

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2016



Grundvattengruppen

2017-03-19

Revidering 2017-03-30 Diverse mindre rättelser. Magnus Persson Swedavia

Innehåll

1. Inledning	1
2. Vattendom och villkor för drift av akviferlagret.....	1
3. Egenkontroll och kontrollprogram.....	5
4. Miljörapportens omfattning	8
5. Kontroll av grundvattennivåer.....	9
6. Kontroll av flöden och uttags- respektive infiltrationsmängder i akviferen	10
7. Kontroll av volymer för bortledning och återledning av vatten i Halmsjön	11
8. Kontroll av flöde i bäcken öster om åsen.....	12
9. Kontroll av vattenkemi	14
10. Utströmning österut.....	17
11. Inventering av skogs-och kärrmarksområden.....	18
13. Kompletterande mätningar och kontroller	19
12. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret...	21
13. Behov av förändringar i befintligt kontrollprogram/egenkontroll.....	24
14. Sammanfattning.....	24
Bilaga 1. Kartor med mätpunkternas geografiska lägen och koordinater	27
Bilaga 2. Tidsserier för grundvattennivåer och –temperaturer.....	30
Bilaga 3. Flöden i bäcken öster om åsen 2011-01-21 – 2016-12-31.....	41

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2016

1. Inledning

Stockholm Arlanda Airport använder sedan sommaren 2009 grundvatten för produktion av kyla och värme. Uttag och infiltration av grundvatten sker från en isälvsavlagring/rullstensås som är belägen öster och söder om Halmsjön. Denna avlagring av sand och grus är en del av Stockholmsåsen som på denna sträcka fått det lokala namnet Långåsen, se Figur 1.

Anläggningen är ett s k akviferlager. Vintertid tas varmt grundvatten ut från den södra ”varma” sidan. Värmen tillgodogörs och det nedkylda grundvattnet återförs därefter till åsen på lagrets ”kalla” sida. Sommartid tas kallt vatten ut från akviferlagrets norra ”kalla” sida. Efter att kylan tillgodogjorts återförs det uppvärmda vattnet till lagrets ”varma” sida. Akviferlagret bygger således på säsongslagring av kyla och värme i rullstensåsen.

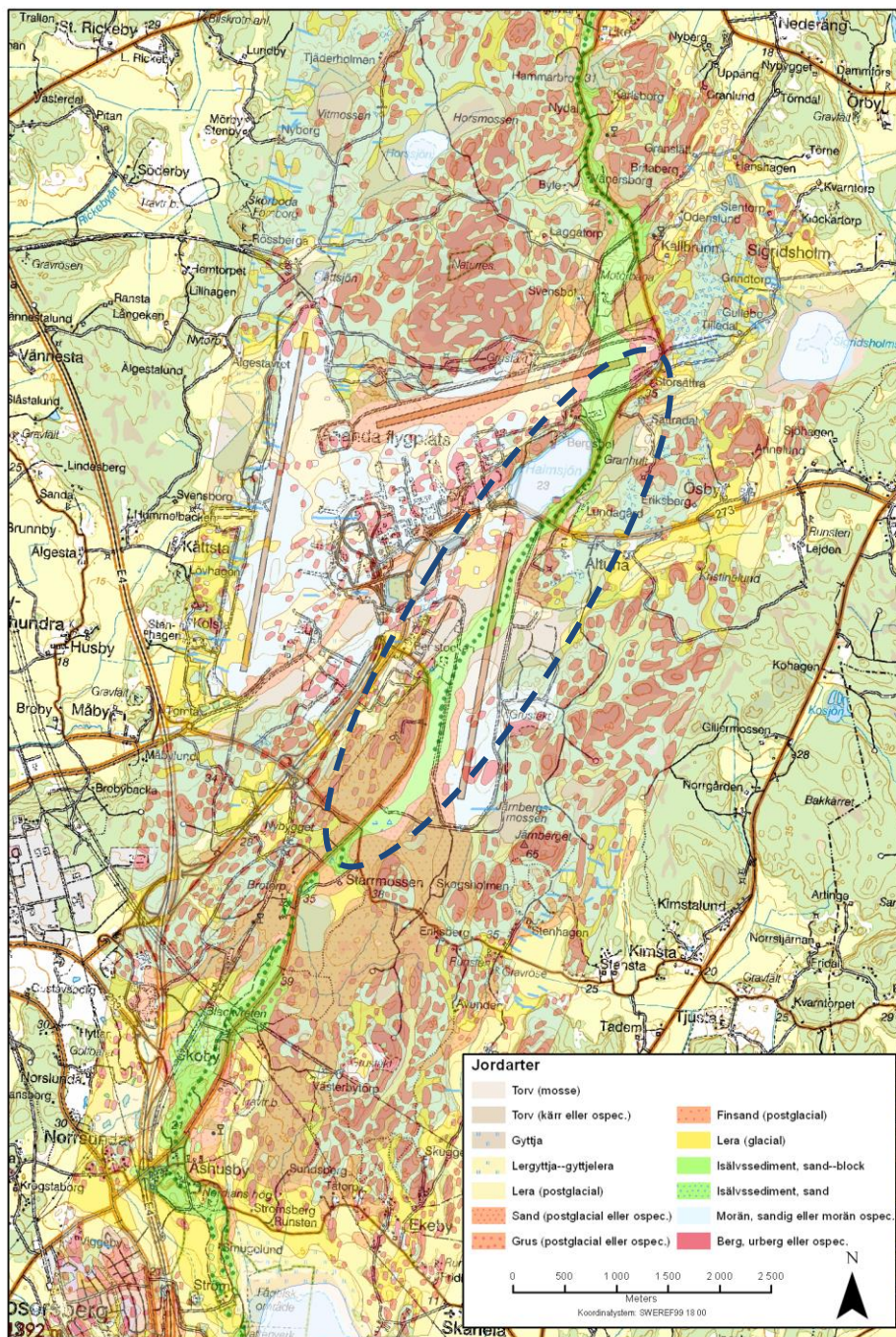
Att använda lagrad energi i åsen är en del av det mål som syftar till en effektivisering av energianvändningen inom Stockholm Arlanda Airport. Målet är att minska behovet av fjärrvärme och el genom att använda sig av naturen som förnyelsebar energikälla.

2. Vattendom och villkor för drift av akviferlagret

Swedavia fick nytt tillstånd av Mark- och miljödomstolen i dom daterad 2013-11-27. I denna dom har bl a mängden vatten som får hanteras i akviferlagret ökats. Swedavia har i denna dom fått tillstånd att bortleda 2 500 000 m³ grundvatten per år från värmebrunnarna, dock högst 720 m³/timme och tillstånd att 2 500 000 m³ grundvatten per år från kylbrunnarna, dock högst 720 m³/timme.

Tillståndet är i likhet med tidigare förknippat med villkor som t ex att lagret skall drivas och skyddsåtgärder vidtas så att risken för att grundvattennivåer sjunker eller höjs till nivåer som kan skada byggnader, anläggningar eller vegetation minimeras.

De villkor som styr lagrets drift är Mark- och miljödomstolens senaste dom .



Figur 1. Långåsen med den del som direkt berörs av akviferlagret markerad (SGU:s jordartskarta, ser Ae nr 5 ©).

Tillståndsgivna volymer/år enligt Nacka tingsrätt deldom M 2284-11 daterad 2013-11-27:

"Dom från Mark- och miljödomstolen (M2284-11) enligt miljöbalken, 2013-11-27. Swedavia AB ges härmed följande tillstånd. Enligt 11 kap. miljöbalken att

- i enlighet med tidigare meddelat tillstånd bibehålla 10 stycken grundvattenbrunnar, VB1 till VB5 (värmebrunnar) och KB1 till KB5 (kylbrunnar),
- anlägga och bibehålla ytterligare två kylbrunnar (KB6 och KB7) i den nordvästra respektive östra delen av det kalla brunnsområdet,
- anlägga och bibehålla ytterligare två värmebrunnar (VB7 och VB8) i de centrala delarna av det varma brunnsområdet,
- bibehålla befintlig värmebrunn VB6,
- bibehålla befintlig provpumpningsbrunn, PB1, som kylbrunn (fortsättningsvis benämnd KB8),
- anlägga ytterligare en pumpbrunn, PB2,
- ersätta befintliga och föreslagna brunnar med nya inom samma huvudområde när dessa tjänat ut,
- för uppvärmningsändamål bortleda 2 500 000 m³ grundvatten per år från värmebrunnarna, dock högst 720 m³ per timme, och efter nedkylning återföra motsvarande vattenmängder i kylbrunnarna.
- för kylningssändamål bortleda 2 500 000 m³ grundvatten per år från kylbrunnarna, dock högst 720 m³ per timme, och efter uppvärmning återföra motsvarande vattenmängder i värmebrunnarna.
- för spolningsändamål bortleda 10 000 m³ per år sammantaget från produktionsbrunnarna,
- med syfte att begränsa grundvattennivån i den östra delen av akvifären får:
 - bortledning av grundvatten från grundvattenförekomsten genom pumpbrunn PB2, alternativt från någon av produktionsbrunnarna, till Halmsjön ske direkt vid den östra stranden eller via kylcentralen alternativt eller i samverkan,
 - förhandstappning (avsänkning) av akvifärlagret ska ske genom utsläpp av grundvatten från det kalla eller varma brunnsområdet till Halmsjön, direkt eller via kylcentralen,
 - maximalt 900 000 m³ per år bortledas sammantaget genom pumpning och förhandstappning, dock högst 330 m³ per timme.
- när uttag och återledning av grundvatten sker i det nya systemet med värmebrunnar och kylbrunnar enligt ovan, för uppvärmnings- och kylningsändamål maximalt bortleda 4 500 000 m³ ytvatten per år, att fritt disponera mellan uttag av värme och kyla, från anläggningarna i Halmsjön och efter nedkylning respektive uppvärmning återföra motsvarande vattenmängd till Halmsjön.

- vid kylning får energiuttaget ske som direktkylning och återledning till sjön eller genom nedlagring av kyla till kylbrunnarna i akvifäranläggningen. Nedlagring av kyla sker genom värmeväxling, d.v.s. utan tillförsel av sjövattnet till grundvattnet.
- i enlighet med tidigare meddelat tillstånd bortleda ytvatten från Halmsjön och efter värmeväxling leda tillbaka vattnet till sjön till en volym av högst 10 miljoner m³ per år, dock högst 500 l/s eller 1800 m³ per timme för att så långt möjligt kunna upprätthålla energitillförsel när akvifäranläggningen inte är i bruk.
- Mark- och miljödomstolen bestämmer den förlust av vatten som tillståndshavaren enligt 31 kap. 22 och 23 §§ miljöbalken är skyldig att tåla utan ersättning vid en eventuell omprövning ska fastställas till en tjugondel av värdet av den vattenmängd som omfattas av tillståndet av verksamheten.

Grundvatten/Akvifäranläggningen

Villkor 32 - Swedavia ska driva akvifärlagret och i övrigt vidta erforderliga skyddsåtgärder så att risken för att grundvattennivåerna sjunker eller höjs till nivåer som kan skada byggnader eller anläggningar minimeras.

Genom förhandstappning av akvifärsystemet i kombination med bortledning av grundvatten från pumpbrunn PB2 alternativt någon av produktionsbrunnarna till Halmsjön ska Swedavia styra grundvattennivån vid det östra utströmningsområdet så att nivån i största möjliga utsträckning understiger +23,10 m.ö.h. och därmed utströmningen huvudsakligen upphör.

Ytvatten/Halmsjön

Villkor 33 - Swedavia ska underhålla sjön och vid behov vidta försiktighetsåtgärder för att minska betydande påverkan på de ekologiska betingelserna i sjön.”

3. Egenkontroll och kontrollprogram

Kontrollpunkter

Swedavia har efter den senaste domen upprättat ett nytt kontrollprogram ”*Rutin egenkontroll Akvifären*”, Version 2.0, daterad 2016-06-22. Det tidigare kontrollprogrammet var daterat 2013-05-08. Det nu gällande kontrollprogrammet ersätter alla tidigare beslut om kontrollprogram för Stockholm Arlanda Airport.

Syftet med kontrollprogrammet för Stockholm Arlanda Airport är att beskriva hur villkor, andra krav efterlevs och hur delar av egenkontrollen utförs. Resultatet av uppföljningen redovisas i en årlig miljörapport för Stockholm Arlanda Airport.

Som resultat av det arbete som utfördes för framtagandet av en konceptuell hydrogeologisk modell för akviferlagret föreslogs i miljörapporten 2012 ändringar i egenkontrollprogrammet. Dessa ändringar genomfördes till år 2013 och har införlivats i det nya kontrollprogrammet från 2016-06-22.

Kontrollmätningar för grundvattennivåer och grundvattentemperaturer görs i följande mätpunkter, tabell 1. Mätpunkterna VP3, Rb8611 och 110919E är referensmätpunkter.

Tabell 1. Mätpunkter för kontroll av grundvattennivåer och temperatur med, typ av givare, mätintervall och frekvens av tömning och kontroll.

Mätpunkt	Typ av givare	Nivå/temp	Kontroll /tömning ¹
B	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb0604	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb0607	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb0609	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb0614	Diver + Barro	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb1001	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb1006	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
VP3 (ref)	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
Rb8611 (ref)	Diver + Barro	2-6 gg/dygn	kvartalsvis
110919E (ref)	Diver	2-6 gg/dygn	kvartalsvis

¹ Kontroll: kalibrering görs manuellt genom att stämma av värdet med givarens värde. Tömning avser överföring av data (nivå, temperatur) från givare till datorprogram.

För kontroll av vattenflöden, årliga vattenmängder och grundvattenkvalitet görs mätningar i följande mätpunkter, se tabell 2.

Tabell 2. Mätpunkter för kontroll av flöden och vattenmängder samt kontroll av grundvattenkvaliteten.

Mätpunkter	Typ av givare	Nivå/temp	Kontroll /tömning ²	Flöde	Vatten-kemi
B504 system AK	Flödesmätare	var 10 minut		kontinuerlig	
B504 system KM	Flödesmätare	var 10 minut		kontinuerlig	
Dike1(bäcken)	Diver, v-ränna	2-6 gg/dygn	Kvartalsvis		

För kontroll av grundvattenkvalitet tas samlingsprover i kylcentralen när akviferlagret är i drift. De kalla brunnarna, KB 1-5, provtas under tid då kyla levereras från lagret och från de varma brunnarna (VB 1-6) tas prover när värme produceras från lagret.

Tabell 3. Mätpunkter för kontroll av grundvattenkvaliteten.

Mätpunkter	Provtagnings-tidpunkt	Antal analyser
KB1-5	Under uttags-perioden	1 gång per år
VB1-6	Under uttags-perioden	1 gång per år

De kontroller som ingår i kontrollprogrammet ska årligen sammanställas i en rapport.

I Swedavia:s ”Rutin egenkontroll akvifären” beskrivs vilka kontroller och uppföljningar som ska utföras för att uppfylla drifttillståndet för akviferen. Nedan är en sammanställning av de kontroller som utförs enligt egenkontrollen med kontrollpunkter som angavs i föregående kapitel.

² Kontroll: kalibrering görs manuellt genom att stämma av värdet med givarens värde. Tömning avser överföring av data (nivå, temperatur) från givare till datorprogram.

Kontroll av grundvattennivåvariationer

Grundvattennivåer registreras av installerade loggrar i observationsrör enligt tabell 1.

Registrerade nivåer kontrolleras mot bilaga 10 och bilaga 11 i MKB:n till tillståndsansökan för akviferen (bilaga i D-LFV 2008-043361). Mätpunkt B uppvisar vanligtvis störst nivåvariationer.

Grundvattennivåvariationer i åsen (TB 6.3):

Nordöstra delen (kylbrunnar): Som mest 5 meter

Sydvästra delen (värmebrunnar): Som mest 6,5 meter

Kontroll av flöden och kontroll av uttags- respektive infiltrationsmängder i akviferen

Den sammantagna vattenmängden som pumpas genom grundvattenkretsen avläses med summerande magnetinduktiv flödesmätare som registrerar både flöde och flödesriktning. Data från denna mätare tillsammans med temperaturmätning på vattnet loggas kontinuerligt (var 10:e minut) och utgör underlag för den årliga miljöredovisningen. Loggning görs automatiskt i driftdator.

Mätpunkten finns i byggnad B504 Kylcentralen och har beteckning B504 System AK (AK001 FM01).

Registrerade värden kontrolleras mot de villkor som finns fastställda i Miljödomstolens dom.

Kontroll av volymer för bortledning och återledning av vatten i Halmsjön

Mängd ytvatten som pumpas från Halmsjön, bortledning och efter värmeväxling återledning, mäts med magnetinduktiv flödesmätare och loggas tillsammans med temperaturmätning på vattnet kontinuerligt (var 10:e minut) i driftdator.

Mätpunkten finns i byggnad B504 Kylcentralen och har beteckning B504 System KM (KM001 FM01).

Registrerade värden kontrolleras mot de villkor som finns fastställda i Miljödomstolens dom.

Kontroll av flöden i bäcken öster om åsen

Flödet i bäcken räknas fram med hjälp av givare (modell Diver) och v-ränna.

Mätpunkten har beteckning Dike 1 (bäcken).

Kontroll av vattenkemi

Vattenprov uttas en gång per år från kyl- respektive värme-brunnar, vid sommar- respektive vinterdriftfall, för analys av kemiska-fysikaliska parametrar. Analys av vattenkemi görs enligt bilaga 9 i MKB (D-LFV 2008-043361), vilka utgör referensvärden för analyserna.

Mätpunkterna har beteckningarna KB1-5 och VB1-6.

Utströmning österut

För att undvika utströmning österut mot Sigridsholmssjön ska grundvattennivån vid Rb1001 inte överstiga +23,10 m.ö.h. För att motverka utströmning har en utpumpningsbrunn (PB1) installerats som pumpar ut grundvatten från den norra kalla delen av akviferen till Halmsjön. PB1, som ligger direkt anslutning till Rb1010, får en startsignal när grundvattennivån i brunnen överstiger +22,95 och en stoppsignal när nivån understiger +22,20. Grundvattennivån i Rb 1001, Rb0607 och Rb1010 följer varandra väldigt väl när ingen pumpning sker. Vid pumpning sänks nivån i Rb1010 i takt med nivån i PB1, men nivån återställs genom naturlig inströmning av grundvatten (utjämning inom grundvattenmagasinet) inom 2 dygn efter avslutad pumpning. Utpumpad vattenvolym mäts med installerad vattenmätare i pumphus PB1.

Registrerade värden kontrolleras mot de villkor som finns fastställda i Miljödomstolens dom.

Inventering av skogs- och kärrmarksområden

Kontroll avseende ökad försumpning samt torrläggning av lågmarken öster om akviferen görs av Skogsstyrelsen på uppdrag av Swedavia Energi Komfortenheten. Besiktning sker vid två tillfällen per år. Skogsstyrelsen redovisar resultaten till Swedavia Energi Komfortenheten i rapportform. En kortfattad sammanfattning av Skogsstyrelsens rapport redovisas i Miljörapporten.

Rapport

Ovan beskrivna kontroller sammanställs och redovisas i den årliga akviferrapporten (Grundvatten -Akviferen. Miljörapport "ÅRTAL"). Ansvarig avdelning för egenkontrollen är Swedavia Energi Komfortenheten.

4. Miljörapportens omfattning

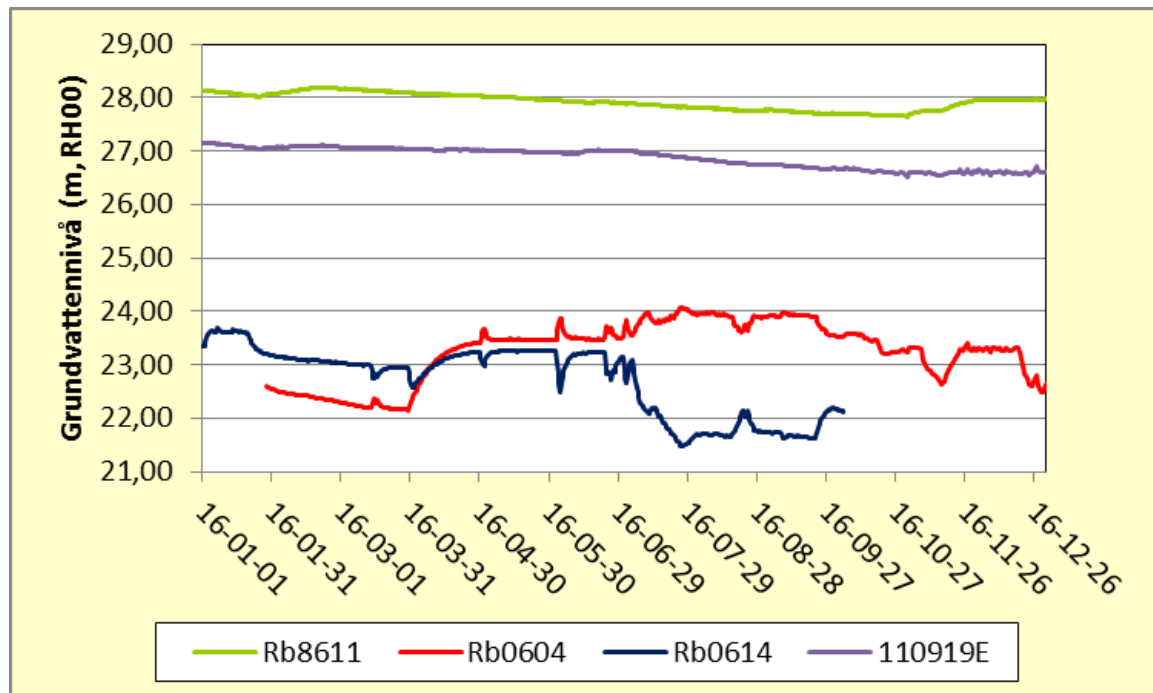
Denna miljörapport omfattar en sammanställning av de kontroller som ska göras enligt kontrollprogrammet i "Rutin Egenkontroll Akvifären", D2010-003589, och ska ingå som del i en årlig "**Grundvattenrapport**".

I Bilaga 1 redovisas lägena för samtliga mätpunkter där observationer har gjorts av grund- och ytvattennivåer, grund- och ytvattentemperaturer och vattenflöden under driften av akviferlagret, inklusive de mätpunkter som ingår i egenkontrollprogrammet.

5. Kontroll av grundvattennivåer

Uppmätta nivåer

I Figur 2 redovisas tidsserier för grundvattennivåer i två observationsrör norr respektive söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift, Rb8611 och 110919E (referenspunkter i egenkontrollprogrammet) samt två observationsrör som är representativa för nivåerna på ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614).



Figur 2. Grundvattennivåer norr respektive söder om akviferlagret (Rb8611 och 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614).

Tidsserier för grundvattennivåerna under 2016 i samtliga observationsrör som ingår i egenkontrollprogrammet redovisas i Bilaga 2. I Bilaga 2 redovisas också tidsserier för hela tidsperioden sedan mätningarna påbörjades.

De största grundvattennivåvariationerna uppmättes i mätpunkten B som ligger i omedelbar närhet av de södra ”varma” brunnarna. Nivåvariationerna var här 4,72 m (under 2015 4,52 m).

Kontroll mot angivna nivåer

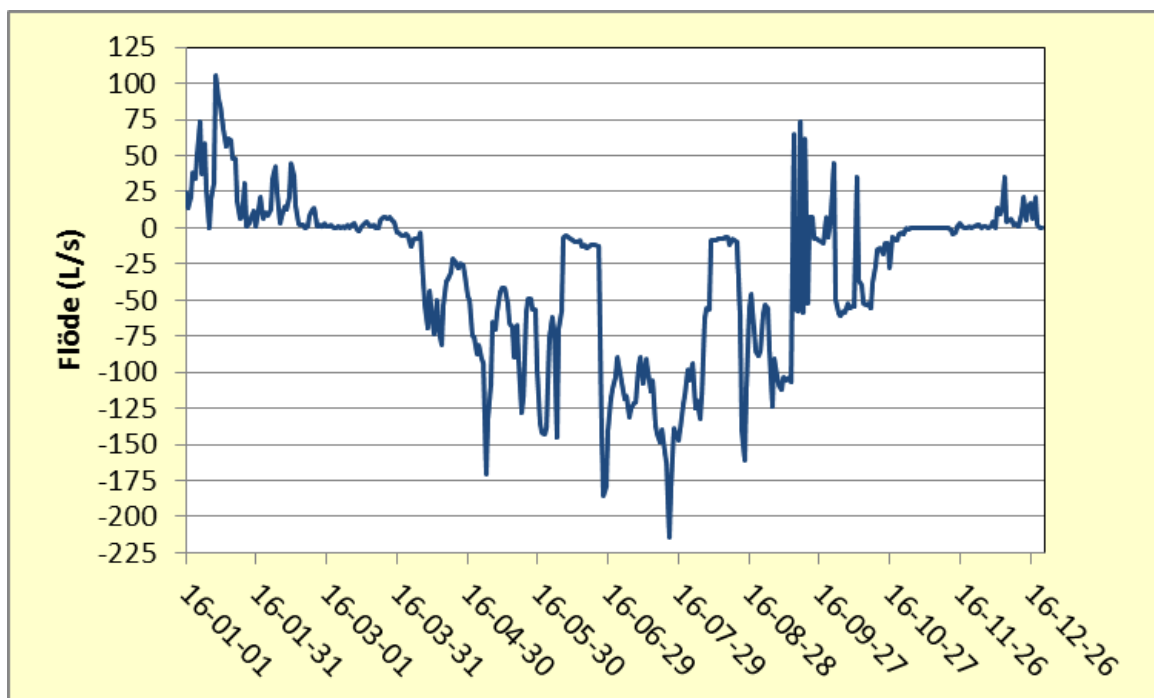
Enligt Miljödomstolens dom skall ska verksamheten bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad sökande har angivit. I ansökan finns beräknade förändringar av nivåerna i akviferlagret för vinterdrift och sommar drift angivet. De angivna värdena återges i bilaga 10 och bilaga 11 till ansökans MKB (D-LFV 2008-043361). Dessa bilagor utgör kontrollprogrammets bilaga 6.

De registrerade och faktiska förändringarna av grundvattennivåerna under 2016 är mindre än vad som angavs i ansökan (maximalt ca 6 m). Grundvattennivåerna i akviferens mätpunkter har under 2016 således hållit sig inom de nivåintervall som är beskrivna i miljökonsekvensbeskrivningen för akviferlagret och som därmed utgör villkor för tillåtna nivåvariationer under sommar- och vinterdriftfall.

6. Kontroll av flöden och uttags- respektive infiltrationsmängder i akviferen

Registrerade flöden och registrerade uttags- respektive infiltrations-mängder

I Figur 3 redovisas totalt uttag och infiltration i akviferlagret under 2016. Sommardriftfallet, d.v.s. med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden. Sommardriften inleddes redan i början av april och pågick till början av november. I början och slutet av perioden var uttagen små (<10 L/s). Under perioderna 10-25 juni och 12-24 augusti var också uttagen små. Vinterdriften pågick från januari och fram till slutet av mars, men under mars var uttagen små. Från sett några mycket små uttag under november och början av december så påbörjade vinterdriften 2016-12-12, men inget uttag skedde under årets två sista dagar.



Figur 3. Totalt uttag och infiltration i akviferlagret under 2016. Sommardriftfallet, dvs med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden.

Medelflödet oberoende av riktning var under 2016 43 L/s, värden för år 2015 redovisas inom parantes (41 L/s). Det högsta uppmätta timflödet var 387 L/s (26 juni) (159 L/s).

Maxdygnsflödet under sommar drift (för kylningsändamål) var 214 L/s och under vinter drift (för uppvärmnings-ändamål) 106 L/s (152 respektive 85 L/s). Den totalt uttagna mängden för kylningsändamål var 1 189 501 m³ (620 101 m³) och för uppvärmningsändamål 135 106 m³ (620 243 m³).

För spolning av kylcentralens ledningssystem användes uppskattningsvis ca 3 000 m³ grundvatten.

Under 2016 togs under sommar driften för kylningsändamål ut en energimängd motsvarande 7,3 GWh (4,4 GWh) och under vinter driften för uppvärmningsändamål 4,7 GWh (3,5 GWh).

Kontroll mot villkor i Miljödomstolens dom

Det maximalt tillåtliga årliga uttaget för kylningsändamål är enligt vattendomen 2 500 000 m³ och för uppvärmningsändamål 2 500 000 m³. Uttaget för kylningsändamål var under 2016 således knappt 48 % av det maximalt tillåtna uttaget medan uttaget för uppvärmningsändamål uppgick till drygt 5 % av det maximalt tillåtna.

Den för spolning av kylcentralens ledningssystem använda grundvattenmängden var mindre än domens maximala uttag som är 10 000 m³.

7. Kontroll av volymer för bortledning och återledning av vatten i Halmsjön

Registrerade flöden och volymer

Den totala vattenvolymen som togs från Halmsjön under 2016 för produktion av kyla och värme uppgick till 938 929 m³ (2015: 700 123 m³, 2014: 719 406 m³, 2013: 719 319 m³).

Största uttag per timma under 2016 har beräknats uppgå till 324 m³.

Kontroll mot villkor i Miljödomstolens dom

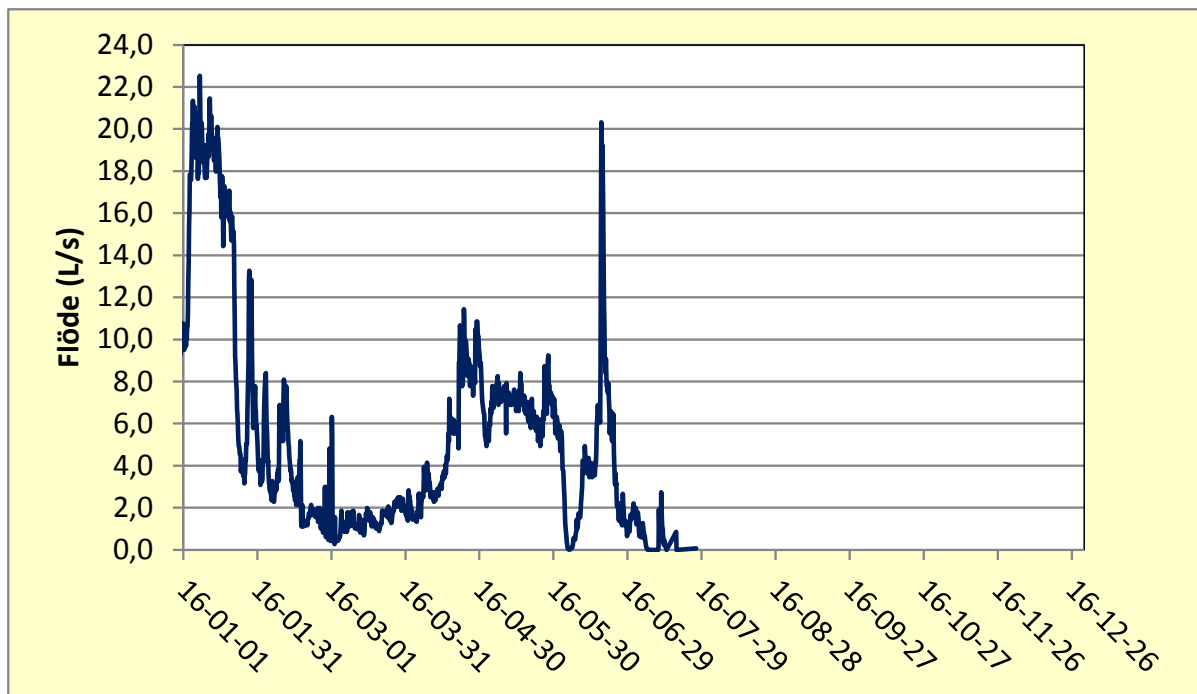
Enligt tillstånd är uttaget begränsat till 4 500 000 m³. Uttaget på 700 123 m³ har således inte överskridits tillståndsgiven mängd.

Största tillåtna uttag under en timme uppgår 720 m³. Det största timflödet under 2016 har inte kunnat utläsas ur loggade värde. Den största uttagna vattenmängden per timma uppgår till installerad pumpkapacitet d.v.s. ca 300 m³. Uttagsmängden per timma uppgår således till knappt 50 % av det maximalt tillåtna uttaget.

8. Kontroll av flöde i bäcken öster om åsen

Uppmätta flöden i Dike1 (bäcken)

I Figur 4 redovisas flödet i den mätpunkt som ingår i egenkontrollprogrammet i diket (bäcken) öster om åsen. I samband med en dikesrensning skadades det rör där nivåmätningarna, som utgör grunden för flödesberäkningarna, görs. Skadan anmäldes inte utan upptäcktes först vid fältmätningarna i slutet av september. Av loggerdata framgår att dikesrensningen genomfördes 2016-08-08. Ny mätutrustning installerades först i början av 2017. Eftersom skadan inte anmäldes kunde ingen fältmätning genomföras som kontroll av loggerdata för senare delen av mätperioden. Detta medför att de mätvärden som redovisas i Figur 3 är något osäkra.



Figur 4. Flödet i diket (bäcken) öster om åsen.

Flödet i diket upphörde i mitten av juli och mätningar från loggern i det skadade röret indikerar att diket sedan var torrt fram till början av november. Det högsta uppmätta flödet under första halvåret av 2016 var 22,5 L/s. De låga flödena under januari-mars, jämfört med de första årens drift av akviferlagret, beror på den pumpning som sedan vintern 2012/2013 utförs vintertid i en nyanlagd brunn för att förhindra grundvattenutströmning från åsen mot öster. Uppumpat vatten avleddes till Halmsjön omedelbart väster om brunnen där det släpptes under vattenytan ett par meter ut från strandkanten

För att minimera flödet i bäcken måste pumpning ske när grundvattennivån ligger högre än +23,10 m (RH00) i observationsröret Rb1001. Grundvattennivån ligger över +23,10 m vid vinterdrift d.v.s. när värme tas ut och kyla lagras i den norra delen av lagret.

Grundvattennivån ligger också över +23,10 när akviferlagret inte är i drift och det råder naturliga förhållanden. Under dessa förhållanden stiger nivån så att den naturliga avrinningen mot öster kan ske. Pumpning måste således ske både vid vinterdrift och när akviferlagret inte används. Nivån i Rb1001 steg över +23,10 m 2016-04-12 och var sedan som högst ca +23,30 m innan sommardriften startade. Grundvattenutflödet vid nivån +23,30 m är ungefär 10 L/s vilket betyder att den ökning av flödet i diket som sker i april till helt övervägande delen består av från åsen utströmmande grundvatten. Se avsnitt 14 för en närmare redogörelse av pumpningen i den nyanlagda brunnen.

I Bilaga 3 redovisas flödena i mätpunkten från 2011-01-21 då de kontinuerliga mätningarna påbörjades.

9. Kontroll av vattenkemi

Uttag av grundvattenprover görs enligt det nya kontrollprogrammet inne i Kylcentralen. Dessa prover utgör en blandning av vatten från flera brunnar. Proverna är tänkta att tas under vinter- respektive sommar drift t. ex. februari och augusti. Proverna kommer då att representera dels de varma brunnarna dels de kalla brunnarna. Årets prover uttogs dock i juni och oktober dvs i stort sett mellan driftperioderna. Enligt uppgift startade sommar driften den 9 juni. Provtaget vatten kommer således från dom kalla brunnarna men vattnet har inte omsatts efter vinterns laddning av kyla. Det är osäkert vilka driftförhållanden som rådde den 10 oktober. Frikyla från Halmsjön hade använts tiden innan och kanske även den 10 oktober. Analysresultatet pekar dock på att det är grundvatten som har provtagits. Om ingen värme har tagits ut under perioden 9 juni till 10 oktober torde även detta prov härröra från de kalla brunnarna. Under driftåret 2015 togs ett prov den 4 februari från de varma brunnarna (VB 1 – VB 6), se Tabell 4. Något prov vid sommar drift 2016 togs inte från de kalla brunnarna (KB1 – KB 5).

Tabell 4. Analysresultat av vattenprover tagna vid kylcentralen den 9 juni (vinterdrift?) och 10 oktober (sommardrift?). I tabellen nedan redovisas även förra årets analysresultat som togs dels den 4 februari 2015 (vinterdrift?). Förra årets resultat redovisas till höger om årets analysresultat.

Parameter	Kylcentralen 2016-06-09		Kylcentralen 2016-10-10		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2016	2015	2016	2015		
Alkalinitet	320	270	260		240	mg/L
Aluminium	<0,03	<0,03	<0,03		0,002	mg/L
Ammonium					<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	0,75	0,018	0,034			mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	2,2	2,1	2,3		0,80	mg/L
Fluorid	0,29	0,26	0,28		0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	0,012	<0,01			mg/L
Färgtal	5	<5	<5		8	mg Pt/L
Järn	4,6	0,03	<0,02		0,025	mg/L
Kalcium	110	100	89		75,4	mg/L
Kalium	5,4	5,0	6,2		2,96	mg/L
Klorid	22	22	24		49	mg/L
Konduktivitet	70	66,5	59		56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02		0,017	mg/L
Magnesium	9,8	9,6	8,3		5,98	mg/L
Mangan	0,92	<0,03	0,02		0,004	mg/L
Natrium	19	20	21		18,9	mg/L
Nitrat					4,5	mg/L
Nitratkväve	<0,01	0,08	0,09			mg/L
Nitratnitritkväve	<0,01	0,077	0,095			mg/L
Nitrit					<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,001	0,0010			mg/L
pH	7,5	7,6	7,6		7,1	
Sulfat	69	77	56		18	mg/L
Totalhårdhet	18	16	14		11,9	dH°
Turbiditet	6,0	1,1	0,12		3,0	FNU

Vattenprovet från kylcentralen uppvisar en hög kvalitet. Det är ingen större skillnad i analysresultaten som är tagna 2016 jämfört med de prover som togs 2015 (eller 2014, 2013 och 2012). I jämförelse med referensprovet har vattnet från kylcentralen något högre COD och är något hårdare. Vattnet har även något högre kalcium, magnesium och sulfat. Provet som är taget den 9 juni har mycket högt värde för järn och även för mangan. Detta bedöms inte vara karakteristiskt för vattnet. I jämförelse med provet som är taget den 10 oktober och proverna tagna i Rb0604 och Rb0614 är värdena för järn, färg och grumlighet lägre. Det kan noteras att även här är kloridhalten lägre i vattnet från kylcentralen lägre än i referensprovet.

Vattenanalyser från Rb0604

Vattenprover uttogs 2016 även i enlighet med tidigare kontrollprogram (ingår inte i det nuvarande kontrollprogrammet) två gånger per år ur observationsrören Rb0604 och Rb0614

Tabell 5. Analysresultat av vattenprover tagna ur Rb0604 den 10 juni 2016 (efter vinterdriften men före sommar driften) och den 10 oktober (efter sommar driften men före vinterdriften). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2015 (2 maj respektive 17 september).

Parameter	Rb0604 2016-06-10		Rb0604 2016-10-10		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2016	2015	2016	2015		
Alkalinitet	300	270	260	270	240	mg/L
Aluminium	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium					<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	<0,01	0,067	<0,10	<0,050		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	1,8	<5	2,1	2,1	0,80	mg/L
Fluorid	0,21	0,26	0,31	0,31	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	<5	50	10	5	8	mg Pt/L
Järn	5,1	28	7,8	3,8	0,025	mg/L
Kalcium	100	98	89	98	75,4	mg/L
Kalium	4,8	5,0	5,1	5,5	2,96	mg/L
Klorid	22	24	25	26	49	mg/L
Konduktivitet	65,8	64	58,6	60,8	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	9,7	9,5	8,4	9,0	5,98	mg/L
Mangan	0,04	0,28	0,08	0,04	0,004	mg/L
Natrium	19	21	21	22	18,9	mg/L
Nitrat					4,5	mg/L
Nitratkväve	0,22	<0,05	<0,01	0,12		mg/L
Nitratnitritkväve	0,22	<0,05	<0,01	0,12		mg/L
Nitrit					<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,01	<0,005	0,0050		mg/L
pH	7,1	7,3	7,5	7,4	7,1	
Sulfat	69	63	56	63	18	mg/L
Totalhårdhet	16	16	14	16	11,9	dH°
Turbiditet	52	260	77	37	3,0	FNU

Vattenanalyser från Rb 0614

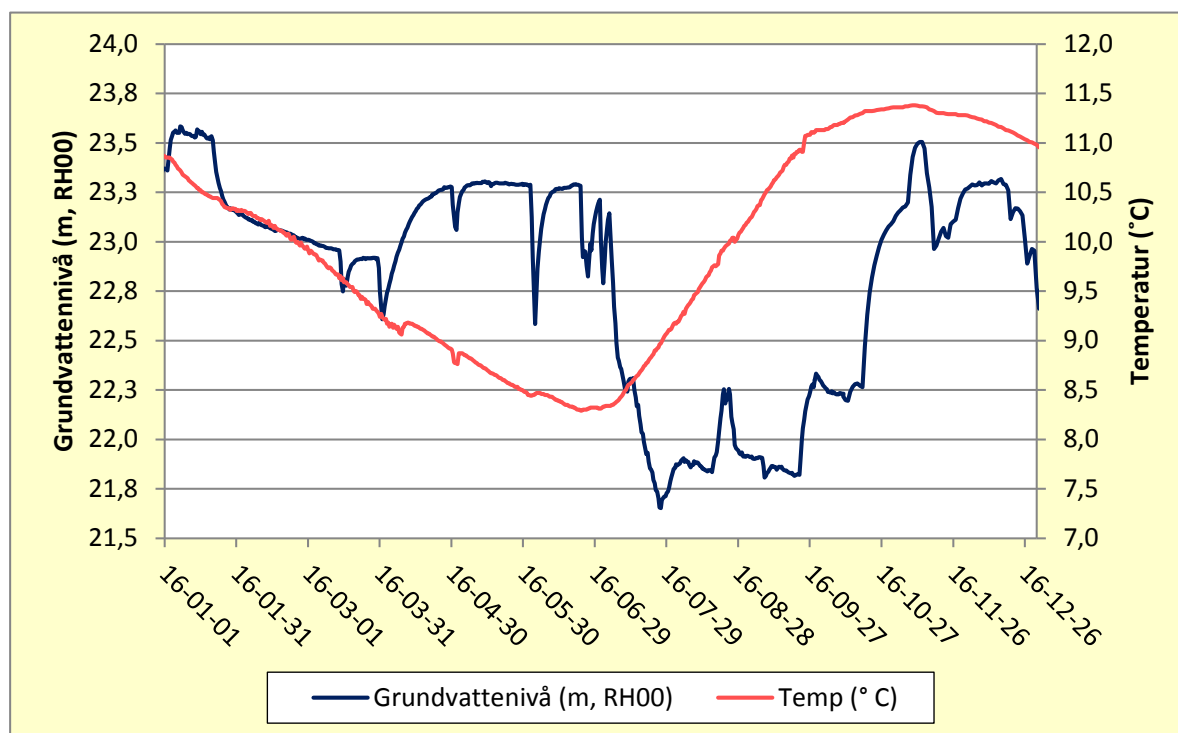
Tabell 6. Analysresultat av vattenprover tagna ur Rb0614 den 10 juni 2016 (under vinterdrift) och den 10 oktober (efter sommardriften). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2015 (4 februari respektive 17 september).

Parameter	Rb0614 2016-06-10		Rb0614 2016-10-10		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2016	2015	2016	2015		
Alkalinitet	290	280	280	280	240	mg/L
Aluminium	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium					<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	<0,01	<0,01	<0,10	<0,050		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	1,5	2,0	1,9	1,9	0,80	mg/L
Fluorid	0,26	0,25	0,21	0,24	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	<5	40	<5	<5	8	mg Pt/L
Järn	1,6	2,5	1,7	1,5	0,025	mg/L
Kalcium	100	100	97	100	75,4	mg/L
Kalium	5,1	5,2	5,2	5,2	2,96	mg/L
Klorid	23	22	24	25	49	mg/L
Konduktivitet	65,8	67,4	62,1	63,3	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	9,6	9,6	9,1	9,5	5,98	mg/L
Mangan	0,07	0,07	0,06	0,06	0,004	mg/L
Natrium	20	21	21	22	18,9	mg/L
Nitrat					4,5	mg/L
Nitratkväve	0,02	<0,01	<0,10	0,13		mg/L
Nitratnitritkväve	0,018	<0,01	<0,10	0,13		mg/L
Nitrit					<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,001	<0,0050	<0,0050		mg/L
pH	7,5	7,5	7,4	7,5	7,1	
Sulfat	66	71	61	69	18	mg/L
Totalhårdhet	16	16	16	16	11,9	dH°
Turbiditet	22	33	22	20	3,0	FNU

Analysresultaten från proverna uppvisar stora likheter mellan varandra och även i jämförelse med referensprovet. Vattenkvaliteten är generellt sett hög och har inte ändrats mellan år 2015 och 2016. Vattenprovtagning ur observationsrör kan i vissa fall vara osäker på grund av svårigheter att få erforderlig vattenomsättning och därigenom få representativa prover. Skillnaden mellan proverna från observationsrören och referensprovet är att COD (kemisk syreförbrukning och ett mått på vattnets innehåll av organiskt material), grumlighet (turbiditet), järn och sulfat är något högre. Vattnen är också något hårdare. Några av dessa parametrar skulle ge anmärkningar ur ett dricksvattenperspektiv men de något höga värdena kan även bero på ovan nämnda osäkerheter. En parameter som är lägre i observationsrören än i referensprovet är klorid.

10. Utströmning österut

För att undvika utströmning österut mot Sigrdholmsjön ska grundvattennivån vid Rb1001 inte överstiga +23,10. Drygt hälften av året har vattennivå legat under +23,10.



Figur 5. Grundvattennivå och temperatur i Rb1001.

11. Inventering av skogs-och kärrmarksområden

Skogsstyrelsen

Akviferlagrets drift, med infiltration vintertid och uttag sommartid i den norra delen av akviferlagret, medför en ökad utströmning vintertid och eventuellt en något minskad utströmning sommartid. På grund av dessa förändringar i utströmningsförhållandena har Skogsstyrelsen inventerat ett lågområde öster om Långåsen för att på sikt kunna följa förändringar på trädens vitalitet och mossornas utbredning.

Sedan hösten år 2008 har Skogsstyrelsen 2 gånger per år kontrollerat effekter och konsekvenser på skog och mossor öster om åsen på två provytor. Vid den inledande inventeringen av området uppmärksammades två områden som betingar höga naturvärden och som nu är registrerade i Skogsstyrelsens nyckelbiotopsinventering.

I Skogsstyrelsens senaste utlåtanden från 2016-06-27 och 2016-10-27 (förra året 2015-06-25 och 2015-11-09) konstateras att medeltalet av kronutglesningen är klart högre än medeltalet för Stockholms län och har ökat sedan 2015. Några träd har dött sedans höstens (2015) inventering, det är en tydlig trend att när granarna blivit ordentligt utglesade lever de bara ett fåtal år till. Antalet döda träd mellan ytorna har inte ökat markant. Antalet stormfällda träd har ökat, däremot är det gott om återväxt i de gamla körvägarna.

Inga större förändringar har noterats på träden på själva åsen vid fotodokumentationen. Lärkarna strax söder om Sjöås handel har inga synbara barrförsluster.

Vad gäller mossfloran bedöms den begränsas till en enda art sedan våren. Troligtvis p.g.a. torka. Vid höstinventeringen bedömdes det att mossfloran hade förblivit relativt intakt sedan förra säsongen och att mosstäckets artsammansättning uppvisade endast små förändringar.

Detta år gjordes inventeringarna dels i juni dels i september/oktober. Av Skogsstyrelsens två rapporter kan följande läsas:

Sammanfattning från sommarrapport daterad 2016-06-27 (Diariernr SVE104631).

”Det verkar som uttorkningen av området har stannat av. Vi konstaterade att det var betydligt mer vatten i vår än vid de senaste inventeringarna.

Det skall bli intressant att fortsatt följa utvecklingen av både kronutglesning och mossfloran.”

Sammanfattning från vinterrapport daterad 2016-10-24 (Diariernr SVE104631).

”Både sommaren och hösten 2016 har till dagens datum varit ovanligt regnfattiga vilket med stor sannolikhet påverkat arterna i båda provytorna och i den intilliggande skogsmarken.

Det skall bli intressant att fortsatt följa utvecklingen av både kronutglesning och mossfloran.”

13 Kompletterande mätningar och kontroller

Kompletterande grundvattennivåmätningar

Utöver de kontroller som ingår i kontrollprogrammet har ytterligare mätningar och kontroller gjorts under 2016. Grundvattennivåer och -temperaturer har mätts kontinuerligt med Divers © i ytterligare ca 11 st observationsrör under hela eller delar av året, se kartor i Bilaga 1 för samtliga rörs geografiska lägen.

Kompletterande flödesmätningar

Utöver de totala uttags- och infiltrationsmängderna som redovisats under avsnitt 8 ovan, har också uttags- och infiltrationsmängder mätts för varje enskild brunn.

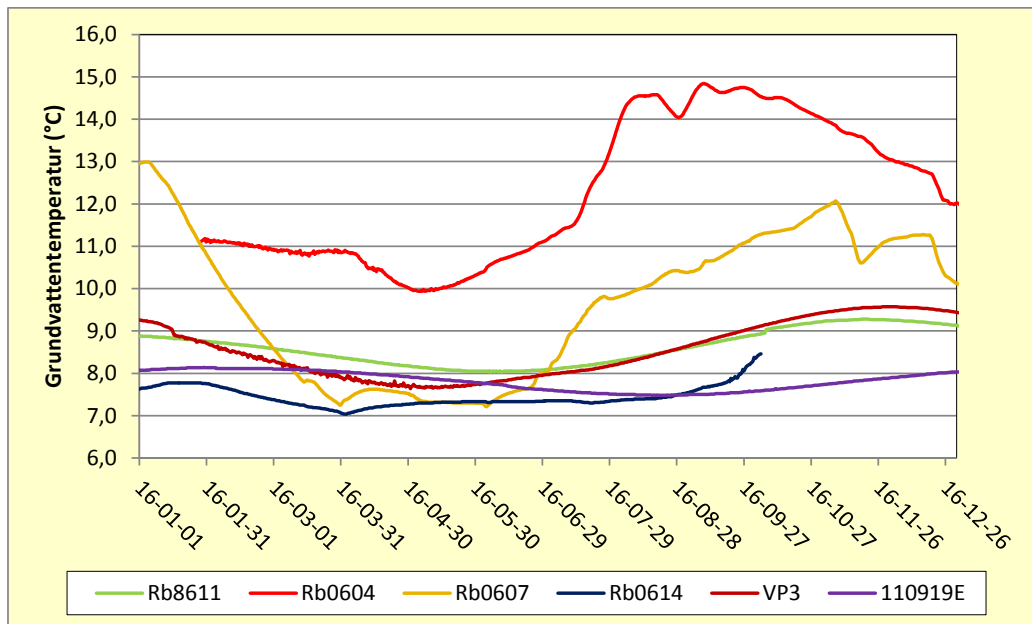
Kontroll av grundvattentemperatur

Temperaturmätningar utförs i de i egenkontrollprogrammet angivna punkterna genom kontinuerlig registrering på den nivå under grundvattenytan där nivå- och temperaturgivarna är installerade. Temperaturen kan variera med djupet under grundvattenytan. Nivåerna där givarna är installerade redovisas i Tabell 3 (m, RH00 och ungefärligt djup under markytan).

Tabell 7. Nivåer på vilka temperaturgivarna är installerade i de rör som ingår i egenkontrollprogrammet (m, RH00 och ungefärligt djup under markytan).

Mätpunkt	Nivå (m, RH00)	Djup (m u my)
B	20,98	9,40
Rb0604	19,65	6,1
Rb0607	15,88	19,7
Rb0609	15,41	9,0
Rb0614	13,26	13,8
Rb1001	18,76	5,7
Rb1006	18,47	5,5
Rb8611 (ref mätn)	27,14	8,0
VP3 (ref mätn)	19,00	8,8
110919E (ref mätn)	21,51	9,3

I Figur 6 redovisas tidsserier för grundvattentemperaturen i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb8611 resp VP3 och 110919E som är referenspunkter för temperatur i egenkontrollprogrammet), två observationsrör som är representativa för ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614), samt ett rör som är beläget i gränzonen mellan den ”kalla” och ”varma” sidan (Rb0607). Temperaturen gäller för den nivå där givaren är installerad och kan variera med djupet under grundvattenytan.



Figur 6. Grundvattentemperaturer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 resp. VP3 och 110919E), i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) samt gränzonen mellan ”varma” respektive ”kalla” sidan (Rb0607). Temperaturen gäller för den nivå där givaren är installerad och kan variera med djupet under grundvattenytan.

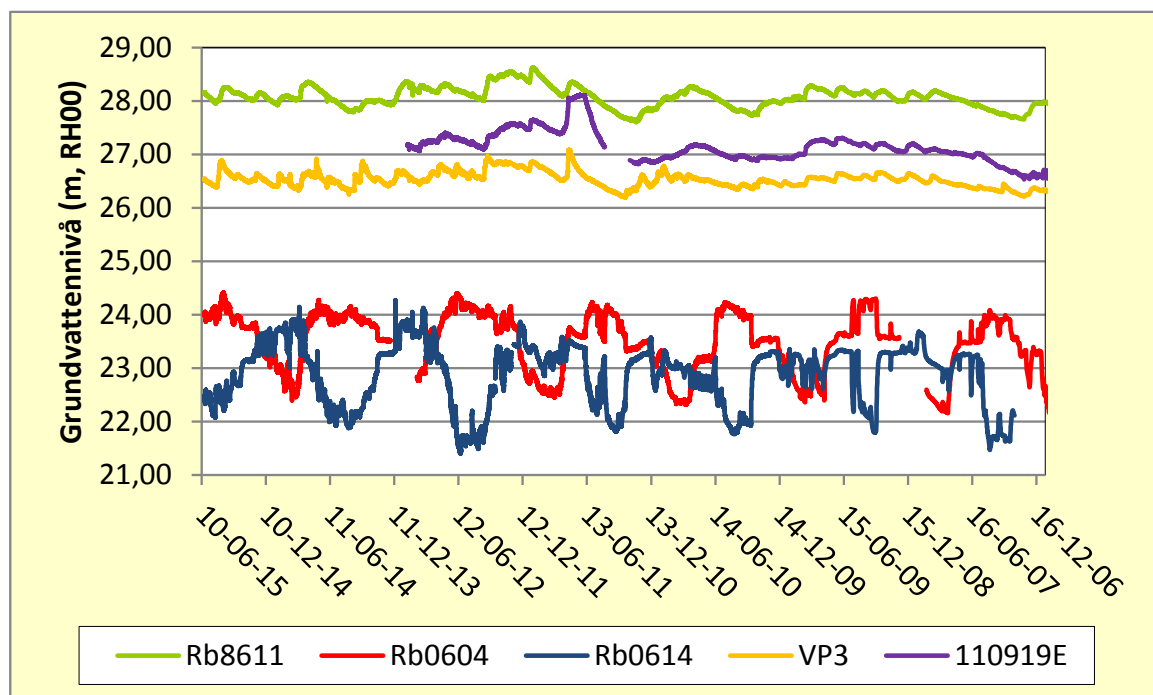
Temperaturerna i de valda referensmätpunkterna varierar mellan ca 7,6 och 9,6 °C.

Grundvattentemperaturen i röret Rb0604, beläget på akviferlagrets ”varma” sida, varierar mellan ca 9,9 och 14,8 °C, medan Rb0614, på akviferlagrets ”kalla” sida varierar mellan ca 7,0 och 8,5 °C. Den relativt begränsade temperaturvariationen i detta rör indikerar att akviferen i denna del inte är särskilt aktiv. I röret Rb0607, som ligger i gränzonen mellan den ”varma” och ”kalla” sidan, varierar temperaturen mellan ca 7,2 °C i mitten av april och 13,0 °C i mitten av oktober.

Tidsserier för grundvattentemperaturerna under 2016 i samtliga observationsrör som ingår i egenkontrollprogrammet redovisas i Bilaga 2. I Bilaga 2 redovisas också tidsserier för hela tidsperioden sedan mätningarna påbörjades.

12. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret

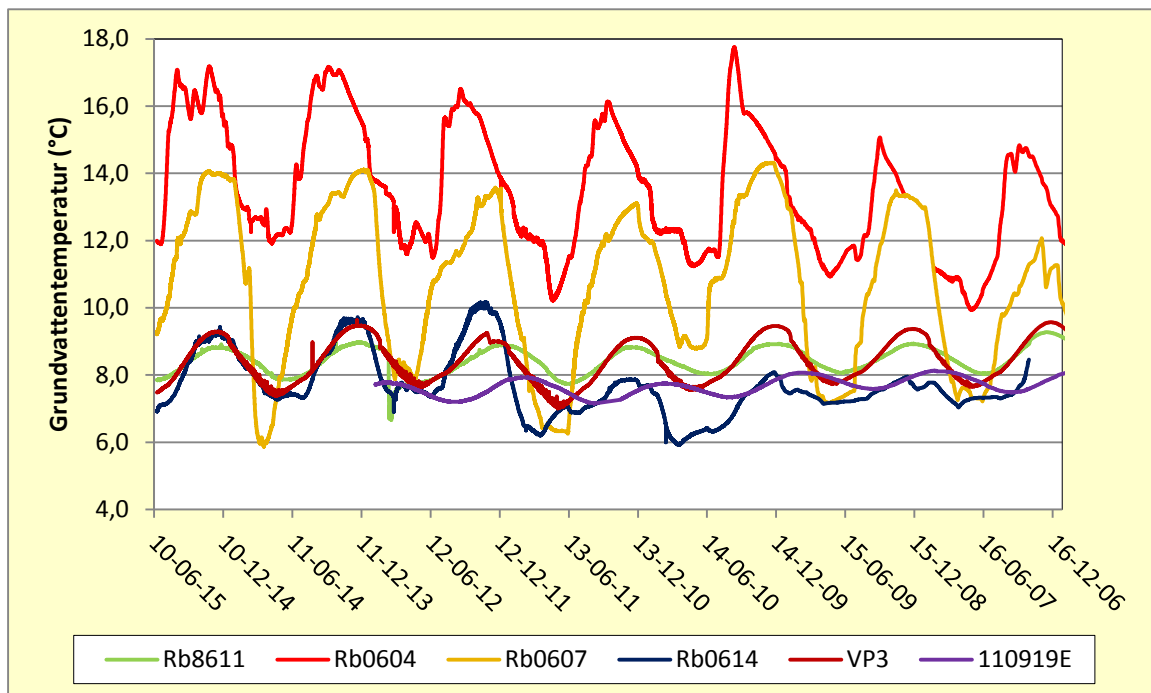
I Figur 7 visas tidsserier för grundvattennivåer i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb8611, 110919E och VP3 som är referenspunkter i egenkontrollprogrammet för nivåer) samt två observationsrör som är representativa för ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) för hela perioden sedan de kontinuerliga mätningarna med dataloggers påbörjades. De naturliga grundvattennivåerna var ovanligt låga under hösten i östra Sverige. Detta gäller också i referenspunkterna norr och söder om akviferlagret, se Figur 6. Varken på akviferlagrets ”kalla” eller ”varma” sida finns annars någon trend i grundvattennivåerna. Efter varje avslutad säsong har nivåerna varit ungefär de samma. Mätningarna indikerar att den årliga vattenbalansen i området bibehålls med akviferlagret i drift.



Figur 7. Grundvattennivåer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 resp och VP3 och 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) under hela perioden sedan de kontinuerliga mätningarna påbörjades.

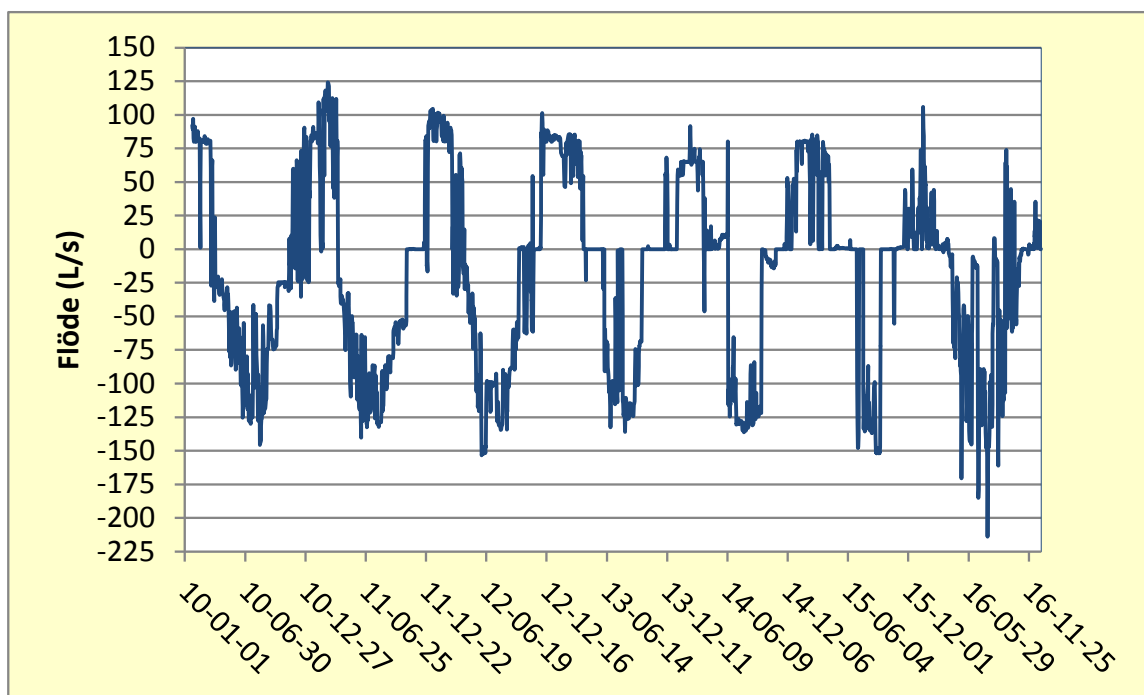
I Figur 8 presenteras grundvattentemperaturen i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb8611, 110919E och VP3 som är referenspunkter i egenkontrollprogrammet för temperaturer) samt två observationsrör som är representativa för ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) för

hela perioden sedan de kontinuerliga mätningarna med dataloggers påbörjades. Inte heller här kan någon trend iakttas, varken på den ”varma” eller ”kalla” sidan.



Figur 8. Grundvattentemperaturer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 resp och VP3 och 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614). Rb0607 som också visas ligger i gränsområdet mellan den ”varma” och ”kalla” sidan.

I Figur 9 visas totalt uttag och infiltration i akviferlagret sedan kontinuerliga mätningar inleddes. Sommardriftfallet, d.v.s. med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden.



Figur 9. Totalt uttag och infiltration (dygnsflöde) i akviferlagret sedan kontinuerliga mätningar inleddes. Sommardriftfallet, dvs med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden.

Under samtliga år, utom 2015, har uttagen för kylningsändamål varit väsentligt större än för uppvärmningsändamål, se Tabell 5. Under 2016 var uttaget för kylningsändamål avsevärt större.

Tabell 8. Uttag för kylnings- och uppvärmningsändamål från akviferlagret 2010-2016.

År	Uttag för kylningsändamål (m ³)	Uttag för uppvärmningsändamål (m ³)
2010	1 330 200	632 000
2011	1 456 828	663 668
2012	1 383 876	854 460
2013	896 302	624 811
2014	1 071 829	532 496
2015	620 191	620 243
2016	1 189 501	135 106

Uttagen för kylningsändamål från **Halmsjön** var 2016 ca 938 929 m³, d.v.s. högre än tidigare år. 2015 uppgick uttaget till ca 700 000 m³. År 2014 och 2013 uppgick uttagen till ca 720 000 m³ respektive år. 2012 var det 740 000 m³, år 2011 567 000 m³ och år 2010 425 000 m³.

13. Behov av förändringar i befintligt kontrollprogram/egenkontroll

Kontroller görs nu efter det nya kontrollprogrammet som nyligen har implementerats. Något behov att göra förändringar av kontrollerna och kontrollprogrammet finns inte idag.

14. Sammanfattning

År 2009 driftsattes akviferlagret vid Stockholm Arlanda Airport. Akviferlagret utgörs av ett grundvattenmagasin i en isälvsavlagring som består av sand och grus och som utgör en del av Stockholmsåsen. Akviferen används som ett säsongslager, med fem kalla brunnar i norr och sex varma brunnar i söder. Sommartid används uppumpat grundvatten från den kalla delen av akviferen för kylningsändamål, varefter det uppvärmda returvattnet pumpas tillbaka till akviferens varma del för att lagras till vintern då det används för uppvärmning. Kylan används till komfortkyla, kylning av datarum samt kommersiell kyla (kök, restauranger). Värmen används till förvärmning av ventilationsluft och till markvärme.

Under sommardriften (från början av april till början av november) togs grundvatten från de kalla brunnarna ut för kyländamål, totalt togs ca 7,3 GWh ut. (2015 4,4 GWh). Under vinterdriften (permanent vinterdrift från januari till slutet av mars och från 2016-12-12 till 2016-12-31 förutom några dagar i slutet av året) togs grundvatten från de varma brunnarna ut för uppvärmningsändamål, totalt ca 4,7 GWh ut (2015 3,5 GWh).

Enligt villkor för användningen av grundvatten från akviferlagret får 2 500 000 m³ grundvatten per år användas för kylningsändamål och 2 500 000 m³ grundvatten användas för uppvärmningsändamål. Därutöver får 10 000 m³ grundvatten användas för att spola kylcentralens ledningssystem vid förändring mellan olika driftfall. Spolvattnet leds till Halmsjön.

Under 2016 användes 1 189 501 m³ grundvatten för kylningsändamål, vilket är mer jämfört med år 2015 då det togs ut ca 620 000 m³. Året dessförinnan, år 2014, uppgick mängden grundvatten för kylningsändamål ca 1 072 000 m³. Under 2016 uppgick använd mängd vatten för kyla till ca 26 % av villkorsgiven vattenvolym.

Under 2016 användes drygt 135 106 m³ grundvatten för uppvärmningsändamål, vilket är avsevärt mindre jämfört med år 2015 då ca 620 000 m³ grundvatten användes. Under 2014 användes endast ca 3 % av villkorsgiven vattenmängd.

Under 2016 användes uppskattningsvis ca 3 000 m³ grundvatten för spolning, vilket är av samma storleksordning som år 2015, 2014, 2013 och 2012 då ca 3 000 m³ och år 2011 då omkring 2 500 m³ grundvatten användes för spolning.

Under 2016 bortleddes ca 938 929 m³ sjövattnen från Halmsjön för kylningsändamål och efter uppvärmning har motsvarande volym återförts Halmsjön. Detta är mer än tidigare år. År 2015 togs ut ca 700 000 m³. År 2014 och 2013 bortleddes ca 720 000 m³ sjövattnen vardera året och år 2012 då användes ca 740 000 m³ sjövattnen. Uttaget 2016 ligger under givet tillstånd. Som uppgår till 4 500 000 m³. Största momentana flödet har beräknats ca 324 m³/h eller ca 90 L/s. Det största momentana flödet är således något större än föregående år. Det största timflödet under 2016 uppgick således till ca 18 % av det maximalt tillåtna uttaget.

Under 2016 var medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret omkring 43 L/s. Året innan, år 2015, uppgick medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret till omkring 41 L/s (år 2014 ca 51 L/s). Det maximala dygnsflödet under sommar drift 2016 var 214 L/s och under vinter drift 106 L/s, att jämföras med 152 L/s respektive 85 L/s under 2015 (139 respektive 92 L/s under 2014). Högsta uppmätta timflöde var 387 L/s (2015 159 L/s och 2014 149 L/s).

Swedavia har idag totalt 10 stycken mätpunkter där loggning av grundvattennivå och temperatur sker, i enlighet med kontrollprogram. Grundvattennivåerna i akviferens mätpunkter har under 2016 hållit sig inom de nivåintervall som är beskrivna i miljökonsekvensbeskrivningen för akviferlagret och som därmed utgör villkor för tillåtna nivåvariationer under sommar- och driftfall. Tillåtna grundvattennivåförändringar vid uttagsbrunnarna är 3,5 m (avsänkta nivåer) och vid infiltrationsbrunnarna 2,5 m, d.v.s. totalt 6 m nivåvariation. Under 2016 var, i likhet med 2015 och 2014, nivåvariationen störst i mätpunkt B (4,72 m respektive 4,52 och 4,56 m). Orsaken till att B-röret visar på stora nivåskillnader är att B-röret ligger nära de varma brunnarna.

Skogsstyrelsen har sedan hösten år 2008 haft i uppdrag att två gånger per år kontrollera effekter och konsekvenser på skog och mossor öster om åsen på två provytor. Vid den inledande inventeringen av området uppmärksammades två områden som betingar höga naturvärden och som nu är registrerade i Skogsstyrelsens nyckelbiotopsinventering.

I Skogsstyrelsens senaste utlåtanden från 2015-06-27 och 2015-10-24 konstateras att medeltalet av kronutglesningen är klart högre än medeltalet för Stockholms län. Några träd har dött och antalet stormfällda träd har ökat, men däremot är det gott om återväxt i de gamla körvägarna.

Vad gäller mossfloran bedöms att den förblivit relativt intakt vid vårens inventering men till hösten hade mossfloran förändrats till viss del.

Av sammanfattningen i Skogsstyrelsens bedömning från juni 2015 (*Rapport om inventering av träd och mossor vid Långåsen*, 2016-06-27, Skogsstyrelsen, Diarienummer SVE 104631) framgår att det verkar som uttorkningen av området har stannat av. Det var betydligt mer vatten denna vår än vid de senaste inventeringarna.

Av sammanfattningen i Skogsstyrelsens bedömning från september/oktober 2016 (*Rapport om inventering av träd och mossor vid Långåsen*, 2016-10-24, Skogsstyrelsen, Diarienummer SVE 104631) framgår att den regnfattiga sommaren och hösten med stor sannolikhet påverkat arterna i de båda provytorna och i den intilliggande skogsmarken.

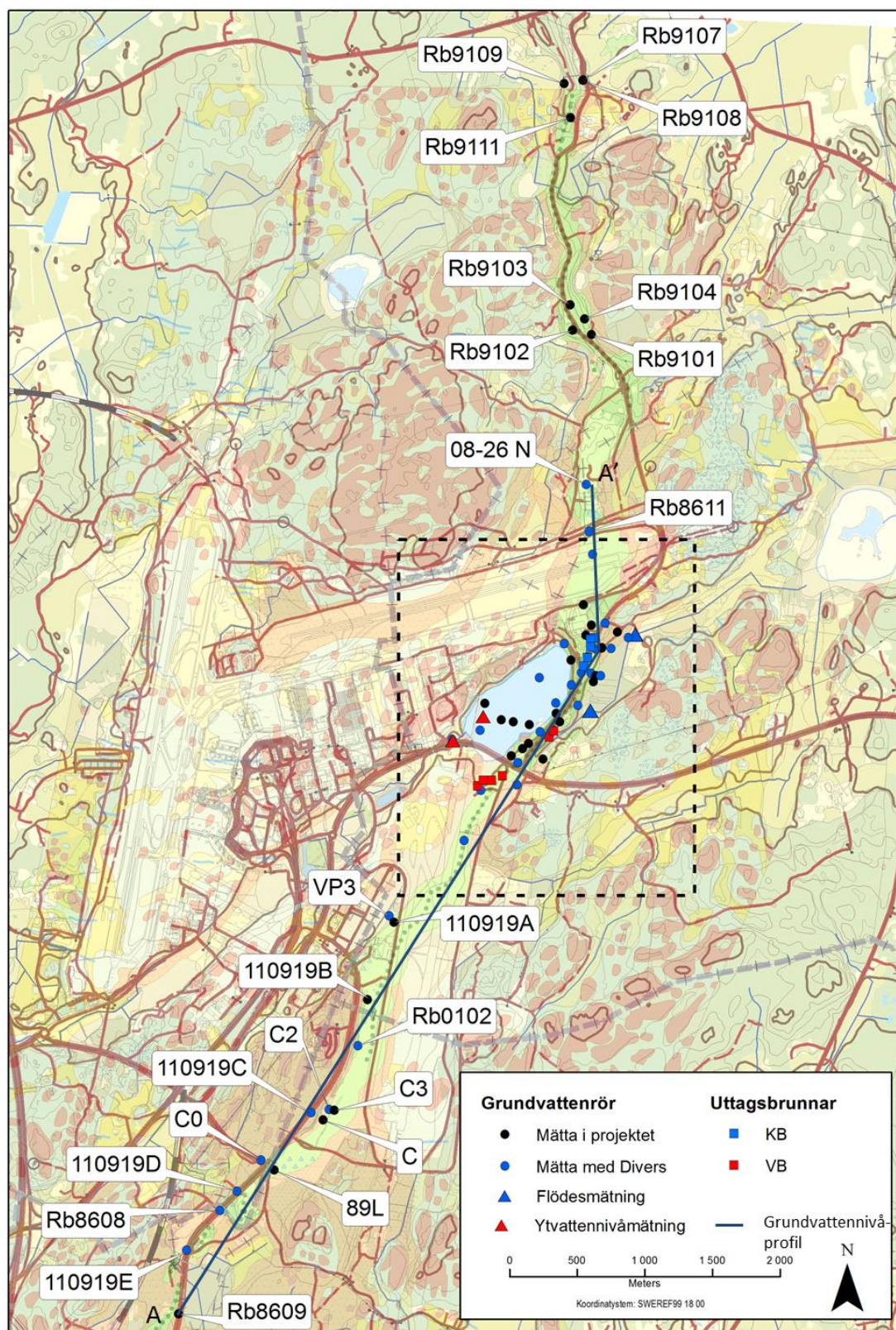
Bilaga 1. Kartor med mätpunkternas geografiska lägen och koordinater

Mät punkt	X	Y	Höjd, rör överkant (m)
110919E	6611501,7	145628,9	31,78
B	6614900,0	147807,3	28,98
Dike1	6616052,5	148951,0	20,50
Rb0604	6615105,0	148077,9	26,66
Rb0607	6615771,6	148551,2	35,92
Rb0609	6615984,6	148421,9	25,39
Rb0614	6615942,0	148658,5	28,13
Rb1001	6615764,6	148621,9	24,50
Rb1006	6615949,6	148768,4	23,96
Rb8611	6616814,7	148607,5	35,39
VP3	6613973,5	147127,6	28,89

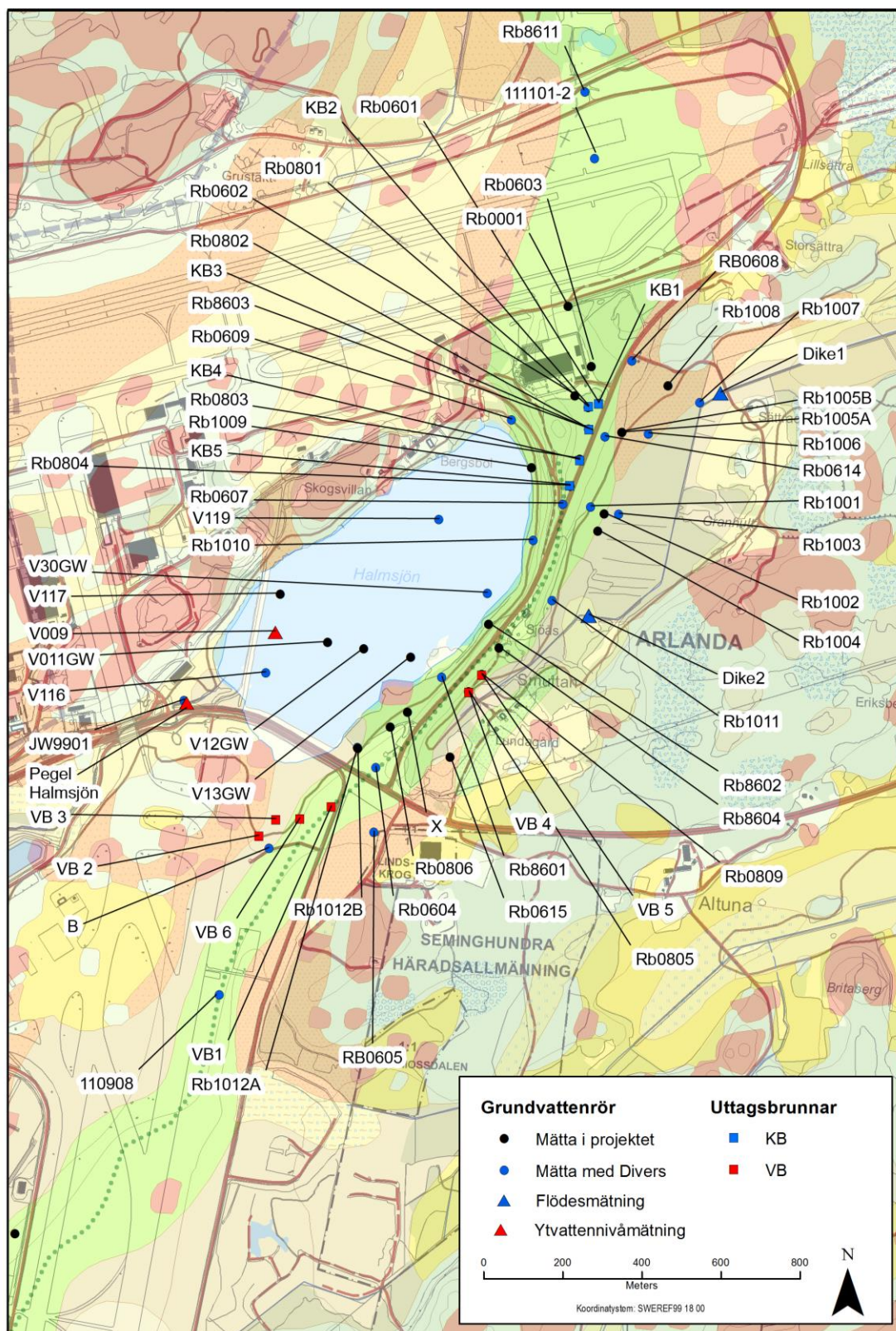
Plankoordinater: SWEREF 99 18 00

Höjdsystem:

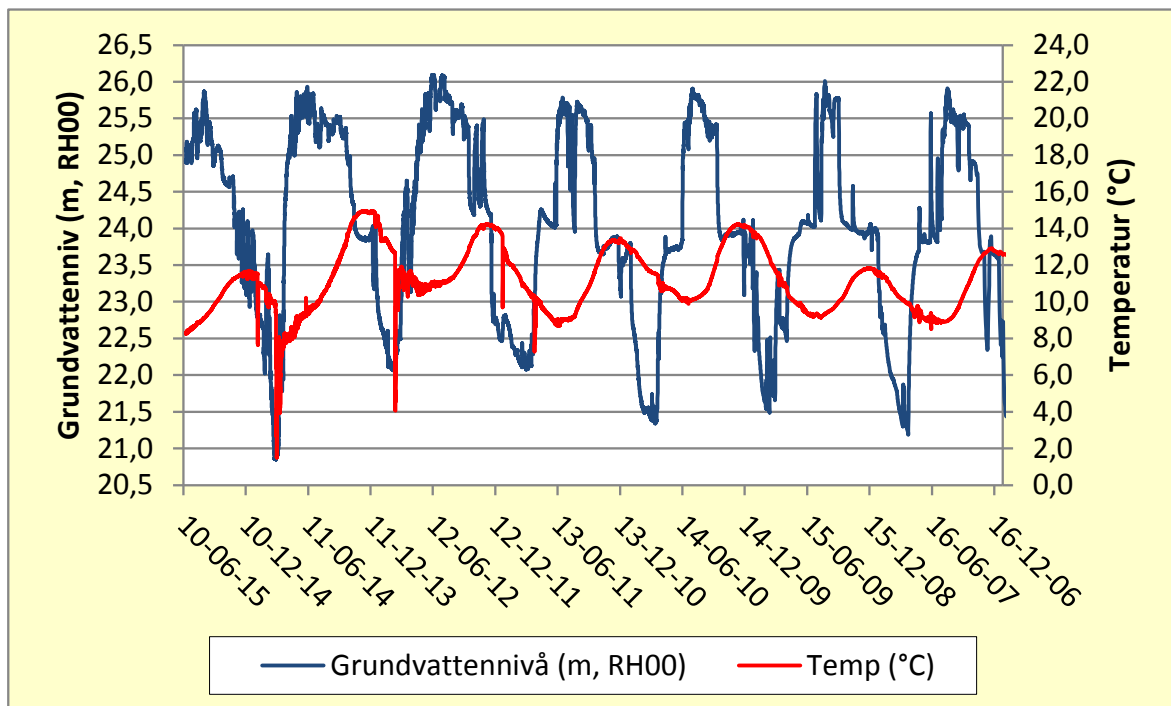
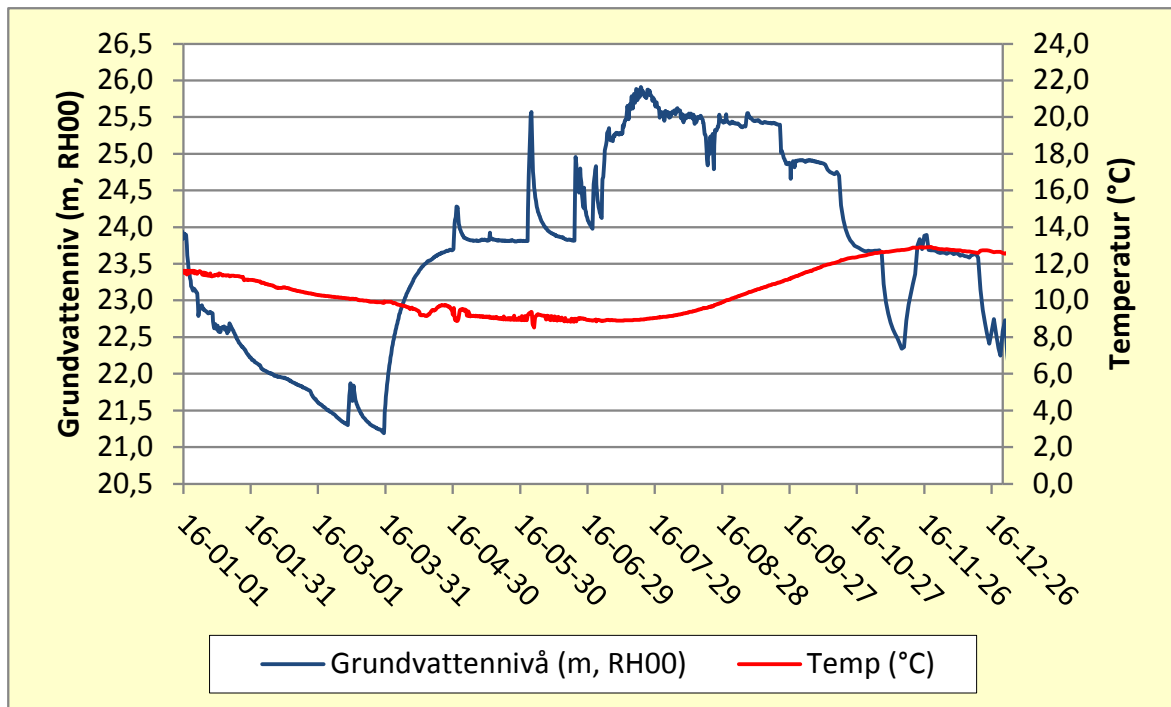
RH00

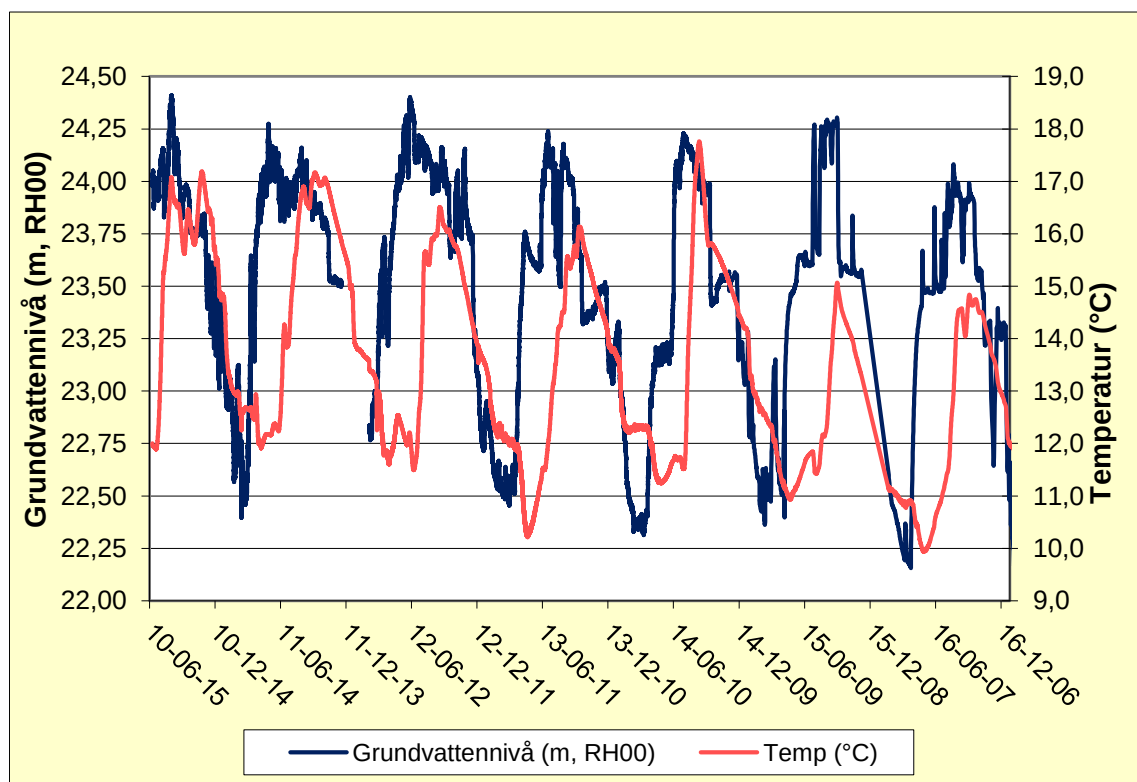
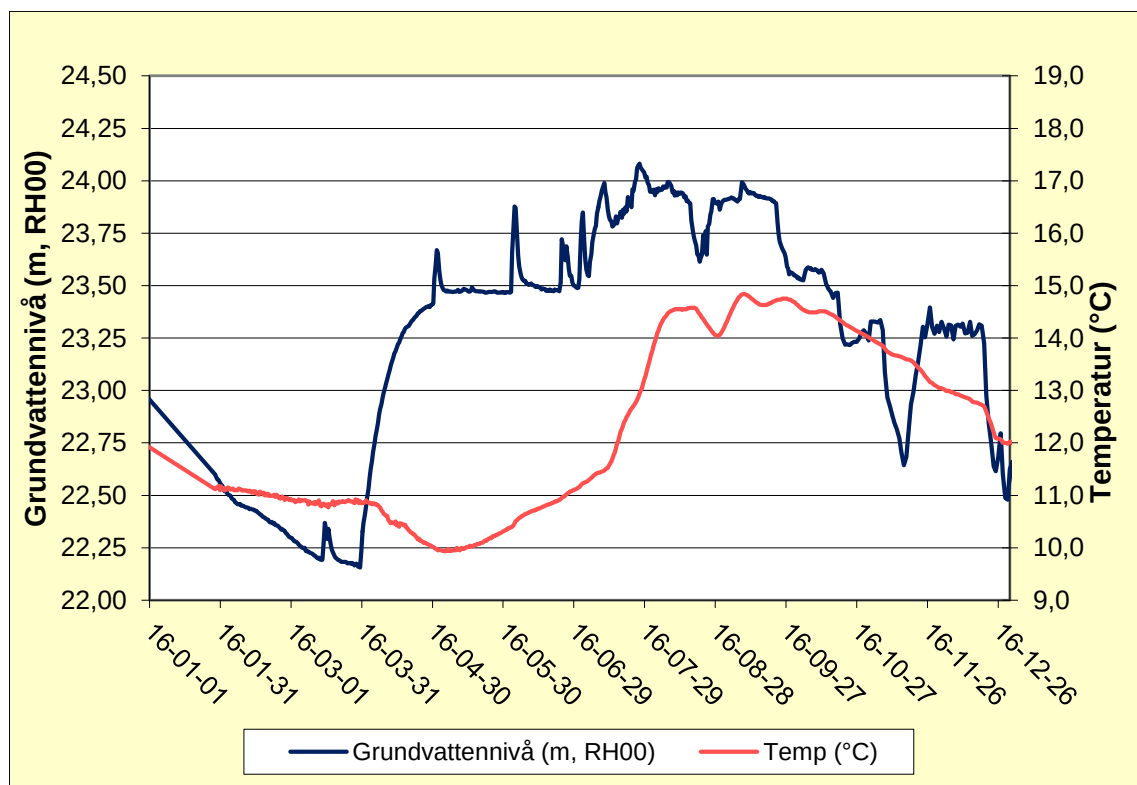


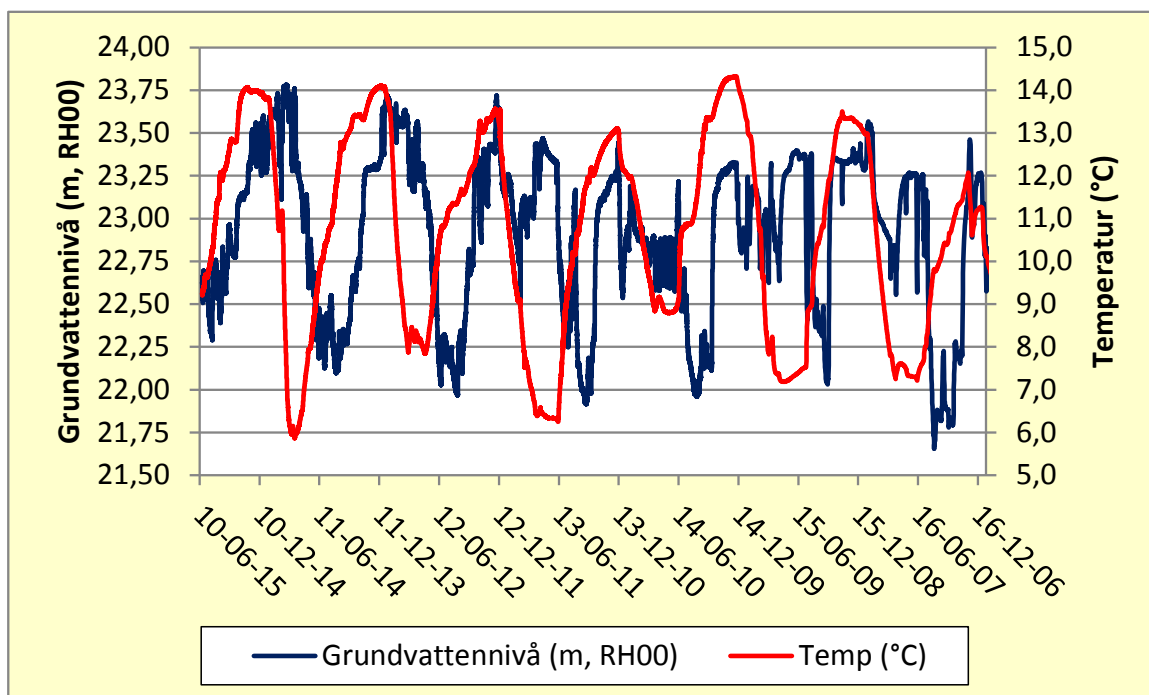
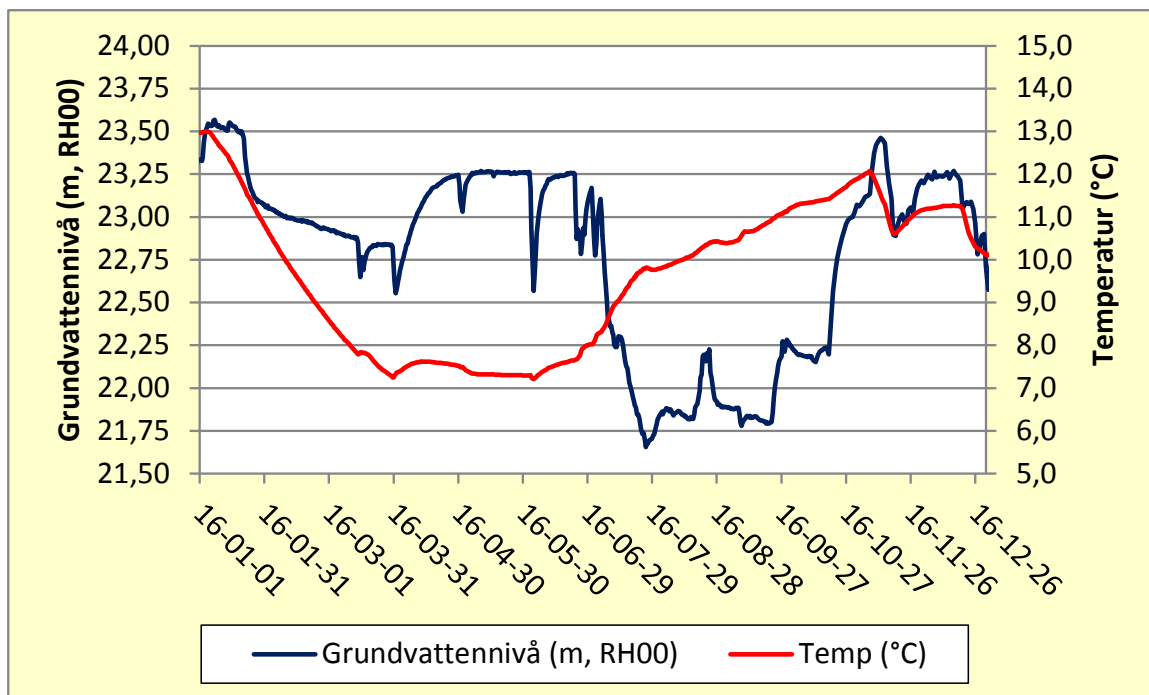
Beteckningarna för punkterna i det centrala området redovisas på särskild karta, se nästa sida.

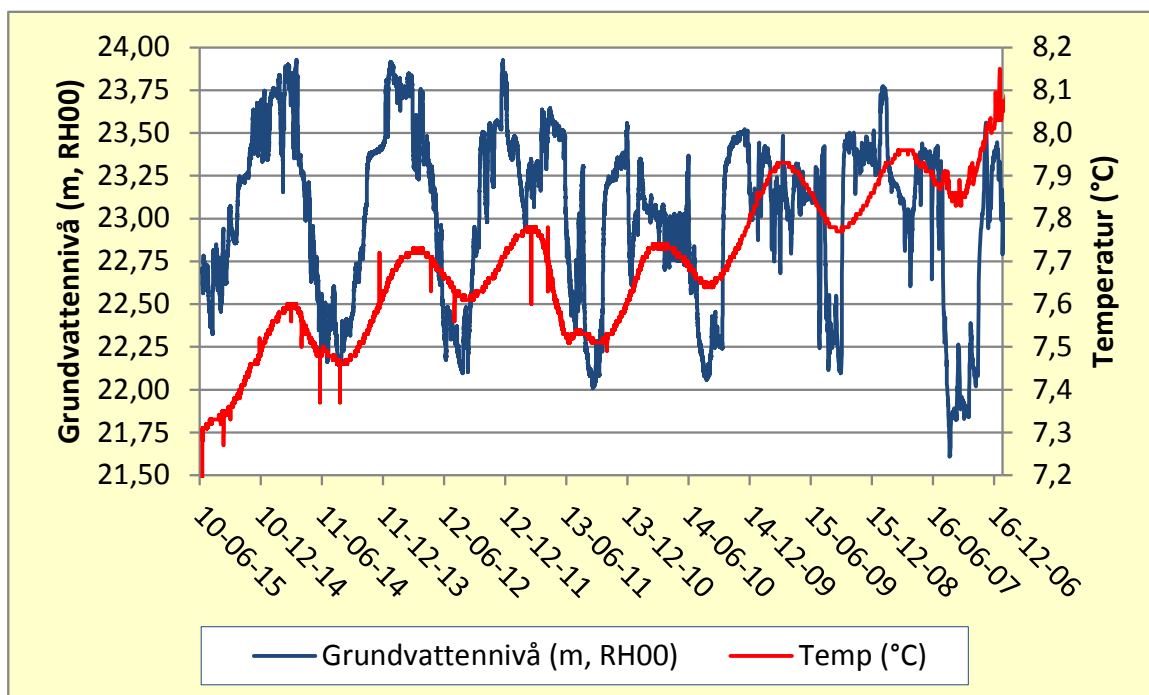
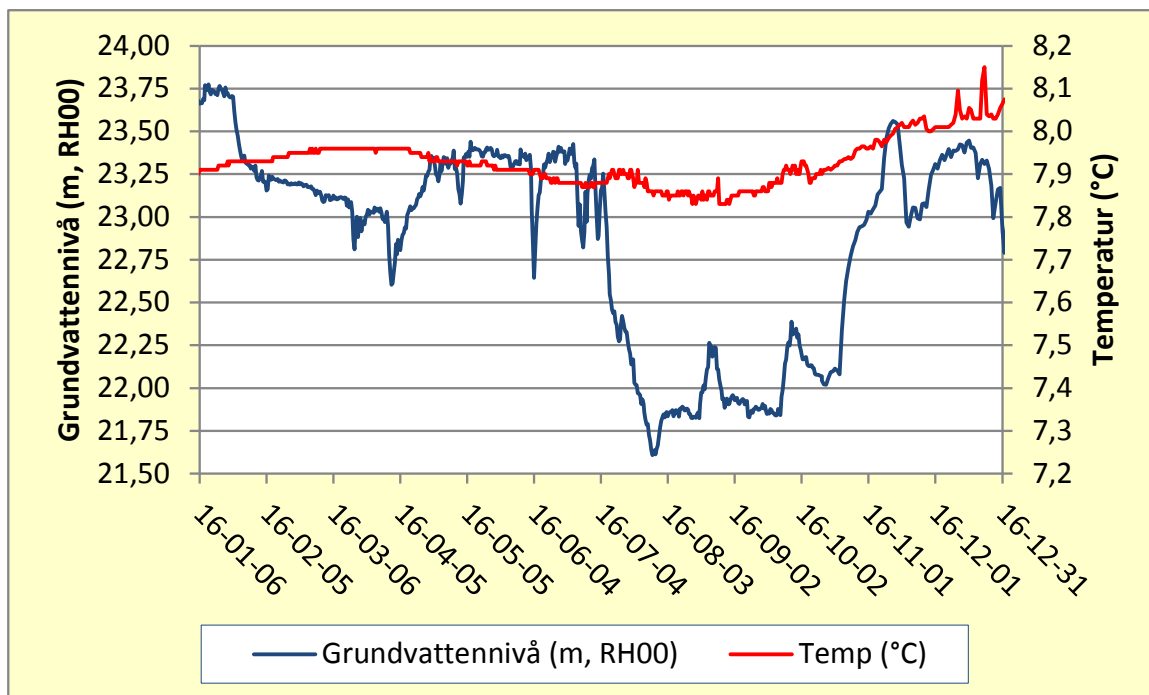


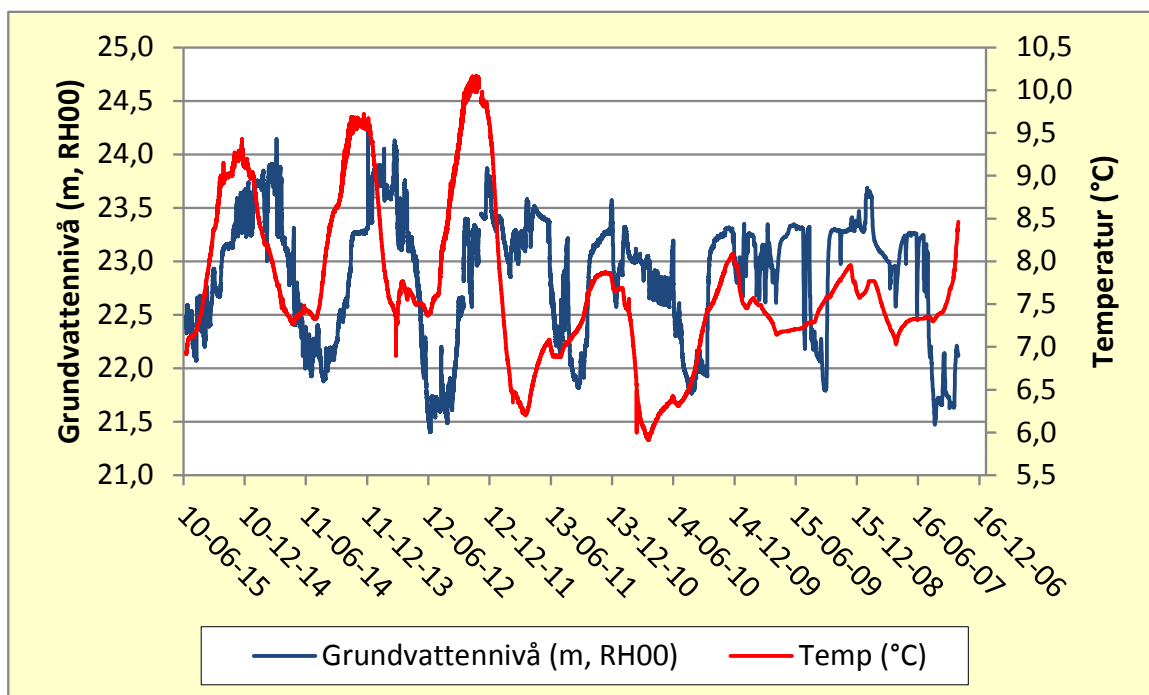
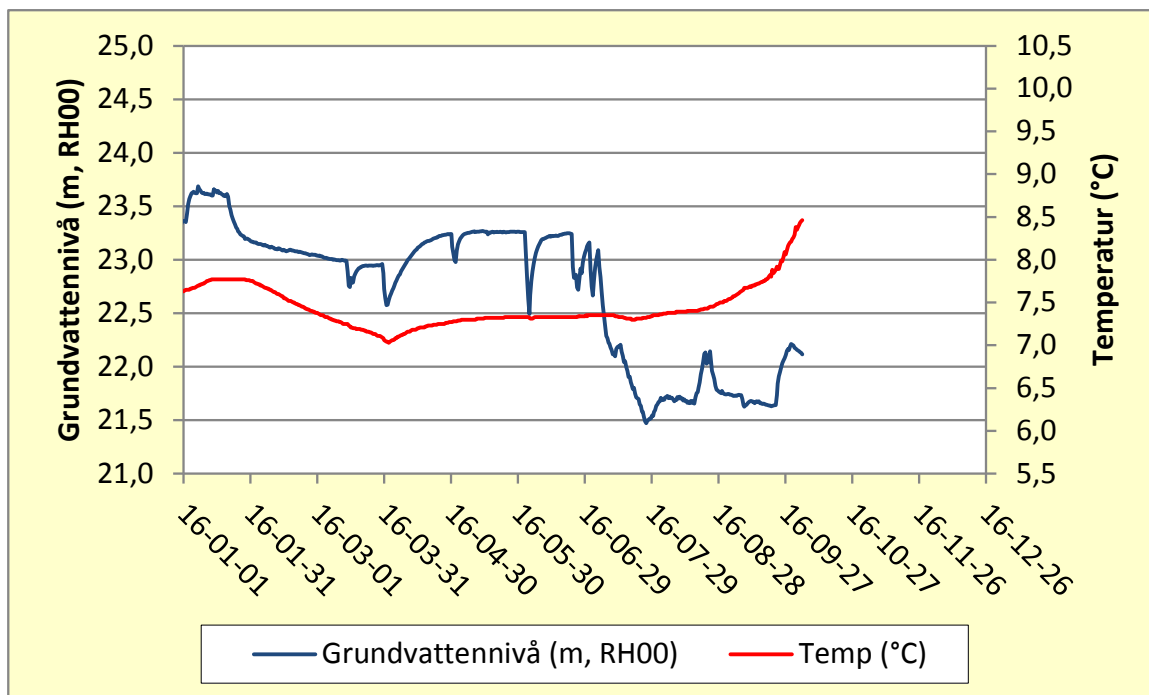
Bilaga 2. Tidsserier för grundvattennivåer och -temperaturer

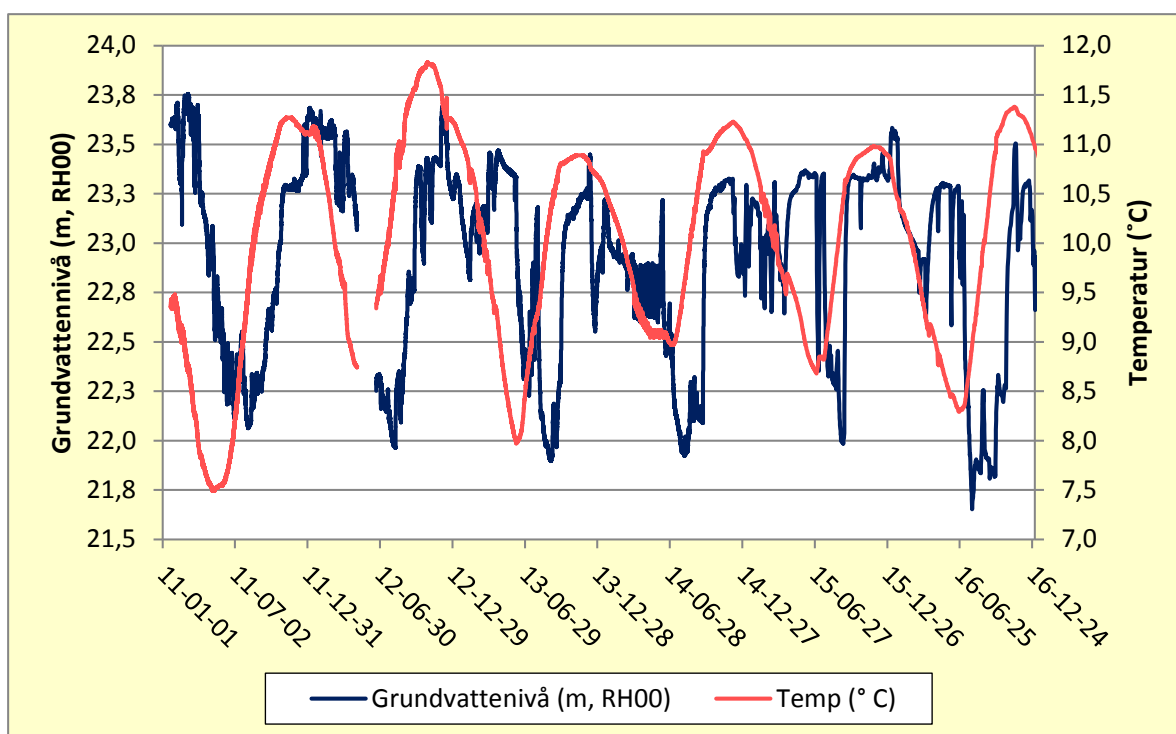
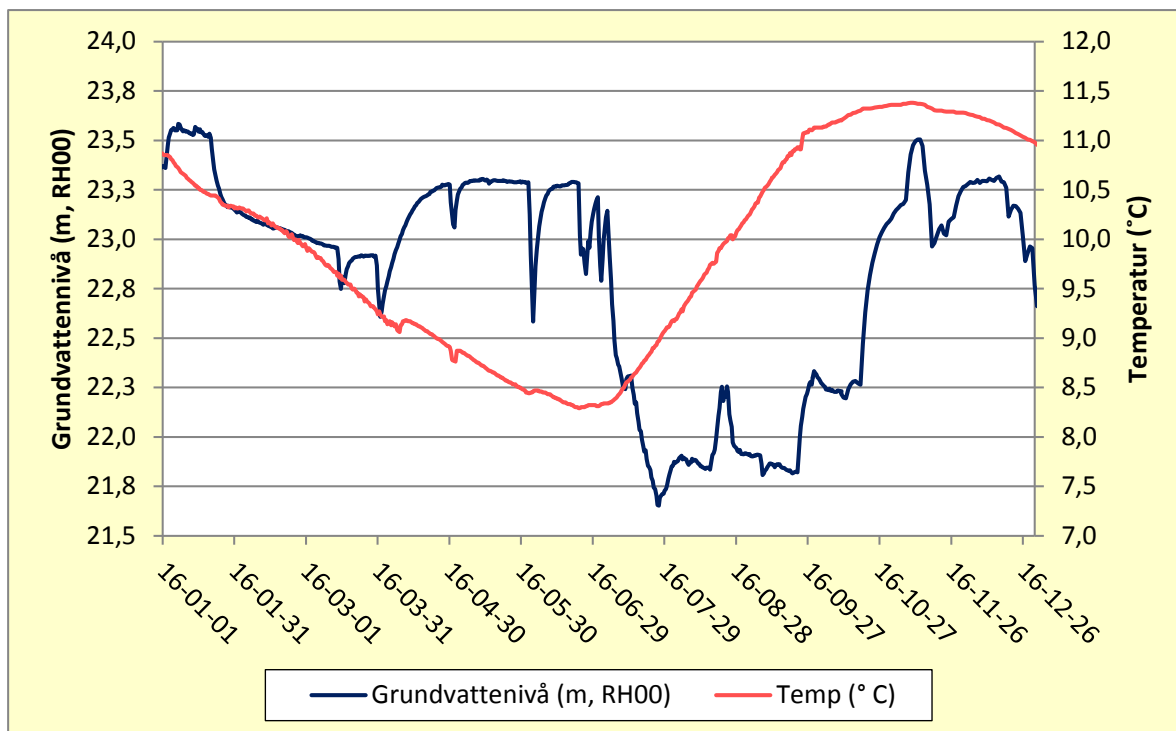
B

Rb0604

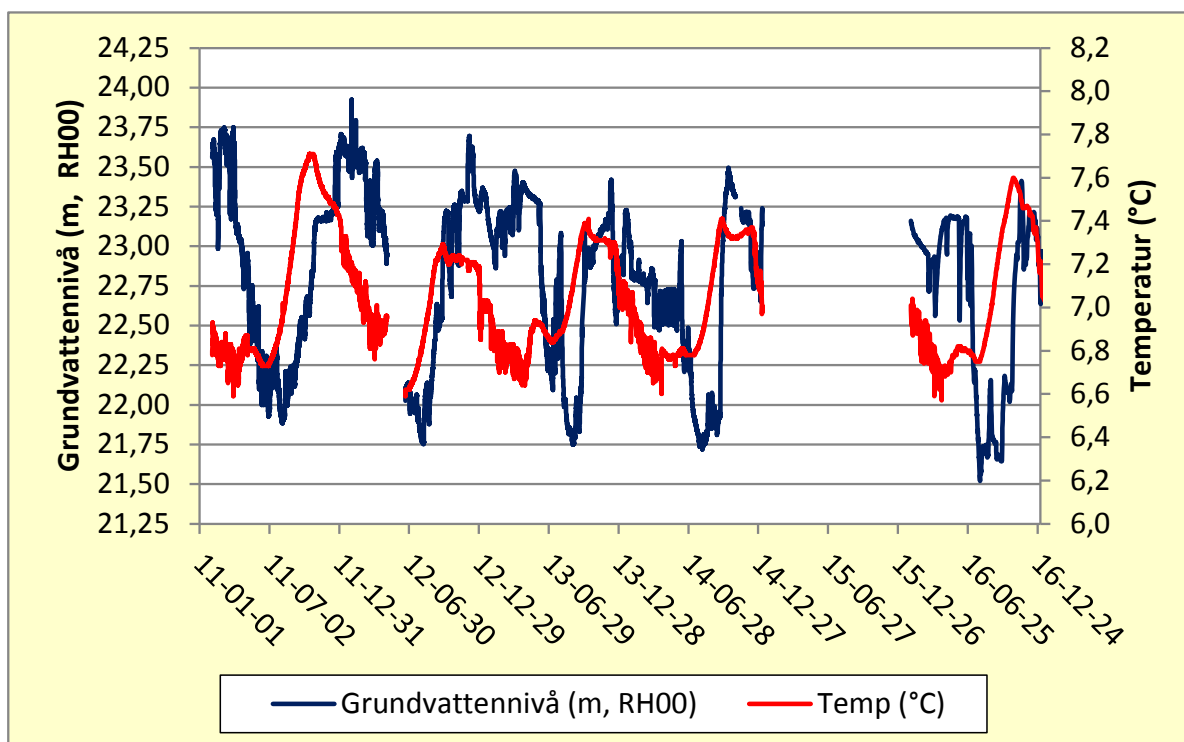
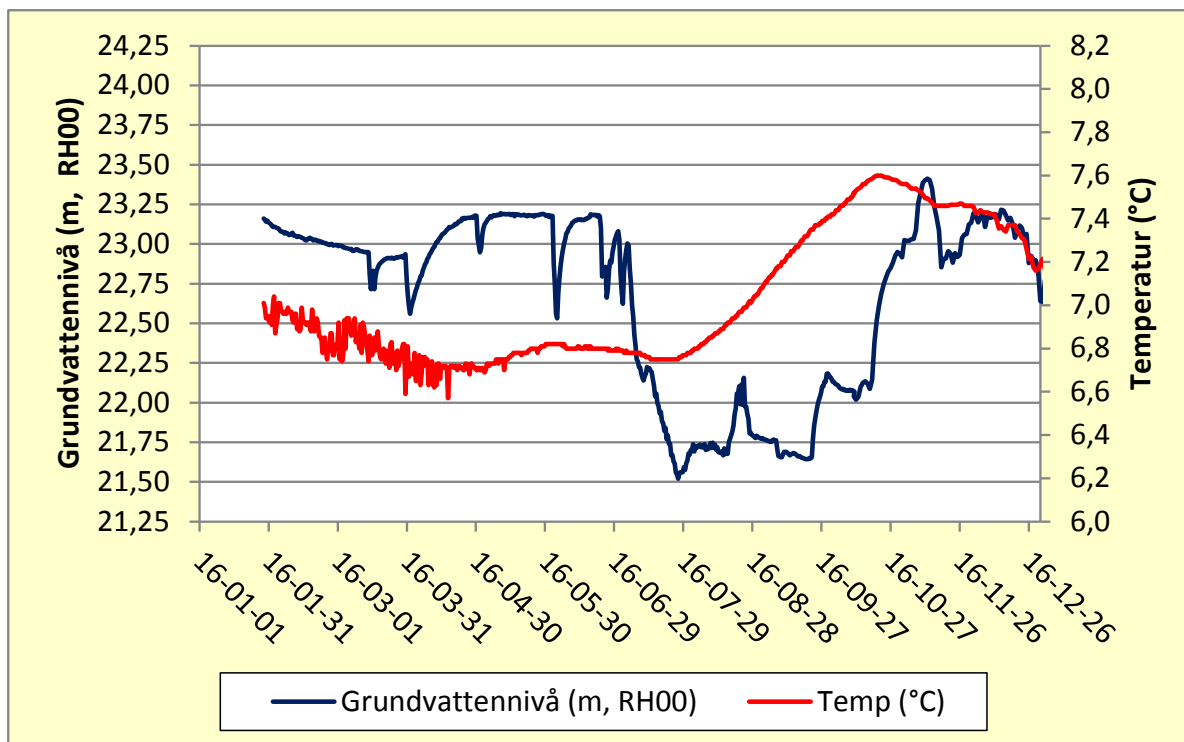
Rb0607

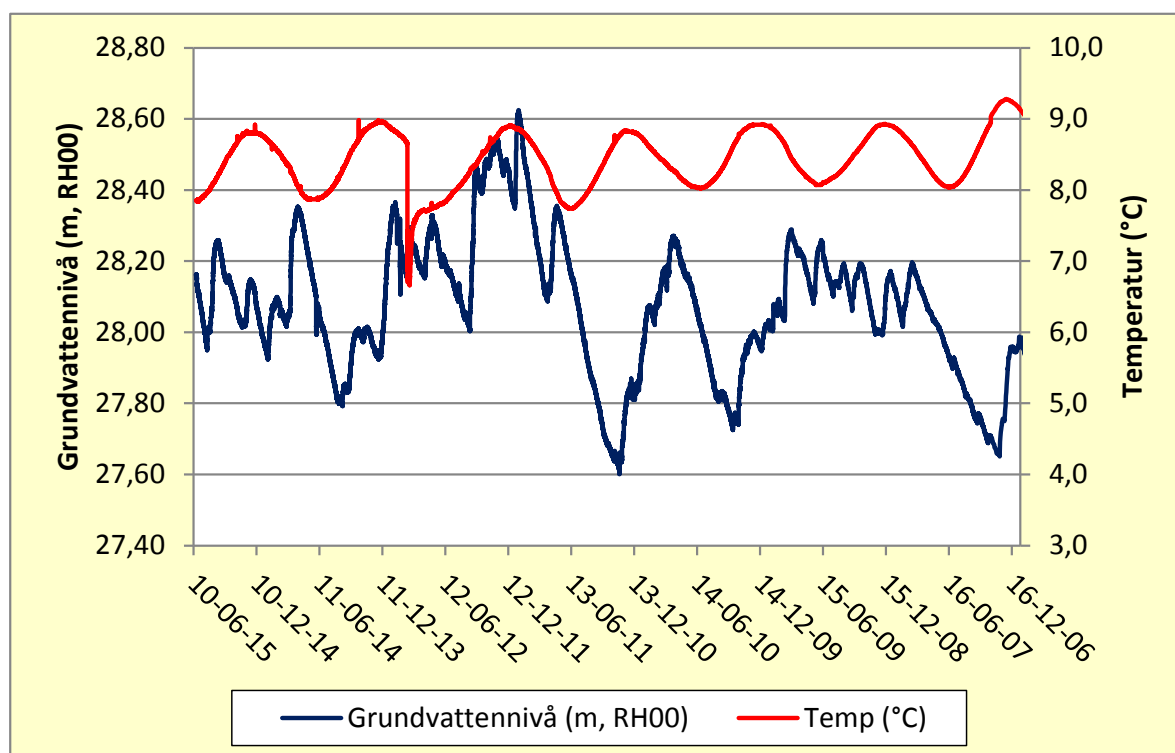
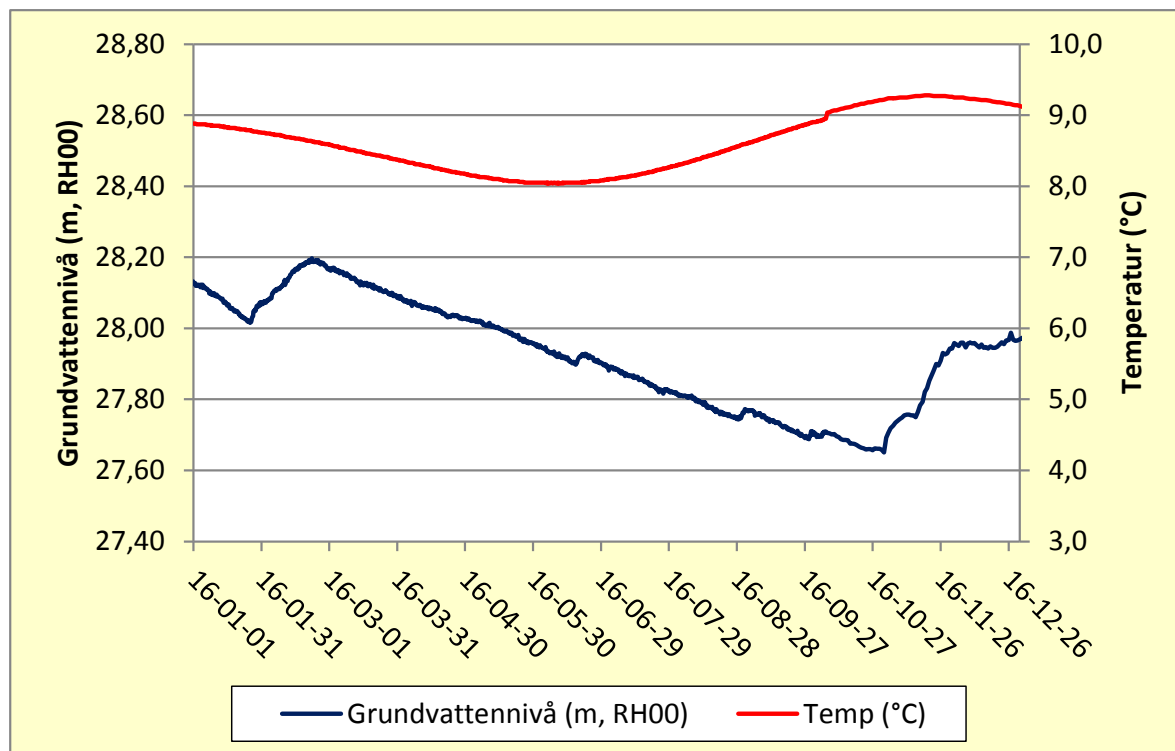
Rb0609

Rb0614

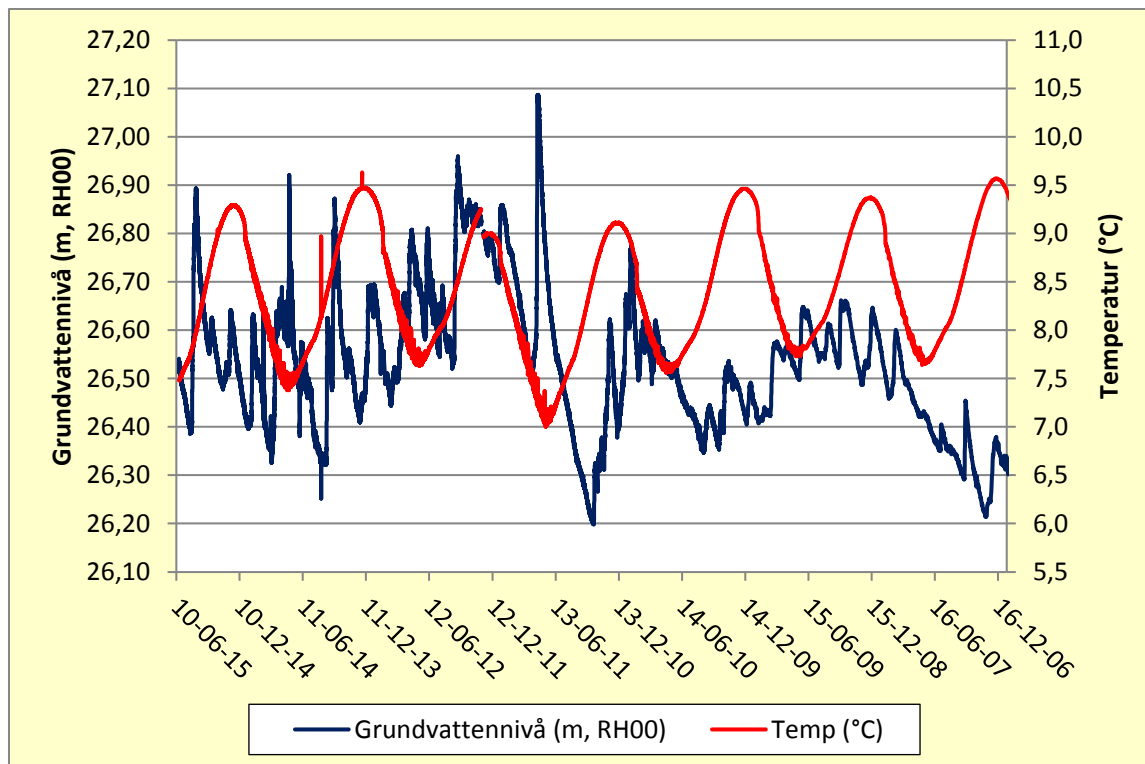
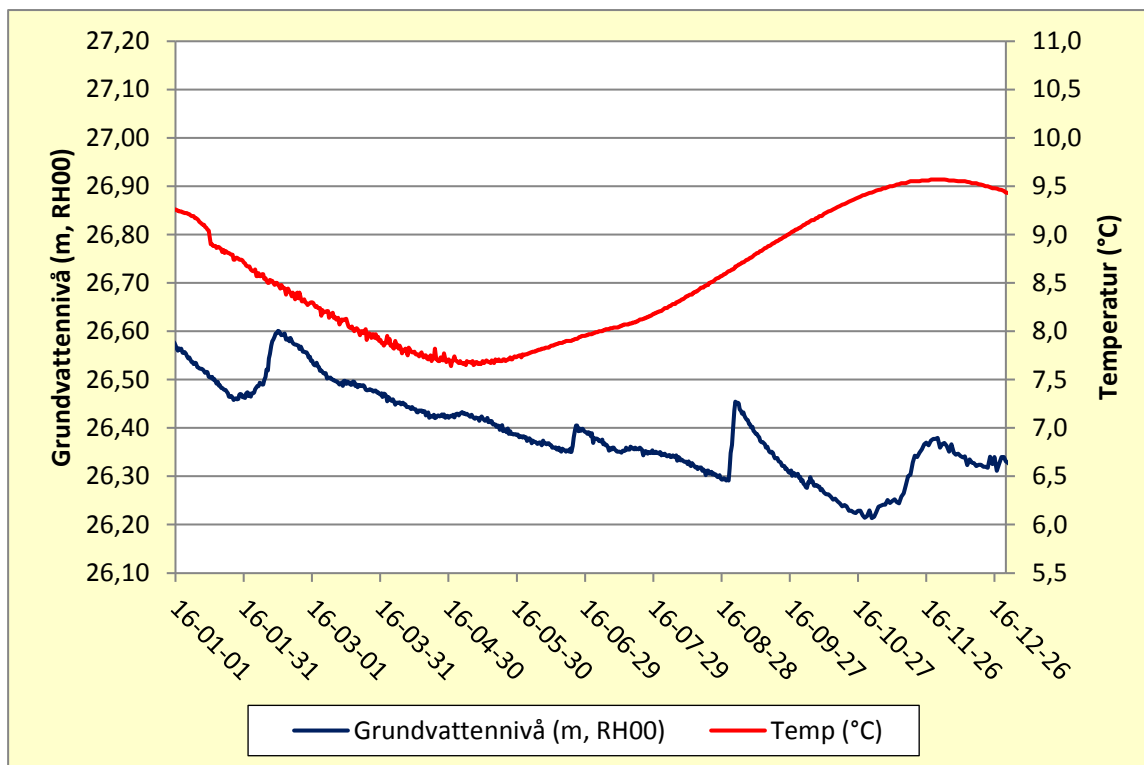
Rb1001

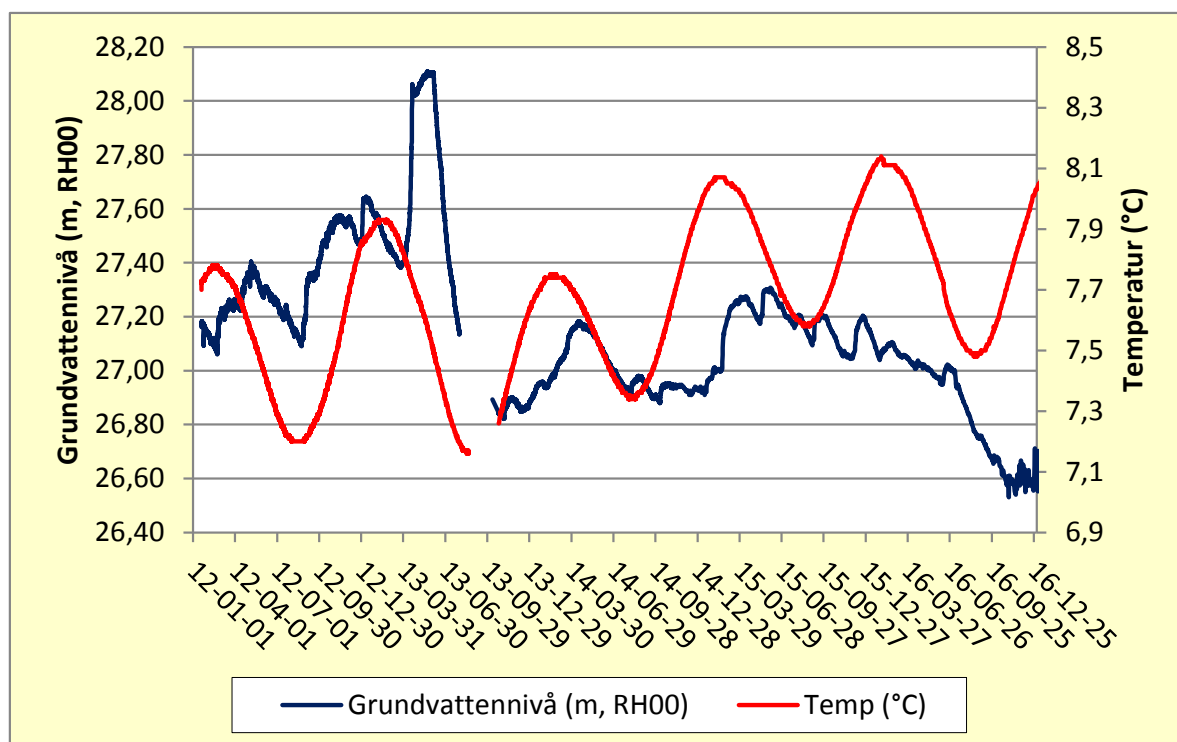
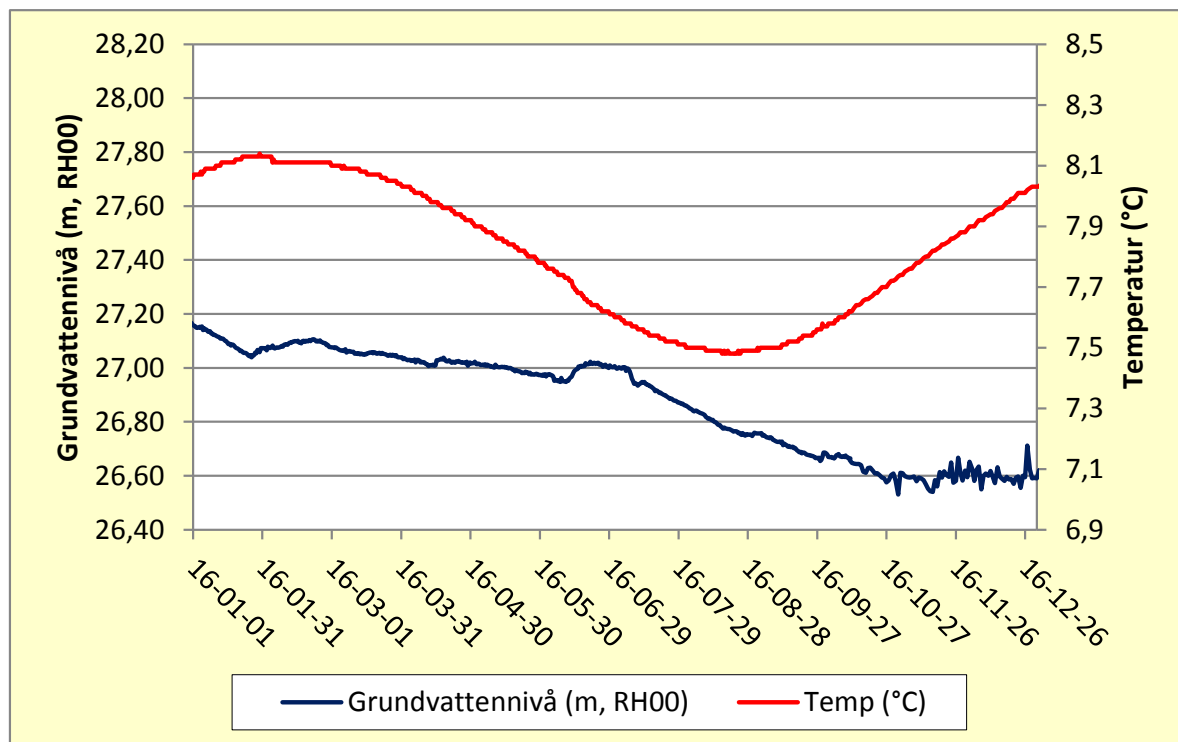
Rb1006 (Databortfall 2015)



Rb8611

VP3



110919E

Bilaga 3. Flöden i bäcken öster om åsen 2011-01-21 - 2016-12-31