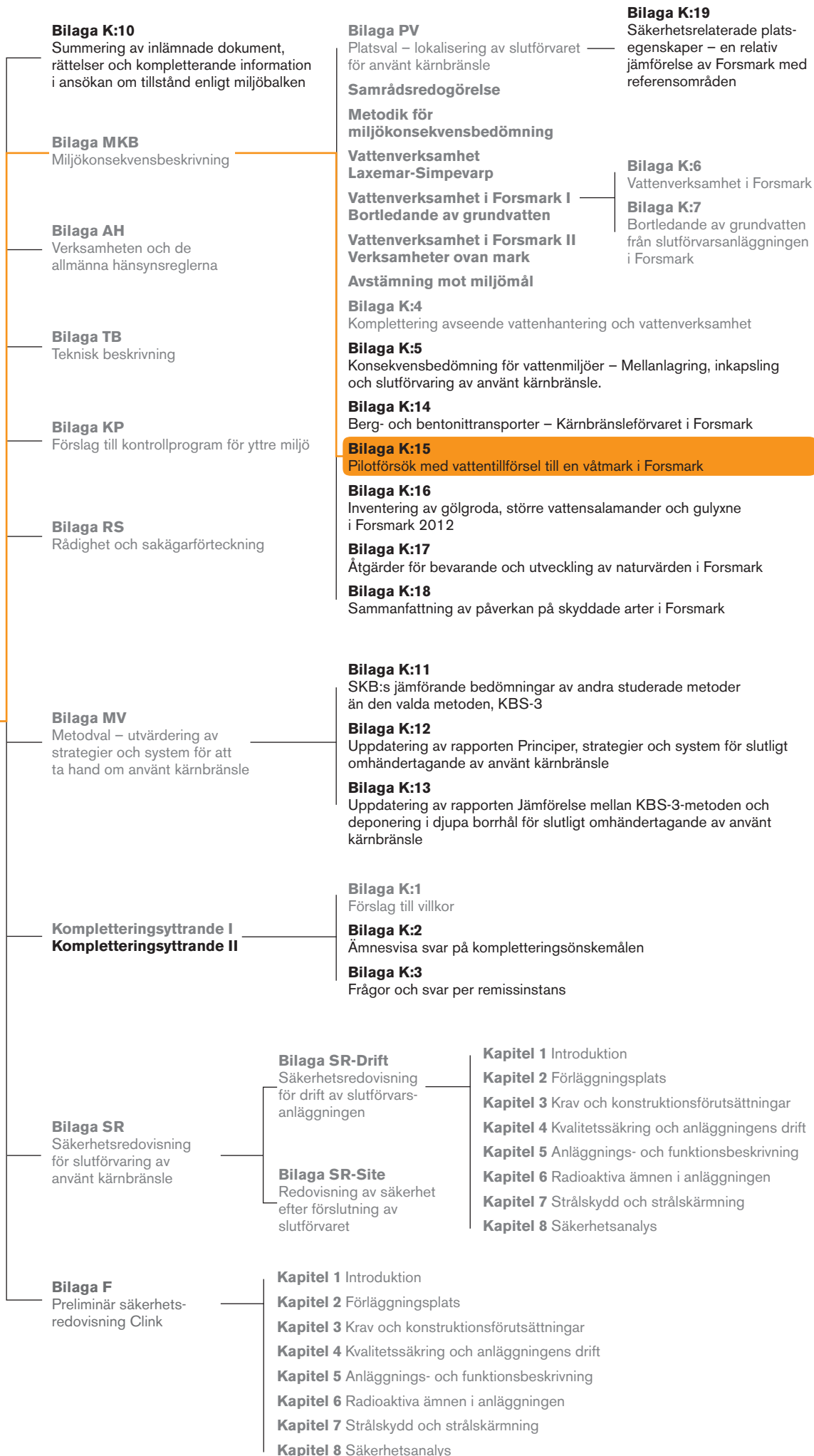


Ansökan enligt miljöbalken – komplettering II – september 2014

Toppdokument

Begrepp och definitioner



2.1.3 Dimensionering och tekniska lösningar för vattentillförsel och flödesmätning

Som nämnts ovan användes processvatten från FKA:s vattenverk som vattenkälla under försöket. Inför försöket gjordes en utredning för att ta fram tekniska lösningar i form av lednings- och pumpdimensioner, flödesreglering och flödesmätning. Vidare etablerades en lokal hydrologisk modell, med modelleringsverktyget MIKE SHE, över den aktuella våtmarken. MIKE SHE beskriver tidsvarierande vattenflöden i den omättade och mättade zonen. MIKE SHE är kopplad till en separat ytvattenmodell (MIKE 11) och har använts av SKB under flera år för tillämpningar inom platsmodellering, analys av långsiktig säkerhet och miljökonsekvensbeskrivning. Modellen användes bland annat för att prognostisera hur stor och snabb hydrologisk respons (grund- respektive ytvattennivåhöjning) som kunde förväntas och hur länge pilotförsöket totalt skulle behöva pågå vid olika flöden i tillförselsystemet. Det bedömdes att utvärderingsbar hydrologisk respons på stegvis ökande tillflöden, i intervallet 0,5–2 l/s (liter per sekund), skulle kunna uppnås med ett försök som totalt pågick upp till cirka 10 dygn.

Under försöket leddes vattnet från en inkopplingspunkt på FKA:s ledningsnät till en ståltank (volym 10 m³), uppställd i området för tillfälligt boende ("Barackbyn", se Figur 2-1) i början av vägen till SKB:s undersökningsområde. Tillflödet till tanken styrdes av en automatisk regleringsventil, som var kopplad till nivåvippor för låg respektive hög vattennivå i tanken. I tanken fanns en dränkbar pump som pumpade vattnet från tanken via två parallella ledningar längs vägen, genom ett skogsområde och fram till tillförselplatsen.

Vid tillförselplatsen var de parallella ledningarna ihopkopplade med en cirka 20 meter lång, hålförsedd spridningsledning via en ventil för manuell reglering av flödet. En villamätare användes för mätning av ackumulerad vattenvolym (den fick dock kopplas bort på grund av igensättningar) och en batteridriven flödesmätare användes för kontinuerlig mätning och loggning av vattenflödet till spridningsledningen.

2.2 Genomförande, mätningar och vattenprovtagning

2.2.1 Genomförande

Genomförandet av försöket planerades inledningsvis ske under sensommaren eller hösten 2012. På grund av ovanligt ihållande regn och blöta förhållanden, som medförde att ytvattennivån i gölen i den aktuella våtmarken låg över tröskelnivå, bestämdes att skjuta upp försöket till 2013. Efter etableringen genomfördes i juni 2013 ett test av systemen för vattentillförsel, flödesreglering och flödesmätning. I samband med testet gjordes även en renspolning av ledningssystemet. Sammanlagt 60 stycken hål (diameter 3 mm) borrades i spridningsledningen (se principskiss i Figur 1-1), och en första grop grävdes genom glacialleran i slutningen strax nedanför spridningsledningen. Under juli fördjupades gropen och ytterligare tre gropar grävdes längs spridningsledningen.

Utifrån rådande väderläge, uppmätt ytvattennivå i gölen (långt under tröskelnivå) samt väderprognoser bestämdes i början av augusti 2013 att vattentillförseln skulle påbörjas i mitten av månaden. Pilotförsökets vattentillförsel skedde under sammanlagt 9 dygn, från den 19 augusti 2013 klockan 15:00 (sommartid) till den 28 augusti klockan 12:00. Under försöket ökades flödet i två steg enligt ett på förhand uppgjort program. Specifikt var flödet cirka 0,5 l/s under perioden 19–22 augusti (3 dygn), 1 l/s under perioden 22–26 augusti (4 dygn) och 2 l/s under perioden 26–28 augusti (2 dygn). Den 20 augusti gjordes ett kort avbrott i vattentillförseln för att koppla bort villamätaren, som då hade satts igen av rostflagor från ledningssystemet. I samband med de dagliga kontrollerna gjordes vid behov en reglering för att säkerställa att korrekt flöde bibehölls.

2.2.2 Grund- och ytvattennivåmätningar samt vattenkemisk provtagning

SKB har sedan flera år ett omfattande monitoreringsprogram i Forsmark. Programmet inkluderar kontinuerliga grundvattennivåmätningar i jord och berg, kontinuerliga ytvattennivåmätningar i sjöar och gölar samt regelbunden vattenkemisk provtagning och analys grund- och ytvatten. För övervakning och utvärdering av pilotförsöket användes data från manuella och automatiska grund- och

ytvattennivåmätningar, dels i och kring den aktuella våtmarken (se Figur 2-1), dels under och i tre andra våtmarker i Forsmark enligt nedan. Dessa tre våtmarker ligger i samma område, de är av samma typ och de har motsvarande storlek som pilotförsökets våtmark, varför de ansågs lämpliga som referensobjekt för pilotförsöket.

- Grundvattennivå i morän samt ovan lager med glaciallera strax nedströms tillförselplatsen: Grundvattenrören SFM000132–135.
- Grundvattennivå i morän under gölen i den aktuella våtmarken: Grundvattenrör SFM000114.
- Ytvattennivå i gölen i den aktuella våtmarken: Pegelrör SFM000115.
- Grundvattennivå i morän under gölar i tre andra våtmarker i Forsmark: Grundvattenrören SFM000110 (våtmarksobjekt 7), SFM000112 (våtmarksobjekt 14) samt SFM000116 (våtmarksobjekt 18).
- Ytvattennivå i andra gölar i tre andra våtmarker i Forsmark: Pegelrören SFM000111 (våtmarksobjekt 7), SFM000113 (våtmarksobjekt 14) och SFM000117 (våtmarksobjekt 18).

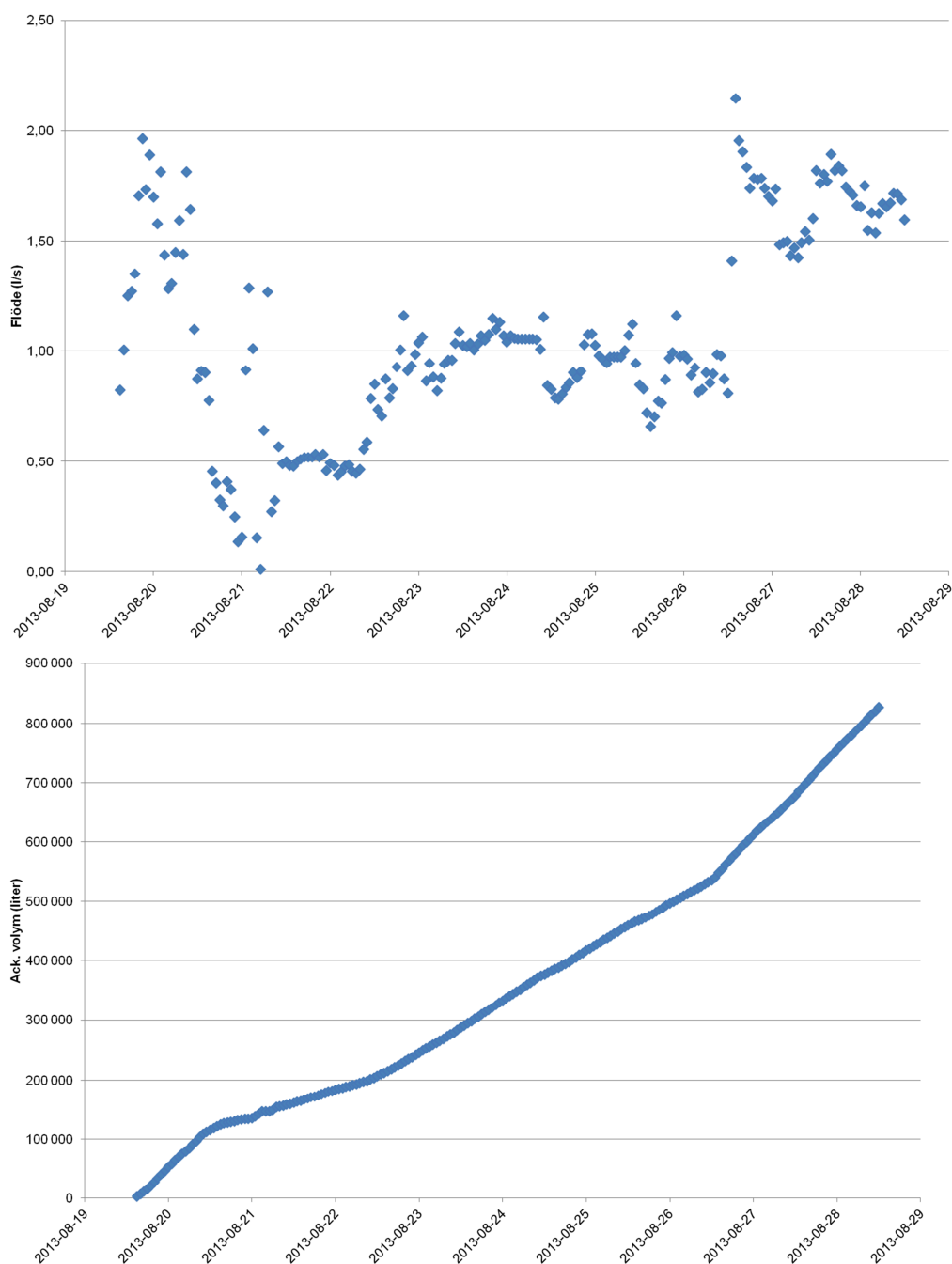
Vidare genomfördes vattenkemisk provtagning av det tillförda vattnet (i ståltanken), av grundvatten i morän vid infiltrationsplatsen (SFM000132 och -133) och under gölen i våtmarken (SFM000114), samt av ytvatten i gölen. Vattenkemiska analyser gjordes med avseende på elektrisk konduktivitet och pH, klorid och alkalinitet, sulfat, brom och fluor, färg samt natrium, kalium, kalcium, magnesium, mangan, litium, järn, strontium, kisel och svavel. Som förberedelse för vattenprovtagningen under försöket tömdes grundvattenrören SFM000114, SFM000132 och SFM000133 i början av juli 2013, för att bedöma erforderlig tid för den vattenomsättning som krävs inför varje provtagningsomgång.

3 Resultat

3.1 Flöden och tillförda vattenvolymer

Figur 3-1 visar tidserier på momentant vattenflöde (l/s) samt ackumulerad tillförd vattenvolym (liter) under försöksperioden 19–28 augusti 2013. Eftersom villamätaren fick kopplas bort i inledningen av försöket, har ackumulerad vattenvolym beräknats utifrån de momentana mätningarna. Tidserierna som visas i figuren utgår från timmedelvärden på högupplösta flödesdata (var 10:e minut), där enstaka timmar med saknade data ersatts med medelvärden för närliggande timmedelvärden.

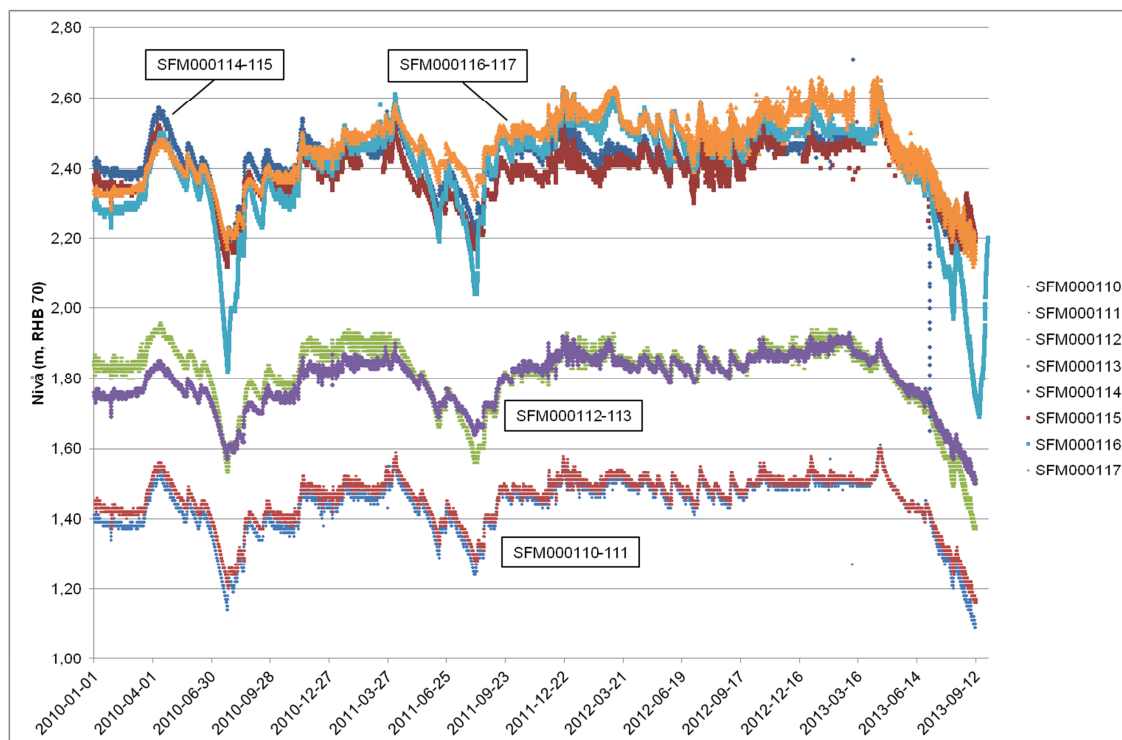
Som framgår av figuren var det vid lågt flöde inledningsvis svårt att bibehålla korrekt flöde till spridningsledningen. Detta åtgärdades genom att palla upp tilloppsdelens till ledningen och flödet stabiliserades kring 0,5 l/s den 21 augusti. Flödet höjdes till 1 l/s den 22 augusti och till 2 l/s den 26 augusti. Medelflödet under försöket var cirka 1 l/s och sammanlagt tillfördes drygt 826 000 liter vatten.



Figur 3-1. Tidserier på uppmätt momentant vattenflöde (l/s; övre bilden) samt ackumulerad, tillförd vattenvolym (liter; nedre figuren) under perioden 19–28 augusti 2013. De tidserier som visas i figuren baseras på timmedelvärderna av högupplösta data (var 10:e minut).

3.2 Hydrologiska responser och vattenkemiska analyser

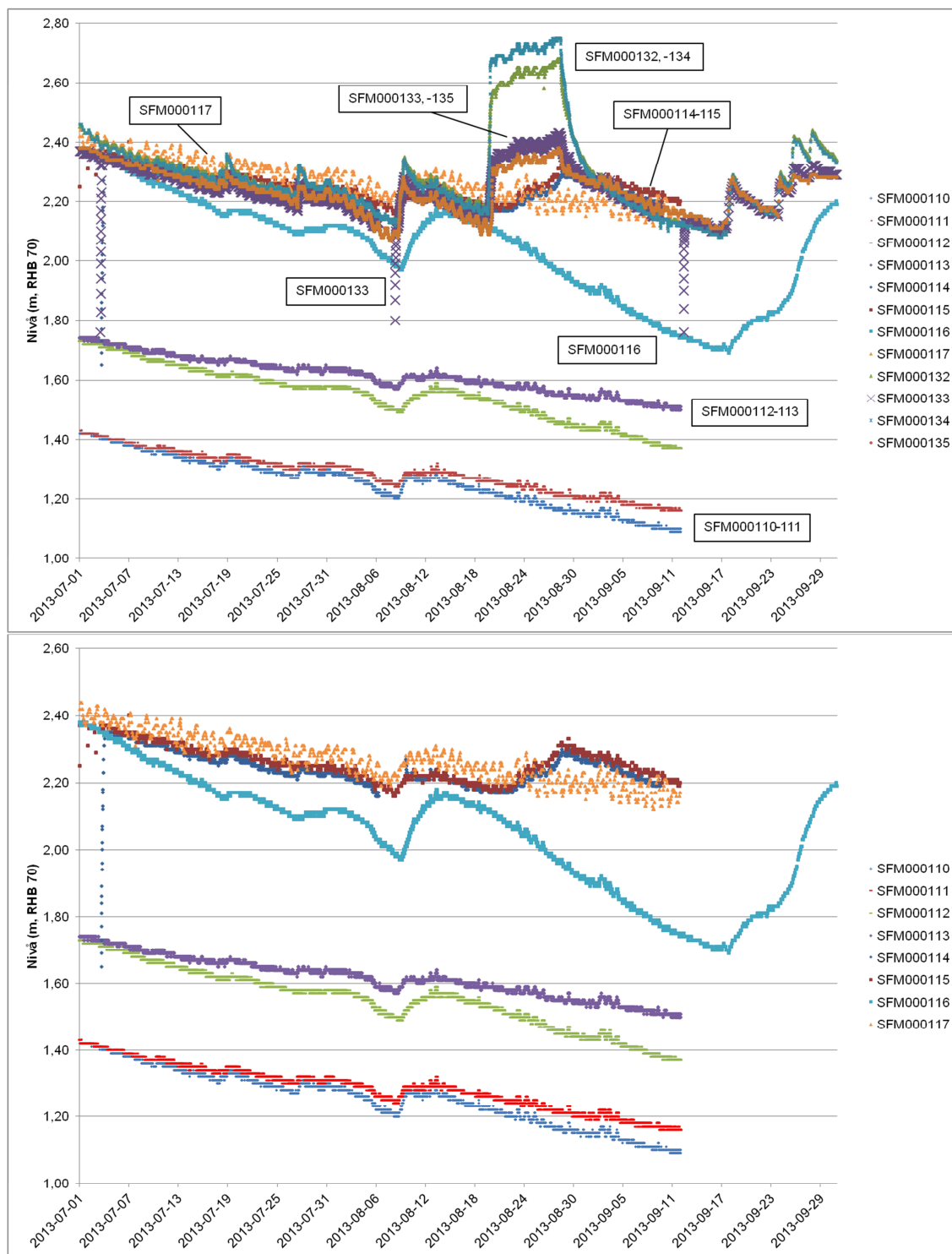
Figur 3-2 visar tidserier på kontinuerligt uppmätta grund- och ytvattennivåer (höjdsystem RHB 70) från den aktuella våtmarken (SFM000114–115) samt från andra våtmarker i Forsmark (SFM000110–113, SFM000116–117) under perioden 2010-01-01–2013-09-30. Enligt figuren uppvisar uppmätta nivåer generellt stor grad av samvariation, både i termer av grund- och ytvattennivå inom respektive våtmark och mellan olika våtmarker. Detta visar att parallella tidserier på uppmätta grund- och ytvattennivåer i andra våtmarker i området utgör relevanta referenser för utvärdering av den hydrologiska responsen i den aktuella våtmarken under pilotförsöket.



Figur 3-2. Tidserier på uppmätta grund- och ytvattennivåer i den aktuella våtmarken (SFM000114–115) samt i andra våtmarker i Forsmark (SFM000110–113, SFM000116–117) under perioden 2010-01-01–2013-09-30.

Figur 3-3 visar tidserier på uppmätta grund- och ytvattennivåer under perioden 2013-07-01–2013-09-30, inklusive grundvattennivåer strax nedströms tillförselplatsen (SFM000132–135). En jämförelse mellan SFM000114–115 och övriga våtmarker visar på en tydlig hydrologisk respons på vattentillförseln till våtmarken. Den aktuella perioden var varm och nederbördsfri, med undantag för ett antal dagar i början på augusti, och kännetecknas av sjunkande grund- och ytvattennivåer i hela området från början på juli till mitten på september.

Specifikt sjönk grundvattennivån i morän under de andra våtmarkerna med 0,07–0,16 meter under den period då vattentillförseln ägde rum (19–28 augusti) och ytvattennivåerna sjönk med 0,04–0,05 meter. Under samma period ökade grundvattennivån i moränen under den aktuella våtmarken med 0,11 meter och ytvattennivån i gölen ökade med 0,13 meter. Om de i övrigt sjunkande grund- och ytvattennivåerna i områdets våtmarker beaktas, var den aktuella våtmarkens totala hydrologiska respons således cirka 0,2 meter med avseende på grundvattennivån i moränen under gölen och gölens ytvattennivå. Under tillförseln var höjningen av grundvattennivån 0,5–0,6 meter i grundvattenrören närmast spridningsledningen (SFM000132 och -134) och 0,3 meter i grundvattenrören SFM000133 och -135.



Figur 3-3. Övre bilden: Tidserier på uppmätta grund- och ytvattennivåer i den aktuella våtmarken (SFM000114–115, i andra våtmarker i Forsmark (SFM000110–113, SFM000116–117) samt uppmätta grundvattennivåer strax nedströms tillförselplatsen (SFM000132–135) under perioden 2013-07-01–2013-09-30. Nedre bilden: Motsvarande tidserie utan grundvattenrören SFM000132–135.

Under pågående försök togs vattenprover i ståltanken. Proverna har därefter analyserats för att säkerställa kvaliteten på det vatten som tillfördes under försöket. Eftersom det tillförda vattnet var framtaget i ett vattenverk fanns det relativt små, ur ett ekologiskt perspektiv betydelselösa, vattenkemiska skillnader mellan det tillförda vattnet å ena sidan och grundvatten och ytvatten vid den aktuella våtmarken å den andra. Dessa skillnader kunde nyttjas genom att se vissa kemiska parametrar som ”spårämnen” som följer vattnets flödesväg från tillförselplatsen, genom moränen och till respektive provtagningspunkt. Som exempel hade det tillförda vattnet något lägre halter av klorid och kalcium och något högre halter av natrium och sulfat jämfört med grundvattnet i och kring våtmarken samt ytvattnet i gölen. Analyser av vattenprover visar på en minskad halt av klorid och kalcium och en ökad halt av natrium och sulfat i grund- och ytvattnet under pågående försök.

4 Utvärdering och slutsatser

Det genomförda pilotförsöket får i sin helhet anses som lyckat. Genom försöket har SKB demonstrerat att det är praktiskt genomförbart att vid behov, och med relativt små flöden, reglera grund- och ytvattennivåer i områdets våtmarker för bevarande av deras ekologiska värden under uppförande och drift av slutförvaret. Pilotförsökets vattentillförsel skedde under en ovanligt torr period, med sjunkande grund- och ytvattennivåer i hela området. Som framgår av den övre bilden i Figur 4-1 (våtmarksobjekt 7, september 2013) torrlades flera av områdets våtmarker naturligt under den aktuella perioden. Denna naturliga torrläggning var mer omfattande än den hydrologiska påverkan som grundvattenbortledningen från slutförvaret bedöms kunna ge upphov till. Genom förhållandevis liten vattentillförsel (0,5 l/s) motverkades initialt trenden med sjunkande grund- och ytvattennivå under/i den aktuella våtmarken. Nivåerna höjdes därefter successivt under ett antal dagar med ökad tillförsel (1–2 l/s), vilket gav positiva ekologiska effekter redan under pilotförsöket (jämför med de nedre bilderna i Figur 2-1 och Figur 4-1). Bedömningen är att den av SKB föreslagna metoden för vattentillförsel skulle fungera ur ett ekologiskt perspektiv även under uppförande och drift av slutförvaret för använt kärnbränsle.

Genomförandet av pilotförsökets olika moment har gett viktiga erfarenheter och lärdomar, inför eventuell permanent vattentillförsel till våtmarker vid uppförande och drift av slutförvaret. Projektet visar bland annat på vikten av kompletterande fältundersökningar vid tilltänkta tillförselplatser, samt behov av system som under drift endast kräver liten grad av tillsyn, reglering och ger stabil vattentillförsel vid både låga och höga flöden.

Som underlag för försöket etablerades en lokal hydrologisk modell, med modelleringsverktyget MIKE SHE, över den aktuella våtmarken. De prognoser som gjordes med modellen stämde överlag väl, med utvärderingsbar hydrologisk respons på stegvis ökande tillflöden under upp till 10 dygn. Som ett avslutande moment i pilotförsöket har arbete genomförts med att uppdatera modellen med data och information från de kompletterande fältundersökningarna. Syftet var att undersöka i vilken mån den uppdaterade modellen kan återskapa de grund- och ytvattennivåer som uppmätts inför, under och efter försöket. Resultaten visar att modellen med rimliga anpassningar kan ge god överensstämmelse med uppmätt hydrologisk respons under försöket.



Figur 4-1. Övre bilden: Torrlagd våtmark (våtmarksobjekt 7) den 12 september 2013. Nedre bilden: En gölgroda solar i gölen i våtmarksobjekt 16 den 27 augusti 2013, under pågående vattentillförsel.

Under uppförande och drift av slutförvaret kommer permanent vattentillförsel att initieras, om grundvattenbortledningen från slutförvarets undermarksdelar medför grund- och/eller ytvattennivåförändringar i någon eller några utpekade våtmarker med högst naturvärden (SKB 2011). Pilotförsöket utgör en känd störning av det lokala hydrologiska systemet. Vid utvärderingen av försöket nyttjades data från parallella grund- och ytvattennivåmätningar i andra, ostörda våtmarker i området. Genom hög grad av samvariation kunde dessa data användas för att identifiera störningen och kvantifiera dess magnitud och förlopp.

Försöket påvisar vikten av referensmätningar och utvärderingsmetodik, för att genom analys av avvikelser detektera och kvantifiera eventuella hydrologiska störningar till följd av SKB:s verksamhet under uppförande och drift av slutförvaret. SKB genomför under 2014–2015 utvecklingsarbete rörande monitoringsprogram samt metodik för datautvärdering. Denna utveckling kommer bland annat att utgöra underlag för förslag på mätbara kriterier för initiering och uppföljning av vattentillförsel till våtmarker i Forsmark.

5 Referenser

Mattsson H, 2013. Projekt Kärnbränsleförvaret. Resistivitetmätning vid våtmark 16 i Forsmark. SKB P-13-48, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2011. Miljökonsekvensbeskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB.