fastigheter som SKB äger att ingå i ekoparken. SKB kommer dock att genomföra naturvårdsinriktad



Figur 2-1. Undersökningsområdet samt skyddade områden.

skogsskötsel på sina fastigheter i Forsmark, med motsvarande ambitioner som för en ekopark (se avsnitt 6.3.2). Länsstyrelsen Uppsala län har för närvarande inga planer på naturreservatsbildning av de föreslagna naturreservaten. Naturvårdsverkets myrskyddsplan för Sverige grundas på bedömningar hos respektive länsstyrelse /Naturvårdsverket 2007a/. Ingen av våtmarkerna i Forsmark är upptagen för framtida skydd i denna plan.

2.2 Naturförutsättningar

Forsmarksområdet är ur naturvårdssynpunkt ett mycket värdefullt område. Det beror på att flera ovanliga omständigheter samverkar /SKB 2008/:

- Kusten är mycket flack med små men betydelsefulla höjdvariationer.
- Landhöjningen i kombination med en flack kust ger en snabb strandlinjeförskjutning.
- Marken är kalkrik.
- Området ligger i en skärningspunkt mellan nordliga och sydliga naturtyper.
- Området är med undantag för kärnkraftverket förhållandevis ostört.

I Sverige finns samtliga dessa naturförutsättningar enbart i norra Uppland. Landhöjningen i kombination med den flacka kusten med små höjdskillnader har bidragit till att nya havsvikar ständigt snörts av så att nya insjöar, gölar, kärr och strandängar successivt bildats. Dessa naturtyper har ett högt värde för den biologiska mångfalden och är som helhet mycket ovanliga, nationellt sett. Resultatet är ett område med en mycket stor artrikedom, framförallt knuten till våtmarkerna. De viktigaste miljöerna ur naturvårdssynpunkt är rikkärren och kalkgölar. I Forsmark finns det ett stort antal rikkärr inom ett relativt litet område, vilket ger förutsättningar för en mängd ovanliga arter. Framförallt är floran ovanligt artrik, med en stor blomsterprakt av orkidéer och andra arter knutna till kalkrika fuktiga miljöer. Rikkärren i Forsmark innehåller över 50 arter som är typiska för naturtypen.

Vad gäller faunan är förekomsten av gölgröda det enskilt viktigaste värdet. I Sverige finns gölgrödan endast i norra Upplands kustområde och arten är beroende av de öppna gölar som ständigt nybildas när landet sakta höjer sig ur havet. Rikkärren och gölarna är även viktiga för andra artgrupper, såsom landsnäckor, trollsländor och mossor. Även gölarna och de något större sjöarna bedöms ha förutsättningar för höga naturvärden, eftersom de tillhör Uppsala läns bästa exempel på successiv avsnörning och utsötning av havsvikar, som övergår till insjöar och våtmarker. Sjöarna är även viktiga för fiskreproduktion.

Även skogsmiljöerna har goda förutsättningar för höga naturvärden. I och med att barrblandskogarna är mycket kalkrika återfinns här bland annat många kalkgynnade, rödlistade marksvampar. Vidare är områdena kring Forsmark mycket fågelrika med en rad hotade och rödlistade fågelarter. I skogsmiljöerna återfinns hotade arter som järpe, tjäder och tretåig hackspett. Forsmarksområdet är känt för att ha den tätaste havsörnsstammen i landet (Björn Helander, Naturhistoriska riksmuseet, muntl. komm. 2009). I Asphällsfjärden finns det ett stort antal värdefulla fågelskärr.

2.2.1 Spridningssamband på landskapsnivå

I ett större sammanhang ingår Forsmark i en region med likartade naturtyper som sträcker sig från Hållnäs i norr till Vaddö i söder (Nordupplands flacka landhöjningskust). Det aktuella undersökningsområdet ingår i ett område med likartade miljöer som sträcker sig från Forsmarks kärnkraftverk i norr ned till Eckarfjärden och Kallrigafjärden i söder, se figur 2-2. Som nämnts tidigare karaktäriseras området främst av den stora mängden värdefulla vattenmiljöer och våtmarker. Våtmarkerna har stora naturvärden var för sig, samtidigt som de tillsammans förstärker varandras värden. För många arter behövs ett nätverk av lämpliga miljöer för att de på sikt ska kunna fortleva. Om en art dör ut på ett ställe kan den spridas tillbaka igen från närliggande, liknande miljöer då möjligheterna åter är bättre.

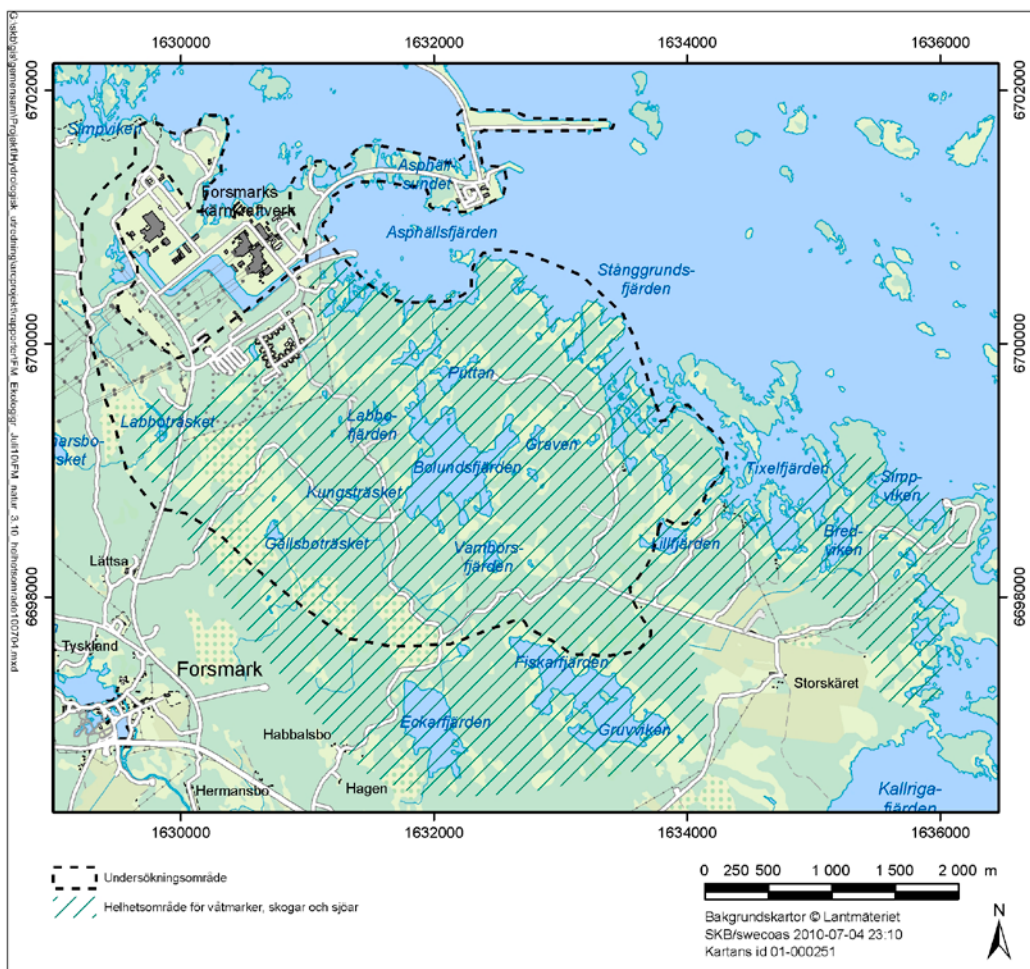
I Forsmarksområdet är det mycket tätt mellan de värdefulla våtmarkerna vilket ger goda spridningsmöjligheter för de flesta rikkärsväxter, även för arter med få förekomster som exempelvis de hotade arterna gulyxne, käppkrokmossa och loppstarr. Undersökningsområdet bedöms därför ha goda

spridningssamband med avseende på våtmarksarter. Gölgradans spridningssamband är av stort intresse, eftersom arten är beroende av tillgången på lämpliga våtmarksmiljöer för sin fortplantning. Populationen i Forsmark är avskild från andra populationer i norr (Hållnäs) och i öster (Gräsö) och är därmed mer känslig för försämringar av spridningssambanden inom området.

Området innehåller också många värdefulla skogsmiljöer på nära avstånd från varandra. Detta ger stora möjligheter för hotade skogsarter att sprida sig mellan olika skogsområden, vilket i sin tur ger förutsättningar för artrika skogsmiljöer med stor motståndskraft mot förändringar. Den stora artrikedomen bland rödlistade kalkgynnade marksvampar gör att befintliga spridningssamband i denna artgrupp är särskilt värdefulla, eftersom många ovanliga arter är beroende av att de upprätthålls. Kunskapen om dessa arters spridningsbiologi är dock generellt bristfällig.

2.2.2 Genetiskt värdefulla områden

Norra Uppland har uppmärksammats för sin genetiska särprägel. Enligt /Lönn et al. 1998/ kan särprägel kopplas till de snabba effekterna av landhöjningen, som innebär att växternas fröförökning blir mer effektiv jämfört med vegetativ spridning. Detta leder i sin tur till snabbare evolution eftersom det genetiska materialet kombineras om vid varje generationsväxling, det vill säga varje gång växterna sätter frö. Vid vegetativ förökning sker ingen sådan omkombinering och ”generationerna” är genetiskt identiska. I Norra Upplandsområdet möts såväl nordliga som sydliga populationer av många arter som här lever på gränsen till sina utbredningsområden. Detta medför speciella anpassningar till klimat och andra faktorer, som i sin tur avspeglar sig i arternas genetik. Av särskilt intresse är gölgradepopulationen i området som har en genetik som är närmare kopplad till ett relikbestånd i Norge än till bestånden i Baltikum och kontinentala Europa.



Figur 2-2. Översiktskarta som visar gränserna för undersökningsområdet och området med likartade miljöer /Hamrén och Collinder 2010/. Naturvärdena är framför allt knutna till kalkrika gölar, rikkärr och kalkrika barrskogar.

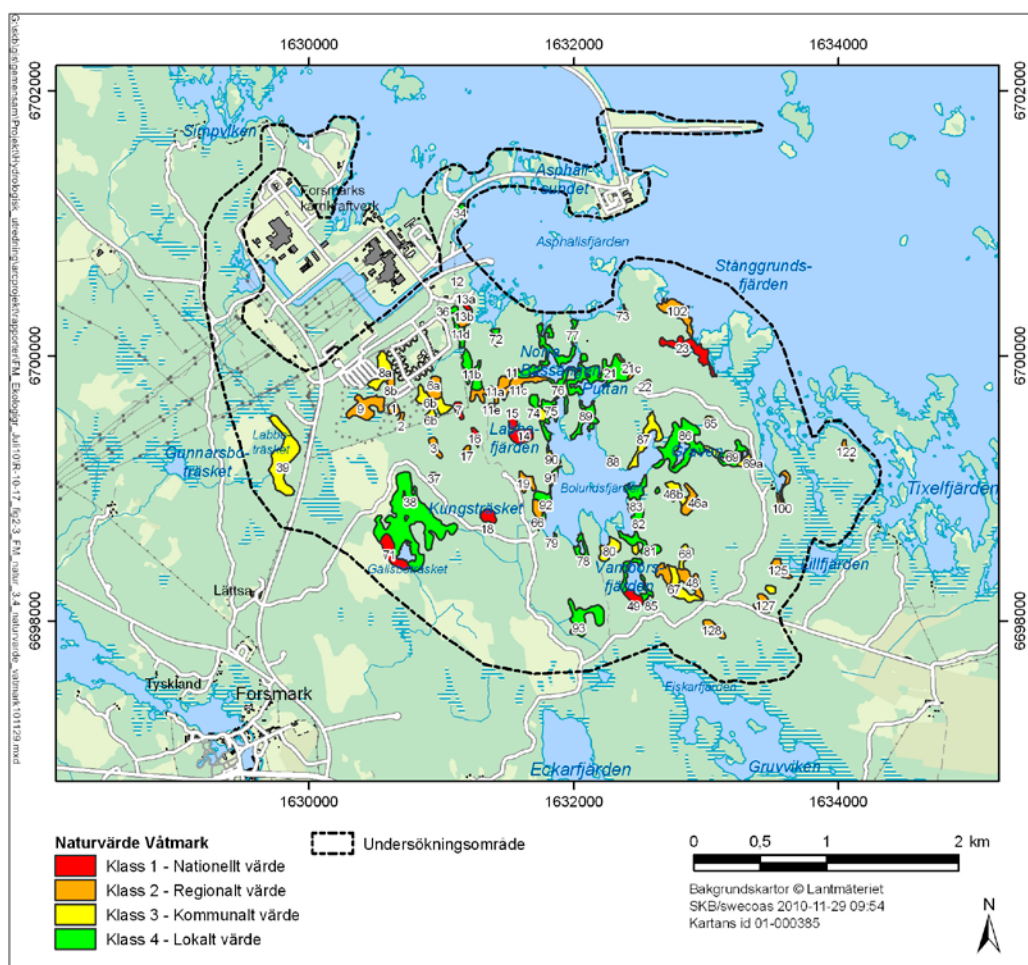
2.2.3 Värdefulla biotoper

Området har undersökts ur en mängd olika aspekter i samband med platsundersökningen /Lindborg 2008/. Vidare har en mängd riktade inventeringar utförts för att ytterligare fördjupa kunskapen om områdets naturvärden. I samband med tidigare och nu utförda inventeringar har många naturobjekt med höga naturvärden identifierats /Hamrén och Collinder 2010/. Elva objekt har bedömts vara av nationellt intresse (naturvärdesklass 1) och 53 objekt av regionalt intresse (naturvärdesklass 2). Klassningen har främst grundats på hur ovanliga och skyddsvärda miljöerna är nationellt sett, samt deras roll som livsmiljöer för hotade arter. Stora delar av undersökningsområdet är sedan tidigare klassat som riksintresse för naturvård, samt som länsintresse för naturvård. För beskrivning av naturvärdesbedömningarna se avsnitt 6.2.1.

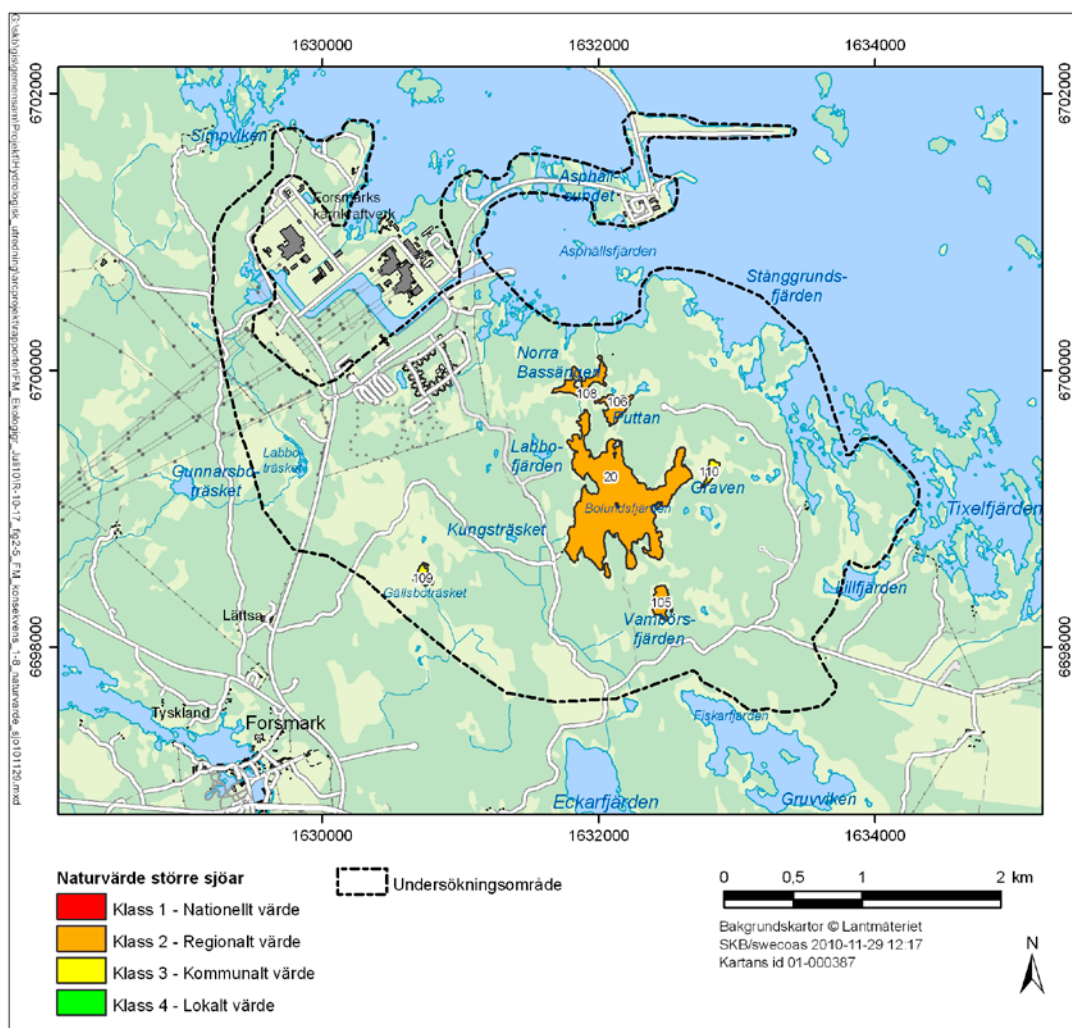
De områden som är av riksintresse redovisas i figur 2-1. Länsstyrelsen har tidigare gjort en länstäckande naturvärdesbedömning där stora delar av Forsmarksområdet klassas som regionalt värdefullt. Denna bedömning omfattar mestadels större områden. I tabell 2-1 redovisas antalet naturobjekt av varje naturvärdesklass. Figureerna 2-3 till 2-5 visar objektens geografiska lägen.

Tabell 2-1. Identifierade naturobjekt inom undersökningsområdet.

Naturvärdesklass	Barrskogar	Sjöar och ytvatten	Våtmarker
Nationellt värde, klass 1	1	0	10
Regionalt värde, klass 2	23	4	26
Kommunalt värde, klass 3	19	1	15
Lokalt värde, klass 4	6	1	28
Summa	49	6	79



Figur 2-3. Naturvärdesklassade våtmarker (rikkärr och kalkgölar) inom undersökningsområdet.



Figur 2-5. Naturvärdesklassade sjöar inom undersökningsområdet. Klassningen baseras på underlag från platsundersökningen.

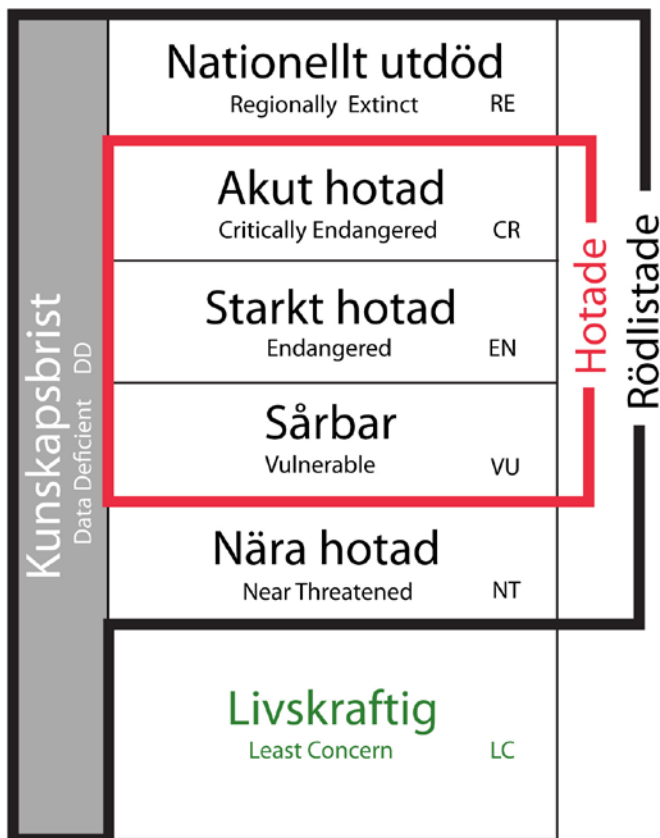
2.2.4 Rödlstade arter

Undersökningsområdet är rikt på rödlistade arter. Sammanlagt 43 rödlistade arter har observerats (tabell 2-2), vilket är en hög siffra för ett så begränsat område. De olika hotkategorier som används för rödlistade arter presenteras i figur 2-6. Av områdets rödlistade arter är 27 svampar, varav 24 återfinns i kalkrika skogar och tre är knutna till grov död ved. Det faktum att det finns så många kalkgynnade svampar som är rödlistade speglar att kalkbarrskogar med lång kontinuitet är ovanliga i övriga delar av Sverige. Undersökningsåret 2008 var också ett exceptionellt bra svampår, vilket innebär att svampfynden var fler än vad som skulle varit fallet ett mer normalt svampår. Jämfört med andra ört-kalkbarrskogar som inventerats under normala svampår framstår skogen i Forsmark som mer artrik, eftersom det under 2008 var lättare att finna ovanliga arter än annars.

Undersökningsområdet har stora våtmarksvärden och fem rödlistade arter är knutna till kalkgölar och rikkärr: Gölgröda, gulyxne, loppstarr, käppkrokmossa och kalkkärrgrynsnäcka. Fågellivet avspeglar förhållandena med kustnära gamla skogar och förekomst av mycket öppna vatten och kärrmarker. Mindre hackspett, havsörn och skrântärna är exempel på rödlistade fågelarter som utnyttjar området. Fiskfaunan i sjöarna hyser inga kända förekomster av rödlistade arter. Däremot förekommer ål och tånglake i havet utanför kylvattenkanalen /Adill et al. 2006/.

Tabell 2-2. Förteckning över de 43 rödlistade arter som observerats i undersökningsområdet.

Artgrupp	Latinskt namn	Svenskt namn	Hot-kategori	Förekomst
Däggdjur	<i>Lutra lutra</i>	Utter	VU	Enstaka förekomst (vid SFR)
Däggdjur	<i>Lynx lynx</i>	Lo	VU	Enstaka förekomst
Fiskar	<i>Zoarces viviparus</i>	Tånglake	NT	I havet kring kylvattenkanalen
Fiskar	<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	CR	I havet kring kylvattenkanalen
Fåglar	<i>Chlidonias niger</i>	Svarttärna	VU	Tillfällig vid sjön Bolundsfjärden
Fåglar	<i>Dendrocopus minor</i>	Mindre hackspett	NT	Ett fåtal förekomster
Fåglar	<i>Haliaetus albicilla</i>	Havsörn	NT	Förekommer i området
Fåglar	<i>Jynx torquilla</i>	Göktyta	NT	Ett flertal förekomster
Fåglar	<i>Pernis apivorus</i>	Bivråk	VU	En förekomst (skogsobjekt 37)
Fågel	<i>Sterna caspia</i>	Skräntärna	VU	Enstaka förekomster
Groddjur	<i>Rana lessonae</i>	Gölgroda	VU	Förekommer i ett flertal våtmarker
Kärlväxt	<i>Carex pulicaris</i>	Loppstarr	VU	Förekommer i åtta våtmarker
Kärlväxt	<i>Liparis loeselii</i>	Gulyxne	VU	Förekommer i fyra våtmarker
Mollusk	<i>Vertigo geyeri</i>	Kalkkärrgrynsnäcka	NT	Förekommer i fem våtmarker
Mossor	<i>Anastrophyllum hellerianum</i>	Vedtrappmossa	NT	En förekomst (skogsobjekt 25)
Mossor	<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	Käppkrokmossa	NT	En förekomst (våtmarksobjekt 14)
Svampar	<i>Albatrellus citrinus</i>	Gul lammticka	VU	Fem förekomster
Svampar	<i>Bankera violascens</i>	Grantaggsvamp	NT	En förekomst (skogsobjekt 27)
Svampar	<i>Boletopsis leucomelaena</i>	Grangräticka	VU	Tre förekomster
Svampar	<i>Clavariadelphus truncatus</i>	Flattoppad klubbsvamp	NT	Sex förekomster
Svampar	<i>Cortinarius caesiocanescens</i>	Duvspindling	VU	En förekomst (skogsobjekt 28a)
Svampar	<i>Cortinarius caesiostramineus</i>	Blekspindling	NT	Två förekomster
Svampar	<i>Cortinarius cupreorufus</i>	Kopparspindling	NT	Tre förekomster
Svampar	<i>Cortinarius dionysae</i>	Denises spindling	NT	Två förekomster
Svampar	<i>Cortinarius elegantior</i>	Kungsspindling	NT	Tre förekomster
Svampar	<i>Cortinarius fuscoperonatus</i>	Sotbandad spindling	VU	Två förekomster
Svampar	<i>Cortinarius meinhardii</i>	Äggspindling	NT	Åtta förekomster
Svampar	<i>Cortinarius mussivus</i>	Odörspindling	NT	Sex förekomster
Svampar	<i>Cortinarius sulfurinus</i>	Persiljespindling	NT	Tre förekomster
Svampar	<i>Gomphus clavatus</i>	Violgubbe	VU	Fyra förekomster
Svampar	<i>Hydnellum geogenium</i>	Gul taggsvamp	VU	Fyra förekomster
Svampar	<i>Hydnellum suaveolens</i>	Dofttaggsvamp	NT	Fyra förekomster
Svampar	<i>Junghuhunia collabens</i>	Blackticka	VU	En förekomst (skogsobjekt 27)
Svampar	<i>Oligoporus undosus</i>	Vågticka	NT	En förekomst (skogsobjekt 28a)
Svampar	<i>Phellinus nigrolimitatus</i>	Gränsticka	NT	En förekomst (skogsobjekt 27)
Svampar	<i>Phellodon niger</i>	Svart taggsvamp	NT	Två förekomster
Svampar	<i>Ramaria fennica</i>	Lilafotad fingersvamp	EN	Två förekomster
Svampar	<i>Ramaria obtusissima</i>		VU	Två förekomster
Svampar	<i>Ramaria pallida</i>	Blek fingersvamp	VU	En förekomst (skogsobjekt 28a)
Svampar	<i>Ramaria sanguinea</i>	Fläckfingersvamp	VU	En förekomst (skogsobjekt 29b)
Svampar	<i>Sarcodon fennicus</i>	Bitter taggsvamp	EN	En förekomst (skogsobjekt 28c)
Svampar	<i>Sarcodon lundellii</i>	Koppartaggsvamp	VU	Fem förekomster
Svampar	<i>Sarcodon versipellis</i>	Bröddaggsvamp	EN	En förekomst (skogsobjekt 28d)



Figur 2-6. Rödlistekategorier /Gärdenfors 2010/.

2.2.5 Arter skyddade enligt artskyddsförordningen

Artskyddsförordningen (SFS 2007:845) innehåller de flesta vilda arterna i Sverige med någon form av skydd. Undantag är bland annat några arter som skyddas enligt 7 kapitlet i miljöbalken, till exempel kalkkärngrynsnäcka. Olika arter har olika starkt skydd beroende på vilken paragraf i artskyddsförordningen som behandlar arten. En art kan dessutom förekomma i flera paragrafer och därmed omfattas av flera typer av skydd. De skyddade arterna återfinns i en bilaga till artskyddsförordningen, där det också anges om arten är skyddad enligt EU:s art- och habitatdirektiv eller fågeldirektiv. Det kan krävas dispens om en verksamhet eller åtgärd kan komma att skada arter som är skyddade.

Tabell 2-3 listar de skyddade arter som har påträffats i undersökningsområdet. Arter som är markerade med N har strikt skydd varhelst de förekommer. Dessa är markerade med N också i artskyddsförordningens bilaga 1 och de är upptagna i bilaga 4 till EU:s art- och habitatdirektiv. Arter som i artskyddsförordningens bilaga 1 är markerade med B (och även i tabell 2-3) är skyddade inom Natura 2000-områden. Dessa arter omfattas därför inte av skydd enligt artskyddsförordningen utan skyddas istället enligt 7 kapitlet i miljöbalken.

Tabell 2-4 listar de arter som observerats i undersökningsområdet och som är skyddade (fridlysta) enligt 6 och 8 §§ i artskyddsförordningen. Tabellen tar inte upp fågelarter, eftersom i princip alla fågelarter är skyddade enligt artskyddsförordningen.

Tabell 2-3. Arter upptagna i artskyddsförordningens bilaga 1 och som påträffas undersökningsområdet. B = skydd inom Natura 2000-områden och N = strikt skydd.

Svenskt namn	Latinskt namn	Förekomst	Skydd
Nordisk fladdermus	<i>Eptesicus nilssoni</i>	Förekommer i området	N
Utter	<i>Lutra lutra</i>	Enstaka förekomst (vid SFR)	B, N
Lo	<i>Lynx lynx</i>	Enstaka förekomst	B, N
Vattenfladdermus	<i>Myotis daubentoni</i>	Förekommer i området	N
Åkergroda	<i>Rana arvalis</i>	Förekommer i området	N
Gölgroda	<i>Rana lessonae</i>	Förekommer i sju våtmarksobjekt	N
Större vattensalamander	<i>Triturus cristatus</i>	Förekommer i två våtmarksobjekt (14 och 17)	N
Pudrad kärrtrollslända	<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Förekommer i ett våtmarksobjekt (objekt 8a; Tjärpussen)	N
Citronfäcktad kärrtrollslända	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Förekommer vid flera sjöar	N
Gulyxne	<i>Liparis loeselii</i>	Fyra förekomster	N

Tabell 2-4. Arter i undersökningsområdet som är fridlysta enligt 6 eller 8 §§ i artskyddsförordningen.

Brudsporre	Lopplummer
Flugblomster	Revlummer
Grönvit nattviol	Dvärglummer
Jungfru Marie nycklar	Käppkrokmossa
Kärrknipprot	Huggorm
Nattviol	Kopparödla
Nästrot	Skogsödla
Skogsknipprot	Snok
Skogsnycklar	Vanlig groda
Tväblad	Vanlig padda
Ängsnycklar	Mindre vattensalamander

3 Översikt över jord- och skogsbruk

Aktivt jordbruk bedrivs vid ett område vid Storskäret, cirka 2 km öster om förvarsområdets östra gräns. Detta område ligger i sin helhet utanför undersökningsområdet.

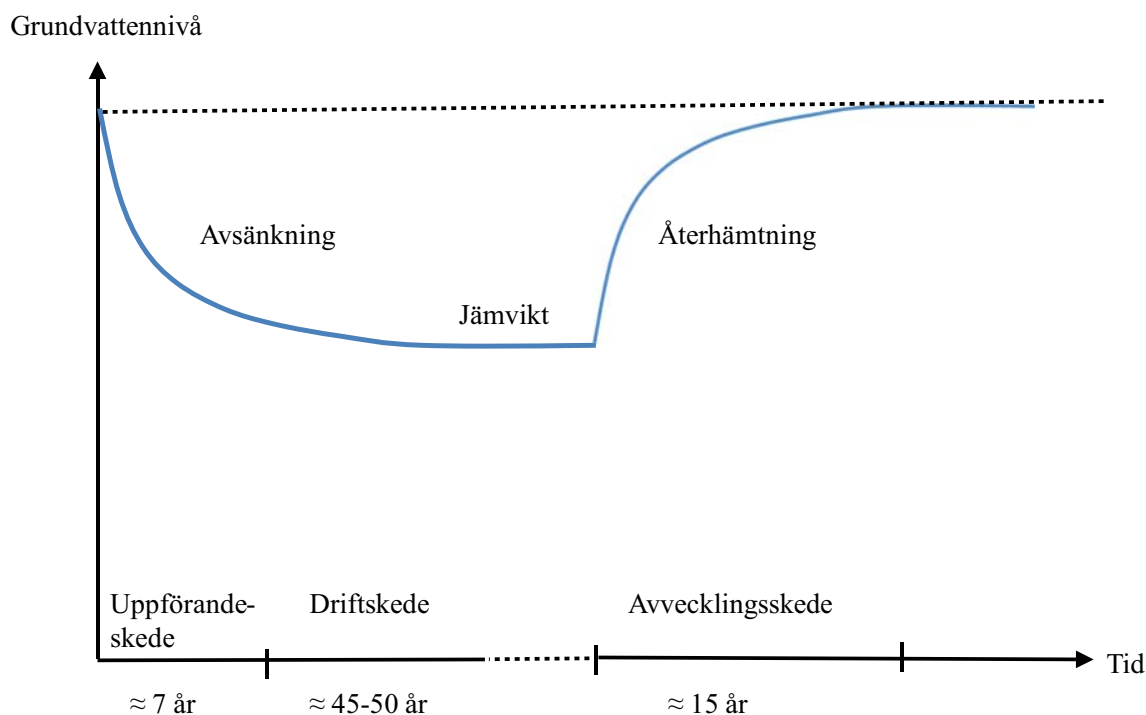
Markanvändningen i Forsmark dominerades tidigare av det skogsbruk som bedrevs av Sveaskog. År 2007 inrättade Sveaskog en ekopark i Forsmark inom en yta på 1 800 hektar (en hektar är lika med 10 000 m²), men ekoparken har ännu inte formellt bildats. Enligt Sveaskog är en ekopark ett större sammanhängande skogslandskap med höga naturvärden och naturvårdsambitioner. Efter inrättande av en ekopark följer en process på ett antal år för att ta fram en ekoparksplan. I början av 2008 köpte SKB markområden (cirka 600 hektar) av Sveaskog, inklusive delar av den planerade ekoparken. För denna del kommer SKB att upprätta en naturvårdsinriktad skötselplan, motsvarande Sveaskogs ekoparksintentioner.

4 Prognoser av grundvattenbortledningens hydrogeologiska och hydrologiska effekter

Grundvatten kommer att läcka in till slutförvarsanläggningens undermarksdel via grundvattenförande sprickor och sprickzoner i berget. Inläckagets storlek styrs främst av bergets hydrauliska konduktivitet (vattengenomsläpplighet) /Axelsson och Follin 2000/. Vid slutförvarsanläggningen i Forsmark kommer tätning med injektering att utföras för att minska inläckaget. Inläckaget av grundvatten under uppförande och drift samt avsänkningen av grundvattenytan har beräknats med modellverket MIKE SHE /Mårtensson och Gustafsson 2010/.

4.1 Tidsförlopp

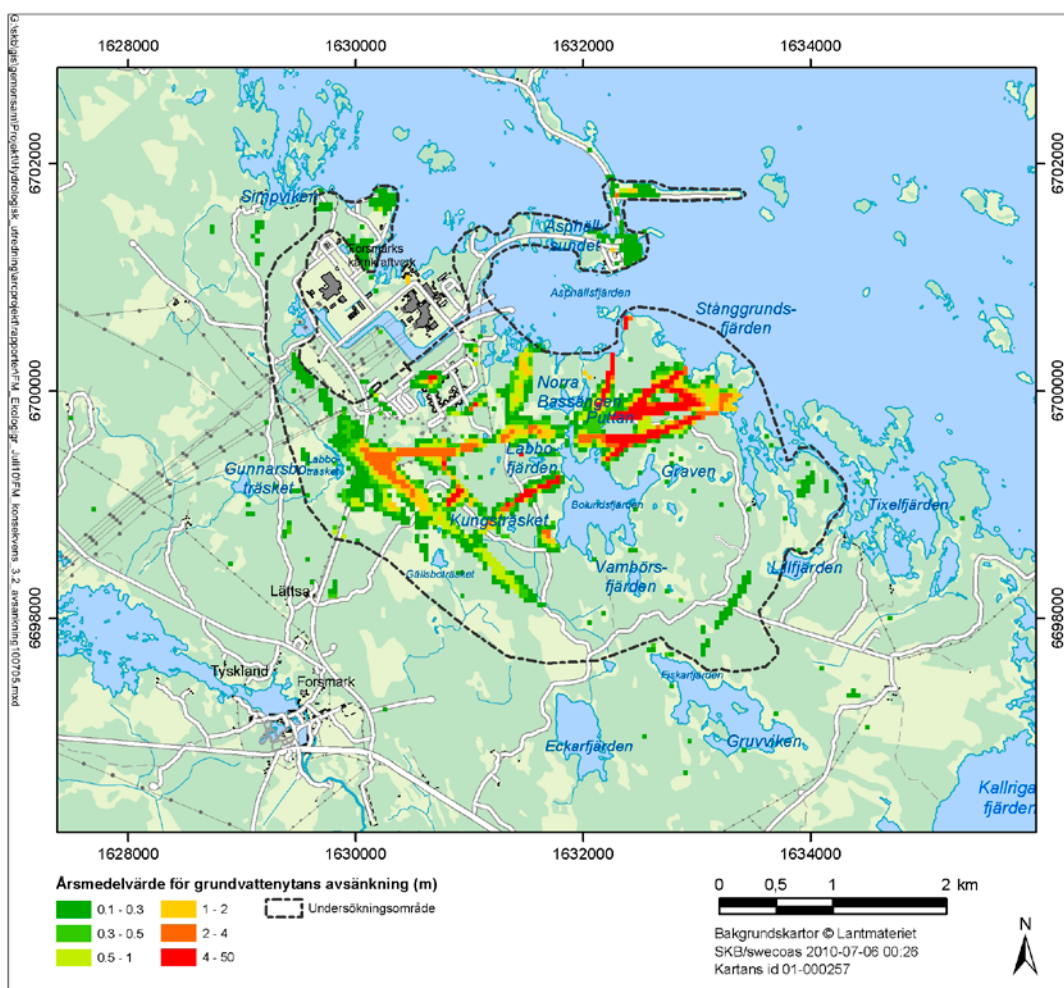
Tidsförloppet för grundvattenytans avsänkning och återhämtning är av intresse för att beskriva konsekvenser under slutförvarsanläggningens olika skeden. Figur 4-1 illustrerar det principiella tidsförloppet. Enligt figuren ökar avsänkningen och påverkansområdets storlek under förvarets uppförande- och driftskeden till det råder balans mellan inläckaget och tillflödet från jordlager, bäckar, sjöar och hav. Med ”påverkansområde” menas här det område inom vilket grundvattenytan sänks av till följd av grundvattenbortledningen. Det sker en återhämtning i samband med att förslutningen av förvaret påbörjas och grundvattenbortledningen avtar.



Figur 4-1. Avsänkningen och återhämtningens principiella tidsförlopp under skedena uppförande, drift och avveckling. Modifierad från /Axelsson och Follin 2000/.

4.2 Prognostiserad avsänkning av grundvattenytan

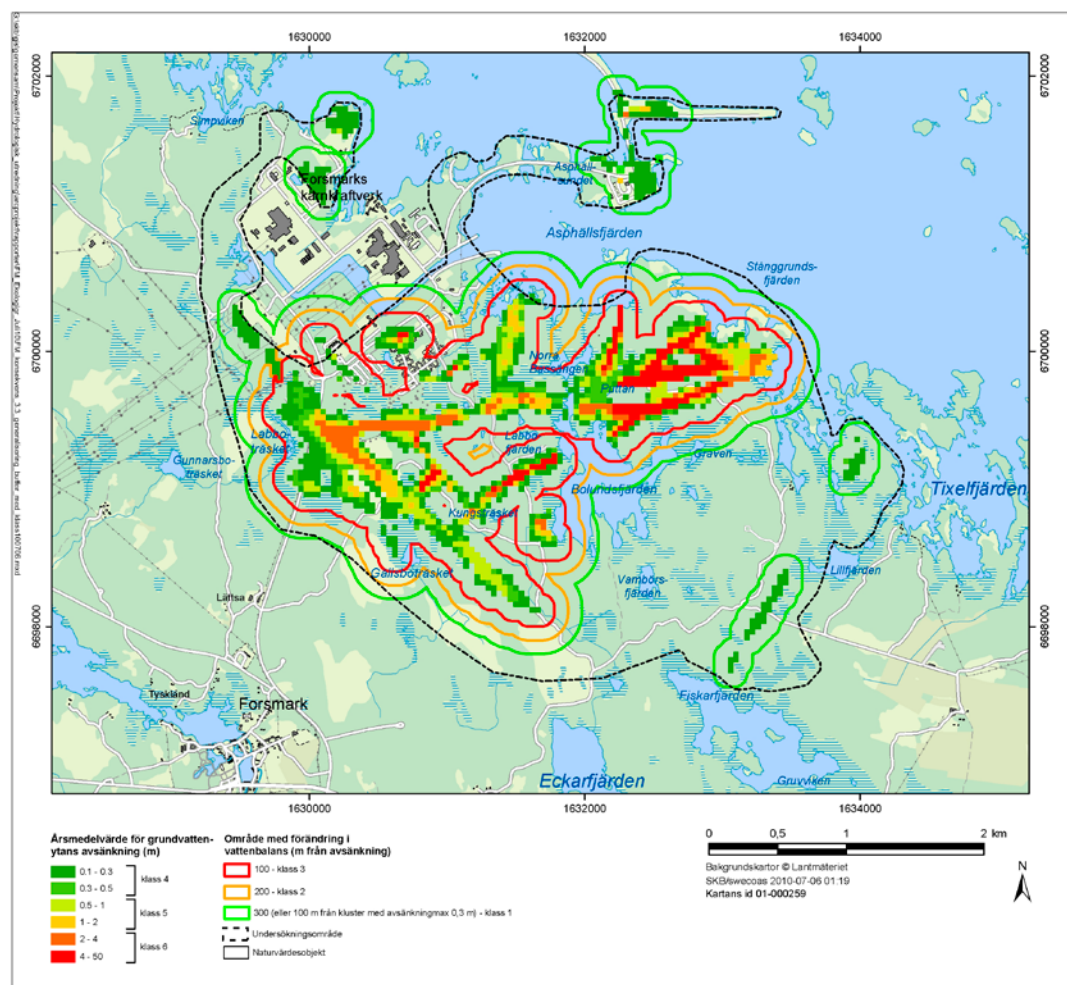
De MIKE SHE-resultat som används i denna rapport baseras på meteorologiska data och havsnivådata för år 2006 /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Ur meteorologisk synpunkt var 2006 ett relativt normalt men något torrt år i Forsmark, med en ackumulerad nederbörd på 539 mm. Detta kan jämföras med ett bedömt långtidsmedelvärde på 559 mm för referensnormalperioden 1961–1990 /Johansson 2008/. Det påverkansområde som diskuteras i denna rapport avser en avsänkingsgräns på 0,1 m (som årsmedelvärde) och är beräknat för en vattengenomsläpplighet på $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s i den injekterade zonen kring förvarets undermarksdel. Vidare avser beräkningarna ett hypotetiskt fall där hela förvaret är öppet samtidigt /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Dessa beräkningsförutsättningar ger en överskattning av inläckaget och avsänkning jämfört med vad som kommer att bli fallet. Figur 4-2 visar årsmedelvärdet på den modellberäknade avsänkning av grundvattenytan. Enligt vad som sägs ovan ger figuren en bild av ett ”värsta fall” vad gäller avsänkning.



Figur 4-2. Prognostiserat påverkansområde för årsmedelvärdet av grundvattenytans avsänkning /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Kartan visar även gränserna för undersökningsområdet.

4.3 Buffertzonen utanför påverkansområdet

Med en gräns för avsänkning på 0,1 m kan vattenbalansen förändras även för naturobjekt som är belägna utanför men nära påverkansområdet, beroende på förändrade vattenflöden inom objektens avrinningsområden. Baserat på detaljerade vattenbalansstudier /Mårtensson et al. 2010/ används här en zon på 300 m utanför påverkansområdets gräns som "buffert", dels för att beakta sådana vattenbalansförändringar, dels som marginal för tidsmässiga variationer och olika typer av osäkerheter. Figur 4-3 visar modellberäknad avsänkning (färgade områden) och olika delzoner (0–100 m, 100–200 m och 200–300 m) utanför påverkansområdets gräns (färgade linjer).



Figur 4-3. Modellberäknad avsänkning av grundvattenytan (färgade områden) och delzoner på olika avstånd från påverkansområdets gräns (färgade linjer).

5 Biotopernas känslighet för grundvattenavsänkning

Den platsundersökning och de modellberäkningar som utförts avseende de hydrogeologiska förhållandena i Forsmark /Bosson et al. 2008, Johansson 2008/ visar att inom stora delar av undersökningsområdet är grundvattenytan belägen inom 1 m från markytan. Det finns få vetenskapliga undersökningar av de vegetationstyper som förekommer i områden med olika djup till grundvattenytan. Däremot finns det långtgående, erfarenhetsbaserad kunskap som lett fram till en indelning där vegetationen och dess känslighet för en avsänkning av grundvattenytan delas in i så kallade markfuktighetsklasser.

Dessa klasser kan korreleras till högsta grundvattenyta (minsta djup under markytan) under växtsäsong, se tabell 5-1. Som underlag för indelningen finns det allmänna beskrivningar av konsekvenser av markavvattning (dikning) på markvegetation i allmänhet och biologisk mångfald och rödlistade arter i synnerhet. Erfarenheter från andra, likande projekt beskrivs i avsnitt 5.1.

Tabell 5-1. Högsta grundvattenyta under växtsäsong för olika markfuktighetsklasser.

Fuktighetsklass	Högsta grundvattenyta, meter under markytan
Vått	0–0,05
Fuktigt	0,05–1
Friskt	1–2
Torrt	> 2

I samband med byggandet av Hallandsåstunneln har man studerat olika naturtypers känslighet för en avsänkning av grundvattenytan och konsekvenser av grundvattenavsänkning på värdefull natur /Florgård et al. 2000/. I dessa studier delades vegetationen in i fastmark (inklusive skogsmark) samt våtmarker, vattendrag och öppna vattenytor. I fastmark beror vegetationens känslighet för en avsänkning av grundvattenytan på ett flertal faktorer. Dessa faktorer inkluderar grundvattenytans ursprungliga nivå i förhållande till markytan, grundvattenytans fluktuationer och grundvattnets flödesmönster. Sammanfattningsvis har följande samband identifierats mellan konsekvenser för vegetation och grundvattenförhållandena:

- Om grundvattenytans ursprungliga nivå är mer än 4 m under markytan ger en avsänkning av grundvattenytan inga konsekvenser för vegetationen.
- Förhållanden med en ytnära grundvattenyta och med horisontellt grundvattenflöde nära markytan (som främst förekommer i sluttningar) innebär att vegetationen är känslig för en avsänkning av grundvattenytan. Detta beror på att vegetationen är anpassad för och beroende av tillgången på syre som är löst i grundvattnet. Vegetationen är även beroende av grundvattnets innehåll av närsalter, mineraler och spårämnen.
- Förhållanden med en fluktuerande grundvattenyta innebär att vegetationen är mindre känslig för en avsänkning av grundvattenytan. Under perioder med hög grundvattenyta kan vegetationens rötter vara under grundvattenytan och rötterna kan vara ovanför grundvattenytan under perioder med låg grundvattenyta. Detta innebär att rötterna är anpassade för att i viss mån följa grundvattenytans fluktuationer. Generellt gäller att fluktuation med större amplitud ger en mer tålig vegetation, eftersom rötterna genomrotar en större jordvolym.
- Grundvatten i täta jordar på några meters djup har i regel lågt syreinnehåll och fungerar som tillväxtspärr i djupled för de flesta kärlväxters rötter. Förekomst av olika typer av vegetation för olika markfuktighetsklasser (tabell 5-1) motiveras främst av syretillgångens inverkan på biotoputvecklingen. Detta innebär att en avsänkning av grundvattenytan kan ge bättre tillväxt för träd och många kärlväxtarter, på bekostnad av våtmarksarter som till exempel mossor, snäckor och lavar. Många våtmarksarter är dels beroende av en marknära grundvattenyta, dels är de anpassade till hög luftfuktighet, vilket i sin tur är beroende av markens vattenhalt.

- Teoretiskt sett kan en omfattande tr addedöd inträffa vid en avsänkning av grundvattenytan om grundvattenytan tidigare varit belägen nära markytan och haft fluktuationer med liten amplitud, om jorden har en låg vattenhållande förmåga (till exempel sandig-grusig jord med låg humushalt) och om en stor avsänkning sker snabbt. I vissa fall där man undersökt trädens kondition efter en avsänkning av grundvattenytan har man inte kunnat påvisa att något träd dött enbart till följd av avsänkningen, men det finns även andra erfarenheter som visar att enstaka träd kan dö till följd av en avsänkning.
- Baserat på slutsatserna i /Florgård et al. 2000/ kan vegetationens känslighet för en avsänkning av grundvattenytan i fallande ordning beskrivas enligt följande: Öppna småvatten med grundvattenkontakt, mjukmattekärr, fastmattekärr, sumpskog (fuktig mark) och skog på frisk mark.

5.1 Erfarenheter från andra projekt

I samband med olika fysiska ingrepp i miljön som till exempel vid tunnel-, väg- eller husbyggen sker ofta en kraftig och lokal avsänkning av grundvattenytan. Konsekvenser av sådana hydrogeologiska förändringar för vegetation i allmänhet och biologisk mångfald i synnerhet är fortfarande inte tillräckligt utredda. Det finns allmänna beskrivningar och bedömningar av negativ inverkan på markvegetation, den biologiska mångfalden och rödlistade arter i samband med markavvattningar (dikningar). Bedömningarna blir därför till stora delar baserade på erfarenheter.

5.1.1 Hallandsås

Erfarenheterna från byggandet av Hallandsåstunneln /Florgård et al. 2000/ visar att trots omfattande sänkning av grundvattnets tryckhöjd intill tunnlar och tunnelpåslag, så har generellt effekterna blivit måttliga i termer av grundvattenytans nivå i det översta och för fastmarksväxterna tillgängliga grundvattenmagasinet. Vid sådana måttliga effekter är vegetationen ett trögt system där iakttagbara förändringar sannolikt kan ta årtionden. I områden där grundvattenytan går i dagen (till exempel i våtmarker och sumpskogar) och/eller i områden med grovkornig jord och låg humushalt, kan dock vegetationsförändringarna gå snabbare vid en avsänkning av grundvattenytan. För friska vegetations typer kan förändringarna vara långsamma och bli märkbara först vid en långvarig eller permanent avsänkning av grundvattenytan.

5.1.2 Gårdsjön

I samband med avsänkningen av grundvattenytan i en våtmark i Gårdsjön (Stenungsunds kommun) har en studie gjorts av hur växttäcket artsammansättning och kvantitet påverkas /Hultengren 2002/. Gårdsjöns undersökningsområde etablerades år 2000 och har därefter genomgått en omfattande sänkning (45 meter) av grundvattnets tryckhöjd genom pumpning från ett borrhål i berg.

I projektet har man konstaterat att flera kärlväxter och några mossor gynnades av en ökad markluftning. Förekomsten av vattenälskande arter (till exempel rundsilesår) minskade däremot kraftigt i de kärr där grundvattenytan avsänktes mest. Dessa observationer stöder hypotesen att invandringen av vissa kärlväxter ökar på bekostnad av våtmarksarter vid sänkt markvattenhalt. Resultaten från projektet pekar vidare på att de meteorologiska förhållandena är mycket viktiga för vegetationen. Variationer i de meteorologiska förhållandena kan till och med överskugga effekterna av kraftig grundvattenbortledning.

5.2 Långsiktiga förändringar

Det är rimligt att anta att en avsänkning av grundvattenytan under en enskild vegetationsperiod inte ger några konsekvenser för vegetationen på sikt. Däremot kan en avsänkning under två vegetationsperioder eller längre ge sådana konsekvenser. En måttlig avsänkning under ett år kan liknas vid förhållandena under ett torrår, vilket för friska marker inte bör medföra någon avgörande förändring av artsammansättningen. För våtmarker och andra småvatten kan dock en avsänkning även under ett enstaka år vara allvarlig för arter som är beroende av konstant tillgång till grundvattenytan eller beroende av ytvatten under delar eller hela sin livscykel (till exempel groddjur). Det kan även uppstå

konsekvenser för vegetationen vid förändring av andra faktorer än tillgången på vatten och syre. Enligt danska studier kan en avsänkning som varar längre än sex år ge upphov till en irreversibel förändring av markförhållandena i form av försurning och minskad näringstillgång /Florgård et al. 2000/.

En tillfällig uttorkning kan få som allvarligaste konsekvens att enskilda känsliga arter slås ut. En långvarig eller permanent avsänkning kan ge mer omvälvande och genomgripande ekologiska förändringar. Konkurrensförhållandena mellan olika dominanta nyckelarter kan komma att förändras, vilket i sin tur förändrar de fundamentala livsförutsättningarna för olika naturtyper. Som nämnts tidigare kan dock sådana förändringar förväntas vara långsamma.

Generellt leder vegetationsförändringar till en förskjutning av balansen mellan olika vegetations typer, där torrare miljöer ökar på bekostnad av fuktigare. Som ett exempel kan en avsänkning av grundvattenytan leda till att sumpskogar och kärr minskar och ersätts av friska gran- och blandskogar. Öppna kärr kan på sikt förbuskas eller ersättas av sumpskogsmiljöer, med påföljande förändring i biologisk mångfald knuten till de unika kärrmiljöerna. I friska skogsmiljöer kan en avsänkning av grundvattenytan leda till att örtrika barrskogar med små surdråg övergår i andra vegetationstyper, vilket ger en artfattigare och mer homogen skog. I områden med små förändringar av markvattenhalten kan man förmoda att vegetationsförändringen blir mer diffus. Eventuellt bibehålls samma vegetationstyp, med en viss förskjutning av artinnehållet.

När nya naturtyper ersätter gamla bryts kontinuiteten, vilken är en av de viktigaste grundförutsättningarna för biologisk mångfald. Det kan ta många år för nya naturtyper att ha förutsättningar för stor biologisk mångfald. Vissa delar av växters livsstadier är mer känsliga än andra för permanenta förändringar av bland annat vattentillgången. Till exempel är unga trädplantor betydligt känsligare än äldre.

5.3 Påverkan på olika naturtyper

5.3.1 Kärrmiljöer, strandängar, gölar och ytvatten

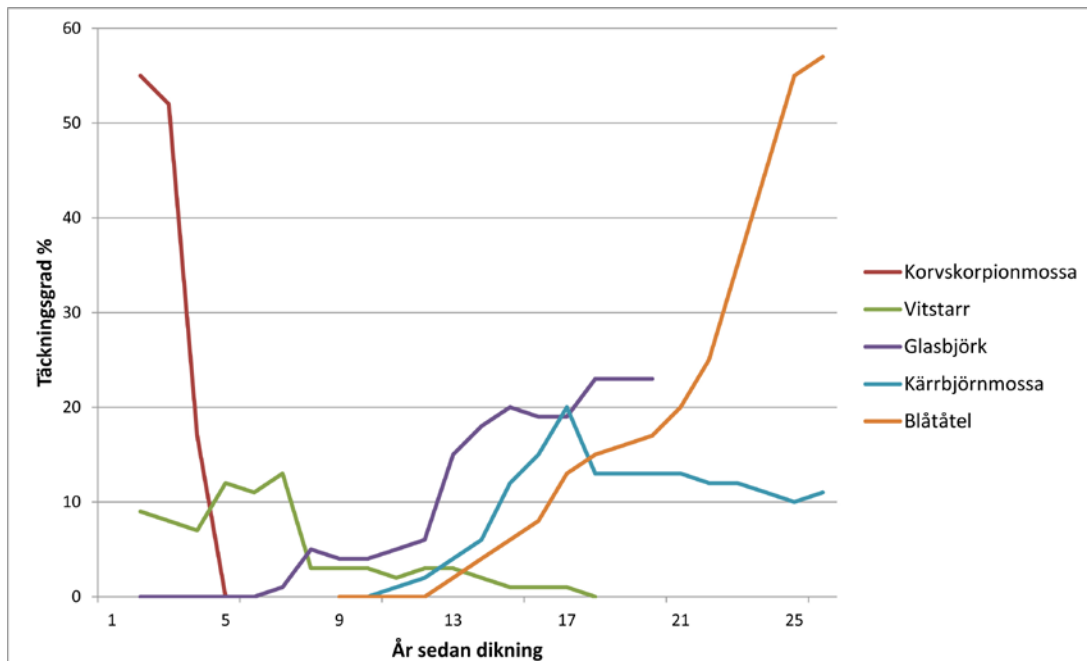
En konstant hög grundvattenyta är en förutsättning för att de kärrmiljöer som är vanliga i Forsmarkska bildas. Även en måttlig avsänkning av grundvattenytan kan därför ge upphov till en vegetationsförändring mot torrare naturtyper med andra örtarter såsom gräs och starr. Den torrare miljön ger även förutsättning för en tillväxt av buskar och träd, vilket i sig torkar ut marken ytterligare med accelererad vegetationsförändring som följd. Erfarenheter visar att dikning av rikkärr ofta leder till att de för rikkärren karaktäristiska och dominerande brunmossorna försvinner nära dikena inom några få år, se figur 5-1. I figuren kan man bland annat notera minskningen av korvskorpionmossa, som är en typisk rikkärrart /Backéus 1981/.

5.3.2 Ört-kalkbarrskogar

Forsmarksområdet innehåller ett antal värdefulla ört-kalkbarrskogar. Djupet till grundvattenytan och markfuktighetsförhållandena varierar mellan olika delar av skogen. Ört-kalkbarrskogarna i Forsmark domineras dock av frisk till fuktig mark, det vill säga med en grundvattenyta som är 0,05–2 m under markytan. Generellt kan skogarna betraktas som beroende av en ytnära grundvattenyta och rörligt grundvatten. De är därmed mycket känsliga för en avsänkning av grundvattenytan. Inom Forsmarks ört- kalkbarrskogar finns det många fuktiga skogspartier där den ytnära grundvattenytan, kombinerat med den kalkrika jorden, ger särskilt gynnsamma förhållanden för många artgrupper, till exempel kärllväxter och mossor. Dessa partier är sannolikt mer känsliga för en avsänkning jämfört med frisk skogsmark.

5.3.3 Större sjöar

Sjöarna i Forsmark är relativt nyligen avsnörda havsvikar. Bolundsfjärden, Norra Bassängen och Fiskarfjärden bildades för 100–150 år sedan, och Puttan och Gällsboträsket för 350–400 år sedan. Sjöarna är så kallade kalkoligotrofa klarvattensjöar, med grunt, klart och fosforfattigt vatten. Sjöarna underlagras generellt av täta sediment, vilket innebär att det är litet utbyte mellan sjö- och grundvatten /Johansson 2008/. Grundvattennivån under sjöarna har därför liten betydelse för vattennivån



Figur 5-1. Täckningsgrad (%) för olika arter efter dikning av ett medelrikkärr söder om Hamrångefjärden i Gästrikland. Data från /Backéus 1981/.

i sjöarna. En sänkning av sjönivån ger en minskning av sjöns yta och en ökad igenväxning, vilket på sikt leder till minskad artdiversitet. Igenväxningen av sjöarna i Forsmark begränsas dock av tillgången på fosfor. Detta innebär att en sänkning av vattennivån i sjöarna i Forsmark inte skulle ge någon explosiv vassökning.

En minskad vattenomsättning kan leda till ökad omfattning på syrebristen nära sjöbottnarna under vintertid. Kalkoligotrofa klarvattensjöar är dock en tämligen stabil sjötyp. Markens kalkinnehåll innebär att sjöarna inte är känsliga för försurning och de är heller inte känsliga för närsaltutsläpp eftersom fosfor binds snabbt. Den befintliga faunan och floran i sjöarna är anpassade till varierande förhållanden, eftersom sjöarna befinner sig i ett övergångsstadium mellan havsvik och insjö.

6 Konsekvenser och åtgärder för naturvärden

6.1 Förutsättningar

Beskrivningar av konsekvenser för naturmiljö behandlar miljöer och arter som bedöms vara värdefulla, i regel på grund av att miljöerna och/eller arterna är ovanliga eller starkt minskande. Särskilt stort värde tillmäts miljöer med lång kontinuitet som är svåra att återskapa om de en gång försvinner. Konsekvensbeskrivningar ska i huvudsak beskriva så kallade beslutsviktiga fakta, vilket medför att konsekvenser för vanliga naturtyper endast behandlas översiktligt. I detta kapitel beskrivs dels konsekvenser utan åtgärder, dels konsekvenser med åtgärder. De föreslagna åtgärderna är inriktade på att skydda de viktigaste naturvärdena i våtmarker.

Konsekvensbeskrivningen utgår från det beräkningsfall med MIKE SHE som beskrivs i kapitel 4, det vill säga ett hypotetiskt fall med ett helt öppet förvar och med en vattengenomsläpplighet i den injekterade zonen på 10^{-7} m/s. Vidare utgår konsekvensbeskrivningen från att markanvändningen i de delar av påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning som är utanför förvarets ovanmarksdel i stort sett är samma som idag, det vill säga skogsbruk med skydd av nyckelbiotoper. Konsekvensbeskrivningen baseras på den beskrivning och klassning av naturvärden samt beskrivning av skogsproduktionsmark som presenteras i /Hamrén och Collinder 2010/. Konsekvensbegränsande åtgärder innefattar beredskap för att genom vattentillförsel upprätthålla grundvattenytan i några av de mest värdefulla våtmarkerna. Vidare kommer som nämnts tidigare SKB även att genomföra naturvårdsanpassad skötsel av sin mark i Forsmark.

Följande aspekter har beaktats vid bedömningen av konsekvenser för värdefulla naturmiljöer och arter:

- Objektens geografiska lägen i förhållande till det prognostiserade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning.
- Grundvattenavsänkningens effekter på vattenomsättningen i våtmarker.
- Jordlagrens stratigrafi (jordlagerföljden) i anslutning till objekten.

6.2 Metodik

Konsekvensbedömningar har gjorts för biotoper, skyddsvärda arter samt för riksintresset Forsmark–Kallrigaaffjärden och Natura 2000-området Kallriga. Biotoper avser områden med likartad natur, typiska strukturer och likartad artuppsättning. De identifierade biotoperna i Forsmark har en yta som är i storleksordningen 1–20 hektar. För skyddsvärda biotoper har konsekvensbeskrivningen genomförts i följande steg:

- Bedömning av biotopens naturvärde.
- Bedömning av biotopens känslighet för grundvattenavsänkning.
- Bedömning av påverkan.
- Bedömning av konsekvens.

6.2.1 Biotopernas naturvärde

Metodiken för bedömning av biotopers naturvärde beskrivs i /Hamrén och Collinder 2010/. I korthet baseras naturvärdesklassningen på faktorer som naturtypens sällsynthet, kontinuitet, naturobjektets storlek samt förekomsten av hotade arter. Klassningen av naturvärden i Forsmarksområdet följer en fyrgradig skala:

- Klass 1, nationellt värde. Denna klass ska inte blandas ihop med utpekade riksintressen för naturvård enligt miljöbalken.
- Klass 2, regionalt värde.
- Klass 3, kommunalt värde.
- Klass 4, lokalt värde.

6.2.2 Biotopernas känslighetsklasser

Biotopernas känslighet för grundvattensänkning beskrivs i kapitel 5. Känsligheten är en kombination av naturtyp och de kvartärgeologiska förhållandena vid varje objekt. I samband med konsekvensbedömningen har följande skala använts för att beskriva känsligheten (se även tabell 6-1):

- Känslighetsklass 1 – mycket stor känslighet. Till denna klass hör kärr/gölar utan täta bottensediment. För denna känslighetsklass kan stora konsekvenser uppstå vid en varaktig grundvattenavsänkning som är mindre än 0,1 m. I Forsmark är rikkärr i utströmningsområden för grundvatten särskilt känsliga för grundvattenavsänkning, eftersom de är beroende av ett ständigt utflöde av kalkhaltigt grundvatten. En minskning av grundvattenutströmningen ger ökad igenväxning och förlorade naturvärden. Känsligheten är särskilt stor för sådana rikkärr i Forsmark, eftersom bete och slåtter sedan länge upphört och inte längre bidrar till att hålla kärren öppna. Kalkgölar är nästan lika känsliga för grundvattenavsänkning som rikkärr. De är ytterst grunda och vissa torkar redan under nuvarande förhållanden upp helt under torra somrar. Det kan därför få stora negativa konsekvenser för reproduktionen hos till exempel gölgroda, om avsänkningen leder till att tillgången på ytvatten minskar.
- Känslighetsklass 2 – stor känslighet. Till denna känslighetsklass hör kärr och gölar med täta bottensediment samt fuktig skogsmark. För denna klass kan stora konsekvenser uppstå vid en varaktig grundvattenavsänkning på 0,1–0,3 m eller större. Kärr och gölar med täta bottensediment (lera och/eller gyttja) är inte lika känsliga för en grundvattenavsänkning som kärr och gölar i känslighetsklass 1, eftersom en sänkning av grundvattnets tryckhöjd under sedimenten inte får samma genomslag på ytvattennivån. Fuktig skogsmark, där grundvattenytan är nära markytan, har ungefär motsvarande känslighet som kärr och gölar med täta bottensediment. Vissa ekologiska konsekvenser kan uppstå i skogsmiljön, men skogen förlorar inte nödvändigtvis sina naturvärden.
- Känslighetsklass 3 – känsligt. Till denna känslighetsklass hör fuktig skogsmark och fuktängar. För denna klass kan stora ekologiska konsekvenser uppstå vid en grundvattenavsänkning som är 0,3–1 m eller större. Skogsmark med något djupare grundvattenyta är mindre känslig än skogsmark med grundvattenytan nära markytan. Fuktängar är känsliga men här spelar också hävden stor roll.
- Känslighetsklass 4 – mindre känsligt. Till denna känslighetsklass hör frisk skogsmark, där stora konsekvenser kan uppstå vid en grundvattenavsänkning som är 1–2 m eller större. Naturvärdena i frisk skogsmark är till stora delar inte grundvattenberoende, vilket innebär att stora delar av naturvärdena finns kvar även om marken blir torrare.
- Känslighetsklass 5 – inte känsligt. Till denna känslighetsklass hör torr skogsmark och havsstrandängar. För denna klass uppstår inga konsekvenser även om grundvattenavsänkningen är större än 2 m. Vegetationen i torr skogsmark är inte grundvattenberoende, och havsstrandängar är främst beroende av närheten till havet med regelbundna översvämningar samt havsis som trycks över strandängen och river bort högre vegetation under vintern.

Tabell 6-1. Olika naturtypers känslighet för en avsänkning av grundvattenytan. Med känslighet avses naturtypens "tröskel" för att övergå i andra naturtyper och för att förlora sina naturvärden (efter /Florgård et al. 2000/).

Känslighetsklass	Biotop	Grundvattenavsänkning (m) för stor påverkan
1 – Mycket stor känslighet	Kärr/gölar utan täta sediment	< 0,1
2 – Stor känslighet	Kärr/gölar med sediment, fuktig skogsmark	0,1–0,3
3 – Känsligt	Fuktig skogsmark och fuktäng	0,3–1
4 – Mindre känsligt	Frisk skogsmark	1–2
5 – Inte känsligt	Torr skogsmark och havsstrandäng	Ingen påverkan

6.2.3 Påverkan på biotoper

I kapitel 4 beskrivs modellberäknade effekter på grundvattenytans nivå till följd av grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen (figur 4-3). För vissa objekt har en vattenbalans tagits fram /Mårtensson et al. 2010/. Resultaten av dessa beräkningar har använts som stöd i bedömningen av påverkan. Konsekvensbeskrivningen beaktar det geografiska läget för varje identifierat och naturvärdesklassat naturobjekt i förhållande till påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning, där följande klasser har använts (objekt på gränsen mellan två klasser har ansatts den högre klassen):

Objekt inom påverkansområdet (avsänkingsgräns 0,1 m):

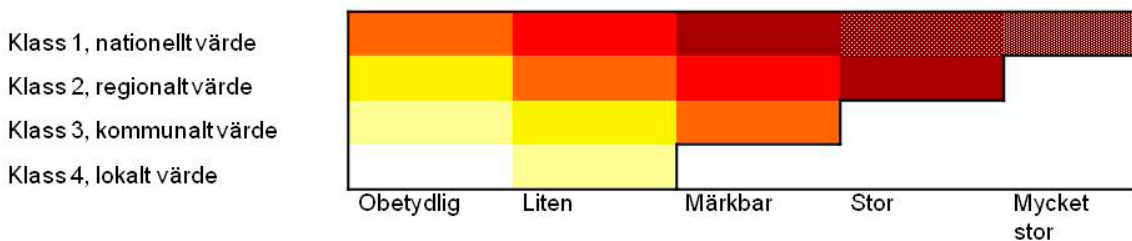
- Klass 6: Avsänkning > 2 m.
- Klass 5: Avsänkning 0,5–2 m.
- Klass 4: Avsänkning 0,1–0,5 m.

Objekt utanför påverkansområdet (avsänkingsgräns 0,1 m):

- Klass 3: Objekt 0–100 m från avsänkingsområdets gräns.
- Klass 2: Objekt 100–200 m från påverkansområdet.
- Klass 1: Objekt 200–300 m från påverkansområdet. Klass 1 har även ansatts 0–100 m från perifera delar av påverkansområdet där avsänkningen är högst 0,3 m.

6.2.4 Konsekvensbedömning

En konsekvens uppstår när något som har ett värde påverkas. Exempelvis medför en avsänkning av grundvattenytan inga konsekvenser om avsänkningen berör ett område som inte har något naturvärde. Vidare ger ett större naturvärde större konsekvenser för en viss avsänkning (se illustration i figur 6-1). Naturobjekt med naturvärdeklass 1 (nationella värden) är de enda som kan få stora konsekvenser. Vidare kan ett naturobjekt med värdeklass 4 (lokalt värde) endast få små konsekvenser, även om dess naturvärden utplånas.



Figur 6-1. Illustration av metodik för konsekvensbeskrivning avseende naturvärden. Objektens värden anges på den vertikala axeln och grad av påverkan på den horisontella axeln (mörkare fält innebär större konsekvens).

6.2.5 Definition av konsekvensklasser

Det finns i dagsläget ingen nationell metodik för klassning av miljökonsekvenser. Nedanstående klassindelning grundar sig på författarnas mångåriga erfarenheter av konsekvensbeskrivningar.

- **Klass 5, obetydliga konsekvenser:**
 - Mycket liten eller marginell påverkan på naturobjekt.
 - Liten påverkan, som dock inte får vara mätbar, på den biologiska mångfalden inom ett riksobjekt (riksintresse för naturvård enligt miljöbalken) eller objekt med naturvärdesklass klass 1 (nationellt värde).
- **Klass 4, liten/små konsekvenser:**
 - Utsläckande av naturobjekt med lokalt värde (klass 4).
 - Begränsat ingrepp i naturobjekt med kommunalt värde (klass 3), eller mycket liten påverkan på naturobjekt med högre värde.
 - Mätbar påverkan på naturobjekt med regionalt värde (klass 2), alternativt en liten men inte mätbar påverkan på den biologiska mångfalden inom ett riksobjekt eller ett naturobjekt med klass 1 (nationellt värde).
- **Klass 3, märkbara konsekvenser:**
 - Utsläckande av värde på naturobjekt av kommunalt värde (klass 3).
 - Ingrepp i naturobjekt med regionalt värde (klass 2), där endast delar av objektets naturvärden utsläcks.
 - Liten men mätbar påverkan på huvudsakligt värde för riksobjekt eller naturobjekt med nationellt värde (klass 1).
- **Klass 2, stora konsekvenser:**
 - Betydande påverkan på naturobjekt med regionalt värde (klass 2).
 - Tydlig påverkan på värden som utgör värdegrunden för riksobjekt eller motsvarande värdekategori, exempelvis utplånande av skyddsvärd art eller biotop.
- **Klass 1, mycket stora konsekvenser:**
 - Utsläckande av något av de värden som utgör värdegrunden för objektet.
 - Påverkan på naturobjekt med nationellt värde (klass 1), riksobjekt eller internationellt skyddsvärda objekt (exempelvis Natura 2000-områden).

6.2.6 Exempel

Tabell 6-2 illustrerar metodiken med exempel på konsekvensbedömningar av två olika objekt. Konsekvensbedömningen blir olika eftersom objekten har olika naturvärden. Det lägre värderade objektet har större känslighet, men påverkan är så stor att de ekologiska förhållandena förväntas förändras kraftigt för båda objekten. I bilaga 1 redovisas konsekvensklassning för alla värdefulla objekt i undersökningsområdet och de parametrar som ligger bakom klassningen.

Tabell 6-2. Exempel på konsekvensbedömning av två objekt.

Objekttyp	Naturvärde	Känslighet Kvartärgeologisk bedömning (jordlagerföljd)	Naturtyp	Påverkan	Konsekvens
Kustnära rikkärr	Högsta naturvärde	Medelrisk, delvis täta sediment	Extremrikkärr: Mycket känsligt	Ber. avsänkn. > 2 m	Mycket stor
Litet medelrikkärr	Högt naturvärde	Stor risk, utan täta sediment	Medelrikkärr: Mycket känsligt	Ber. avsänkn. > 2 m	Stor

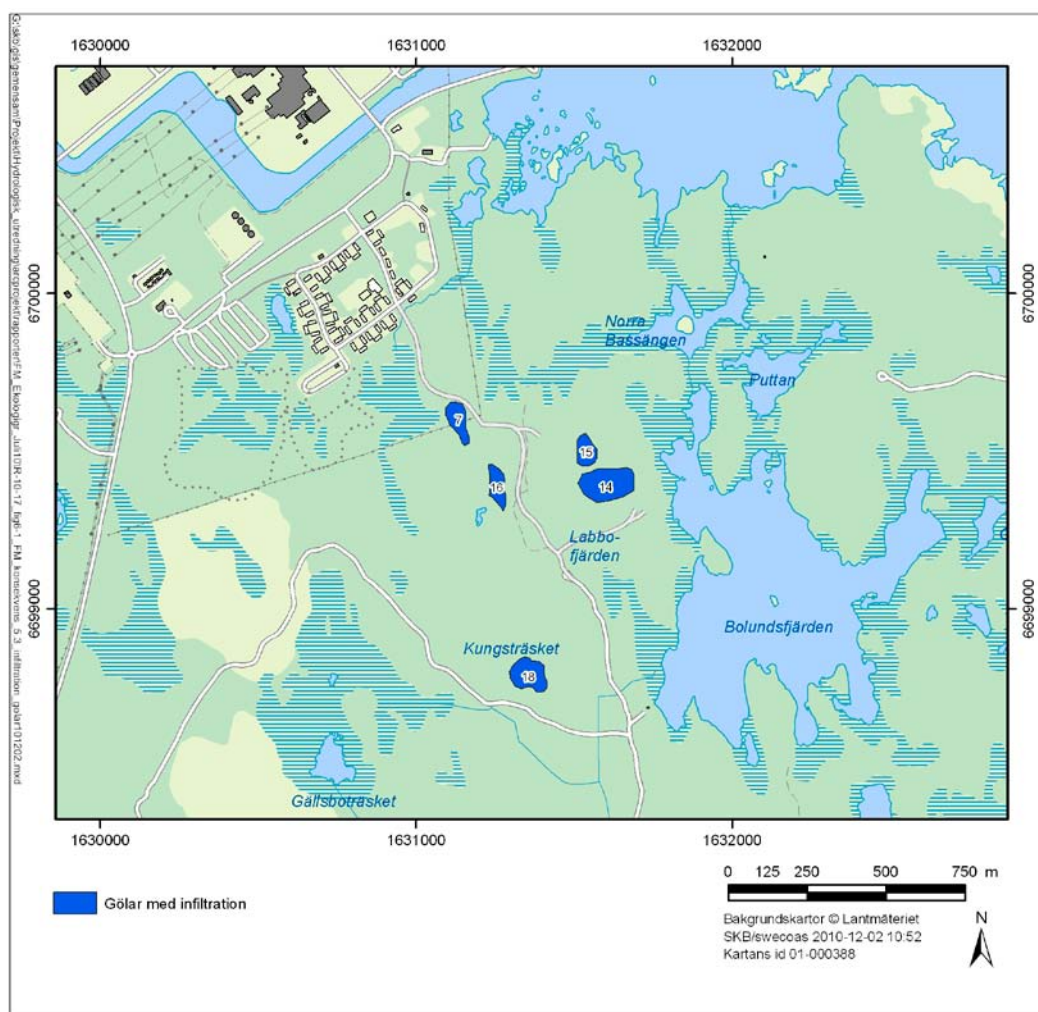
6.3 Åtgärder

SKB planerar att vidta åtgärder som begränsar grundvattenbortledningens effekter och konsekvenser. Den främsta åtgärden är täta berget genom injektering av vattenförande sprickor, vilket minskar inläckaget av grundvatten och avsänkning av grundvattenytan. Vidare planeras naturvårdsinriktade åtgärder för att säkerställa att det inte blir några konsekvenser för de viktigaste naturvärdena i området. Åtgärderna är inriktade mot de mest värdefulla våtmarkerna med förekomst av de skyddade arterna gölgröda och gulyxne. För att förebygga och begränsa effekter och konsekvenser på våtmarker föreslås två typer av åtgärder:

- Upprätthållande av grundvattenytans nivå i fem våtmarker genom vattentillförsel.
- Skötselåtgärder som syftar till att upprätthålla öppna kärrmiljöer genom slåtter och röjning av vedväxter. För skogsområdena är SKB:s ambition att tillämpa en naturvårdsanpassad skötsel.

6.3.1 Åtgärder för att bibehålla grundvattenytans nivå i rikkärr och kalkgölar

Vid behov kommer grundvattenytans nivå att bibehållas i och invid identifierade värdefulla rikkärr och kalkgölar genom tillförsel av vatten, i syfte att förhindra skador på naturvärden och arter. Sådan tillförsel möjliggör även bibehållande av naturliga årsvariationer. Åtgärden bedöms enbart kunna bli aktuell för några av de högst klassade våtmarksobjekten med förekomst av arterna gölgröda och gulyxne, specifikt våtmarkerna 7, 14–16 och 18 (se figur 6-2). Åtgärden sätts in om grundvattennivåerna vid dessa objekt sänks till följd av grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen.



Figur 6-2. Våtmarker (blåmarkerade) för vilka vattentillförsel planeras om vattennivåerna sänks till följd av grundvattenbortledningen.

Gölgroda finns i samtliga dessa våtmarker. I två av dem (7 och 16) finns också gulyxne. Objekten 7 och 14–16 är värdefulla rikkärsmiljöer. Våtmarksobjekten 12, 13a och 13b hyser också gölgroda, men dessa kommer att fyllas igen (13b delvis) vid uppförandet av slutförvarsanläggningens driftområde ovan mark. Objekt 18 (Kungsträsket) har inga rikkärr längs stränderna, men gölen är en viktig reproduktionslokal för gölgroda.

Tillförsel av vatten

Vatten kan tillföras marken ovanför rikkärren, 10–15 m ifrån våtmarkskanten (se figur 6-3), vilket höjer grundvattenytan och ger ett grundvattenflöde mot kärret och gölen. Tillförsel av vatten i den kalkhaltiga moränen och grundvattenflöde genom moränen innebär att vattnet kalkmättas och i allt väsentligt får samma kemiska egenskaper som naturligt bildat grundvatten.

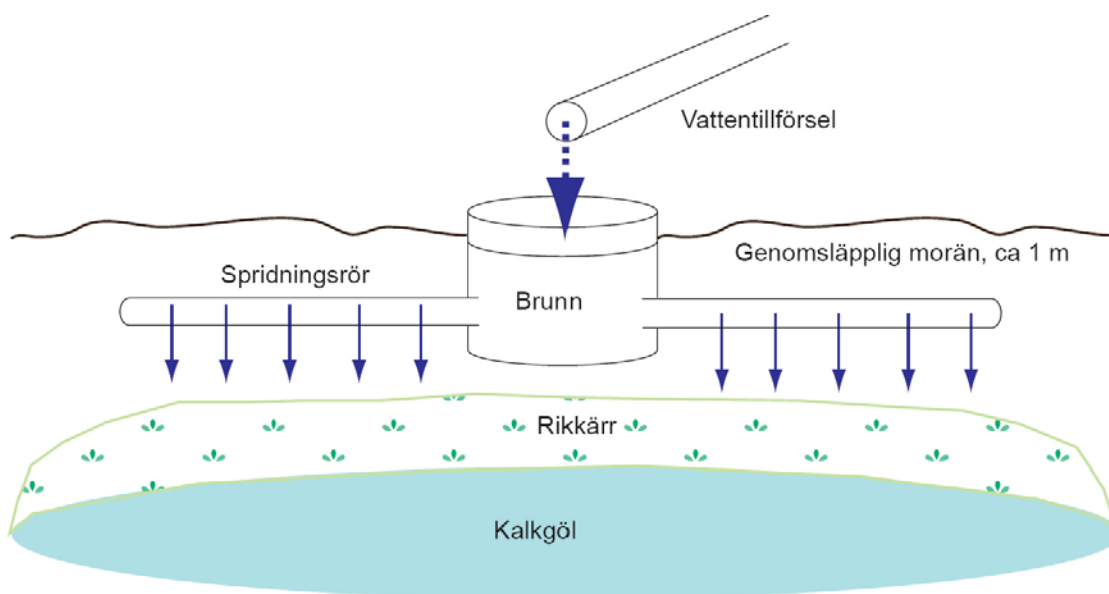
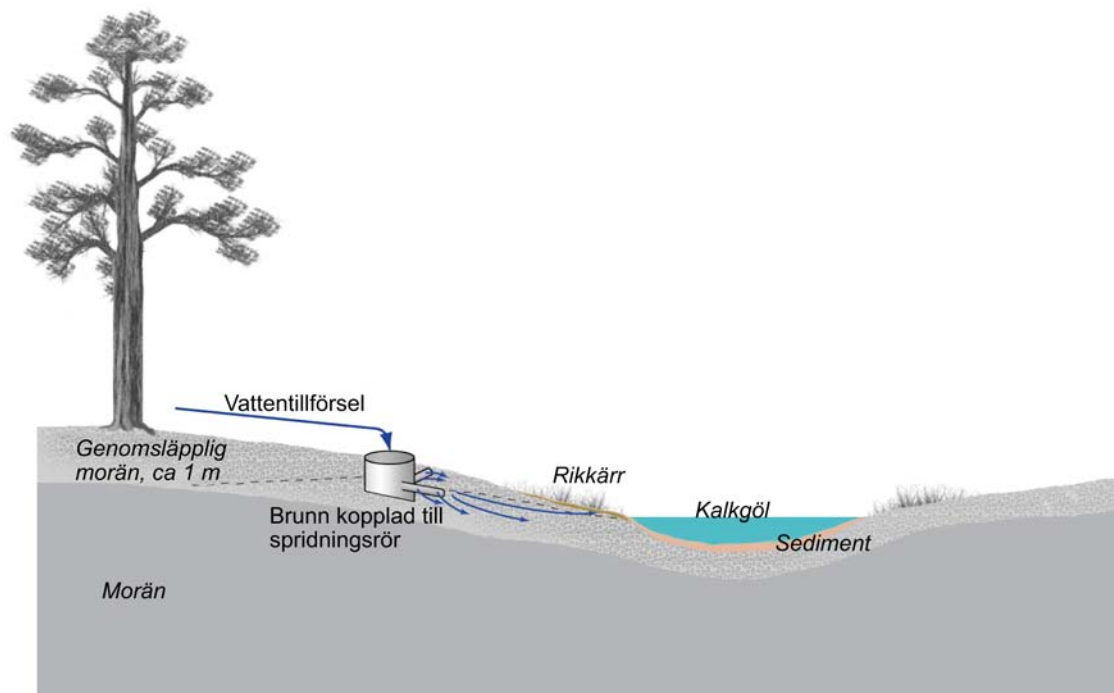


Illustration Ekologigruppen AB



Figur 6-3. Principskisser för vattentillförsel till våtmarker.

Vattnet kan tillföras via en cementbrunn som är nedgrävd i den övre delen av moränen. Det är viktigt att vattnet tillförs på bred front genom att man från brunnen förlägger två vågrätt liggande dräneringsrör strax under markytan i slutningarna ned mot de våtmarker som ska åtgärdas. Längden på rören anpassas efter terräng och vattenbehov. Anledningen till att vattnet bör tillföras på bred front är att de mest värdefulla kärrmiljöerna återfinns i utströmningsområden där kalkhaltigt, ytnära grundvatten når kärrmiljön. Det är således viktigt att inte bara åstadkomma punktvisa utsläpp av vatten.

Den översta metern av moränen är mer vattengenomsläpplig jämfört med dess djupare delar. Specifikt minskar vattengenomsläppligheten 10–100 gånger från den översta delen ned till större djup /Johansson 2008/. Det bedöms därför vara genomförbart att genom tillförsel av vatten reglera grundvattenytan kring våtmarkerna, eftersom tillfört vatten företrädesvis kommer att röra sig i moränens övre del, givet att grundvattenytan är belägen i moränen.

Styrning av vattennivåer

För att vattentillförseln ska fungera som avsett behöver tillförseln styras så att naturliga nivåvariationer kan efterliknas och bibehållas. Detta kan göras genom att automatiskt styra vattentillförseln via uppmätt grund- och ytvattennivå. Kunskap om opåverkade nivåer och nivåvariationer kan erhållas genom att mäta nivåer i våtmarkerna under en längre period inför uppförandet av förvaret. Vid vattentillförsel kan då tillförseln styras så att naturliga variationer efterliknas. Nivåmätningstrustning är sedan våren 2009 installerad i ett antal våtmarker i Forsmarksområdet (inklusive objekten 7, 14, 16 och 18). Vid vattentillförsel kan kontinuerlig information om opåverkade nivåer erhållas via samtidiga nivåmätningar i referensobjekt (objekt som med säkerhet inte berörs av grundvattenbortledningen från förvaret). Nivådata från referensobjekt är också viktiga som underlag för att bedöma om en nivåsenkning beror på grundvattenbortledningen eller om sänkningen har naturliga orsaker.

Vattenkvalitet

I Forsmark finns det ett antal olika möjliga vattenkällor för att försörja ett system för vattentillförsel. Det är viktigt att det vatten som tillförs inte innehåller några föroreningar och att vattnet inte är för salt. Ett lämpligt alternativ är att vattnet tas från den befintliga råvattenledningen som idag går från sjön Bruksdammen till FKA:s vattenverk. Andra möjligheter är grundvattenbrunnar, ytvatten, eller möjligen grundvatten som läcker in till slutförvarsanläggningens ramp. Inför val av vattenkälla jämförs vattenkemiska egenskaper med data från vattenkemiprovtagning i rikkärr och kalkgölar. Vid behov kan det tillförda vattnets kemiska egenskaper justeras, främst vad gäller pH och kalkinnehåll. Sådan justering bedöms dock inte bli nödvändig, eftersom det tillförda vattnet som nämnts tidigare kommer att kalkmättas under flödet i den kalkhaltiga moränen.

Uppföljning

Vattentillförsel till rikkärr och kalkgölar har tidigare inte genomförts i Sverige. Miljööverdomstolen har dock i en dom beträffande grundvattenbortledning från Hallandsåstunneln bedömt att det är möjligt att genomföra skadeförebyggande åtgärder i känsliga naturtyper med hjälp av infiltration /Miljööverdomstolen 2003/. I Belgien har läckage av kalkhaltigt vatten konstaterats förändra fattigkärrsvegetation till rikkärrsvegetation /Boeye et al. 1995/. Det är viktigt att upprätta ett uppföljningsprogram, genom vilket åtgärdernas effektivitet kan följas och så att åtgärderna kan justeras för att fungera på bästa sätt. Sådan uppföljning behövs även som underlag för beslut om att initiera åtgärder i form av vattentillförsel.

6.3.2 Skötselåtgärder för att minska konsekvenser av grundvattenpåverkan

SKB kommer att ta fram en skötselplan för den mark som SKB äger i Forsmark. Inriktningen är att skötseln ska gynna områdets höga naturvärden. Skötselåtgärderna berör våtmarker och skogar. För våtmarker planeras åtgärder i form av röjning och slåtter av vedväxter. Skötseln inriktas i första hand på våtmarksobjekt med nationellt värde (klass 1) och som kan komma att påverkas av SKB:s verksamhet. Vidare kan andra våtmarksobjekt med höga naturvärden (nationellt och regionalt värde) bli aktuella för naturvårdsanpassad skötsel i syfte att gynna skyddade eller skyddsvärda arter. För skogsområdena är SKB:s ambition att skötseln ska motsvara Sveaskogs tidigare intentioner för en ekopark i Forsmark. Exempel på skötselåtgärder som kan bli aktuella för att bibehålla och öka den biologiska mångfalden är naturvårdsbränning av tallskog, gallring av barrskog för att öka andelen lövskog eller igenläggning av tidigare anlagda diken.

6.4 Konsekvenser för våtmarker

6.4.1 Översikt

Med avseende på naturvärden bedöms grundvattenbortledningen kunna medföra störst konsekvenser för våtmarker. Genom de åtgärder som vidtas kommer dock de viktigaste naturvärdena att kunna bevaras. Tabell 6-3 redogör för den bedömda fördelningen på konsekvensklasser före och efter de åtgärder som beskrivs i avsnitten 6.3.1–2. Åtgärderna innebär att konsekvenserna för gölgröda och gulyxne minimeras. Vattentillförsel säkerställer också att grundvattenytan i rikkärr vid berörda våtmarker inte kommer att sänkas av till följd av grundvattenbortledningen.

Tabell 6-3. Antal våtmarker per konsekvensklass före och efter åtgärder.

Konsekvensklass	Före åtgärder	Efter åtgärder
Mycket stora konsekvenser	2	1
Stora konsekvenser	15	12
Märkbara konsekvenser	8	8
Liten/små konsekvenser	8	7
Obetydliga konsekvenser	19	19
Summa	52	47

De flesta av de arter av mossor, halvgräs och kärlväxter som bygger upp växtligheten i våtmarkerna och har dessa som livsmiljö, samt alla arter av grodor och vattenlevande insekter är helt beroende av blöta eller fuktiga förhållanden. För dessa arter och deras livsmiljöer skulle även en mindre avsänkning av grundvattenytan innebära stora negativa konsekvenser (se avsnitt 5.3.1). En avsänkning av grundvattenytan riskerar att på några års sikt helt utplåna värdena i kärrmiljöerna. Även om förhållandena återställs efter avvecklingen av slutförvarsanläggningen kommer troligen irreversibla förändringar ha uppstått vad gäller artsammansättningen i våtmarkerna. Åtgärder för att begränsa sådana negativa konsekvenser beskrivs i avsnitt 6.3.1.

De ur naturvårdssynpunkt värdefullaste våtmarksarterna i Forsmarksområdet är rödlistade och/eller skyddade enligt artskyddsförordningen. Utan åtgärder bedöms det ur ett landskapsekologiskt perspektiv finnas risk för mycket stora konsekvenser på helhetsområdet. Detta beror på att spridningsförutsättningarna försämras avsevärt för delpopulationen av gölgröda och gulyxne när livsmiljöerna förändras i och med grundvattenavsänkningen. Dessa arter har mycket stora krav på sin livsmiljö. Konsekvenserna är inte lika uttalade för övriga våtmarksarter. Sammantaget bedöms grundvattenavsänkningen medföra mycket stora konsekvenser för rödlistade våtmarksarter och våtmarksarter upptagna i artskyddsförordningen om inga åtgärder vidtas (tabell 6-4).

Tabell 6-4. Konsekvenser för värdefulla våtmarksarter och spridningssamband före och efter åtgärder.

Aspekt	Före åtgärder	Efter åtgärder
Värdefulla våtmarksarter och spridningssamband	Mycket stora konsekvenser	Märkbara konsekvenser

De planerade åtgärderna (vattentillförsel och skötselåtgärder) innebär att konsekvenserna för de mest hotade arterna blir begränsade (gölgröda, gulyxne och kalkkärrsgrynsnäcka). Det blir också mindre konsekvenser för våtmarksobjekten med de högsta naturvärdena. För de arter som förekommer i andra våtmarksobjekt och som berörs av grundvattenavsänkning har åtgärderna liten betydelse. Det bedöms därför bli märkbara konsekvenser för värdefulla våtmarksarter och spridningssamband med de föreslagna åtgärderna.

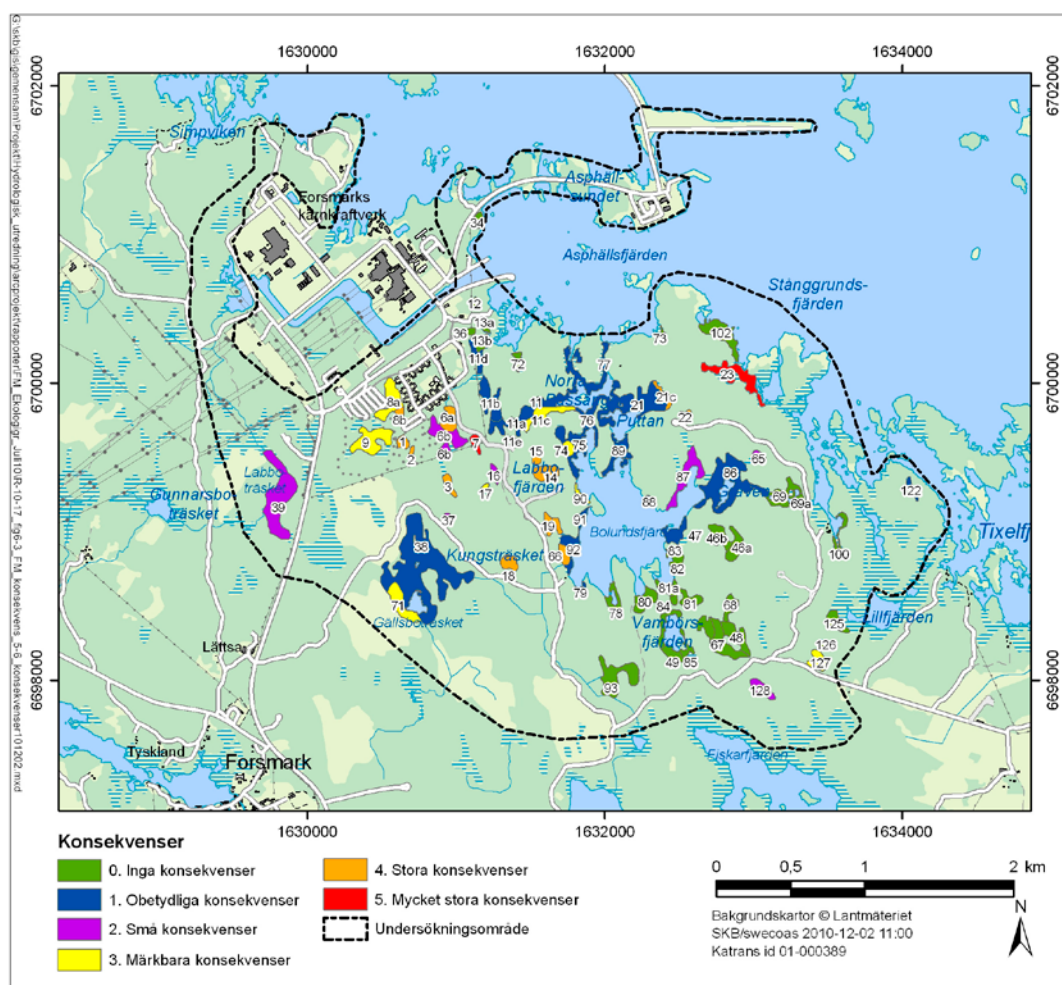
6.4.2 Konsekvenser för våtmarker före åtgärder

Våtmarksmiljöer

Av de 79 våtmarksobjekten kommer fyra stycken att fyllas igen i samband med uppförandet av slutförvarsanläggningens driftområde ovan mark. För 17 våtmarksobjekt (tabell 6-5 och figur 6-4) medför grundvattenavsänkningen mycket stora eller stora konsekvenser, för åtta objekt märkbara konsekvenser och för 27 objekt små eller obetydliga konsekvenser. Observera att i ett flertal fall utgör separata våtmarksobjekt med olika naturvärdesklasser ett geografiskt sammanhängande våtmarksområde. Antalet våtmarksobjekt är därför fler än antalet våtmarker eller våtmarksområden. Till våtmarksmiljöer räknas alla typer av kärr och gölar samt fuktängar och vassområden.

Tabell 6-5. Antal våtmarker per konsekvensklass utan åtgärder.

Konsekvensklass	Antal objekt	Areal (hektar)
Mycket stora konsekvenser	2	4
Stora konsekvenser	15	10
Märkbara	8	12
Liten/små	8	14
Obetydliga	19	50
Summa	52	91



Figur 6-4. Konsekvensklassning av våtmarksobjekt.

Av de 26 högst naturvärdesklassade våtmarksobjekten som är belägna inom eller nära påverkansområdet kommer enligt MIKE SHE-beräkningarna /Mårtensson och Gustafsson 2010/ fem objekt att beröras av en grundvattenavsänkning på över 2 m. Fyra objekt berörs av avsänkningar på 0,5–2 m, och tolv av de högst klassade objekten berörs enligt modellberäkningarna av en avsänkning av grundvattenytan som är 0,1–0,5 m.

Rödlistade våtmarksarter

Som nämnts tidigare är undersökningsområdet rikt på rödlistade arter. Fem rödlistade arter är knutna till gölar och rikkärr (gölgroda, gulyxne, loppstarr, käppkrokmossa och kalkkärrgrynsnäcka), se tabell 6-6. Alla dessa arter är grundvattenberoende eller grundvattengynnade. Konsekvenser för gölgroda och gulyxne beskrivs närmare under avsnittet om konsekvenser för arter som är skyddade enligt artskyddsförordningen.

Loppstarr (rödlistad, hotkategori VU) förekommer i åtta stycken våtmarker. Några av dessa är belägna inom eller i anslutning till påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning. Den lokala populationen av loppstarr kan därmed påverkas av grundvattenbortledningen, men bedömningen är att den regionala populationen inte kommer att försämrans i någon betydande grad. Konsekvenserna för loppstarr bedöms som stora.

Kalkkärrgrynsnäcka (rödlistad, hotkategori NT) har observerats i många våtmarksobjekt och arten finns troligen i åtminstone alla objekt med regionalt värde (klass 2). Den lokala populationen kan påverkas av grundvattenbortledningen, men bedömningen är att artens regionala status inte kommer att försämrans i någon betydande grad. Konsekvenserna bedöms ändå som stora. Observera att kalkkärrgrynsnäcka är skyddad enligt art- och habitatdirektivets bilaga 2, vilket innebär att arten är skyddad inom Natura 2000-områden. Arten är inte upptagen i artskyddsförordningen, men den behandlas i 7 kapitlet i miljöbalken.

Käppkrokmossa (fridlyst och rödlistad, hotkategori NT) har observerats i ett våtmarksobjekt (objekt 14) som delvis är beläget inom påverkansområdet. Den lokala populationen av arten kan påverkas av grundvattenbortledningen, men bedömningen är att artens regionala status inte kommer att försämrans i någon betydande grad. Konsekvenserna bedöms därför bli märkbara.

Tabell 6-6. Konsekvenser för de fem rödlistade våtmarksarterna i undersökningsområdet.

Artgrupp	Svenskt namn	Hotkategori	Förekomst	Konsekvens
Groddjur	Gölgroda	VU	Fem våtmarksobjekt	Mycket stora konsekvenser
Kärlväxter	Gulyxne	NT	Fyra våtmarksobjekt	Mycket stora konsekvenser
Kärlväxter	Loppstarr	VU	Åtta våtmarksobjekt	Stora konsekvenser
Mollusker	Kalkkärrgrynsnäcka	NT	Fem våtmarksobjekt	Stora konsekvenser
Mossor	Käppkrokmossa	NT	Ett våtmarksobjekt (objekt 14)	Märkbara konsekvenser

Våtmarksarter skyddade enligt artskyddsförordningen

Starkast skydd enligt artskyddsförordningen har de arter som är skyddade enligt 4 och 7 §§ (sådana arter är också skyddade enligt bilaga 4 i EU:s art- och habitatdirektiv). De har så kallat strikt skydd och ska skyddas varhelst de förekommer (tabell 6-7). I artskyddsförordningen listas också arter som är skyddade endast enligt svensk lag (tabellerna 6-8 till 6-10). Det krävs dispens för en verksamhet eller åtgärd som kan medföra skada för djur eller växter som är skyddade enligt artskyddsförordningen.

Nedan redovisas skälen till bedömningarna för de våtmarksarter som är skyddade enligt artskyddsförordningen, inklusive en bedömning av arternas lokala och regionala status i enlighet med kraven i artskyddsförordningen.

Tabell 6-7. Konsekvenser för våtmarksarter med strikt skydd (4 § artskyddsförordningen).

Artgrupp	Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Groddjur	Gölgroda	Fem våtmarksobjekt	Mycket stora konsekvenser
Groddjur	Åkergroda	Allmänt i området	Små konsekvenser
Groddjur	Större vattensalamander	Två våtmarksobjekt	Märkbara konsekvenser
Insekter	Citronfläckad kärrtrollslända	Flera förekomster	Obetydliga konsekvenser
Insekter	Pudrad kärrtrollslända	Ett våtmarksobjekt (objekt 8a; Tjärnpussen)	Obetydliga konsekvenser

Tabell 6-8. Konsekvenser för våtmarksarter som är skyddade enligt 6 § och bilaga 2 i artskyddsförordningen.

Artgrupp	Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Kräldjur	Snok	Förekommer troligen i området	Små konsekvenser
Groddjur	Vanlig groda	Förekommer allmänt	Små konsekvenser
Groddjur	Vanlig padda	Förekommer allmänt	Små konsekvenser
Groddjur	Mindre vattensalamander	Förekommer troligen allmänt	Små konsekvenser

Tabell 6-9. Konsekvenser för våtmarksarter som är skyddade enligt 7 § och bilaga 1 i artskyddsförordningen. B = arten är skyddad inom Natura 2000-områden, N = strikt skydd överallt.

Artgrupp	Svenskt namn	Förekomst	Bilaga 1	Konsekvens
Kärlväxter	Gulyxne	Fyra förekomster	B, N	Mycket stora konsekvenser

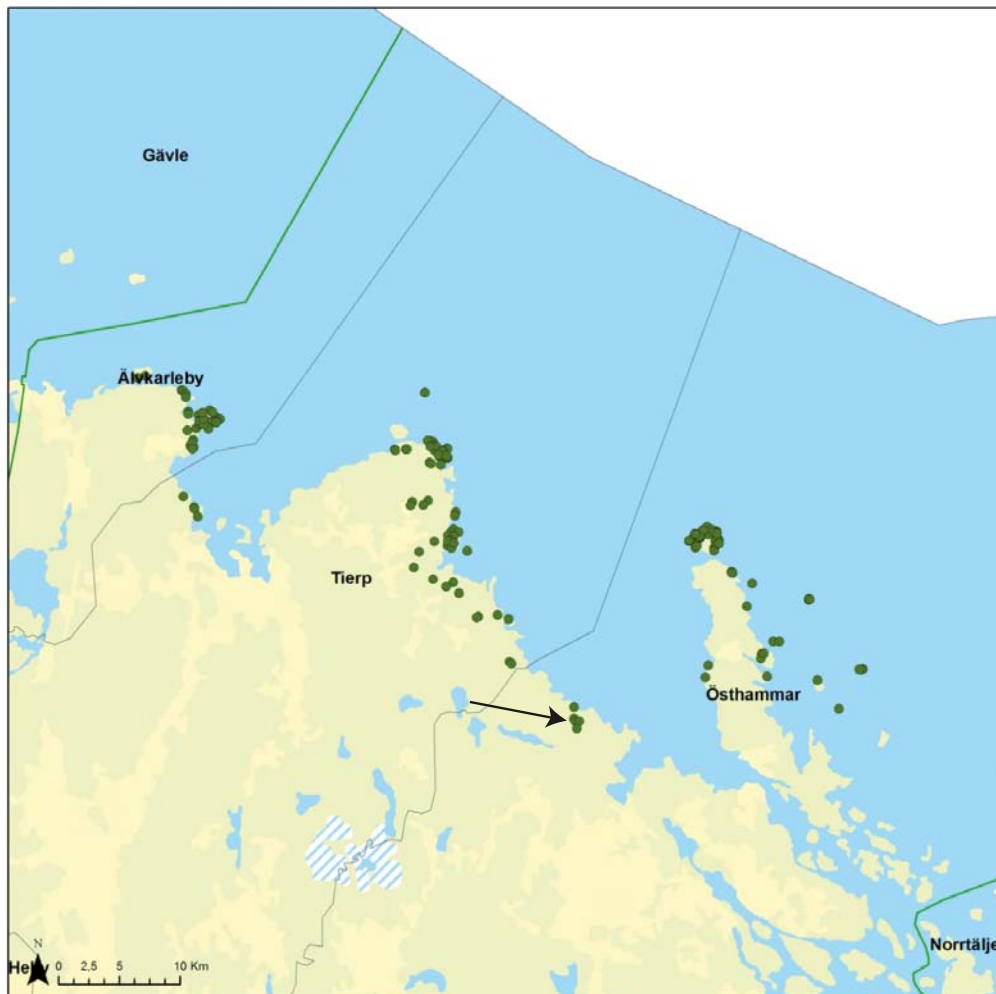
Tabell 6-10. Konsekvenser för våtmarksarter som är skyddade enligt 8 § och bilaga 2 i artskyddsförordningen.

Artgrupp	Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Kärlväxter	Ängsnycklar	Allmän	Små konsekvenser
Kärlväxter	Brudsporre	Enstaka våtmarker	Märkbara konsekvenser
Kärlväxter	Jungfru Marie nycklar	Allmän	Små konsekvenser
Kärlväxter	Kärrknipprot	Inte ovanlig	Små konsekvenser
Kärlväxter	Nattviol	Allmän	Små konsekvenser
kärlväxter	Skogsnycklar	Allmän	Små konsekvenser
Kärlväxter	Dvärglummer	Flertal lokaler	Små konsekvenser
Mossor	Käppkrokmossa	En förekomst	Märkbara konsekvenser

Arter skyddade enligt 4 § artskyddsförordningen

Gölgroda: Hela den svenska utbredningen av gölgrodan finns i norra Uppland. Gölgroda har observerats i sju våtmarksobjekt i Forsmark (se figur 6-5). Antalet kända lekvatten i Sverige är 154 (Fredrik Söderman, Länsstyrelsen Uppsala län, pers. komm. 2009). Gölgrodan inplanterades i Forsmark under 1990-talet och har inte kontakt med omgivande populationer /Nilsson 2007/.

Gölgroda bedöms kunna sprida sig cirka 1 km från respektive lekvatten. Lekvattnen i Forsmark utgörs av våtmarksobjekten 7, 14–16 och 18 i figur 6-7, det vill säga exklusive lekvatten i det planerade driftområdet ovan mark och som helt eller delvis kommer att fyllas igen. Större avstånd mellan möjliga lekvatten innebär försämrade spridningsförutsättningar /Sjögren 1991/. I Forsmarksområdet har detta



Figur 6-5. Översiktskarta över förekomsterna av gölgroda längs Upplandskusten. Gölgrodorna vid Forsmark (vid pilen) planterades in under 1990-talet och har inte kontakt med omgivande populationer /Nilsson 2007/.

spridningsavstånd verifierats, på så sätt att grodorna spontant sökt sig från de ursprungliga gölarna vid Labbofjärden till gölarna strax sydost om kärnkraftverket, en sträcka på ungefär 1 km. Det faktum att populationen är förhållandevis isolerad från övriga populationer (figur 6-5) innebär att det inte är troligt att populationen inom överskådlig framtid skulle ersättas via migration från omkringliggande populationer.

Den MIKE SHE-beräknade grundvattenavsänkningen till följd av grundvattenbortledningen berör flera av de gölar där arten reproducerar sig. Våtmarksobjekt 7 är beläget i ett område med en beräknad grundvattenavsänkning på maximalt 0,5 m och våtmarksobjekt 15 i ett område med en beräknad grundvattenavsänkning på maximalt 0,3 m. Övriga gölrodelokaler är belägna utanför men nära påverkansområdet. Eftersom gölarna är mycket grunda riskerar de att torka ut vid en grundvattenavsänkning, vilket i första hand påverkar populationen i respektive göl genom utebliven reproduktion.

Grundvattenavsänkningen utgör dock en liten risk för att populationen av gölgroda i Forsmark kan slås ut helt. En grundvattenavsänkning i området påverkar befintliga lekvatten och medför sämre betingelser för grodornas lek och livsmiljö. Områdena närmast lekvattnen riskerar dessutom att bli torrare, vilket leder till färre lämpliga habitat och minskad konnektivitet mellan olika habitat. Studier som genomförts i regionen tyder på att det sker en migration mellan närliggande befintliga populationer, som minskar risken för lokalt utdöende hos befintliga populationer /Sjögren 1991/. Om grodor dör ut i en göl beroende på slumpmässiga faktorer så kan gölen snabbt återbesättas av grodor från andra, närliggande gölar. Längre avstånd mellan gölarna innebär att det krävs längre tid för grodor att hitta till nya gölar, vilket gör populationen mer sårbar. En förlust av någon eller några viktiga reproduktionsgölar kan alltså på sikt innebära att hela populationen i Forsmark försvinner.

Utan åtgärder bedöms grundvattenbortledningen medföra mycket stora konsekvenser för gölgrödan. De nationella populationerna är så pass små att varje minskning är ett hot mot artens fortsatta existens i Sverige. Grundvattenbortledningen riskerar således att påverka gölgrödans lokala och regionala bevarandestatus. Grundvattenbortledningen kräver därför dispens enligt artskyddsförordningen, och åtgärder måste vidtas för att eliminera konsekvenserna, se avsnitten 6.3 och 6.4.3.

Åkergroda: Åkergroda (strikt skyddad) har påträffats i flera våtmarker och är troligen rikligt förekommande i Forsmark. Grodarten har mindre känslighet för torrare förhållanden jämfört med gölgröda. Populationen kan komma att minska i några våtmarker. Konsekvenserna för arten bedöms dock bli små och varken lokal eller regional status bedöms komma att påverkas i någon betydande omfattning.

Större vattensalamander: Större vattensalamander (strikt skyddad) har observerats i två våtmarksobjekt. Dessa objekt är belägna nära påverkansområdets gräns. Artens status kan påverkas lokalt, men inte artens regionala status. Konsekvenserna för arten bedöms därför bli märkbara.

Citronfläckad kärrtrollslända: Citronfläckad kärrtrollslända (strikt skyddad) är ovanlig i kontinentala Europa men vanlig i Sverige. I undersökningsområdet har arten observerats på flera ställen. Artens lokala och regionala status bedöms inte påverkas av grundvattenbortledningen. Konsekvenserna för arten bedöms därför bli obetydliga.

Pudrad kärrtrollslända: Arten har observerats i våtmarksobjekt 8a (sjön Tjänpussen) men är troligen allmänt förekommande i området. Artens lokala och regionala status bedöms inte påverkas av grundvattenbortledningen. Konsekvenserna för arten bedöms därför bli obetydliga.

Arter fridlysta enligt 6 §

Snok: Snok har inte observerats men förekommer troligen i området. Grundvattenbortledningen kan medföra att populationen minskar i några våtmarker. Bedömningen är att artens lokala och regionala populationer endast påverkas obetydligt, och artens bevarandestatus är gynnsam. Konsekvenserna för arten bedöms därför bli små.

Vanlig groda, vanliga padda och mindre vattensalamander: Ingen av dessa arter har observerats, men de är troligen rikligt förekommande. Arterna är mindre känsliga för torrare förhållanden jämfört med gölgröda. Populationerna kan minska i några våtmarker och konsekvenserna för arterna bedöms bli små. Arternas lokala och regionala status bedöms inte påverkas i någon betydande omfattning.

Arter skyddade enligt 7 § artskyddsförordningen

Gulyxne: I hela Sverige finns det cirka 100 kända lokaler för gulyxne och arten är starkt minskande i södra Sverige. Kärnområdet för arten är norra Uppland och södra Gästrikland, där antalet lokaler är konstant. Arten minskar dock i antal på flera platser. Arten har strikt skydd enligt artskyddsförordningen. I Forsmarksområdet har arten observerats i fyra våtmarksobjekt inom undersökningsområdet. Förekomsterna i de omkringliggande områdena är inte kända.

Grundvattenavsänkningen till följd av grundvattenbortledningen från förvaret riskerar att påverka förekomsten av gulyxne på minst en, möjligtvis två lokaler av de fyra kända i undersökningsområdet (figur 6-6). En förlust av dessa leder till att arten får ett glesare nät för spridning, vilket leder till minskad populationsstorlek och större sårbarhet för slumpmässiga förändringar i miljön. För gulyxne och andra orkidéer är kunskapen om deras spridningsavstånd mycket bristfällig. Med spridningsavstånd menas här ett avstånd inom vilket det kan ske en effektiv spridning av frön till lämpliga miljöer eller spridning av pollen mellan blommor. Gulyxne är troligen helt självbefruktande och någon pollinering med insekter sker troligen inte. Spridningen sker således endast i form av fröspridning. Figur 6-6 visar uppskattade spridningsområden kring befintliga gulyxnepopulationer för spridningsavstånden 500 m respektive 1 000 m. Dessa är avstånd som ofta används som uppskattningar för hur långt orkidéer kan sprida sig från en generation till en annan.

Det bör betonas att uppskattningen av spridningsavstånd inte bygger på vetenskapligt verifierade undersökningar. Gulyxneförekomsterna har en dynamik i landskapet och arten trivs bäst i kustnära rikkärr. Det innebär att det ur ett artbevarandeperspektiv inte är tillräckligt att skydda enstaka lokaler och man måste istället säkerställa att det finns miljöer inom rimliga avstånd till vilken arten kan sprida sig. Gulyxne har mycket specifika krav på sin miljö och urvalet av lämpliga lokaler i området är begränsat.

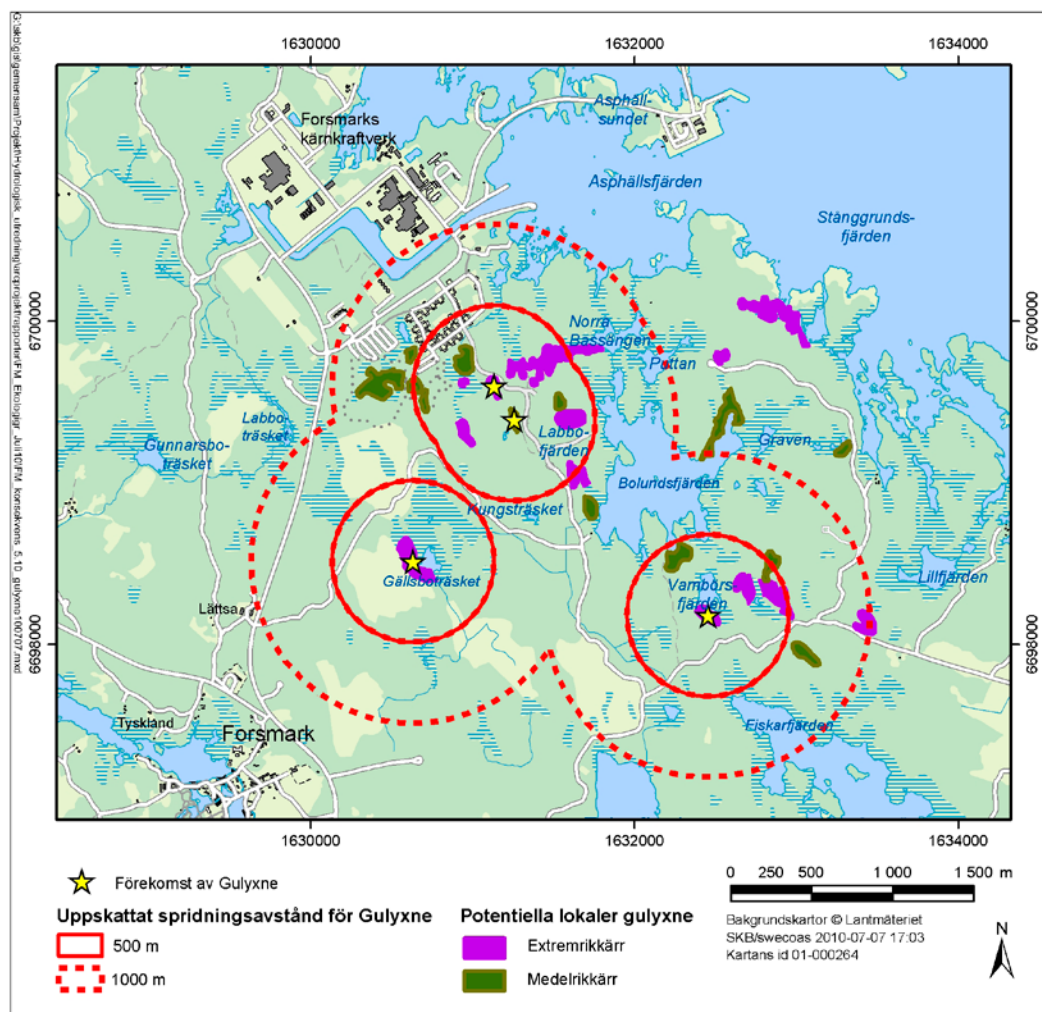
Utgångspunkten för bedömningen av konsekvenserna för arten är därför att grundvattenavsänkning i de två norra gulyxnelokalerna riskerar att slå ut den lokala populationen och även påverka artens regionala bevarandestatus.

Det bedöms bli mycket stora konsekvenser för arten gulyxne om inga åtgärder vidtas. Detta beror på att de nationella populationerna är så små att varje minskning är ett hot mot artens fortsatta existens i Sverige. Grundvattenbortledningen kräver därför dispens enligt artskyddsförordningen, och åtgärder måste vidtas för att säkerställa artens fortlevnad i området, se avsnitten 6.3 och 6.4.3.

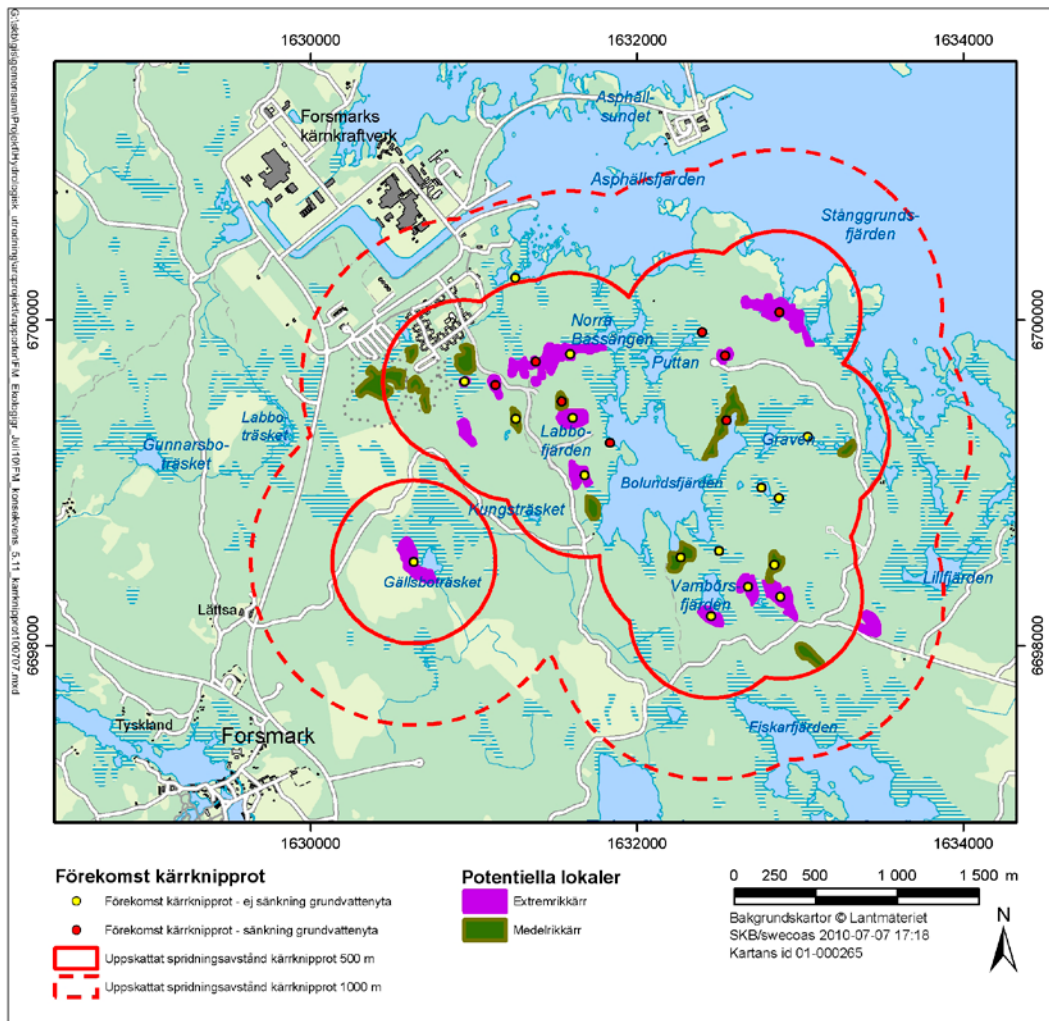
Arter skyddade enligt 8 § artskyddsförordningen

Orkidéer: Alla orkidéer är fridlysta i Sverige. Forsmarksområdet är som nämnts tidigare rikt på orkidéer. Flera av arterna skulle påverkas negativt av en avsänkning av grundvattenytan. Den rikliga förekomsten av orkidéer är med all sannolikhet inte begränsad till undersökningsområdet; orkidéer finns troligtvis även i omgivande områden i delar med liknande förutsättningar (se figur 2-2). Även om grundvattenbortledningen medför mer ogynnsamma förhållanden för orkidépopulationerna inom undersökningsområdet bedöms de lokala populationerna fortfarande även fortsatt ha gynnsam lokal bevarandestatus.

Ett exempel på en orkidé är den i Forsmark något ovanliga arten kärknipprot. Dess effektiva spridningsförmåga är inte vetenskapligt belagd, men rimliga uppskattningar är 500–1 000 m. Förekomsterna av denna art är så nära varandra att de bildar en enda population. Detta innebär att spridning och omkombination av gener sker effektivt över hela området (figur 6-7). Även utanför undersökningsområdet bör



Figur 6-6. Översiktskarta som visar förekomsterna av gulyxne inom undersökningsområdet. Kartan visar även spridningsområden kring befintliga gulyxnepopulationer för spridningsavstånden 500 m respektive 1 000 m, samt lämpliga miljöer för nyetablering.



Figur 6-7. Översiktskarta som visar förekomsterna av arten kärrknipprot i undersökningsområdet. Förekomster inom respektive utanför det prognostiserade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning markeras med röda respektive gula prickar. De röda linjerna representerar spridningsavstånd på 500 meter respektive 1 000 meter.

populationstätheten vara liknande den inom helhetsområdet (se figur 2-2) och kärrknipprot finns med varierande täthet längs hela norra Upplandskusten. Konsekvenserna av grundvattenbortledningen för arten kärrknipprot bedöms bli små. Även om populationen minskar, kommer den lokala populationen även fortsatt att ha en lokalt god bevarandestatus.

Orkidéerna ängsnycklar, jungfru Marie nycklar, nattviol och skogsnycklar är mer vanligt förekommande jämfört med kärrknipprot och har tätare populationer i undersökningsområdet. Bedömningen av konsekvenser är samma för dessa arter som för kärrknipprot. Brudsporre har bara observerats i ett våtmarksobjekt (objekt 14), beläget nära gränsen för påverkansområdet. Konsekvenserna för brudsporre bedöms därför bli märkbara och det föreligger en risk att artens lokala bevarandestatus påverkas om inga åtgärder vidtas.

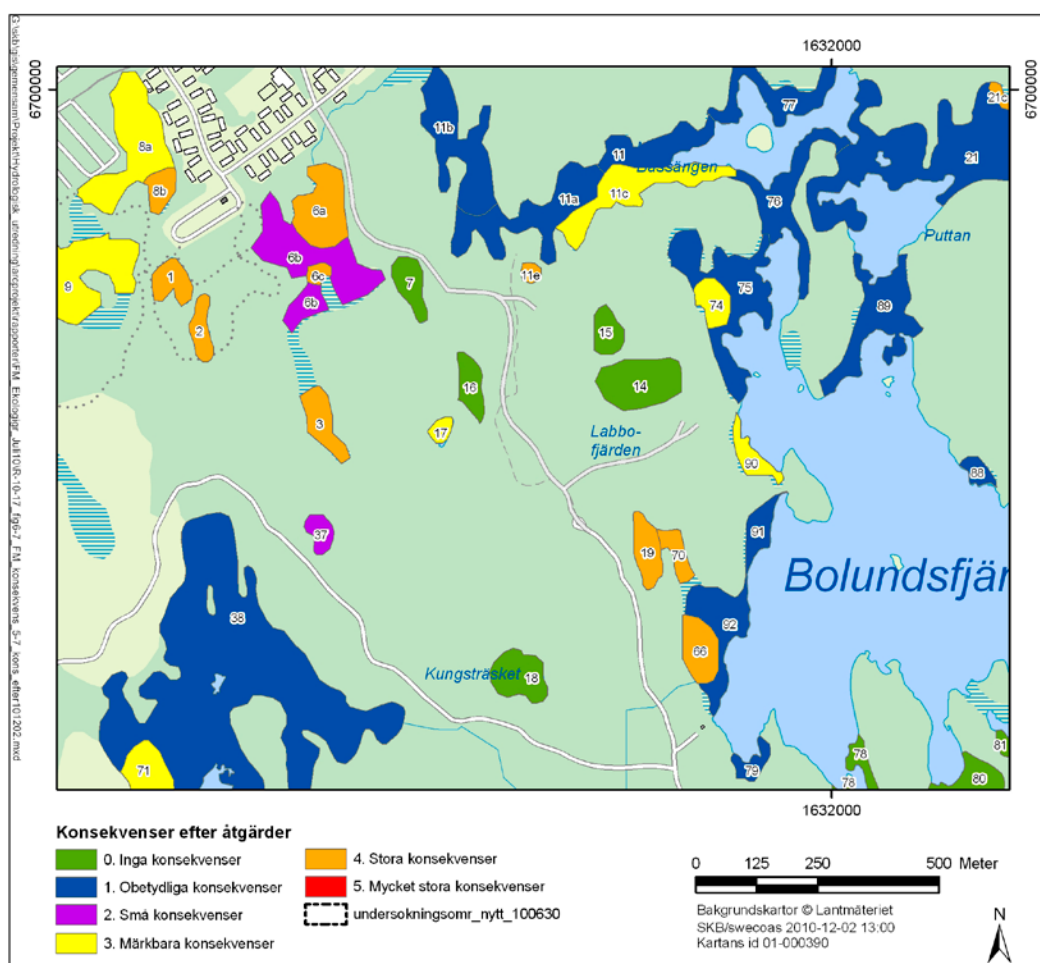
Dvärglumner: Dvärglumner har observerats i fem våtmarksobjekt. Ett av dessa berörs enligt MIKE SHE-modelleringen av en stor grundvattenavsänkning och två objekt är belägna nära påverkansområdets gräns. Två objekt är belägna på större avstånd från påverkansområdet. Arten är mycket liten och troligen förbisedd. Konsekvenserna för arten bedöms bli små eftersom arten finns spridd längs norra Upplands kust. Grundvattenbortledningen bedöms medföra att artens population minskar, men den lokala populationen bedöms även fortsatt ha god bevarandestatus.

Käppkrokmossa: Käppkrokmossa har observerats i ett våtmarksobjekt (objekt 14), som enligt vad som nämnts ovan är beläget nära påverkansområdets gräns. Konsekvenserna för arten bedöms bli märkbara, eftersom arten är rödlistad och dess lokala bevarandestatus kan komma att påverkas av grundvattenbortledning om inga åtgärder vidtas.

6.4.3 Konsekvenser för våtmarker efter åtgärder

Våtmarksmiljöer

Åtgärder i form av vattentillförsel (avsnitt 6.3.1) planeras för våtmarksobjekten 7, 14–16 och 18. Med denna åtgärd uppstår inga konsekvenser för objekt 7 (med mycket stora konsekvenser utan åtgärder), se figur 6-8. Det andra objektet (23) är praktiskt svårt att åtgärda och det har heller ingen förekomst av arterna gulyxne eller gölgröda. För de tre våtmarksobjekten 14–16 (naturvärdeklass 1; stora, stora respektive små konsekvenser utan åtgärder) innebär åtgärden att inga konsekvenser uppstår. Skötselåtgärder inriktade på våtmarker (se avsnitt 6.3.2) kommer i viss mån att begränsa konsekvenserna för de våtmarker som inte omfattas av vattentillförselåtgärderna.



Figur 6-8. Bedömda konsekvenser för våtmarksobjekt med vattentillförsel till våtmarksobjekten 7, 14–16 och 18.

Våtmarksarter och spridningssamband

De åtgärder som föreslås i avsnitt 6.3 innebär en begränsning av konsekvenserna för våtmarksarter. Åtgärderna är fokuserade på våtmarksobjekten med de högsta naturvärdena och därmed våtmarker med förekomst av skyddade eller skyddsvärda arter.

Gölgroda: De våtmarksobjekt som är tilltänkta för vattentillförsel har höga naturvärden, bland annat på grund av förekomsten av gölgroda. Åtgärden innebär att förutsättningarna bibehålls som de är idag eller förbättras. Negativa konsekvenser för gölgroda kan alltså undvikas genom väl genomförda åtgärder.

Större vattensalamander: Denna art har endast observerats i två våtmarksobjekt nära påverkansområdets gräns. Arten förekommer troligen i flera gölar i undersökningsområdet. Vattentillförselåtgärder (med fokus på gölgroda) i dessa två och även andra våtmarksobjekt säkerställer deras funktion även för arten större vattensalamander. Artens lokala och regionala population och bevarandestatus bedöms då inte påverkas av grundvattenbortledningen. Negativa konsekvenser för större vattensalamander kan alltså undvikas genom väl genomförda åtgärder.

Gulyxne: Denna art kommer att kunna finnas kvar i samtliga de våtmarksobjekt (7, 16, 49, 71) där den finns idag, eftersom vattentillförselåtgärderna omfattar våtmarksobjekten 7 och 16. Våtmarksobjekt 49 är beläget långt utanför påverkansområdet. Den norra delen av våtmarksobjekt 71 är belägen inom påverkansområdet, men gulyxne förekommer inte i denna del av objektet. Grundvattenbortledningen medför dock att kärrmiljöer som eventuellt skulle kunna vara lämpliga för gulyxne (eller potentiella lokaler som inte identifierats i samband med fältinventeringarna) kan få en sämre utveckling. Genom att också andra våtmarker (våtmarksobjekt 14) kommer att tillföras vatten vid behov kommer dock lämpliga miljöer även fortsatt att finnas kvar. SKB:s ambition är också att hålla de värdefullaste våtmarkerna öppna genom naturvårdsinriktad skötsel. Med de planerade åtgärderna bedöms artens lokala och regionala population och dess bevarandestatus inte påverkas av grundvattenbortledningen. Detta innebär att det inte uppstår några negativa konsekvenser för arten gulyxne.

Brudsporre: Denna art har bara observerats i ett våtmarksobjekt (objekt 14) som enligt vad som sagts tidigare är beläget nära påverkansområdets gräns. Beredskap kommer att finnas för att vid behov tillföra vatten till detta våtmarksobjekt och därmed hindra en påverkan på gölens flora och fauna (däribland brudsporre). Genom att även andra våtmarksobjekt av extremrikkärrstyp vid behov kommer att tillföras vatten kommer det även fortsättningsvis att finnas ett nätverk av lämpliga miljöer. Artens lokala och regionala population och dess bevarandestatus bedöms därmed inte påverkas av grundvattenbortledningen.

Käppkrokmossa: Även denna art har observerats i våtmarksobjekt 14, vilket innebär att samma resonemang gäller som för brudsporre (se ovan). Artens lokala och regionala population och dess bevarandestatus bedöms därmed inte påverkas av grundvattenbortledningen.

Kalkkärrgrynsnäcka: De planerade vattentillförselåtgärderna gynnar även arten kalkkärrgrynsnäcka, eftersom arten förekommer på tre av ovanstående lokaler. Med vattentillförsel bedöms grundvattenbortledningen konsekvenser för populationen av kalkkärrgrynsnäcka bli små.

Även för några av de övriga våtmarksarterna medför de planerade åtgärderna en förbättring. Det finns dock arter som förekommer i andra områden där grundvattenytan bedöms komma att sänkas av till följd av grundvattenbortledningen, men där inga åtgärder planeras. Sammantaget innebär detta att det bedöms bli märkbara konsekvenser för skyddade våtmarksarter och spridningssamband även efter åtgärder.

6.5 Konsekvenser för skogar

6.5.1 Översikt

En stor del av skogen i undersökningsområdet är belägen inom det prognostiserade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning. Skogsmiljöerna är dock mindre känsliga för en avsänkning jämfört med våtmarkerna och de ekologiska konsekvenserna för skogen blir därför generellt mindre. Endast ett skogsobjekt bedöms ha nationellt värde (klass 1). För naturvärden i skogsmiljöer är skogsbruk och -skötsel viktigare faktorer än grundvattenytans nivå. Åtgärder i form av vattentillförsel omfattar inte skogsmark, vilket innebär att konsekvenserna för skogsobjekt blir lika före och efter åtgärder (se tabell 6-11).

Som nämnts tidigare avser SKB att genomföra naturvårdsanpassad skogsskötsel på de fastigheter som SKB äger i Forsmark. I skogspartier utan skogsbruk ökar skogens naturvärden i takt med att skogen blir äldre och får ökad andel död ved och andra strukturer som hör gamla skogar till. Beroende på hur skogen sköts kan dess värden därför komma att öka eller minska fram till dess att slutförvarsanläggningen avvecklas och grundvattenbortledningen upphör. Naturvårdsinriktad skogsskötsel förutsätts både för nollalternativet (ekopark, utan förvar) och då slutförvarsanläggningen uppförs i Forsmark (med SKB:s skogsskötsel), vilket tydliggör konsekvenserna av grundvattenbortledningen. Skötselåtgärdernas konkreta utformning är dock för närvarande inte helt klarlagda, varför de inte beaktats i konsekvensbeskrivningen.

Tabell 6-11. Konsekvenser för skogsobjekt före och efter åtgärder.

Konsekvensklass	Före åtgärder	Efter åtgärder
Mycket stora konsekvenser	0	0
Stora konsekvenser	0	0
Märkbara konsekvenser	11	11
Liten/små konsekvenser	15	15
Obetydliga konsekvenser	2	2
Summa	28	28

Tabell 6-12 redovisar bedömda konsekvenser för värdefulla ört-barrskogsarter. De ur naturvårdssynpunkt värdefullaste ört-barrskogsarterna är rödlistade marksvampar. Dessa är dock inte skyddade enligt artskyddsförordningen.

Tabell 6-12. Konsekvenser för ört-barrskogsarter före och efter åtgärder.

Aspekt	Före åtgärder	Efter åtgärder
Värdefulla ört-barrskogsarter och spridningssamband	Märkbara konsekvenser	Märkbara konsekvenser

6.5.2 Konsekvenser för skogar före åtgärder

Många skogsområden har höga naturvärden på grund av faktorer som gammal skog och död ved; dessa naturvärden är inte beroende av grundvattenytans nivå. Det finns dock friska-fuktiga skogspartier med hög grundvattenyta samt stråk med rörligt, syrerikt och ytnära grundvatten. Detta i kombination med den kalkrika moränen ger goda förutsättningar för förekomst av artrika ört-kalkbarrskogar, som generellt är ovanliga i Sverige. Särskilt värdefull är den artrika svampfloran.

Enligt MIKE SHE-beräkningarna för opåverkade förhållanden är medelvärdet på grundvattenytans djup i de identifierade skogsobjekten drygt 1 m under markytan. Den modellberäknade avsänkning är cirka 0,8 m som medelvärde för alla skogsobjekt. Baserat på nederbördsdata för ett normalår (för referensnormalperioden 1961–1990) är avsänkningens medelvärde för skogsobjekten cirka 0,5 m. Den största avsänkning av grundvattenytan (0,5–6 m) kan noteras för objekten 5, 28a–d, 29, 31a–b, 32a–b och 58, se figur 6-9. För övriga objekt är avsänkning liten (0–0,1 m).

Totalt har 49 skogsobjekt identifierats och naturvärdesklassificerats i undersökningsområdet. Av dessa är 14 stycken belägna utanför det prognostiserade påverkansområdet. Fyra objekt är inom påverkansområdet men är inte beroende av grundvattenytans nivå. Vidare kommer tre skogsobjekt att tas bort i samband med uppförandet av slutförvarsanläggningens driftområde ovan mark. Detta medför att konsekvensbedömningen i detta avsnitt omfattar sammanlagt 28 skogsobjekt (se tabell 6-13). Liksom för våtmarksobjekten bör det observeras att i ett flertal fall utgör separata skogsobjekt med olika naturvärdesklasser ett geografiskt sammanhängande skogsområde. Antalet skogsobjekt är därför inte samma sak som antalet skogsområden, eftersom skogsområden kan bestå av flera delområden som definieras som skogsobjekt med olika naturvärden.

Alla utom fem av de 28 berörda skogsobjekten är belägna inom eller nära påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning, och totalt berörs 135 hektar värdefull skogsyta. Fuktighetsförhållandena i skogarna är dock varierande och inom varje identifierat skogsobjekt finns det såväl fuktiga som

Tabell 6-13. Skogsobjekt uppdelade på olika konsekvensklasser.

Konsekvensklass	Antal objekt	Areal (hektar)
Mycket stora konsekvenser	0	0
Stora konsekvenser	0	0
Märkbara	11	37
Liten/små	15	79
Obetydliga	2	20
Summa	28	135

torra partier. Konsekvenserna för skogsmarken och dess arter är därför inte jämförbara med konsekvenserna för våtmarkerna, där arterna är mer direkt beroende av blöta förhållanden och där det inte finns alternativa miljöer i närheten. Konsekvenserna på skogsmiljöerna är dessutom inte irreversibla på samma sätt som för våtmarkerna.

Generellt innebär en avsänkning av grundvattenytan att andelen fuktiga och blöta skogspartier minskar. Resultatet blir långsamma vegetationsförändringar, som endast kan observeras över lång tid /Florgård et al. 2000/. Skogen blir då mer artfattig och erbjuder färre livsmiljöer för arter som gynnas av blöta och fuktiga partier. Erfarenheterna från Hallandsåsområdet visar att det inte bör föreligga någon risk för plötslig traddöd eller dramatiska vegetationsförändringar /Florgård et al. 2000/.

Som nämns ovan bedöms konsekvenserna för skogsobjekten generellt som betydligt mindre än för våtmarksobjekten. Denna bedömning grundar sig på att majoriteten av de skogslevande arterna inte är lika hårt knutna till specifika platser i skogslandskapet. Flera av de kalkkrävande marksvamparna förekommer i fuktiga, friska och torra marker. Ett annat motiv för bedömningen är att en stor andel av skogsmarken främst försörjs av vatten via nederbörd och snösmältning /Johansson 2008/. För de partier av skogsmarken som är fuktiga och blöta under stora delar av året på grund av en ytnära grundvattenyta bedöms det finnas en risk för märkbara negativa konsekvenser då flera ovanliga arter har dessa miljöer som sin livsmiljö.

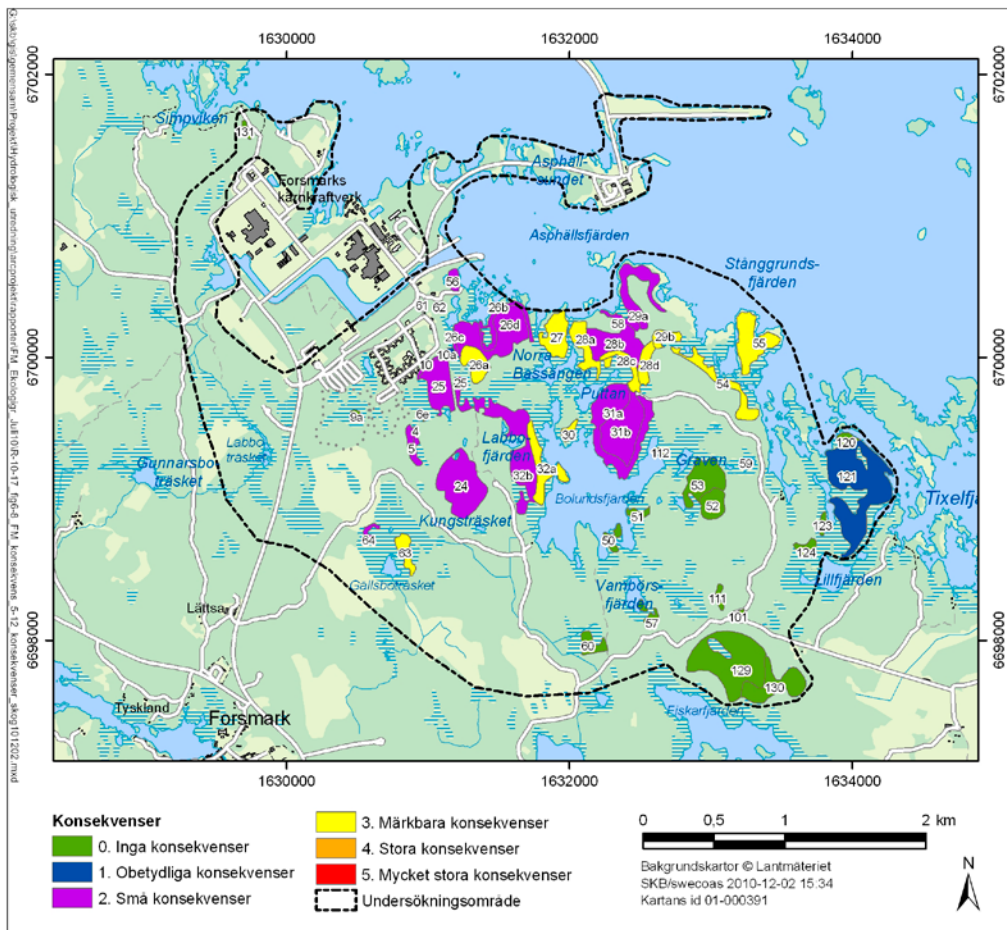
Rödlistade skogsarter

Riskerna för negativa konsekvenser för marksvampar i skog bedöms generellt som betydligt mindre än för våtmarksarterna. Som nämns ovan förekommer flera av de kalkkrävande marksvamparna på fuktiga, friska och torra marker, och en stor del av skogsmarkerna försörjs av vatten från nederbörd. Av större vikt är hur skogsbruket sker i området. För de partier av skogsmarken som är fuktiga och blöta under stora delar av året, med regelbundet hög grundvattenyta, bedöms det finnas en risk för märkbara konsekvenser då flera ovanliga arter har dessa miljöer som sin livsmiljö (tabell 6-14).

Skogsarter skyddade enligt artskyddsförordningen

Guckusko: Guckusko är en skogsorkidé som växer i frisk till fuktig mark. Arten har en gynnsam bevarandestatus och sin svenska huvudutbredning i Norra Uppland, i Gästrikland och i Jämtlands kalkområden. Guckusko har observerats i ett skogsobjekt (objekt 34, se figur 6-9). Detta objekt är beläget nära påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning. Eftersom arten endast i viss utsträckning är grundvattenberoende bedöms grundvattenbortledningen inte medföra några konsekvenser för artens lokala eller regionala population. Konsekvenserna för arten bedöms som små och artens gynnsamma bevarandestatus bedöms inte påverkas (tabell 6-15).

Övriga skogsorkidéer: Alla orkidéer är fridlysta. Forsmarksområdet är som tidigare nämnts rikt på orkidéer. Flera av dessa arter är grundvattenberoende. Den rikliga förekomsten av orkidéer är med all sannolikhet inte begränsad till undersökningsområdet och orkidéer förekommer troligtvis även i omgivande områden med motsvarande förutsättningar. Det medför att även om delar av orkidépopulationerna inom undersökningsområdet får mer ogynnsamma förhållanden, är bedömningen att de lokala populationerna fortfarande har gynnsam lokal bevarandestatus (tabell 6-16). Orkidéerna jungfru Marie nycklar, grönvit nattviol, nästrot, skogsnycklar och skogsknipprot har täta populationer i området. Slutsatserna för dessa arter är att konsekvenserna bedöms bli små. Spridningsförmågan hos orkidéer diskuteras i avsnitt 6.4.2. Lopplummer och revlummer finns i friska till torra skogstyper och påverkas inte negativt av en grundvattenavsänkning.



Figur 6-9. Konsekvensklassning av skogsobjekt.

Tabell 6-14. Bedömda konsekvenser för de 25 rödlistade barrskogsarter som finns inom det modellberäknade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning och som gynnas av hög grundvattenyta.

Artgrupp	Svenskt namn	Hotkategori	Förekomst	Konsekvens lokalt
Mossor	Vedtrappmossa	NT	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Gul lammticka	VU	Fem förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Grantaggsvamp	NT	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Grangräticka	VU	Tre förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Flattoppad klubbsvamp	NT	Sex förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Duvspindling	VU	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Blekspindling	NT	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Kopparspindling	NT	Tre förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Denises spindling	NT	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Kungsspindling	NT	Tre förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Sotbandad spindling	VU	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Äggspindling	NT	Åtta förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Odörspindling	NT	Sex förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Persiljespindling	NT	Tre förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Violgubbe	VU	Fyra förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Gul taggsvamp	VU	Fyra förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Dofttaggsvamp	NT	Fyra förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Svart taggsvamp	NT	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Lilafotad fingersvamp	EN	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Ramaria obtusissima	VU	Två förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Blek fingersvamp	VU	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Fläckfingersvamp	VU	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Bitter taggsvamp	EN	En förekomst	Märkbara konsekvenser
Svampar	Koppartaggsvamp	VU	Fem förekomster	Märkbara konsekvenser
Svampar	Brödtaggsvamp	EN	En förekomst	Märkbara konsekvenser

Tabell 6-15. Skyddade skogsarter (7 § och bilaga 1 i artskyddsförordningen) som berörs av grundvattenbortledningen.

Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Guckusko	En förekomst (skogsobjekt 34)	Små konsekvenser

Tabell 6-16. Fridlysta skogsarter i undersökningsområdet (8 § i artskyddsförordningen) som berörs av grundvattenbortledningen. Samtliga arter i tabellen är kärlväxter som är allmänt förekommande i undersökningsområdet.

Svenskt namn	Konsekvens
Grönvit nattviol	Små konsekvenser
Jungfru Marie nycklar	Små konsekvenser
Nattviol	Små konsekvenser
Nästrot	Små konsekvenser
Skogsknipprot	Små konsekvenser
Skogsnycklar	Små konsekvenser
Tväblad	Små konsekvenser
Lopplummer	Inga konsekvenser
Revlummer	Inga konsekvenser

6.5.3 Konsekvenser för skogar efter åtgärder

Skogsmiljöer

Den vattentillförsel som beskrivs i avsnitt 6.3.1 är inriktad på våtmarker och sådana åtgärder planeras inte för skogen. SKB kommer att genomföra naturvårdsinriktad skogsskötsel på de fastigheter som SKB äger i Forsmark (avsnitt 6.3.2). Detta innebär bland annat att skogen kommer att få utvecklas fritt utan avverkning och att andelen död ved kommer att öka. Jämfört med dagens situation bedöms naturvärdena i skogen komma att öka totalt sett, även om delar av skogen blir torrare till följd av grundvattenbortledningen. Detta motiveras av att stora delar av skogen består av hyggen eller ungskog. Jämfört med nollalternativet (ekopark) blir det dock en försämring. För de partier av skogsmarken som är fuktiga och blöta under stora delar av året på grund av en ytnära grundvattenyta bedöms det finnas en risk för märkbara negativa konsekvenser, eftersom flera ovanliga arter har dessa miljöer som sin livsmiljö. Dessa negativa konsekvenser bedöms kunna minimeras eller kompenseras genom en högre ambitionsnivå för skydd och vid skötsel av skogsmarkerna.

Skogsarter och spridningssamband

Som nämns ovan planeras ingen vattentillförsel i skogen. Med avseende på skogsskötsel kommer SKB att ha samma ambitionsnivå som ambitionen för en ekopark. Konsekvenser för skogsarter och spridningssamband till följd av grundvattenbortledningen är därför samma som före åtgärder, det vill säga märkbara konsekvenser.

6.6 Konsekvenser för sjöar

6.6.1 Översikt

Med undantag för sjön Puttan ger enligt modellberäkningarna /Mårtensson och Gustafsson 2010/ grundvattenbortledningen endast upphov till en liten sänkning av vattennivån i sjöarna i området. Sjöarna är mindre känsliga för en avsänkning än våtmarkerna och har jämförelsevis låga naturvärden, vilket innebär att konsekvenserna överlag blir mindre jämfört med våtmarkerna. Tabell 6-17 visar en sammanställning av konsekvensklassningen för sjöar. För att redovisningen ska vara jämförbar redovisas fördelningen på olika konsekvensklasser före och efter åtgärder, även om inga specifika åtgärder planeras för sjöarna. Med undantag för Puttan bedöms konsekvenserna bli små eller obetydliga för sjöarna. Konsekvenserna för Puttan bedöms bli stora.

Tabell 6-17. Konsekvenser för sjöar före och efter åtgärder.

Konsekvensklass	Före åtgärder	Efter åtgärder
Mycket stora konsekvenser	0	0
Stora konsekvenser	1	1
Märkbara konsekvenser	0	0
Liten/små konsekvenser	1	1
Obetydliga konsekvenser	4	4
Summa	6	6

6.6.2 Konsekvenser för sjöar före åtgärder

Sjömiljöer

Sjöarna är större, djupare och har generellt större avrinningsområden jämfört med våtmarkerna. Detta innebär att delar av grundvattenutströmningen till sjöarna kan bestå av grundvatten som passerat de övre delarna av berget mellan in- och utströmningen. Sjöarna kan därför delvis tillföras grundvatten med djupare strömbanor mellan in- och utströmning jämfört med våtmarkerna.

Enligt MIKE SHE-beräkningarna /Mårtensson och Gustafsson 2010/ ger grundvattenbortledningen upphov till en obetydlig sänkning av vattennivån i de större sjöarna i Forsmarksområdet. Vad gäller sjöarna Eckarfjärden och Fiskarfjärden kommer enligt beräkningarna den största sänkningen bli mindre än en centimeter. Vidare kan det enligt beräkningarna uppstå en mycket begränsad sänkning, maximalt någon centimeter, av medelvattennivån i sjöarna Gällsboträsket och Bolundsfjärden (se figur 6-11) till följd av grundvattenbortledningen.

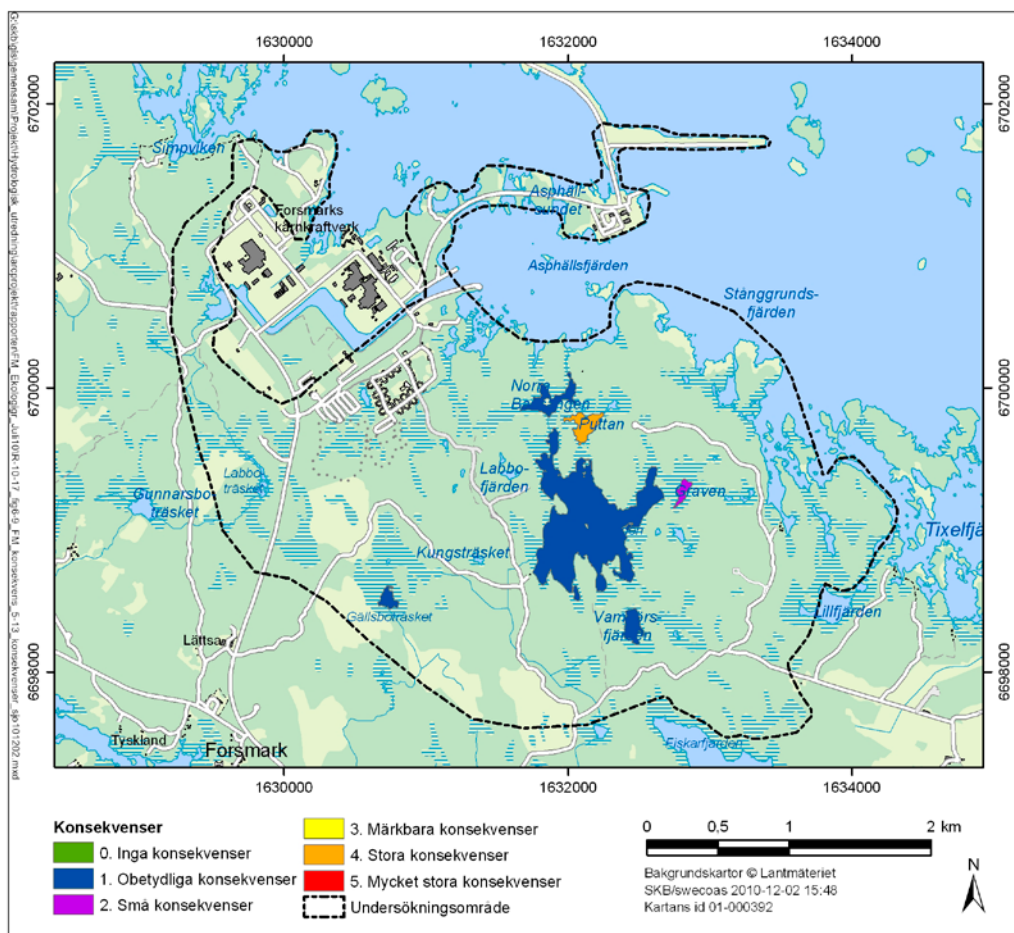
Konsekvensbeskrivningen utgår från tätningsfallet $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s, se figurerna 6-11 och 6-12. Även för påverkade förhållanden följer Bolundsfjärdens sjönivå de naturliga nivåvariationerna under året. Störst skillnad mellan opåverkade och påverkade nivåer uppstår i början på maj, då vattennivån under en kort period skiljer sig med 0,05 m jämfört med opåverkade förhållanden. Sänkningens årsmedelvärde är ungefär 0,01 m.

Bolundsfjärdens sjötröskel är på nivån 0,28 m ö h (meter över havet, höjdsystem RHB 70) och sjöns yta ligger normalt mellan 0,25 till 0,3 m ö h. Under en period på eftersommaren och tidig höst är den uppmätta sjönivån lägre än sjötröskeln, vilket innebär att sjön under denna period saknar förbindelse med havet (utom då havets nivå är högre än sjötröskeln). Sänkningen kan medföra att perioden då sjön är utan förbindelse med havet förlängs något. Den lilla sänkningen av sjöns nivå bedöms dock inte påverka sjöns funktion som yngelkammare för fisk i någon betydande grad.

Sjön Norra Bassängen är belägen mellan Bolundsfjärden och havet. Denna sjö har en sjötröskel på nivån 0,19 m ö h. Under perioder med hög havsnivå förekommer inträngning av havsvatten över Bolundsfjärdens och Norra Bassängens sjötrösklar. Under perioden 2004–2007 skedde detta vid sex tillfällen /Johansson 2008/. Den högsta uppmätta havsnivån under denna period ägde rum i samband med stormen Per år 2007, då havsnivån som högst var 1,4 m ö h.

För sjön Gällsboträsket är den största modellberäknade nivåsenkningen under år 2006 0,05–0,12 m (beroende på tätningsfall), med ett årsmedelvärde på någon centimeter. Gällsboträsket har inte samma betydelse som yngelkammare för fisk som sjöarna Bolundsfjärden och Norra Bassängen.

Enligt MIKE SHE-beräkningarna ger grundvattenbortledningen från förvaret upphov till en reduktion på upp till maximalt 13 % av det under året ackumulerade bäckinflödet till Bolundsfjärden (tätningsfallet $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s). Effekterna på vattenföringen i de andra studerade bäckarna bedöms bli marginella /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Givet grundvattenbortledningens lilla effekt på sjönivån i Bolundsfjärden, Norra Bassängen och Gällsboträsket och att bäckarna i området inte har några speciella naturvärden, bedöms grundvattenbortledningen endast ge upphov till obetydliga konsekvenser för sjöarna Norra Bassängen, Bolundsfjärden och Gällsboträsket samt för bäckarna i Forsmark.



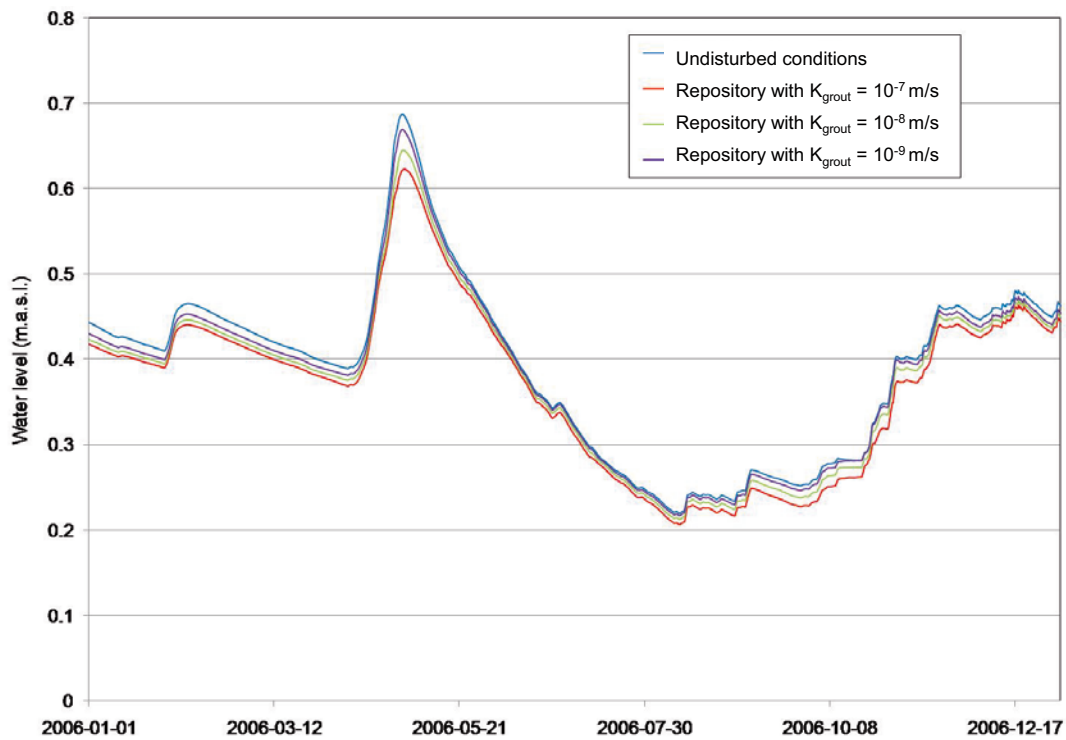
Figur 6-10. Konsekvensklassning av sjöar.

Sjön Puttan är belägen intill Bolundsfjärden och har en sjötröskel som är 0,2 m högre än Bolundsfjärdens. Puttans avrinningsområde är relativt litet. Enligt MIKE SHE-beräkningarna leder grundvattenbortledningen till en avsänkning av grundvattenytan inom i stort sett hela Puttans avrinningsområde /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Beräkningsresultaten visar vidare att sjönivån i Puttan periodvis kan sänkas med upp mot en meter. Den övre kurvan i figur 6-12 visar den modellberäknade sjönivån för opåverkade förhållanden och den nedre kurvan visar den beräknade sjönivån för påverkade förhållanden för tätningsfallet $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s. Enligt figur 6-12 innebär grundvattenbortledningen att sjönivån sänks under vintern. Nivån når i stort sett den opåverkade nivån under snösmältningen i början på maj, för att därefter åter sjunka /Mårtensson och Gustafsson 2010/.

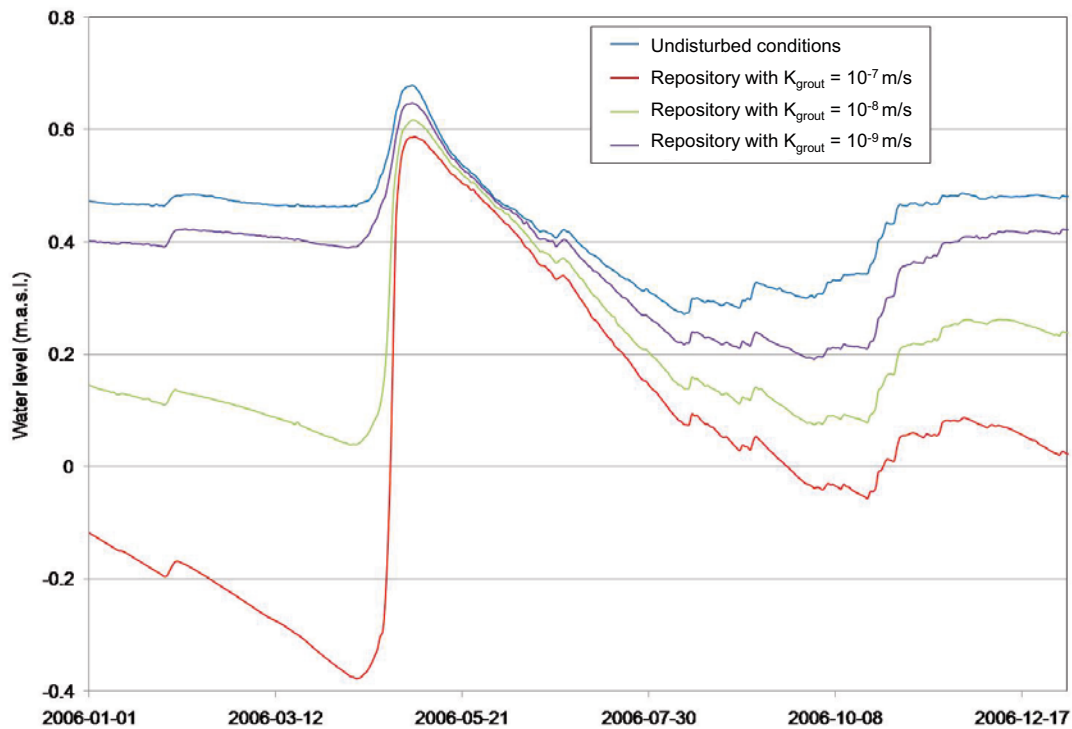
En sänkning av sjöns nivå skulle medföra en minskning av sjöns yta, vilket skulle leda till en ökad igenväxning. Sjöns naturvärden riskerar att försvinna, eftersom sjöns medeldjup är endast 0,4 m och dess maxdjup 1,3 m. Puttan har dock ingen betydelse som yngelkammare för havslevande fisk, eftersom inga bäckar förbinder sjön med Norra Bassängen eller Bolundsfjärden. Förutom tillförsel från avrinningsområdet kan havsvatten tränga in i sjön vid enstaka tillfällen med mycket hög havsnivå. Sammantaget bedöms således grundvattenbortledningen leda till obetydliga eller små konsekvenser för sjöarna, med undantag för sjön Puttan för vilken konsekvenserna bedöms bli stora.

Rödlistade arter

Fågellivet vid sjöarna i Forsmark (tabell 6-18) avspeglar förhållanden med kustnära gamla skogar, öppna småvatten och kärrmarker. Några rödlistade fåglar utnyttjar sjöarna för födosök. Havsrör och skrântärna är exempel på rödlistade fågelarter som utnyttjar området. Svarttärna har observerats vid ett tillfälle, men arten betraktas inte tillhöra faunan i området. Fiskfaunan i sjöarna hyser inga kända förekomster av rödlistade arter. Ål och tånglake har påträffats i kylvattenkanalen /Adill et al. 2006/. Bedömningen är att grundvattenbortledningen inte medför några konsekvenser för rödlistade arter i sjömiljöer.



Figur 6-11. Modellberäknad sjönivå i Bolundsfjärden år 2006 för opåverkade förhållanden (undisturbed conditions) och för påverkade förhållanden för tre olika tätningsfall /Mårtensson och Gustafsson 2010/.



Figur 6-12. Modellberäknad sjönivå i Puttan för opåverkade förhållanden och för påverkade förhållanden för tre tätningsfall /Mårtensson och Gustafsson 2010/.

Tabell 6-18. Förteckning över rödlistade fågelarter knutna till sjöarna i området.

Artgrupp	Svenskt namn	Hotkategori	Förekomst	Konsekvens
Fågel	Svarttärna	VU	Tillfällig Bolundsfjärden	Inga konsekvenser
Fågel	Havsörn	NT	Förekommer i området	Inga konsekvenser
Fågel	Skräntärna	VU	Enstaka förekomster	Inga konsekvenser

Bedömningen av grundvattenbortledningens konsekvenser för rödlistade arter knutna till sjöarna baseras främst på de små modellberäknade sänkningarna av sjönivåerna. En minskning av vattenföringen i bäcken uppströms Bolundsfjärden med maximalt 13 % bedöms heller inte påverka populationerna av de rödlistade arter som nyttjar sjön. Det förekommer inga rödlistade arter i sjön Puttan.

Arter skyddade enligt artskyddsförordningen

Det finns fågelarter och en fladdermusart (vattenfladdermus) som är skyddade enligt artskyddsförordningen och som använder sjöarna för födosök. Citronfläckad kärrtrollslända och padda utnyttjar delvis i sjöarna. Pudrad kärrtrollslända förekommer troligtvis i anslutning till sjöarna och padda finns sannolikt i alla sjöar i området. Som framgår av tabellerna 6-19 till 6-21 bedöms grundvattenbortledningen medföra inga eller obetydliga konsekvenser för de skyddade arter i Forsmark som är knutna till sjöarna.

Tabell 6-19. Konsekvenser för arter med strikt skydd (4 § och bilaga 1 i artskyddsförordningen) och som är knutna till sjöar.

Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Vattenfladdermus	Förekommer i området	Inga konsekvenser
Pudrad kärrtrollslända	Förekommer i ett våtmarksobjekt (objekt 8a: Tjärnpussen)	Inga konsekvenser
Citronfläckad kärrtrollslända	Förekommer vid flera sjöar	Inga konsekvenser

Tabell 6-20. Konsekvenser för fågelarter som prioriterade för skydd (4 § och bilaga 1 i artskyddsförordningen) och som är knutna till sjöar.

Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Svarttärna	Tillfällig Bolundsfjärden	Inga konsekvenser
Sångsvan	Har påträffats i området	Inga konsekvenser
Havsörn	Förekommer i området	Inga konsekvenser
Skräntärna	Enstaka förekomst	Inga konsekvenser
Fisktärna	Förekommer i området	Inga konsekvenser

Tabell 6-21. Konsekvens för den fridlysta art (6 § i artskyddsförordningen) och som är knuten till sjöar.

Svenskt namn	Förekomst	Konsekvens
Vanlig padda	Förekommer	Obetydlig

En del av de arter som är skyddade enligt artskyddsförordningen är också rödlistade. För dessa gäller således samma konsekvensbedömning som för de rödlistade arterna. Vanlig padda förekommer sannolikt i sjön Puttan och för denna sjö kan det inte uteslutas en lokal påverkan på arten. Populationen av vanlig padda inom Forsmarksområdet bedöms dock inte påverkas av grundvattenbortledningen från förvaret.

6.6.3 Konsekvenser för sjöar efter åtgärder

Inga specifika åtgärder planeras för sjöarna, inte heller för sjön Puttan eftersom åtgärder inte bedöms få tillräcklig naturvårdsnytta.

6.7 Konsekvenser för marina miljöer

Det kan inte uppstå några konsekvenser för marina miljöer till följd av grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen. Konsekvenser av utsläpp till vatten beskrivs i /Allmér 2010, Ridderstolpe och Stråe 2010/.

6.8 Konsekvenser för Natura 2000-områden

Enligt modellberäkningar för ett värsta fall (ett helt öppet förvar och tätningsfallet $K_{inj} = 10^{-7}$ m/s) kan en mindre grundvattenavsänkning beröra ett litet område i Natura 2000-området Kallriga. Ett smalt stråk med en avsänkning av grundvattenytan på maximalt 0,2 m ovan en sprickzon löper genom ett skogsområde med örtrik barrskog (habitatet klassas i bevarandeplanen för Natura 2000-området som primär landhöjningsskog 9030) /Länsstyrelsen i Uppsala län 2002/. Där avsänkningen uppstår är dock grundvattenytan även för opåverkade förhållanden belägen på någon meters djup under markytan. Detta innebär att en avsänkning av grundvattenytan ger små konsekvenser för vegetationen.

Det avsänkta området utgör cirka 10 % av den 19 hektar stora skogsmiljön (skogsojekt 121, se figur 6-9). Ungefär hälften av skogsobjektet är beläget inom 100 m från det modellberäknade påverkansområdet. En något torrare miljö i delar av skogen förväntas inte påverka förekomsten av typiska arter eller habitatet på ett sådant sätt att naturvärdena i området minskar. Det bedöms heller inte föreligga någon risk för att miljön förändras på något irreversibelt sätt. När förvaret avvecklas och grundvattenbortledningen upphör återgår grundvattenytans nivå till opåverkade förhållanden, vilket innebär att habitatet även fortsättningsvis kommer att ha gynnsam bevarandestatus.

Inom Natura 2000-området finns det två starrkärr precis norr om påverkansområdet (våtmarksobjekt 122, se figur 6-4). I bevarandeplanen klassas habitatet som lagun (naturtyp 1150). Området där grundvattenytan enligt modellberäkningarna sänks av i intilliggande skogsområde omfattar ungefär 10 % av starrkärrrens avrinningsområde. Detta innebär att kärren även för påverkade förhållanden till 90 % vattenförsörjs via områden utanför påverkansområdet. Enligt jordartskartan /Hedenström och Sohlenius 2008/ underlagras kärren av täta sediment och de påverkas inte av trycksänkning under kärren. Det är framförallt vid perioder med höga vattenflöden som vattenståndet i gölarna påverkas och den bedöms då enligt gjorda modelleringar /Mårtensson och Gustafsson 2010/ bli upp till 0,1 m lägre än om inte förvaret byggs. I Natura 2000-området finns två särskilt utpekade arter, guckusko och större vattensalamander. Båda dessa arter har inventerats i det prognostiserade påverkansområdet men de har inte påträffats.

Sammantaget är bedömningen att de livsmiljöer som avses skyddas med förordnandet till Natura 2000-område inte skadas och de arter som avses skyddas inte utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet i området av utpekade arter.

6.9 Konsekvensbedömning avseende riksintressen för naturvård

Det modellberäknade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning omfattar delvis det riksintresseområde för naturvård som heter Forsmark-Kallrigafjärden (se figur 6-13). Ett projekts påverkan på riksintressen för naturvård ska bedömas enligt 3 kapitlet i miljöbalken. Påverkan på riksintressen bedöms utifrån de värden som utpekandet av riksintresset bygger på samt information om typ och omfattning för påverkan.

6.9.1 Huvudkriterier för utpekande av riksintresse för naturvård

Naturvårdsverket har ansvar för att peka ut områden av riksintresse för naturvård. Som stöd i arbetet finns en handledning rörande tillämpningen av miljöbalkens hushållningsbestämmelser /Naturvårdsverket 2005/. Som kriterier utpekande av ett riksintresse för naturvården omnämns följande:

A – Framstående exempel på kombinationer av naturtyper som väl visar landskapets utveckling

Områdena ska ha stor betydelse för kännedomen om landets natur. Karaktärsdragen för regionen bör vara väl företrädda. Långvarig kontinuitet i landskapets och naturens utveckling ökar värdet. Avbrott i utvecklingen genom exploatering eller utebliven hävd minskar eller förintar värdet. Områdena ska väl representera geovetenskapliga processer och former. Nyckelområden för förståelsen av bildningsförlopp, utveckling och ekologiska samband har särskild betydelse som ökas genom väl dokumenterad forskning.

B – Väsentligt opåverkade områden

Väsentligt opåverkade områden har en ekologiskt och artbevarande betydelse. De bör vara stora och ha en långvarig, kontinuerlig och naturlig utveckling. En stor mångfald av naturtyper, biotoper och arter höjer naturvärdet.

C – Hotade eller sårbara biotoper och arter

Områdestypen ska ha särskilt stor betydelse för fortbestånd av hotade, sårbara eller sällsynta biotoper, växt- och djurarter. Områdena kan utgöras av hotade eller sällsynta biotoper eller livsnödvändiga habitat för hotade eller annars särskilt känsliga arter.

D – Rik flora och fauna

Områdena ska ha särskilt stor rikedom på växtarter, djurarter eller individer. De kan omfatta både väsentligen naturliga eller kraftigt kulturpåverkade miljöer. De kan sammanfalla med typerna A, B och C. Hit hör internationellt betydelsefulla områden för våtmarks- och vattenfåglar.

6.9.2 Beskrivning av riksintresseområdet Forsmark-Kallriga

Riksintresseområdet Forsmark-Kallrigafjärden (NR0 03017, se figur 6-13), består enligt Länsstyrelsens registerblad bland annat av områden med ovanlig vildmarksprägel. Området har stora geologiska och botaniska värden knutna till den snabba strandförskjutningen. Som grund för områdets utpekande nämns följande värden, på vilka skadan således ska bedömas:

A – Landskapets utveckling: I Länsstyrelsens beskrivning betonas den snabba landhöjningen, med successiv avsnörning av sjöar. Beskrivningen anger sjön Fiskarfjärdens som ett geomorfologiskt intressant objekt. Denna aspekt gäller dock för sjöar och naturtyper i hela undersökningsområdet, vilket också framgår av Länsstyrelsens värdebedömningar av riksintresseområdet /Hamrén och Collinder 2010/.

B – Väsentligen opåverkade områden: Delar av området (Trollgrundet-Granskär) beskrivs som urskogsartat. Inom undersökningsområdet har skogsmiljöerna dock inte så lång kontinuitet. Stora delar av skogen är avverkad och de äldre skogsmiljöer som finns har tidigare varit öppna betespräglade skogar. Kärrmiljöerna är dock till största delen opåverkade av dikning och har på så sätt längre kontinuitet.

C – Hotade arter och biotoper: Beskrivningen nämner inga särskilda hotade arter eller biotoper, men påpekar förekomst av rik flora och fauna knutna till den kalkrika moränen. I samband med de ekologiska inventeringarna /Hamrén och Collinder 2010/ har som nämnts tidigare dock en stor mängd rödlistade arter påträffats. Kalkbarrskogar, rikkärr och kalkligotrofa sjöar som är rikligt förekommande i området är att betrakta som hotade biotoper.

D – Rik flora och fauna: I Länsstyrelsens beskrivning anges att den kalkrika moränen starkt bidrar till den rika floran och förekomsten av kalkpräglade sjöar och kärr. Artrikedomen är stor i området inte bara på grund av kalkförekomsten utan också på grund av den stora variationen i landskapet som ger förutsättningar för många olika naturtyper.

6.9.3 Påverkan före åtgärder

Enligt Naturvårdsverkets handbok /Naturvårdsverket 2005/ definieras påtaglig skada som följer: ”Påtaglig skada på natur- eller kulturmiljön kan uppstå om en åtgärd kan mer än obetydligt skada något eller några av de natur-, kultur- eller friluftsvärden som utgör grunden för riksintresset. Även om den negativa inverkan endast förväntas pågå under en kortare tid bör den anses utgöra påtaglig skada på natur- eller kulturmiljön om den negativa inverkan kan bli så stor att området i något avseende förlorar sitt värde som riksintresseområde. En negativ inverkan som är irreversibel med avseende på något värde som utgör grunden för riksintresset bör som regel anses utgöra påtaglig skada på natur- eller kulturmiljön.”

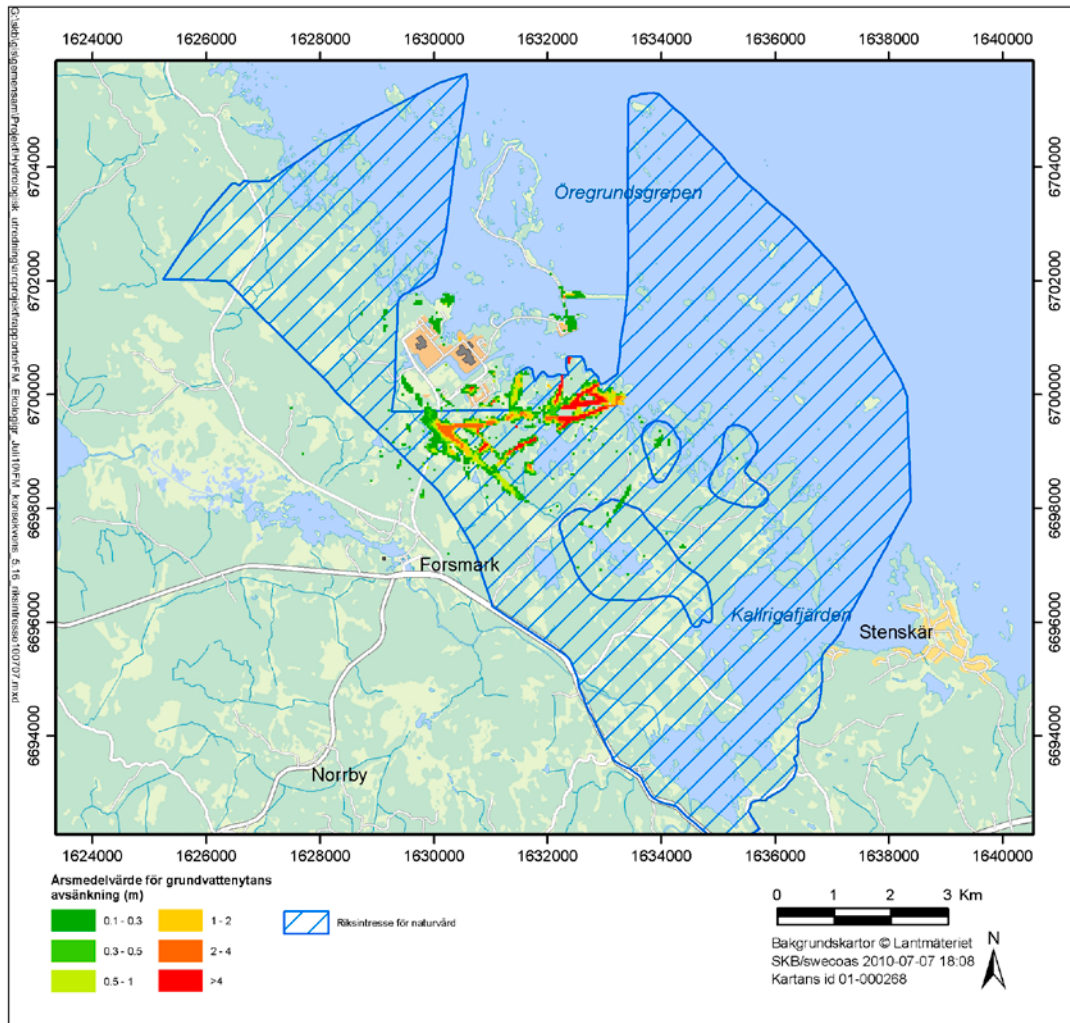
Påverkan enligt kriterium A (landskapets utveckling) bedöms som obetydlig då de ekologiska processerna till följd av landhöjning och avsnörning av havsvikar inte kommer att påverkas i ett landskapsperspektiv, utom i mycket begränsad omfattning och under en begränsad tidsperiod. Avseende kriterium B (opåverkade områden) bedöms det finnas en risk att påverkan blir betydande. Detta beror på att kärrmiljöer med lång kontinuerlig utveckling med stor mångfald av arter kan komma att beröras av grundvattenbortledningen och att förändringen är att betrakta som irreversibel. Risk för grundvattenavsänkning föreligger för ungefär 200 hektar (motsvarande 5 % av riksintressets totala landareal på 3 790 hektar). De områden som kan komma att beröras består av delvis värdefulla och känsliga. Ytterligare cirka 300 hektar är belägna inom 300 m från påverkansområdets gräns. Sammanlagt kan således upp mot 500 hektar av riksintresseområdet beröras av grundvattenbortledningen, motsvarande drygt 10 % av dess totala landyta.

Med avseende på kriterium C (hotade arter och biotoper) bedöms det finnas en risk att påverkan blir betydande, eftersom flera miljöer med rödlistade arter kan komma att påverkas. Rikkärr och kalkbarrskogar är också hotade biotoper. Vad gäller kriterium D (rik flora och fauna) bedöms det finnas en risk att påverkan blir betydande. Orsaken till detta är främst att förändringen av artrika rikkärrsmiljöer kan vara irreversibel. Den sammanlagda bedömningen är därför att skadan på riksintresset riskerar att bli påtaglig, även efter skademinskande åtgärder.

6.9.4 Påverkan efter åtgärder

Åtgärder kommer att vidtas för att minska påverkan på riksintresseområdet. Den främsta åtgärden är förberedelse för vattentillförsel till fem våtmarksobjekt (avsnitt 6.3.1). Som nämnts tidigare kommer SKB även att genomföra naturvårdsinriktade skötselåtgärder, inklusive röjning av vedvegetation och slåtter för att hålla våtmarker öppna (avsnitt 6.3.2). Skogsmiljöerna kommer också att skötas på ett naturvårdsinriktat sätt, motsvarande Sveaskogs intentioner för ekoparker.

De föreslagna åtgärderna innebär att grundvattenbortledningen inte kommer att orsaka några skador på några av de mest värdefulla delområdena inom riksintresseområdet. Kvarstående konsekvenser efter åtgärder innebär dock risk för påverkan på våtmarks- och skogsobjekt av regionalt värde (klass 2) och i ett fall ett våtmarksobjekt av nationellt värde (våtmarksobjekt 23, se figur 6-4). I dessa objekt förekommer hotade och skyddade växter och djur. Den sammanlagda bedömningen är därför att skadan på riksintresset kan bli påtaglig även efter åtgärder.



Figur 6-13. Riksintresset för naturvård Forsmark-Kallrigafjärden samt det prognostiserade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning.

7 Konsekvenser för jord- och skogsbruk

7.1 Konsekvenser för jordbruk

Som nämnts tidigare bedrivs aktivt jordbruk vid Storskäret. Enligt MIKE SHE-modelleringen kommer ingen avsänkning av grundvattenytan att uppstå inom detta område /Mårtensson och Gustafsson 2010/. Grundvattenbortledningen bedöms därför inte medföra några konsekvenser för jordbruket i Forsmark.

7.2 Konsekvenser för skogsbruk

I detta avsnitt presenteras en översiktlig bedömning av grundvattenbortledningens konsekvenser för skogsbruket i Forsmark. Specifikt görs en bedömning av konsekvenserna för skogens bonitet (virkesproduktionsförmåga), som brukar anges i skogskubikmeter per hektar och år ($\text{m}^3 \text{ sk}/(\text{ha}\cdot\text{år})$). Underlaget för bedömningen presenteras närmare i /SKBdoc 1247710/. Det bör noteras att den metodik som använts avser skogens långsiktiga bonitet. Detta innebär bland annat att skogens nuvarande ålder inte beaktas. Eftersom avsänkningen av grundvattenytan i det aktuella fallet inte kommer att bli permanent, bedöms avsänkningen inte få några negativa konsekvenser för skogens produktionsförmåga på lång sikt.

Några drastiska förändringar sker generellt inte när skogsträd utsätts för en avsänkning av grundvattenytan och risken för tr addedöd är mycket liten /SKBdoc 1247710/. Sett över året baseras skogsträdens vattenförsörjning till övervägande del på det markvatten som under sin väg ner till grundvattenytan passerar trädens rötter. Djupet till grundvattenytan är dock en viktig faktor för skogsträdens produktionsförmåga under torrperioder.

7.2.1 Metodik

Konsekvensbedömningen är fokuserad på trädslagen gran och tall, med en antagen jämn fördelning (50 % gran, 50 % tall) inom samtliga skogsområden. Som underlag för en platspecifik konsekvensbedömning innehåller /SKBdoc 1247710/ en sammanställning av uppgifter från Riksskogstaxeringens databas (omfattande östra Uppland under perioden 1993–2002) samt beståndsdata från Sveaskog (avseende 4 000 hektar produktiv skogsmark) vad gäller bonitet för gran och tall för olika markfuktighetsklasser. I det följande används följande ungefärliga boniteter ($\text{m}^3 \text{ sk}/(\text{ha}\cdot\text{år})$) enligt Riksskogstaxeringens uppgifter:

Gran: Torr mark = 5,5, frisk mark = 8, frisk/fuktig mark = 9, fuktig mark = 6,5.

Tall: Torr mark = 4, frisk mark = 5, frisk/fuktig mark = 6, fuktig mark = 4.

För att genomföra en konsekvensbedömning krävs följande uppgifter:

- Storleken på påverkansområdet för grundvattenytan avsänkning.
- Den arealmässiga fördelningen av medelvärden på avsänkningen.
- Det (långsiktiga) djupet till grundvattenytan under vegetationsperioden.
- Fördelningen på gran och tall inom påverkansområdet.

Konsekvensbedömningen görs utifrån ett antal förenklande antaganden, som ändå kan anses ge ett relevant (men överskattat) mått på konsekvenserna för skogens produktionsförmåga. Påverkansområdet antas bestå till 90 % av skog (resterande del våtmarker och övrig mark), fördelad på hälften gran och hälften tall. Fördelningen på markfuktighetsklasser inom skogen antas vara 90 % fuktig-frisk mark (djup till grundvattenytan 0,1–2 m) och 10 % torr mark (djup > 2 m). Vidare antas avsänkningen av grundvattenytan inom påverkansområdet innebära att all skogsmark inom markfuktighetsklasserna fuktig-frisk mark övergår till torr mark. Ett antagande är att boniteten i torr skogsmark inte påverkas av en avsänkning av grundvattenytan.

7.2.2 Konsekvenser för skogens bonitet

Ovannämnda förutsättningar ger en bonitetsminskning inom påverkansområdet på ungefär 25 % under den tid då grundvattenytan är avsänkt. Det MIKE SHE-beräknade påverkansområdet för grundvattenytans avsänkning omfattar huvudsakligen skogsområden som ägs av SKB.

En bonitetsminskning på 25 % inom påverkansområdet ska ses som en övre gräns. Riksskogstaxeringens bonitetsvärden är generellt högre och karaktäriseras av större bonitetsskillnader mellan olika markfuktighetsklasser jämfört med uppgifterna från Sveaskog. Slutligen har ingen hänsyn tagits till att en avsänkning av grundvattenytan kan medföra positiva konsekvenser för skogens tillväxt i vissa områden, som kompenserar för en bonitetsminskning inom andra områden.

8 Konsekvenser av nollalternativet

För att kunna beskriva nollalternativet, det vill säga platsens utveckling om anläggningen inte uppförs, behövs bedömningar av Forsmarksområdets framtida utveckling. Givet tidsperspektivet för slutförvarsanläggningen (avsnitt 1.3) används här år 2100 som bortre tidshorisont. I nollalternativet uppstår ingen grundvattenavsänkning till följd av grundvattenbortledningen från slutförvarsanläggningen, vilket bland annat innebär att våtmarker utvecklas naturligt. Vidare antas att skogen i området sköts med naturvårdshänsyn enligt Sveaskogs riktlinjer för ekoparker.

8.1 Skogar

De av SKB inköpta skogsområdena kommer eventuellt att avyttras om slutförvarsanläggningen inte uppförs. Delar av den mark som SKB förvärvat i Forsmark ingick i det område som Sveaskog planerade att avsätta som ekopark. Det är svårt att förutsäga vad som skulle hända med skogsområdena efter en avyttring. En rimlig bedömning är att de höga naturvärdena i skogen medför att delar av skogsmarken skyddas. Då SKB köpte marken var flera skogliga nyckelbiotoper redan avsatta. Nyckelbiotoper är områden som normalt inte avverkas. I områden som skyddas kommer då naturvärdena öka medan skogsområden som avverkas förlorar sina värden. Den viktigaste parametern för skogen ur naturvårdssynpunkt är hur skogsbruket bedrivs och inte om skogsmarken blir något torrare. Förutsatt att skogs-skötseln sker på motsvarande sätt i nollalternativet respektive om slutförvarsanläggningen uppförs, kommer naturvärdena att vara något högre i nollalternativet. Detta beror på att det inte sker någon avsänkning av grundvattenytan i nollalternativet, vilket gynnar flera värdefulla skogsarter.

8.2 Våtmarker

Våtmarker genomgår en naturlig succession med en ökad igenväxning ju äldre de blir. Processen är dock långsam och med naturlig igenväxning hinner inte naturtypen förändras mycket fram till jämförelseåret 2100. Det finns dock flera osäkerheter om utvecklingen även i nollalternativet. Rikkärr och andra myrar spås bli ännu torrare i södra Sverige, särskilt i östra Götaland och Svealand om utvecklingen fortsätter som den har gjort under 1900-talet (även oaktat dikningsföretag). Förutsägelsen baseras på hydrologiska simuleringar med olika klimat- och avrinningsmodeller, baserade på temperatur, nederbörd och evapotranspiration /Andréasson et al. 2004/. Den pågående igenväxningen av myrar i södra och mellersta Sverige kommer i så fall att accelerera och göra dem än mer beroende av skötsel för att bibehålla sin öppenhet.

En påtaglig igenväxning av vass har observerats i rikkärr i Norrtälje /Udd och Rydin 2008/. Troligen pågår sådan igenväxning även i Forsmarksområdet. Tät vass är en negativ faktor för många rikkärrarter och kan därför utgöra ett hot mot rikkärren i Forsmark. Detta innebär att rikkärren vid jämförelseåret 2100 kan ha förlorat stora naturvärden även i nollalternativet. Ytterligare en osäkerhetsfaktor är den globala uppvärmningen som kan leda till höjd havsnivå och kan leda till att strandlinjeförskjutningen minskar eller blir negativ fram till jämförelseåret. SMHI redovisar stora osäkerheter i utvecklingen. I mellersta Sverige förutspås alltifrån en relativ landhöjning på cirka 0,5 m de närmaste 100 åren, till en relativ höjning av havets nivå med drygt 0,5 m /Brydsten et al. 2009/. Långsammare strandlinjeförskjutning skulle leda till mindre eller ingen nybildning av öppna gölar och rikkärr, vilket innebär att befintliga rikkärr får ett högre värde. Detta gäller även för gölar med förekomst av gölgröda. Om strandlinjeförskjutningen avtar minskar nybildningstakten för nya gölar, samtidigt som befintliga gölar växer igen och ger en minskning av gölgrödornas habitat.

9 Kontrollprogram och uppföljning

Ett förslag till kontrollprogram bifogas SKB:s tillståndsansökan enligt miljöbalken. Ett program för uppföljning av ekologiska förhållanden tas dock fram först när tillstånd för verksamheten erhållits. Verksamhetsutövare och länsstyrelse gör vanligtvis ett sådant i samråd.

9.1 Uppföljning av ekologiska förhållanden

Uppföljning av ekologiska förhållanden sker lämpligen genom att använda de uppföljningsprogram som Naturvårdsverket tagit fram för olika naturtyper i samband med den nationella övervakningen av Natura 2000-naturtyper och de arter som omfattas av nationella åtgärdsprogram. Detta kommer att täcka uppföljningsbehovet för de flesta värdefulla naturtyper och arter i Forsmark för vilka grundvattenbortledningen kan medföra negativa konsekvenser.

Syftet med uppföljningen är dels att man skall kunna avgöra om konsekvenserna av grundvattenbortledningen är inom de gränser som beskrivits i miljökonsekvensbeskrivningen. Den är också nödvändig för att kunna avgöra hur man lyckas skydda de arter och miljöer som åtgärderna syftar till att skydda. Uppföljningen ger också uppgifter som används för att optimera skötselåtgärderna.

För rikkärr används förslagsvis uppföljningsmetoder som följer Naturvårdsverkets manual för uppföljning av de ekologiska förhållandena i myrar /Naturvårdsverket 2008/. Exempel på mål kan vara att täckningsgraden av brunmossor i kärren inte minskar. Vissa typiska arter i rikkärren kan också följas upp för att snabbt kunna se förändringar i kärrens ekologi. Uppföljning av skogsmiljöer kan förslagsvis följa Naturvårdsverkets manual för uppföljning av skog /Naturvårdsverket 2007b/, exempelvis uppföljning av arter som trivs i torra respektive våta skogsmiljöer. Uppföljningen görs med provtytor som läggs ut i skogsmiljöerna. För arter som enligt artskyddsförordningen har strikt skydd bör uppföljning ske på artnivå, främst gölgröda och gulyxne. För gölgröda finns ingen vedertagen metodik för populationsuppföljning. Gulyxne kan räknas på de kända lokalerna /Naturvårdsverket 2006/.

Referensområden bör identifieras, karaktäriseras och följas upp för att spåra skillnader mellan påverkade respektive opåverkade områden. Användning av referensområden gör det möjligt att skilja ekologiska förändringar som orsakas av långsiktiga förändringar av bland annat nederbörd från förändringar som orsakas av grundvattenbortledningen från förvaret. I de våtmarker där hydrogeologiska och hydrologiska effekter av grundvattenbortledningen kan konstateras och där konsekvensbegränsande åtgärder sätts in kan särskilda uppföljningsplaner behövas.

9.2 Uppföljning av hydrogeologiska och hydrologiska förhållanden

Som del av ett kontrollprogram bör grund- och/eller ytvattennivåer i värdefulla naturobjekt kontrolleras så att motåtgärder kan sättas in om en tendens till grundvattenavsänkning kan noteras till följd av grundvattenbortledningen. För att kunna detektera förändringar som beror på grundvattenbortledningen måste en uppföljning göras under så lång tid som möjligt innan förvaret uppförs. Vidare behöver ett eller flera referensobjekt följas upp i ett opåverkat område. Dessa objekt ska vara belägna i områden som med säkerhet inte berörs av grundvattenbortledningen från förvaret. Skillnaden i vattenståndsvariationer mellan referensobjekt och naturobjekt i Forsmark kan utgöra startsignal och även användas för uppföljning av åtgärder.

10 Osäkerheter i konsekvensbeskrivningen

Trots de mycket noggranna undersökningarna av Forsmarksområdets naturvärden finns det en viss sannolikhet att naturvärden kan ha förbisetts. Denna sannolikhet bedöms dock vara mycket liten och alla de faktorer som är av betydelse för konsekvensbeskrivningen anses beaktade. Mindre justeringar av exempelvis förvarets utformning skulle heller inte förändra konsekvensbeskrivningen på något avgörande sätt. Som nämnts tidigare baseras konsekvensbeskrivningen på ett hypotetiskt fall där hela förvaret är öppet samtidigt. Detta innebär att konsekvenserna är beskrivna för ett ”värsta fall” som inte kommer att uppstå i verkligheten.

11 Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer. Referenser till SKB:s opublicerade dokument finns samlade i slutet av referenslistan. Opublishade dokument lämnas ut vid förfrågan till dokument@skb.se.

Adill A, Karås P, Ljunghager F, Mo K, Didrikas T, Sevastik A, 2006. Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk: årsrapport för 2006. Öregrund: Kustlaboratoriet, Fiskeriverket.

Allmér J, 2010. Konsekvensbedömning av påverkan på naturvärden av anläggande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle – Forsmark. SKB P-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Andréasson J, Bergström S, Carlsson B, Graham L P, Lindström G, 2004. Hydrological change – climate change impact simulations for Sweden. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 33, s 228–234.

Axelsson C-L, Follin S, 2000. Grundvattensänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djupförvar. SKB R-00-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Backéus I, 1981. Effekter av myrdikning på flora och vegetation: en problemstrukturerad sammanställning av litteratur. PM 1461, Statens naturvårdsverk.

Boeye D, van Straaten D, Verheyen R F, 1995. A recent transformation from poor to rich fen by artificial groundwater recharge. *Journal of Hydrology*, 169, s 111–129.

Bosson E, Gustafsson L-G, Sassner M, 2008. Numerical modelling of surface hydrology and near-surface hydrogeology at Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. SKB R-08-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Brydsten L, Engqvist A, Näslund J-O, Lindborg T, 2009. Förväntade extremvattennivåer för havsytan vid Forsmark och Laxemar-Simpevarp fram till år 2100. SKB R-09-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Florgård C, Linnér H, Olsson M, Olsson S, Wiklander G, 2000. Grundvattensänkning på Hallandsås: effekter på natur, jordbruk och skogsbruk. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Samhälls- och landskapsplanering 11)

Gärdenfors U (red), 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010 – The 2010 red list of Swedish species. Uppsala: Artdatabanken i samarbete med Naturvårdsverket.

Hamrén U, Collinder P, 2010. Vattenverksamhet i Forsmark. Ekologisk fältinventering och naturvärdesklassificering samt beskrivning av skogsproduktionsmark. SKB R-10-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Hedenström A, Sohlenius G, 2008. Description of the regolith at Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. SKB R-08-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Hultengren S, 2002. Effekter av sänkt grundvatten på naturlig växtlighet i ett litet dräneringsområde i Gårdsjön, Bohuslän: årsrapport 2002. Stenungsund: Naturcentrum AB.

Johansson P-O, 2008. Description of surface hydrology and near-surface hydrogeology at Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. SKB R-08-08, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Lindborg T (red), 2008. Surface system Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. SKB R-08-11, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Länsstyrelsen i Uppsala län, 2002. Bevarandeplan för Natura 2000-område. Kallriga SE0210220. Uppsala: Länsstyrelsen.

Löfgren A (red), 2008. The terrestrial ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp. Site descriptive modelling, SDM-Site. SKB R-08-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Lönn M, Leskinen E, Pamilo P, 1998. Genetisk särprägel hos svenska populationer av växter och djur: en kunskapsöversikt för naturvårdsändamål. Rapport 4848, Naturvårdsverket.

Miljööverdomstolen, 2003. Mål nr 1894-03. Svea hovrätt, Stockholm.

- Mårtensson E, Gustafsson L-G, 2010.** Hydrological and hydrogeological effects of an open repository in Forsmark. Final MIKE SHE flow modelling results for the Environmental Impact Assessment. SKB R-10-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Mårtensson E, Gustafsson L-G, Gustafsson A-M, Aneljung M, Sabel U, 2010.** Hydrologiska och hydrogeologiska effekter på våtmarker och skogsområden av slutförvarsanläggningen i Forsmark. Resultat från modellering med MIKE SHE. SKB R-10-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Naturvårdsverket, 2005.** Riksintresse för natur och friluftsliv: handbok med allmänna råd för tillämpningen av 3 kap. 6 §, andra stycket, miljöbalken. Stockholm: Naturvårdsverket. (Handbok 2005:5).
- Naturvårdsverket, 2006.** Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr: inklusive arterna gulyxne *Liparis loeselii* (NT), kalkkärrsgrynsnäcka *Vertigo geyeri* (NT) och större agatsnäcka *Cochlicopa nitens* (EN). Rapport 5601, Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2007a.** Myrskyddsplan för Sverige: objekt i Uppsala län. Särtryck ur Myrskyddsplan för Sverige, delrapport: objekt i Svealand. Rapport 5668, Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2007b.** Manual för uppföljning i skog. Arbetsversion 1.1. 2007-05-20, Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2008.** Manual för uppföljning i myrar. Version 2.0 (2008-03-14), Naturvårdsverket.
- Nilsson J, 2007.** 2005 års inventering av gölgröda längs Nordupplands kustband samt utvärdering av gölgradans åtgärdsprogram. Uppsala: Miljöenheten, Länsstyrelsen i Uppsala län. (Länsstyrelsens meddelandeserie 2007:1)
- Nordén S, Söderbäck B, Andersson E, 2008.** The limnic ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp. Site descriptive modelling, SDM-Site. SKB R-08-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Ridderstolpe P, Stråe D, 2010.** Vattenhantering vid ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark – läge Söderviken. SKB P-10-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Sjögren P, 1991.** Extinction and isolation gradients in metapopulations: the case of the pool frog (*Rana lessonae*). Biological Journal of the Linnean Society, 41, s 135–147.
- SKB, 2008.** Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, 2010.** Slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle. Anläggningsbeskrivning layout D – Forsmark. SKB R-09-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Udd D, Rydin H, 2008.** Är vassen *Phragmites australis* ett hot mot rikkärren? Svensk Botanisk Tidskrift, 102, s 85–99.
- Werner K, Hamrén U, Collinder P, Ridderstolpe P, 2010.** Vattenverksamhet i Forsmark (del II). Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle: Vattenverksamheter ovan mark. SKB R-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Wijnbladh E, Aquilonius K, Floderus S, 2008.** The marine ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp. Site descriptive modelling, SDM-site. SKB R-08-03, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Opublicerade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1247710 ver 1.0	Konsekvenser för skogsproduktion av långtidsförvar av utbränt kärnbränsle vid Forsmark och Laxemar orsakat av varaktigt sänkning av grundvattennivån.	SKB, 2010
1247713 ver 1.0	Landlevande mollusker i rikkärr vid Forsmarks kärnkraftverk (Östhammars kommun, Uppsala län).	SKB, 2010
1247716 ver 1.0	Trollsländor (Odonata) påträffade i Forsmarksområdet vid inventering den 18/6, 19/6 och 6/8.	SKB, 2010

Naturobjekt i undersökningsområdet: Beskrivning och sammanfattande konsekvensbeskrivning

Tabell B1-1. Beskrivning av naturobjekt i undersökningsområdet samt klassning av deras naturvärden, känslighet för grundvattenavsänkning, påverkan samt grundvattenbortledningens konsekvenser utan respektive med åtgärder.

Objekt	Beskrivning	Objekttyp	Naturtyp	Naturvärde	Känslighet	Påverkan	Konsekvens (utan åtgärd)	Konsekvens (med åtgärd)	Kommentar	Area (m ²)
1	Litet medelrikkärr söder om campingområdet	Våtmark	Medelrikkärr	2	1	6	4	4		5 561
2	Litet rikkärr söder om campingområdet	Våtmark	Medelrikkärr	2	2	4	4	4		4 483
3	Rikkärr med inslag av kalkfuktäng	Våtmark	Extremrikkärr	2	2	4	4	4		7 182
4	Sumpskog söder om husvagnsparkeringen	Skog	Sumpskog	4	3	6	2	2		3 845
5	Kalkbarrskog söder om husvagnsparkeringen	Skog	Kalkbarrskog	3	4	6	2	2		14 044
6a	Vassdominerat rikkärr söder om området för tillfälligt boende	Våtmark	Medelrikkärr	2	2	5	4	4		14 571
6b	Vassdominerat rikkärr söder om området för tillfälligt boende	Våtmark	Intermediärt kärr	3	2	4	2	2		25 958
6c	Vassdominerat rikkärr söder om området för tillfälligt boende	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	4	4	4		1 648
6e	Hällmarkstallskog	Skog	Hällmarkstallskog	2	5	4	0	0		1 722
7	Liten göl nära grusväg, omgiven av rikkärr	Våtmark	Extremrikkärr	1	1	5	5	0		5 962
8a	Sjö (Tjärnpussen), kantad av kärr	Våtmark	Fattigkärr	3	2	4	3	3		23 962
8b	Rikkärr vid sjön Tjärnpussen	Våtmark	Medelrikkärr	2	2	2	4	4		4 211
9	Vassdominerat, halvöppet kärr, omringat av eljusspår	Våtmark	Medelrikkärr	2	2	3	3	3		32 078
9a	Hällmarkstallskog	Skog	Hällmarkstallskog	2	5	4	0	0		3 650
10	Sumpskog med dike sydost om området för tillfälligt boende	Skog	Sumpskog	4	3	4	2	2		4 913
10a	Sumpskog sydost om området för tillfälligt boende	Skog	Sumpskog	4	3	3	1	1		4 543
11	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Vass	4	3	3	1	1		12 504
11a	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	5	1	1		22 918
11b	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Vass	4	3	4	1	1		23 235
11c	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Extremrikkärr	2	3	4	3	3		17 965
11d	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Vass	4	2	3	1	1		9 770

Objekt	Beskrivning	Objekttyp	Naturtyp	Naturvärde	Känslighet	Påverkan	Konsekvens (utan åtgärd)	Konsekvens (med åtgärd)	Kommentar	Area (m ²)
11e	L-format kärr på Kattskäret	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	6	4	4		1 446
12	Liten sjö öster om reningsverk	Våtmark	Kalkgöl	1	1	4	0	0	Inom driftområdet, kommer att fyllas igen	1 688
13a	Liten sjö öster om området för tillfälligt boende	Våtmark	Kalkgöl	1	1	4	0	0	Inom driftområdet, kommer att fyllas igen	3 747
13b	Liten sjö öster om området för tillfälligt boende	Våtmark	Kalkgöl	2	2	4	0	0	Inom driftområdet, kommer att fyllas igen	7 352
14	Liten sjöomgiven av rikkärr, öN Labbofjärdenö	Våtmark	Extremrikkärr	1	1	4	4	0		15 022
15	Göl med rikkärr, öN Labbokärretö	Våtmark	Medelrikkärr	1	1	4	4	0		4 952
16	Göl med rikkärr öV Labbokärretö	Våtmark	Medelrikkärr	1	1	2	2	0		5 341
17	Göl, söder om öV Labbokärretö	Våtmark	Kalkgöl	2	1	2	3	3		1 936
18	Liten sjö (Kungsträsket)	Våtmark	Kalkgöl	1	1	4	4	0		9 512
19	Rikkärr väster om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	5	4	4		6 738
20	Bolundsfjärden	Sjö	Kalkoligotrof sjö	2	3	3	1	1		443 689
21	Vassbälte utmed sjön Puttan	Våtmark	Vass	4	3	6	1	1		60 521
21c	Kalkfuktäng, kring sjön Puttans norra strand	Våtmark	Strandäng	2	1	6	4	4		5 454
22	Litet kärr norr om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	6	4	4		4 826
23	Kustnära rikkärr norr om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Extremrikkärr	1	1	6	5	5		33 229
24	Kalkbarrskog (Labboskogen)	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	2	2		107 964
25	Kalkbarrskog söder om området för tillfälligt boende	Skog	Kalkbarrskog	3	3	5	2	2		73 531
26a	Kalkbarrskog på Kattskäret	Skog	Kalkbarrskog	2	3	5	3	3		34 286
26b	Kalkbarrskog längs Kattskärets strand	Skog	Kalkbarrskog	3	3	5	2	2		28 331
26c	Kalkbarrskog vid västra Kattskäret	Skog	Kalkbarrskog	3	3	3	2	2		3 038
26d	Kalkbarrskog vid norra Kattskäret	Skog	Kalkbarrskog	4	3	5	2	2		101 363
27	Kalkbarrskog vid Rödgotören	Skog	Kalkbarrskog	2	3	3	3	3		46 147
28a	Kalkbarrskog vid västra Mickelsbådan	Skog	Kalkbarrskog	2	3	6	3	3		38 998
28b	Kalkbarrskog vid östra Mickelsbådan	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	2	2		65 764
28c	Kalkbarrskog nordost om sjön Puttan	Skog	Kalkbarrskog	2	3	6	3	3		22 409
28d	Kalkbarrskog vid södra Norrskäret	Skog	Kalkbarrskog	2	3	6	3	3		21 868
29a	Kalkbarrskog längs Norrskärets strand	Skog	Kalkbarrskog	3	3	5	2	2		53 992
29b	Kalkbarrskog vid Norrskär	Skog	Kalkbarrskog	2	3	5	3	3		16 025
30	Kalkbarrskog norr om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	5	3	3		9 693
31a	Kalkbarrskog nordost om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	2	2		108 020
31b	Kalkbarrskog nordost Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	2	2		92 952

Objekt	Beskrivning	Objekttyp	Naturtyp	Naturvärde	Känslighet	Påverkan	Konsekvens (utan åtgärd)	Konsekvens (med åtgärd)	Kommentar	Area (m ²)
32a	Kalkbarrskog längs sjön Bolundsfjärdens västra strand	Skog	Kalkbarrskog	2	3	6	3	3		45 290
32b	Kalkbarrskog väster om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	2	2		108 578
34	Litet kärr på "kärnkraftshalvön"	Våtmark	Intermediärt kärr	4	3	0	0	0		6 388
36	Vassdominerat kärr söder om reningsverket	Våtmark	Fattigkärr	4	3	4	0	0	Inom driftområdet, kommer att fyllas igen	3 334
37	Våtmark nordost om Gällsboträsket	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	6	2	2		3 409
38	Vassområde (Gällsboträsket)	Våtmark	Vass	4	2	5	1	1		161 271
39	Våtmarker och sjö (Labboträsket)	Våtmark	Sjö	3	2	3	2	2		64 057
45	Våtmark öster om Kalvskärsdalen	Våtmark	Strandäng	3	1	1	1	1		4 118
46a	Intermediärkärr vid Fräkengropen	Våtmark	Kalkgöl	2	1	0	0	0		14 433
46b	Intermediärkärr vid Fräkengropen	Våtmark	Vass	3	1	0	0	0		16 049
47	Göl väster om Fräkengropen	Våtmark	Fattigkärr	4	1	0	0	0		1 085
48	Djupsundsdelarna	Våtmark	Extremrikkkärr	2	1	0	0	0		19 089
48a	Djupsundsdelarna	Våtmark	Extremrikkkärr	2	1	0	0	0		11 483
49	Rikkärr söder om sjön Vambörsfjärden	Våtmark	Extremrikkkärr	1	1	0	0	0		8 889
50	Kalkbarrskog söder om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		12 477
51	Kalkbarrskog sydost om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		8 177
52	Kalkbarrskog öster om Fräkengropen	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		31 635
53	Kalkbarrskog nordost om Fräkengropen	Skog	Kalkbarrskog	3	3	0	0	0		61 837
54	Kalkbarrskog innanför Stånggrundet	Skog	Kalkbarrskog	3	3	6	3	3		44 798
55	Kalkbarrskog på Stånggrundet	Skog	Kalkbarrskog	2	3	5	3	3		65 216
56	Kalkbarrskog söder om kylvattenkanalen	Skog	kalkbarrskog	3	3	2	0	0	Inom driftområdet, kommer att tas bort	9 862
57	Sumpskog vid sjön Vambörsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	2	0	0	0		11 221
58	Sumpskog vid nordvästra Norrskäret	Skog	Sumpskog	3	2	4	2	2		14 043
59	Kalkbarrskog vid Kalvskärsdalen	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		1 134
60	Kalkbarrskog vid Sandträsket	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		18 255
61	Tall vid reningsverket	Skog	Hällmarkstallskog	4	5	6	0	0	Inom driftområdet, kommer att tas bort	149
62	Tall vid reningsverket	Skog	Hällmarkstallskog	4	5	6	0	0	Inom driftområdet, kommer att tas bort	81
63	Kalkbarrskog öster om Gällsboträsket	Skog	Kalkbarrskog	3	3	3	3	3		21 120
64	Kalkbarrskog väster om Gällsboträsket	Skog	Kalkbarrskog	3	3	4	2	2		6 137
65	Kärr norr om sjön Graven	Våtmark	Intermediärt kärr	3	1	4	2	2		5 749

Objekt	Beskrivning	Objekttyp	Naturtyp	Naturvärde	Känslighet	Påverkan	Konsekvens (utan åtgärd)	Konsekvens (med åtgärd)	Kommentar	Area (m ²)
66	Rikkärr med inslag av kalkfuktäng söder om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Medelrikkärr	2	1	4	4	4		8 492
67	Vassigt kärr vid Djupsundsdelarna	Våtmark	Fattigkärr	3	2	0	0	0		25 307
68	Intermedärkärr med göl norr om Djupsundsdelarna	Våtmark	Medelrikkärr	3	1	0	0	0		9 782
69	Gölar med vassar i Kalvskärsdalen	Våtmark	Vass	4	2	0	0	0		18 401
69a	Rikkärr på södra sidan Kalvskärsdalen	Våtmark	Medelrikkärr	3	1	0	0	0		5 158
70	Skogsbevuxet rikkärr öster om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	4	4	4		3 942
71	Rikkärr vid Gällsboträsket	Våtmark	Extremrikkärr	1	1	4	3	3		23 189
72	Strandäng vid nordvästra Kattskäret	Våtmark	Strandäng	4	5	4	0	0		6 764
73	Strandäng vid nordvästra Norrskäret	Våtmark	Strandäng	4	5	1	0	0		4 578
74	Kalkfuktäng vid nordvästra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Strandäng	3	2	5	3	3		5 600
75	Igenväxande kalkfuktäng vid nordvästra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Strandäng	4	2	5	1	1		25 904
76	Mosaikartad vass vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	5	1	1		17 197
77	Mosaikartad vass vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	3	1	1		30 482
78	Mosaikartad vass vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	0	0	0		12 973
79	Mosaikartad vass vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	4	1	1		3 434
80	Rikkärr vid södra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Medelrikkärr	3	1	0	0	0		15 979
81	Rikkärr vid sydöstra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	0	0	0		19 741
81a	Kalkfuktäng vid södra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Strandäng	3	2	0	0	0		2 943
82	Rikkärr vid sydöstra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	0	0	0		12 360
83	Rikkärr vid sydöstra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	1	1	1		14 324
84	Vassar kring sjön Vambörsfjärden	Våtmark	Vass	4	2	0	0	0		10 845
85	Rikkärr vid sydöstra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	0	0	0		6 033
86	Sjön Graven med vassar	Våtmark	Sjö	4	3	3	1	1		66 235
87	Rikkärr/strandäng vid nordöstra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Medelrikkärr	3	1	4	2	2		25 876
88	Mosaikartade vassar vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	2	1	1		2 687

Objekt	Beskrivning	Objekttyp	Naturtyp	Naturvärde	Känslighet	Påverkan	Konsekvens (utan åtgärd)	Konsekvens (med åtgärd)	Kommentar	Area (m ²)
89	Mosaikartade vassar vid sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	3	1	1		20 626
90	Kalkfuktäng vid västra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	3	2	5	3	3		4 884
91	Vassar vid västra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	3	1	1		5 385
92	Vassar vid sydvästra delen av sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Vass	4	3	3	1	1		14 438
93	Rikkärr söder om sjön Bolundsfjärden	Våtmark	Intermediärt kärr	4	1	0	0	0		34 681
100	Strandäng vid Jungfrufjärden	Våtmark	Strandäng	2	4	0	0	0		9 655
101	Sumpskog	Skog	Sumpskog	3	2	0	0	0		5 242
102	Strandäng vid Norrskäret	Våtmark	Strandäng	2	5	4	0	0		26 866
105	Vambörsfjärden	Sjö	Kalkoligotrof sjö	2	2	0	1	1		21 954
106	Puttan	Sjö	Kalkoligotrof sjö	2	2	6	4	4		27 928
108	Norra bassängen	Sjö	Kalkoligotrof sjö	2	2	4	1	1		34 902
109	Gällsboträsket	Sjö	Kalkoligotrof sjö	3	2	2	1	1		12 514
110	Graven	Sjö	Dystrof sjö	3	2	3	2	2		10 048
111	Sumpskog öster om Djupsundsdelarna	Skog	Sumpskog	3	2	0	0	0		6 221
112	Kalkbarrskog öster om sjön Bolundsfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		3 844
120	Hällmarkstallskog vid Dundersborg	Skog	Hällmarkstallskog	2	5	1	0	0		12 115
121	Kalkbarrskog vid Dundersborg	Skog	Kalkbarrskog	1	3	4	1	1		192 912
122	Starrkärr vid Dundersborg	Våtmark	Kärr	2	2	4	1	1		5 209
123	Blåbärsgranskog norr om sjön Lillfjärden	Skog	Blåbärsgranskog	2	4	0	0	0		5 468
124	Kalkbarrskog norr om sjön Lillfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		12 773
125	Havsstrandäng sydost om sjön Lillfjärden	Våtmark	Havsstrandäng	2	5	1	0	0		11 436
126	Intermediärkärr söder om sjön Lillfjärden	Våtmark	Kärr	3	1	0	0	0		3 557
127	Extremrikkärr söder om sjön Lillfjärden	Våtmark	Extremrikkärr	2	1	1	3	3		11 473
128	Medelrikkärr söder om sjön Lillfjärden	Våtmark	Medelrikkärr	2	1	4	2	2		11 040
129	Kalkbarrskog norr om sjön Fiskarfjärden	Skog	Kalkbarrskog	2	3	0	0	0		161 173
130	Alsumpskog norr om sjön Fiskarfjärden	Skog	Sumpskog	2	2	0	0	0		65 254
131	Alsumpskog norr om kärnkraftverket	Skog	Sumpskog	3	2	0	0	0		5 064