

## Bilaga K:33 Kärnbränsleförvaret – skyddsåtgärder grundvattenavsänkning

Detta är en bilaga till den begäran om tillstånd enligt miljöbalken till anläggningar i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall (i det så kallade KBS-3-systemet) i mål nr M 1333–11, som av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) lämnas till mark- och miljödomstolen i juni 2023.

I dokumentet presenteras förslag på skyddsåtgärder som SKB kommer att vidta för att säkerställa att grundvattenbortledning under uppförande och drift av Kärnbränsleförvaret i Forsmark begränsas samt de kontroller som kommer att utföras.

### Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>2</b>
1.1	Begrepp .....	2
<b>2</b>	<b>Bakgrund.....</b>	<b>2</b>
2.1	Grundvattenkänsliga objekt.....	2
2.1.1	Naturvärden och deras känslighet mot en grundvattenavsänkning.....	3
2.1.2	Brunnar .....	3
2.2	Geologi .....	3
<b>3</b>	<b>Skyddsåtgärder.....</b>	<b>5</b>
3.1	Tättningsåtgärder.....	5
3.1.1	SKB:s teknikutveckling inom injektering.....	5
3.1.2	Detaljprognostisering vid uppförande.....	5
3.1.3	Ridåinjektering.....	6
3.1.4	Förinjektering.....	6
3.1.5	Efterinjektering .....	6
3.2	Vattentillförsel till utvalda våtmarker .....	6
3.3	Naturvårdsinriktad skötsel.....	7
<b>4</b>	<b>Kontroller och val av åtgärder.....</b>	<b>8</b>
4.1	Kontroller mot prognos .....	8
4.2	Förslag till åtgärdsplan .....	10
<b>5</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>12</b>

# 1 Inledning

KBS-3-systemet som prövas i mål nr M 1333-11, består av Clink (befintlig anläggning för mellanlagring med en tillkommande del där inkapslingen sker) i Simpevarp och ett slutförvar i Forsmark (Kärnbränsleförvaret). Dessa anläggningar samt ett transportsystem behövs för att hantera och slutförvara det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftsreaktorerna. Ändamålet med den sökta verksamheten är att slutförvara använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet, nu och i framtiden.

I detta dokument presenteras förslag på skyddsåtgärder att vidta för att säkerställa att grundvattenbortledning under uppförande och drift av Kärnbränsleförvaret i Forsmark begränsas till de konsekvenser som beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen (SKB 2011a). Vidare redovisas kontroller som SKB kommer att utföra som del av ett omfattande kontrollprogram.

## 1.1 Begrepp

Prediktionsintervall för grund eller och ytvattennivå	<i>Intervall för beräknad, opåverkad grund- eller ytvattennivå utifrån övervakningsdata.</i>
Avvikelse för grund- eller ytvattennivå	<i>Enskild avvikelse från en beräknad, opåverkad grund- eller ytvattennivå och som är detekterbar utifrån tillgängliga statistiska samband mellan mätpunkter och referenspunkter.</i>
Åtgärdsnivå för vattentillförsel	<i>Nivå för när utredning av om vattentillförsel bedöms vara lämpligt ska initieras. Om nivån underskrids tas kontakt med tillsynsmyndigheten inför igångsättning av infiltration.</i>
Kontrollvärde för inläckage	<i>Inläckage uttryckt i l/min baserat på en prognos. Används som verktyg för att följa upp uppmätt inläckage och bedöma effekten av injektering. Kontrollvärden kommer att utgå från det inläckage som legat till grund för konsekvensbedömningen i miljökonsekvensbeskrivningen, och anpassas utifrån platsförståelse.</i>
Vegetationsperiod	<i>Avser den period under året då det är tillräckligt varmt och fuktigt för att växter ska växa, i Forsmarksområdet perioden april–september.</i>

## 2 Bakgrund

### 2.1 Grundvattenkänsliga objekt

Bortledande av grundvatten och dess konsekvenser beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen (SKB 2011a), i Vattenverksamhet i Forsmark (del I och del II) (SKB 2010a och 2010b), bilaga K:7 (SKB 2010c), bilaga K:18 (Ekologigruppen 2014), bilaga K:15 (Werner 2014), underlag till ansökan om dispens enligt artskyddsförordningen (SKB 2011b), bilaga K:2 (SKB 2013), bilaga K:26 (SKB 2016), och vid huvudförhandlingen 2017.

### 2.1.1 Naturvärden och deras känslighet mot en grundvattenavsänkning

Detta avsnitt är en sammanfattande beskrivning av grundvattenkänsliga naturvärden, som är mer utförligt beskrivna i kapitel 5 i underbilaga K:7 (SKB 2010c).

En avsänkning av grundvattenytan under en enskild vegetationsperiod bedöms inte ge 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 orsaka viss skada på arter som är beroende av konstant tillgång till grundvattenytan eller beroende av ytvatten under delar eller hela sin livscykel, exempelvis groddjur. Det kan även uppstå konsekvenser för vegetationen vid förändring av andra faktorer än tillgången på vatten och syre. Enligt 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 (SKB 2010b, 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.

Vid långvariga avsänkningar kan konkurrensförhållandena mellan olika dominanta nyckelarter komma att förändras, vilket i sin tur förändrar de fundamentala livsförutsättningarna för olika naturtyper. Sådana förändringar förväntas vara långsamma. Generellt leder vegetationsförändringar till en förskjutning av balansen mellan olika vegetationstyper, 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 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 surdrag 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, men 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 uppnå förutsättningar för hög biologisk mångfald. Vissa delar av växters livsstadier är mer känsliga än andra för permanenta förändringar av bland annat vattentillgången, exempelvis är unga trädplantor betydligt känsligare än äldre.

### 2.1.2 Brunnar

Kartläggning av brunnar inom och utanför påverkansområdet har gjorts och beskrivits i kapitel 6.3 i miljökonsekvensbeskrivningen (SKB 2011a). Risken att grundvattenbortledningen orsakar en negativ påverkan för någon vattenförsörjningsbrunn bedöms vara liten, och konsekvenser i form av försämrade brunnskapacitet och/eller vattenkvalitet bör bli marginella om de alls uppstår.

## 2.2 Geologi

Detta avsnitt är en sammanfattande beskrivning av Forsmarks geologi och hydrogeologi. Mer utförliga beskrivningar återfinns i miljökonsekvensbeskrivningen och tillhörande underbilagor.

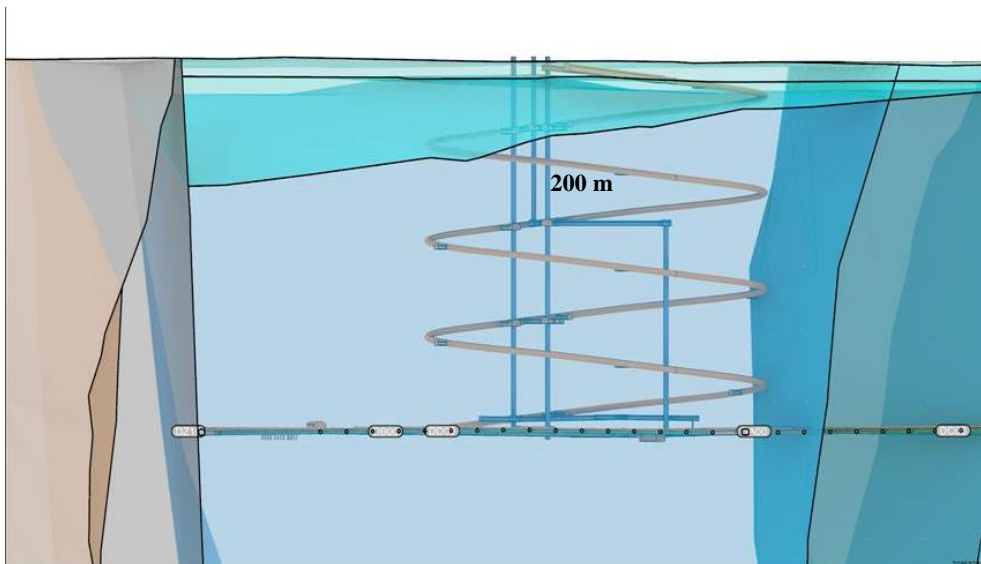
Platsundersökningar har genomförts löpande, och efter varje större kampanj har platsdata analyserats och modellering har utförts med syfte att utveckla en platsbeskrivande modell (SDM, eller platsmodell). Platsmodellen är en integrerad modell för geologi, termiska egenskaper, bergmekanik, hydrogeologi, hydrogeokemi, berggrundens transportegenskaper och ytsystemet, och har således ett brett syfte. Den beskriver en integrerad förståelse av Forsmarksområdet vid avslutningen av ytbaserade undersökningar, som genomfördes vid Forsmark under perioden 2002 till 2007. Platsmodellen har legat till grund för miljökonsekvensbeskrivningen, och används även

som verktyg i projekteringen för att utforma och platsanpassa anläggningen under mark. Vidare är den underlag för analys av säkerhet efter förslutning.

Forsmark är beläget i ett brett stråk av kraftig plastisk deformation som löper i nordvästlig-sydostlig riktning. Detta stråk innehåller linsformade volymer där berggrunden generellt har genomgått en betydligt lägre grad av plastisk deformation. Förvaransområdet för Kärnbränsleförvaret avses att förläggas i en sådan tektonisk lins, där berggrunden är relativt homogen och uppvisar riktning beroende egenskaper som underlättar förståelsen för förekomsten av sprickzoner, se figur 2-1.

I den bergvolym där anläggningsdelarna ramp och schakt planeras att förläggas har det prognosticerats ett flertal brant stupande sprickzoner. Dessa innehåller både horisontella och brant stupande sprickor, varav flertalet bedöms vara läkta, det vill säga de är inte lika vattenförande. Den övre delen av bergmassan innehåller ett nätverk av horisontella till subhorisontella sprickor med betydande utsträckning, se figur 2-2.

Hydrogeologin inom verksamhetsvolymen varierar med djupet, där de övre cirka 200 metrarna av berget innehåller långa, vattenförande sprickor, se figur 2-1. Bergets vattengenomsläpplighet minskar sedan påtagligt med djupet. På djup större än 400 meter är det förväntade medelavståndet mellan vattenförande sprickor mer än 100 meter. Den dominerande delen av grundvattenflödet på cirka 500 meters djup sker inom de brantstående sprickzonerna.



**Figur 2-1.** Ramp och schakt passerar flera horisontella zoner där de översta zonerna 0–30 m, 30–50 m samt 50–200 m förväntas innehålla vattenförande spricknätverk. Inläckaget under nivå 200 m förväntas vara betydligt lägre.



**Figur 2-2.** Foto taget från anläggandet av Forsmarks kärnkraftverks kylvattenkanal. Till vänster i bilden syns exempel på yttära, horisontella och vattenförande sprickor.

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

## 3 Skyddsåtgärder

### 3.1 Tätningåtgärder

Före berguttag kommer berget fortlöpande att tätas utifrån behov. Syftet med denna tätning är att minimera inläckage av grundvatten i anläggningen för att därigenom minska en eventuell negativ konsekvens på naturvärden. Vidare ger en effektiv tätning en minskad energiförbrukningen för pumpning av länshållningsvatten samt en säkrare arbetsmiljö under mark som är anpassad för den planerade kärntekniska verksamheten.

#### 3.1.1 SKB:s teknikutveckling inom injektering

Det har gjorts omfattande utredningar om förutsättningarna för injektering i Forsmark, och många vetenskapliga rapporter har publicerats av SKB inom området. Vidare är SKB även en av huvudmännen bakom Stiftelsen Bergteknisk Forskning (BeFo) där SKB i samverkan med övriga aktörer inom bergbranschen genomfört en lång rad teknikutvecklingsstudier och projekt. SKB har även tillskansat sig värdefulla erfarenheter relaterade till injektering via erfarenheter från uppförandet av kärnkraftverken i Forsmark, Äspölaboratoriet och slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR). Ytterligare värdefulla erfarenheter förväntas kunna inhämtas från injekteringen i utbyggnaden av SFR, vars berguttag väntas starta under 2024.

#### 3.1.2 Detaljprognostisering vid uppförande

Data från sonderingsborrningar som utförs löpande i tunnelfronten ger sammantaget kunskap om berget 20 till 30 meter in i framförvarande bergmassa. Kunskapen används sedan för att välja en anpassad injekteringsdesign för den kommande injekteringskärmen.

I samband med injektering görs även ett antal kontroller och observationer för att utvärdera vald injekteringsdesign. Slutligen genomförs, efter berguttag, tunnelkartering med fokus på geologi och hydrogeologi. Karteringsresultaten, kombinerat med observationer och kontroller, används sedan

vid utvärdering av injekteringsdesignen vilket gör att den kan anpassas till rådande bergförhållanden.

### 3.1.3 Ridåinjektering

Som beskrivs i avsnitt 2.2 förväntas hydrogeologin inom verksamhetsvolymen variera med djupet. De övre cirka 50 metrarna av berget förväntas innehålla långa, horisontella, vattenförande sprickor, se figur 2-2. Eftersom tätning av sprickor görs effektivast genom att injektera vinkelrätt mot sprickplanen, kommer ridåinjektering att utföras innan berguttag inleds. Vid ridåinjektering borrar vertikala hål från markytan som sedan används för att pumpa ner injekteringsbruk. På så vis skapas en tätad zon runt de övre delarna av de olika anläggningsdelarna. Ridåinjektering kommer att utföras i den övre delen av rampen som går under fast mark. För rampen och vertikalschakt utgör ridåinjektering en initial tätningsinsats som förbättrar möjligheterna till effektiv förinjektering i samband med berguttag. För förskärningar och andra yt nära bergschakt kan ridåinjektering kompletteras med olika former av tätkonstruktioner ned till berg för att minska mängden grundvatten i friktionsmaterial som kan rinna in mot schakten.

### 3.1.4 Förinjektering

Förinjektering av bergmassan innan berguttag kommer att utgöra den primära skyddsåtgärden för att begränsa inläckaget till undermarksanläggningen. Vid förinjektering borrar en skärm runt tunneln med 20 till 30 meter långa hål snett framåt i berget. Utformningen av skärmen tas fram i samband med detaljprojektering och baseras på injekteringsdesign. En blandning av cement, vatten och tillsatsmedel pressas under högt tryck in i borrhålen och vidare ut i bergets sprickor. När cementen härdar skapas en injekterad zon runt berggrummen som reducerar inläckaget till undermarksanläggningen. Injekteringsdesignen tas fram i samband med detaljprojekteringen och baseras på tunnelgeometrier, drivningsmetod och geologiska förutsättningar. Injekteringsdesignen utgör grunden för injekteringen i anläggningen, men förväntas behöva anpassas under uppförandet för att effektivisera tätningsåtgärderna baserat på verkliga förhållanden.

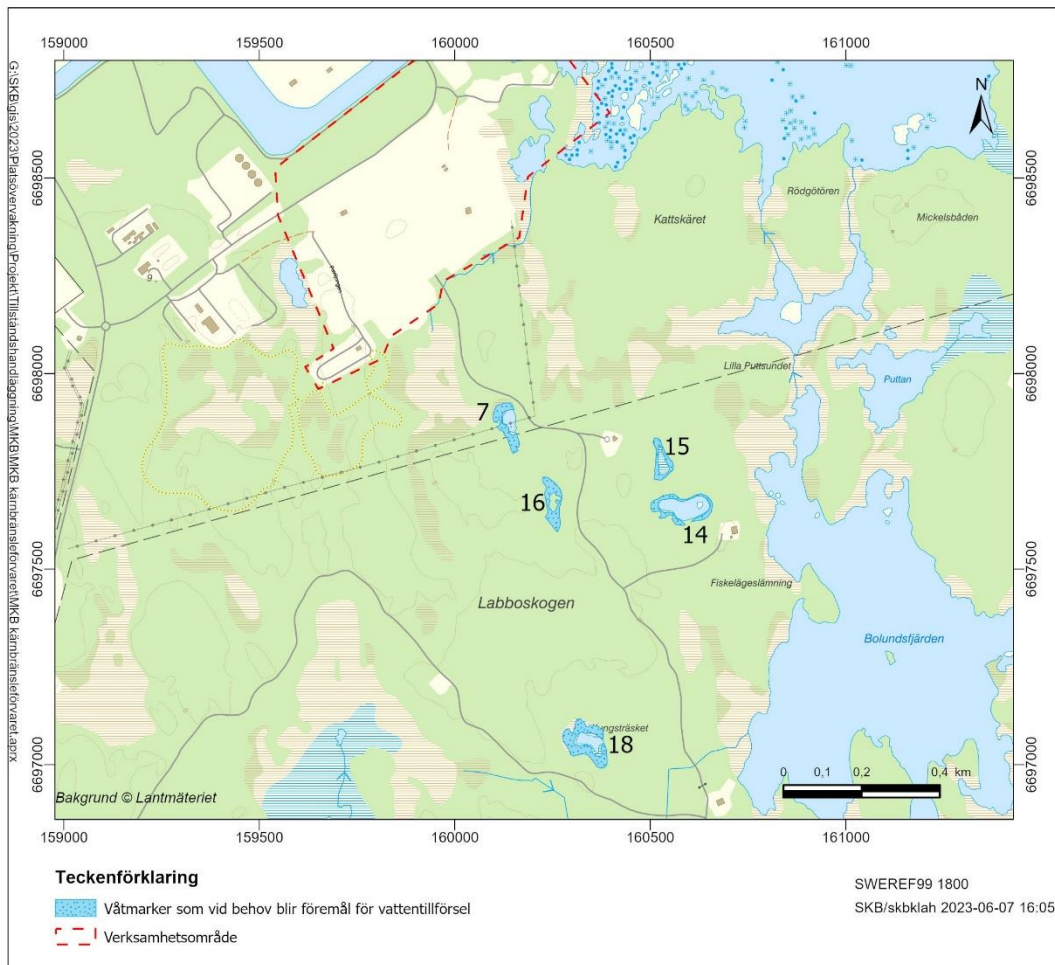
Omfattningen av förinjekteringen kommer att variera under uppförandet. Enligt platsmodellen kommer det inledningsvis finnas ett behov av att kontinuerligt förinjektera. Därefter utförs injektering behovsstyrt baserat på resultat från sonderingsborring. Under nivån cirka 200 meter bedöms det finnas färre vattenförande zoner, vilket gör att injekteringsbehovet sannolikt kommer att minska. På försvarsnivå bedöms stora delar av bergmassan sakna vattenförande strukturer eller ha ett obetydligt inläckage med avseende på påverkan på naturvärden. Därmed är också injekteringsbehovet mindre utifrån eventuell miljöpåverkan. Injektering på försvarsnivå syftar primärt till att uppfylla krav utifrån säkerhet efter förslutning.

### 3.1.5 Efterinjektering

Vid behov kan efterinjektering av omkringliggande bergmassa efter berguttag utföras. Vid efterinjektering borrar man i efterhand nya hål från tunneln och försöker att utöka den tätande zonen runt tunneln genom att pumpa in ytterligare injekteringsbruk i sprickorna. Efterinjektering anpassas till rådande geologi, tunnarnas geometri och sprickzoner. Den kan utföras med både cementbaserade och kemiska injekteringsmedel.

## 3.2 Vattentillförsel till utvalda våtmarker

Som skyddsåtgärd, om grundvattenbortledningen mot förmodan skulle ge upphov till hydrologisk påverkan som på ett betydande sätt kan skada naturvärden, föreslår SKB att vatten tillförs våtmarkerna för att bevara deras ekologiska värden. Vattentillförseln sker till grundvattensystemet, för att därifrån kompensera för en eventuell avsänkning av ytvattennivåerna. Vattentillförsel kommer vid behov att utföras vid fem våtmarker (7, 14–16 och 18), se figur 3-1.



**Figur 3-1.** Våtmarker som vid behov är aktuella för vattentillförsel.

Ett pilotförsök med vattentillförsel, inklusive förundersökningar och utvärdering, har genomförts vid en av de aktuella våtmarkerna (Werner 2014). Förundersökningar och andra typer av förberedelser har genomförts även för övriga våtmarker som bedömts lämpliga för vattentillförsel. Inför val av vilket vatten som ska användas vid eventuell drift av ett system för vattentillförsel återstår vissa utredningar, främst med avseende på vattenkvalitet.

Om korrelations- och regressionsanalys av vattennivåerna (se avsnitt 4.1) under april till september indikerar att grundvattenbortledningen orsakar en påverkan på de hydrologiska förhållandena i någon eller några av de ovannämnda våtmarkerna, genomförs en utredning rörande orsak till påverkan och utifrån resultatet tas beslut om åtgärder behöver vidtas. Vidare genomförs förberedelser så att ett system för vattentillförsel, om denna åtgärd beslutas, är klart för driftsättning på våren efterföljande år. Vattentillförseln kommer att styras och regleras med hjälp av motsvarande metodik med korrelations- och regressionsanalys i syfte att efterlikna naturliga grund- och ytvattennivåvariationer i aktuella våtmarker.

### 3.3 Naturvårdsinriktad skötsel

SKB genomför en naturvårdsinriktad skötsel av skogar och våtmarker på de egna fastigheterna i Forsmark. En naturvårdsinriktad skötsel kan ses som en förebyggande åtgärd genom att det förbättrar förhållandena för flora och fauna i området, men kan även betraktas som skyddsåtgärd genom att motverka eventuella negativa konsekvenser av grundvattenbortledningen, bland annat genom att förhindra igenväxning av områdets våtmarker. Vad gäller skogarna är ambitionen att

skötseln minst ska motsvara Sveaskogs intentioner för en ekopark i Forsmark. SKB:s skogliga skötselplan utgår från områdets naturvärden och hur de bäst bevaras och utvecklas. SKB kommer att teckna ett naturvårdsavtal med Skogsstyrelsen för att säkerställa en långsiktig naturvårdsinriktad skötsel i området. Även för våtmarker på SKB:s markinnehav i Forsmark finns en skötselplan med syfte att bibehålla eller öka populationerna av gulyxne, gölgroda och större vattensalamander, men även andra arter knutna till våtmarkerna. SKB genomför återkommande artinventeringar för att följa upp de lokala populationerna av gulyxne, gölgroda och större vattensalamander och kommer att göra det löpande under uppförandet av Kärnbränsleförvaret.

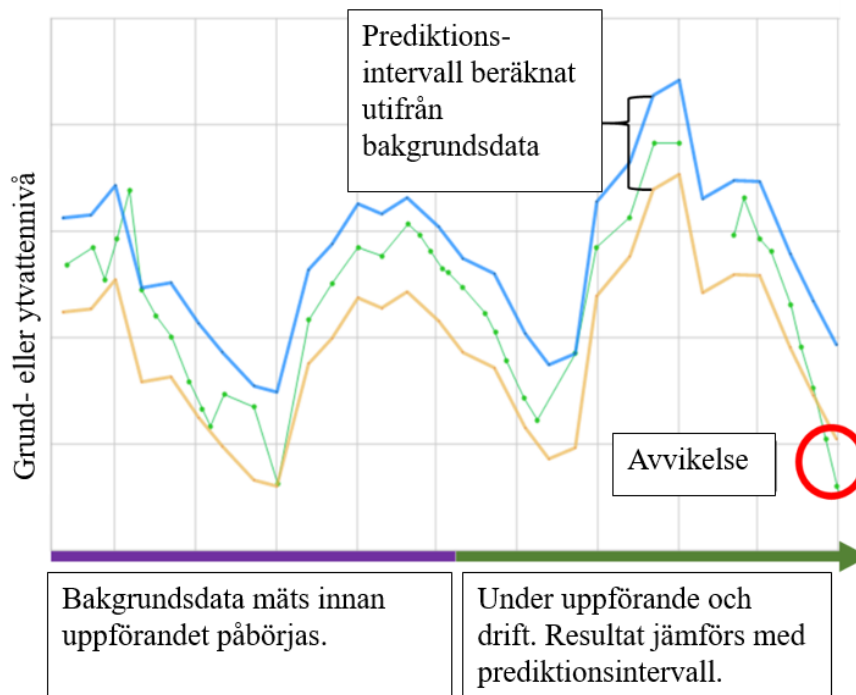
## 4 Kontroller och val av åtgärder

### 4.1 Kontroller mot prognos

SKB har goda förutsättningar att följa upp en eventuell påverkan från grundvattenbortledningen under Kärnbränsleförvarets uppförande och drift mot bakgrund av det omfattande undersökningsprogram och platsövervakning som SKB bedrivit under lång tid. Mätningarna startade 2002–2003 och övervakningsprogrammet har successivt utökats. Inom och utanför påverkansområdet har SKB etablerat över 100 grundvattenrör och över 20 pegelrör för ytvattennivåmätningar. Vidare mäts nivåerna i över 40 kärn- respektive hammarborrhål, varav många av dessa borrhål mäts i flera borrhålssektioner, det vill säga på olika djup. Därutöver sker övervakning i kärn- och hammarborrhål vid SFR. Nivåerna i majoriteten av mätpunkterna mäts med hjälp av automatiska mätare, vilket möjliggör en tät mätfrekvens med goda förutsättningar till statistiska analyser och korta tider mellan mätning, analys och rapportering. Kartläggning av privata brunnar har gjorts och kontroller avseende dessa brunnar kommer att beskrivas närmare i kontrollprogrammet.

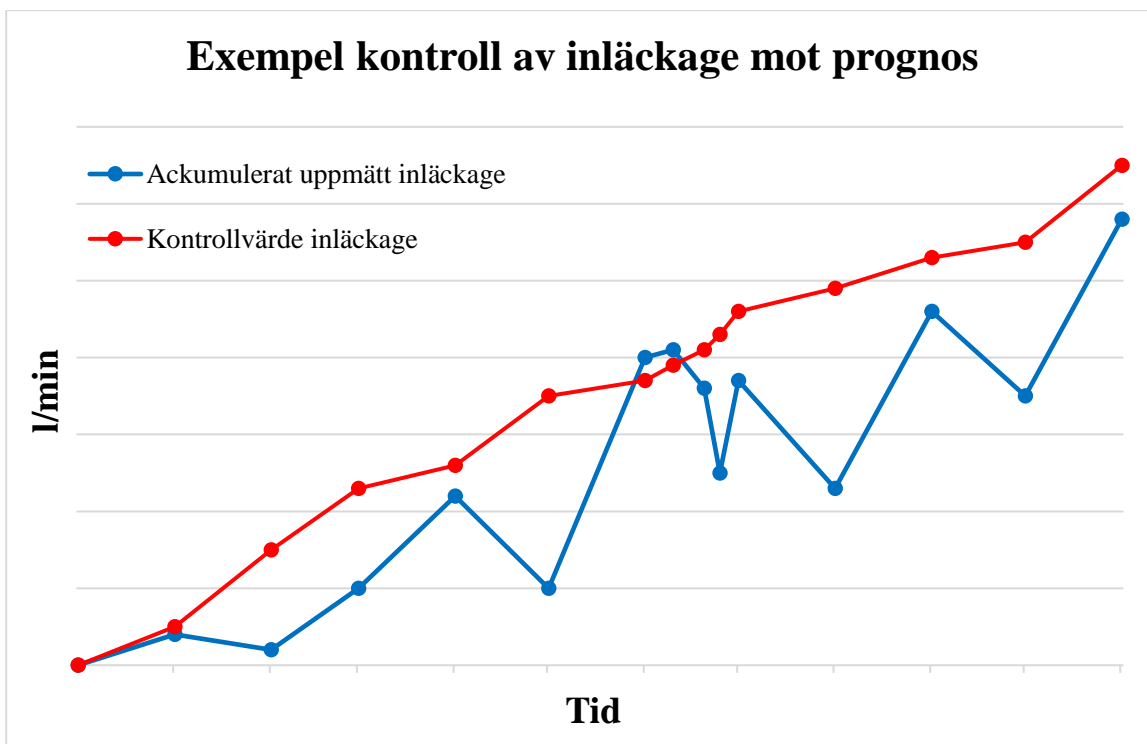
För att kunna särskilja en eventuell hydrologisk påverkan till följd av grundvattenbortledningen från naturliga trender och variationer kommer SKB att tillämpa korrelations- och regressionsanalyser. Analyserna utgår från att data från mätpunkter inom påverkansområdet jämförs med data från opåverkade mätpunkter, så kallade referenspunkter, utanför påverkansområdet. Genom omfattande bakgrundsdata kan ett prediktionsintervall för opåverkade grund- och ytvattennivåer beräknas och jämföras med uppmätt nivå. Syftet med prediktionsintervallet är att tidigt kunna identifiera avvikelser i uppmätt nivå i förhållande till ett beräknat, opåverkat intervall, se figur 4-1.





**Figur 4-1.** Metodik för uppföljning och statistisk analys av grund- och ytvattennivåer. Den orangea och blåa kurvan representerar prediktionsintervallet för ett mätobjekt, och den gröna kurvan är en uppmätt vattennivå. När ett mätvärde avviker från prediktionsintervallet registreras detta.

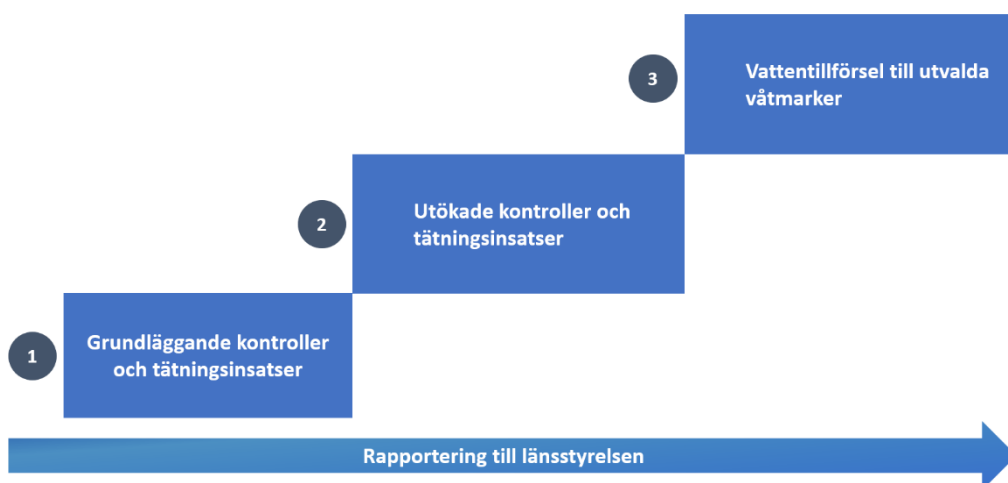
Kontrollvärden för inläckage kommer att utgå från det inläckage som legat till grund för konsekvensbedömningen i miljökonsekvensbeskrivningen, och kontinuerligt anpassas utifrån platsförståelse. Uppmätt inläckage följs löpande upp gentemot kontrollvärden, se figur 4-2 för exempel. Syftet med kontrollvärdet för inläckage samt avvikelser för grund- och ytvattennivåer är att löpande så tidigt som möjligt detektera en eventuell påverkan från bortledandet av grundvatten. Detekterade avvikelser är del av det dataset som även används för uppdatering av platsmodellen.



**Figur 4-2.** Exempel på uppföljning av ackumulerat uppmätt inläckage jämfört mot kontrollvärden för inläckage. Det ackumulerade kontrollvärdet (prognos) ökar i takt med att berguttaget ökar.

## 4.2 Förslag till åtgärdsplan

SKB avser tillämpa de skyddsåtgärder som beskrivs i kapitel 3 enligt en åtgärdstrappa, se figur 4-3. Denna åtgärdstrappa syftar till att tydliggöra i vilken ordning skyddsåtgärder ska utföras samt på vilka grunder som ytterligare skyddsåtgärder bör utföras. Rapportering till länsstyrelsen kommer ske löpande med utgångspunkt från åtgärdsplanen och från det kommande kontrollprogrammet.



**Figur 4-3.** Förslag på åtgärdstrappa för skyddsåtgärder. I varje steg genomförs analyser inför beslut rörande nästa steg av kontroller och skyddsåtgärder.

## **1. Grundläggande kontroller och tätningsinsatser**

Grundläggande kontroller innefattar framför allt mätningar av inläckage i undermarksanläggningen och grund- och ytvattennivåer. Kontrollerna kommer att beskrivas mer utförligt i kontrollprogrammet. Grundläggande skyddsgärder inkluderar de förebyggande åtgärderna ridåinjektering, förinjektering och naturvårdsinriktad skötsel. Den primära skyddsåtgärden är förinjektering.

Om ett värde överskrider ett kontrollvärde för inläckage och/eller avvikelse noteras i yt- och grundvattennivåmätningarna utreds orsaken till detta. Utförd injektering utvärderas för att bedöma eventuella avvikelser från injekteringsdesign, identifiera felaktigheter vid utförande samt behov av justerad injekteringsdesign. Utökade kontroller och tätningsinsatser, det vill säga steg 2 i åtgärdstrappan, utförs om det bedöms föreligga ett behov för det. Om uppmätt inläckage skulle överskrida kontrollvärdet kan det accepteras om det bedöms vara ett momentant överskridande, eller om de grundläggande kontrollerna visar att det inte föreligger någon ökad skaderisk för naturvärden, det vill säga att ingen avvikelse från beräknat predikteringsintervall observeras i känsliga naturobjekt (se exempel i figur 4-1).

## **2. Utökade kontroller och tätningsinsatser**

Utökade kontroller görs med avseende på mätning av inläckage i undermarksanläggningen och/eller ytvatten- och grundvattennivåmätningar. Utökade åtgärder innefattar utökad eller anpassad förinjektering, samt vid behov efterinjektering.

Om behovet för efterinjektering föreligger ska en plan baserat på en fördefinierad injekteringsprocess tas fram. Injekteringsprocessen tas fram i samband med detaljprojekteringen samt på platsen gällande förutsättningar inför beslut om efterinjekteringsdesign, borrplan samt val av injekteringsmedel.

## **3. Vattentillförsel till utvalda våtmarker**

Innan beslut om vattentillförsel tas ska ytterligare kontroller och tätningsåtgärder så långt som möjligt beaktas. Om vattentillförsel, efter samråd, bedöms som lämplig åtgärd ska denna vara på plats och fungera senast 1 april året efter hydrologisk påverkan har konstaterats. Vattentillförsel ska ske i syfte att efterlikna opåverkade grund- och ytvattennivåer och ska pågå så länge det är nödvändigt för att undvika en negativ konsekvens på naturvärden.

Sammantaget kommer åtgärdsplanen att säkerställa att de negativa konsekvenserna från grundvattenbortledningen blir mindre än det som konsekvensbedömts i miljökonsekvensbeskrivningen. Detta med utgångspunkt från SKB:s platsförståelse av Forsmark, det omfattande undersökningsprogrammet, forskning om injektering, system för vattentillförsel och upprättad metodik för att särskilja en eventuell påverkan av bortledandet av grundvatten från Kärnbränsleförvaret från naturliga variationer.

## 5 Referenser

**Ekologigruppen, 2014.** Sammanfattning av påverkan på skyddade arter i Forsmark (bilaga K:18). SKBdoc 1442289 ver 1.0, 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).

**SKB, 2010a.** Vattenverksamhet i Forsmark (del I). Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2010b.** Vattenverksamhet i Forsmark (del II). Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. SKB R-10-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2010c.** Bilaga K:7, Bortledande av grundvatten från slutförvarsanläggningen i Forsmark. Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och skogsproduktion (bilaga K:7). SKB R-10-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2011a.** Miljökonsekvensbeskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. ISBN 978-91-978702-0-7. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2011b.** Underlag till ansökan om dispens enligt artskyddsförordningen. SKB P-11-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2013.** Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen (bilaga K:2). SKBdoc 1382754 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2016.** Ökat berguttag och hantering av bergmassor (bilaga K:26). SKBdoc 1549469 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Werner, 2014.** Pilotförsök med vattentillförsel till en våtmark i Forsmark – Förberedelser, genomförande, resultat och slutsatser (bilaga K:15). SKBdoc 1440379 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.