

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2019



Grundvattengruppen

2020-02-13 rev

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.....	13
9. Kontroll av vattenkemi	14
10. Utströmning österut.....	17
11. Inventering av skogs-och kärrmarksområden.....	18
13. Kompletterande mätningar och kontroller	20
12. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret...	22
13. Behov av förändringar i befintligt kontrollprogram/egenkontroll.....	25
14. Sammanfattning.....	25
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 – 2019-12-31.....	41

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2019

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.

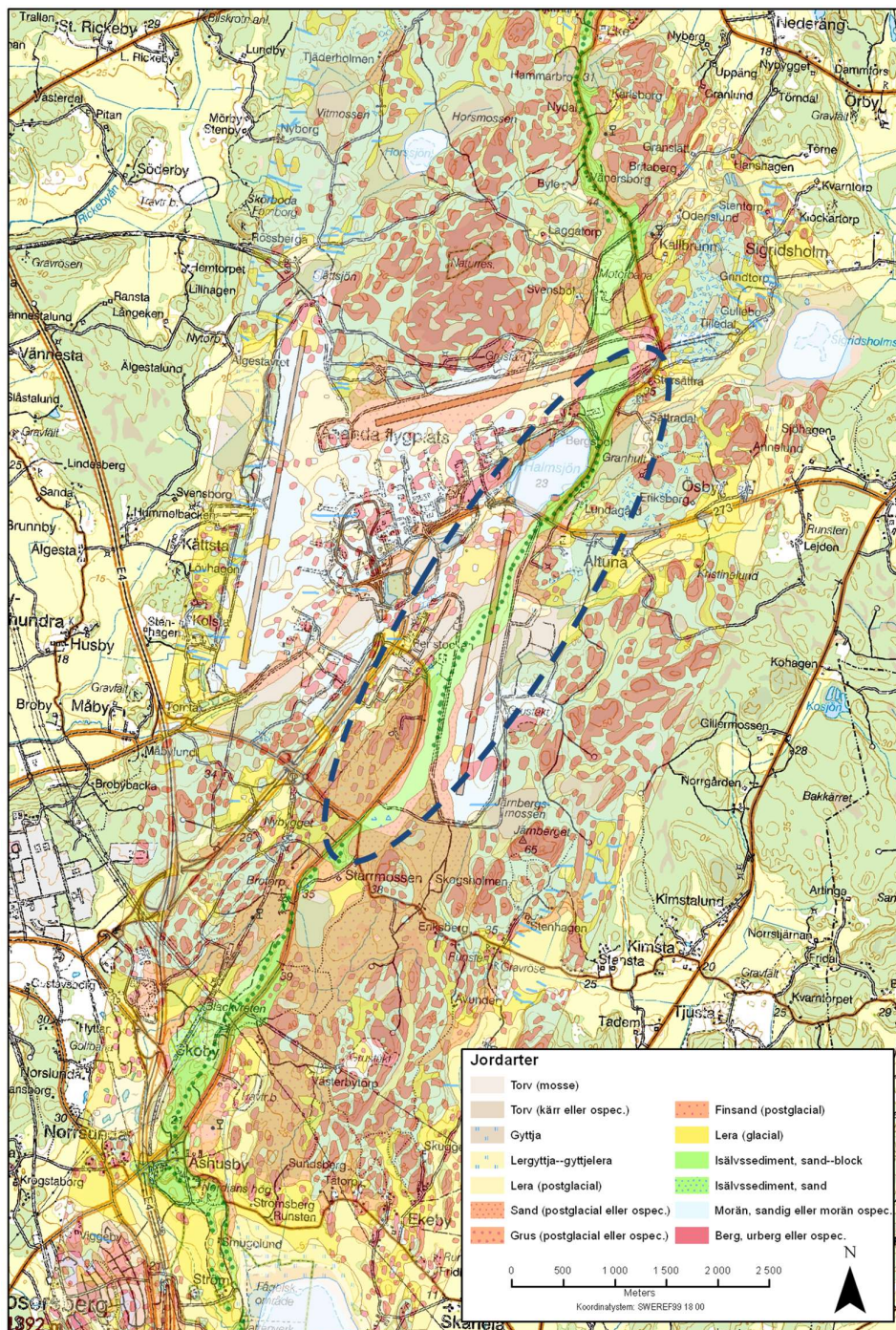
Att använda lagrad energi i åsen är en del av det mål som syftar till en effektivisering av energianvändningen inom Stockholm Arlanda Airport. Målet är att minska behovet av fjärrvärme och el genom att använda sig av naturen som förnybar energikälla.

2. Vattendom och villkor för drift av akviferlagret

Swedavia, tidigare Luftfartsverket, fick av Miljödomstolen genom en dom daterad 2008-08-26 tillstånd att ta ut och infiltrera maximalt 200 L/s grundvatten för kylnings- och uppvärmningsändamål, dock högst 1 440 000 m³/år för kylningsändamål och 1 460 000 m³/år för uppvärmningsändamål. Domen innehöll även tillstånd att bortleda 5 000 m³ vatten per år från åsen och att i nödsituation bortleda 1 125 m³/dygn för Arlandas vattenförsörjning samt att anlägga och bibehålla anläggningar för dessa ändamål.

Swedavia fick nytt tillstånd av Mark- och miljödomstolen i en dom daterad 2013-11-27. I denna dom har bl a mängden vatten som får hanteras i akviferlagret ökats. Swedavia har enligt den nya domen tillstånd att bortleda 2 500 000 m³ grundvatten per år från värmebrunnarna och 2 500 000 m³ grundvatten per år från kylbrunnarna, dock högst 720 m³/timme d.v.s. i genomsnitt 200 L/s.

Det nya tillståndet är i likhet med tidigare tillstånd 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.



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 kylningsändamål 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 sjövatten 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 de punkter som anges i 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 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb0604	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb0607	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb0609	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb0614	Diver + Baro	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb1001	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb1006	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
VP3 (ref)	Diver	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
Rb8611 (ref)	Diver + Baro	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis
110919E (ref)	Diver	2–6 ggr/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 de mätpunkter som anges i 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	6 ggr/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, se tabell 3.

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 akviferen” 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.

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 nivågivare (modell Diver) och mätöverfall (vränna).

Mätpunkten har beteckning Dike1 (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. (RH00). 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

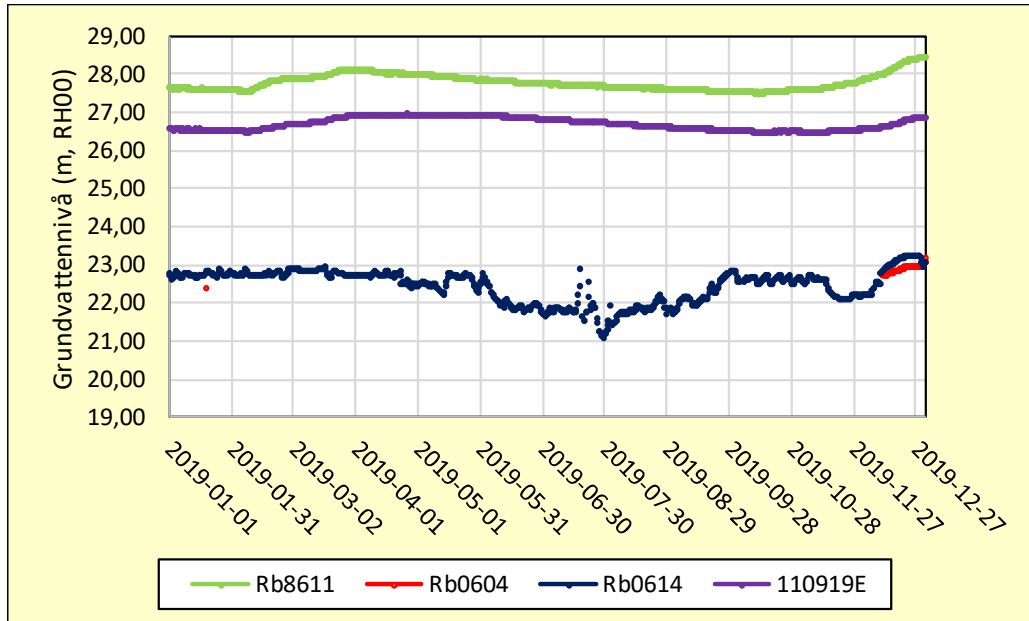
Denna miljörapport omfattar en sammanställning av de kontroller som ska göras enligt kontrollprogrammet i "Rutin Egenkontroll Akvifären", 2016-06-22, och ska ingå som del i en årlig "**Grundvattenrapport**".

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). (Databortfall för Rb0604 fram till 2019-12-10.)

Tidsserier för grundvattennivåerna under 2019 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 3,37 m (under 2018 5,36 m). Det ska dock noteras att data för B saknas för perioden 2019-01-11 till 2019-07-11.

Kontroll mot angivna nivåer

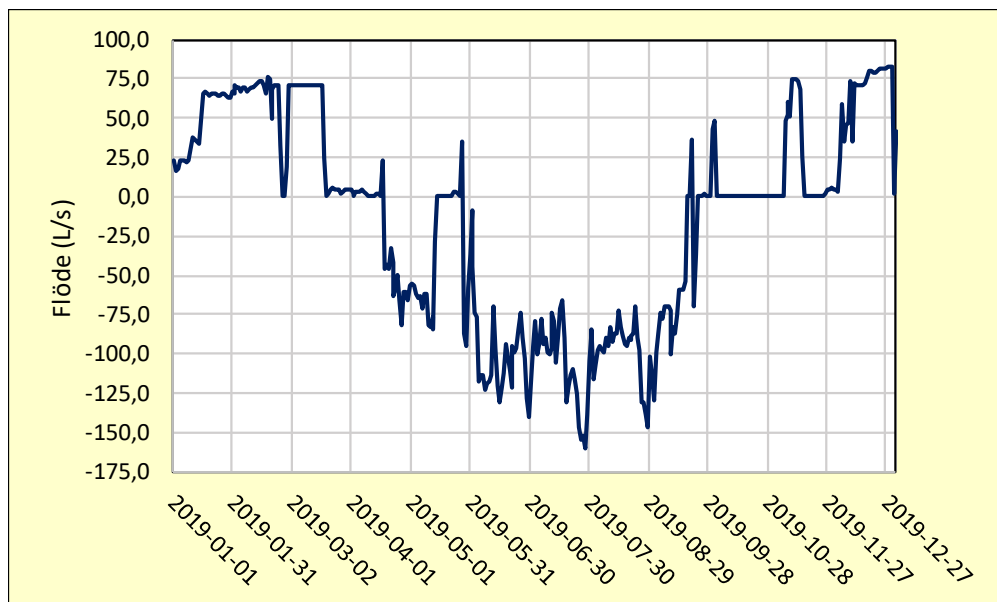
Enligt Miljödomstolens dom skall ska verksamheten bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad sökande har angivit. I ansökan finns beräknade förändringar av nivåerna i akviferlagret för vinterdrift och sommar drift angivet. De angivna värdena återges i bilaga 10 och bilaga 11 till ansökans MKB (D-LFV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

De registrerade och faktiska förändringarna av grundvattennivåerna under 2019 är mindre än vad som angavs i ansökan (maximalt ca 6 m). Grundvattennivåerna i akviferens mätpunkter har under 2019 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 infiltrationsmängder

I Figur 3 redovisas totalt uttag och infiltration i akviferlagret under 2019. Sommardriftfallet, d.v.s. med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden. Sommardriften inleddes i mitten av april och pågick till i slutet av september, men under senare delen av maj var uttagen små. Vinterdriften pågick från januari och fram till mitten av april, men från mitten av mars var uttagen mycket små. I början av oktober gjordes ett kortare uttag för vinterdrift, liksom under 10 dagar i början av november. Den mer kontinuerliga vinterdriften startade i början av december.



Figur 3. Totalt uttag och infiltration i akviferlagret under 2019. Sommardriftfallet, dvs med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden.

Medelflödet oberoende av riktning var under 2019 54,6 L/s (under 2018 59,7 L/s). Det högsta uppmätta timflödet var 181 L/s (27 juli, kl 10-11) (under 2018 185 L/s). Maxdygnsflödet under sommardrift (för kylningsändamål) var 160 L/s och under vinterdrift (för uppvärmningsändamål) 83 L/s (under 2018 179 respektive 91 L/s). Den totalt uttagna

mängden för kylningsändamål var 1 093 269 m³ (under 2018 1 269 218 m³) och för uppvärmningsändamål 627 605 m³ (under 2018 614 333 m³).

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

Under 2019 togs under sommardriften för kylningsändamål ut en energimängd motsvarande 9,6 GWh och under vinterdriften för uppvärmningsändamål 5,3 GWh. Motsvarande siffror för 2018 var 13,7 respektive 4,3 GWh.

Kontroll mot villkor i Miljödomstolens dom

Det maximalt tillåtliga årliga uttaget för kylningsändamål är enligt vattendomen 2 500 000 m³ och för uppvärmningsändamål lika mycket. Uttaget för kylningsändamål var under 2019 således 44 % av det maximalt tillåtna uttaget medan uttaget för uppvärmningsändamål uppgick till 25 % 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

Under hösten 2019 installerades en andra värmeväxlare (VVX2) i systemet. Denna värmeväxlare ska förses med en flödesmätare som kopplas till övervakningssystemet i likhet med utrustningen för VVX1. VVX2 togs i drift i september och fram till idag (2020-02-12) har 1 191 820 m³ gått genom växlaren. En uppskattning är att ca 833 385 m³ vatten gick genom växlare 2019. Genom VVX1 gick 833 780 m³ vatten.

Den totala vattenvolymen som togs från Halmsjön under 2019 för produktion av kyla och värme har detta år beräknats till 1 700 165 m³. Uttagna vattenvolymer från år 2013 och framåt framgår av nedanstående tabell.

År	Vattenvolym
2010	...425 000 m ³
2011	567 000 m ³
2012	...740 000 m ³
2013	719 319 m ³
2014	719 406 m ³
2015	700 123 m ³
2016	938 929 m ³
2017	1 023 698 m ³
2018	991 857 m ³
2019	1 700 165 m ³

Största uttag per timma under 2019 har inte kunnat utläsas ur loggade värde. Installerad pumpkapacitet är dock 900 m³/h.

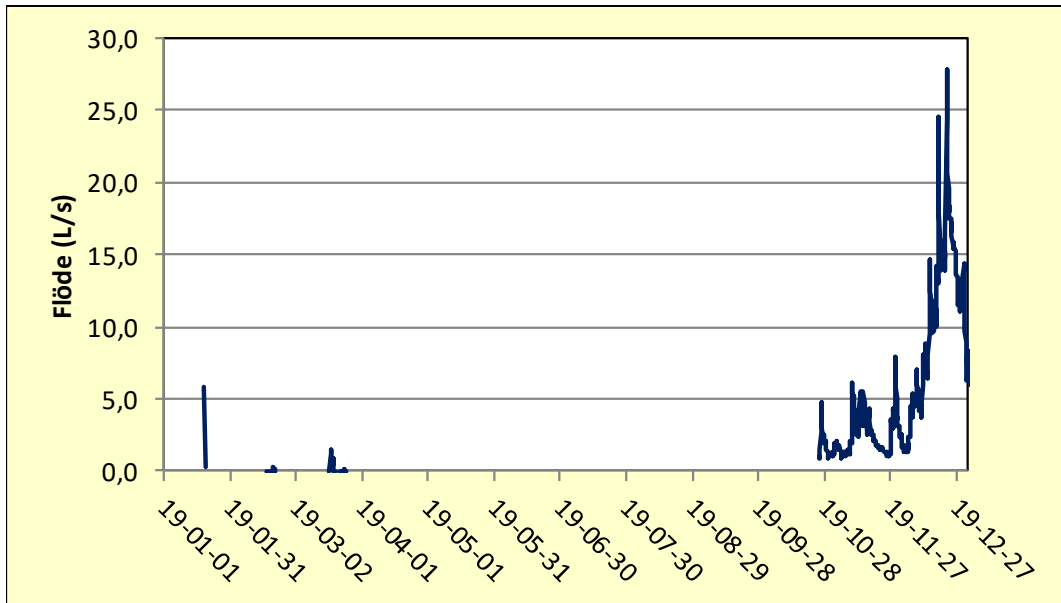
Kontroll mot villkor i Miljödomstolens dom

Enligt tillstånd är uttaget begränsat till 4 500 000 m³. Uttaget på 1 700 165 m³ har således inte överskridits tillståndsgiven mängd.

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.



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

Mindre flöden uppmättes under drygt 10-talet dagar från årets början fram till 2019-03-24 mars. Därefter uppmättes inget flöde förrän den 2019-10-25 oktober. Det högsta flödet som uppmättes den 2019-12-22 december och uppgick till 27,8 L/s.

Sedan vintern 2012/2013 utförs pumpning vintertid i en brunn (PB1) för att förhindra grundvattenutströmning från åsen mot öster. Uppumpat vatten avleds till Halmsjön omedelbart väster om brunnen där det släpps 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.

I Bilaga 3 redovisas flödena i mätpunkten i bäcken 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 i slutet av 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 21 februari och 19 september 2019. När provtagningen skedde i februari rådde det vinterdrift d.v.s. provtagningen skedde från de varma brunnarna. Provtagningen i september skedde under sommar drift, d.v.s. provtagning från de kalla brunnarna.

Under föregående driftår, dvs 2018, togs prov den 2 februari och den 1 november, se Tabell 4.

Tabell 4. Analysresultat av vattenprover tagna vid kylcentralen den 21 februari 2019 (vinterdrift) och 19 september 2019 (sommar drift). I tabellen nedan redovisas även förra årets analysresultat som togs dels den 2 februari 2018 (troligtvis sommar drift) och 1 november 2018 (mellan sommar- och vinterdrift). Förra årets resultat redovisas till höger om årets analysresultat.

Parameter	Kylcentralen 2019-02-21		Kylcentralen 2019-09-19		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2019	2018	2019	2018		
Alkalinitet	250	280	240	290	240	mg/L
Aluminium	<0,03	0,09	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	<0,02		0,11		<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	<0,01	<0,01	0,087	9,8		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	2,0	1,3	1,9	5,8	0,80	mg/L
Fluorid	0,29	0,26	0,29	0,28	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05		mg/L
Färgtal	<5	<5	5	25	8	mg Pt/L
Järn	<0,05	0,13	<0,05	10	0,025	mg/L
Kalcium	99	110	89	77	75,4	mg/L
Kalium	6,2	5,7	7,7	8,9	2,96	mg/L
Klorid	26	22	29	26	49	mg/L
Konduktivitet	59,7	67,3	56,1	53,8	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	0,11	0,05	0,02	0,017	mg/L
Magnesium	9,1	10	8,5	9,4	5,98	mg/L
Mangan	<0,02	0,03	0,03	4,6	0,004	mg/L
Natrium	21	22	24	23	18,9	mg/L
Nitrat	<0,3		<0,03		4,5	mg/L
Nitratkväve	0,04	0,34	0,06	<0,01		mg/L
Nitratnitritkväve	0,043	0,34	0,073	<0,01		mg/L
Nitrit	<0,004		0,029		<0,01	mg/L
Nitritkväve	0,0012	<0,001	0,0088	<0,001		mg/L
pH	7,3	7,5	7,7	8,0	7,1	
Sulfat	73	81	54	16	18	mg/L
Totalhårdhet	16	18	14	13	11,9	dH°
Turbiditet	0,23	0,87	0,20	30	3,0	FNU

Vattenprovet från kylcentralen uppvisar en hög kvalitet. Det är ingen större skillnad i analysresultaten som är tagna i februari 2019 jämfört med de prover som togs 2018 (eller 2017, 2016, 2015, 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

och magnesium. Provet som togs den 1 november föregående år (2018) avvek från tidigare prover genom att det har hög grumlighet och färg samt högt innehåll av organiskt material, järn och mangan. Provet bedömdes inte vara karakteristiskt för det naturliga grundvattnet utan kan ha blivit ett resultat på grund av att det togs mellan sommar- och vinter-drift och inte i slutet av en driftperiod. Det prov som togs den 19 september 2019 liknar tidigare prover i likhet med provet som togs i början av året 2019 (februari 2019). Det kan noteras att kloridhalten lägre i vattnet från kylcentralen lägre än i referensprovet.

Vattenanalyser från Rb0604

Vattenprover uttogs 2019 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 21 februari 2019 (vinterdrift) och den 4 oktober 2019 (provet togs vid en kortare period av vinterdrift, den första vinterdriften som gjordes efter sommardriften). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2018 (2 februari respektive 1 november).

Parameter	Rb0604 2019-02-21		Rb0604 2018-10-04		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2019	2018	2019	2018		
Alkalinitet	17	72	230	27	240	mg/L
Aluminium	<0,03	0,08	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	0,14		<0,13		<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	0,11	<0,05	<0,01	0,22		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	0,50	1,1	1,0	0,93	0,80	mg/L
Fluorid	0,16	0,15	0,28	0,19	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	20	5	15	<5	8	mg Pt/L
Järn	9,8	18	12	6,2	0,025	mg/L
Kalcium	44	42	85	38	75,4	mg/L
Kalium	<2	2,4	6,2	<2	2,96	mg/L
Klorid	93	57	34	73	49	mg/L
Konduktivitet	34,8	32,3	56,3	27,5	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	2,2	4,4	8,1	2,9	5,98	mg/L
Mangan	0,36	0,42	0,27	0,26	0,004	mg/L
Natrium	7,2	13	23	9,1	18,9	mg/L
Nitrat	<0,3		<0,3		4,5	mg/L
Nitratkväve	<0,001	<0,05	<0,01	0,03		mg/L
Nitratnitritkväve	<0,01	<0,05	<0,01	0,025		mg/L
Nitrit	<0,004		<0,004		<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		mg/L
pH	6,6	7,0	7,6	7,1	7,1	
Sulfat	<1	1,2	46	<1	18	mg/L
Totalhårdhet	6,6	6,8	14	5,9	11,9	dH°
Turbiditet	130	400	170	120	3,0	FNU

Vattenanalyser från Rb 0614

Tabell 6. Analysresultat av vattenprover tagna ur Rb0614 den 21 februari 2019 (vinterdrift) och den 4 november (troligtvis sommarkraft). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2018 (2 februari respektive 1 november).

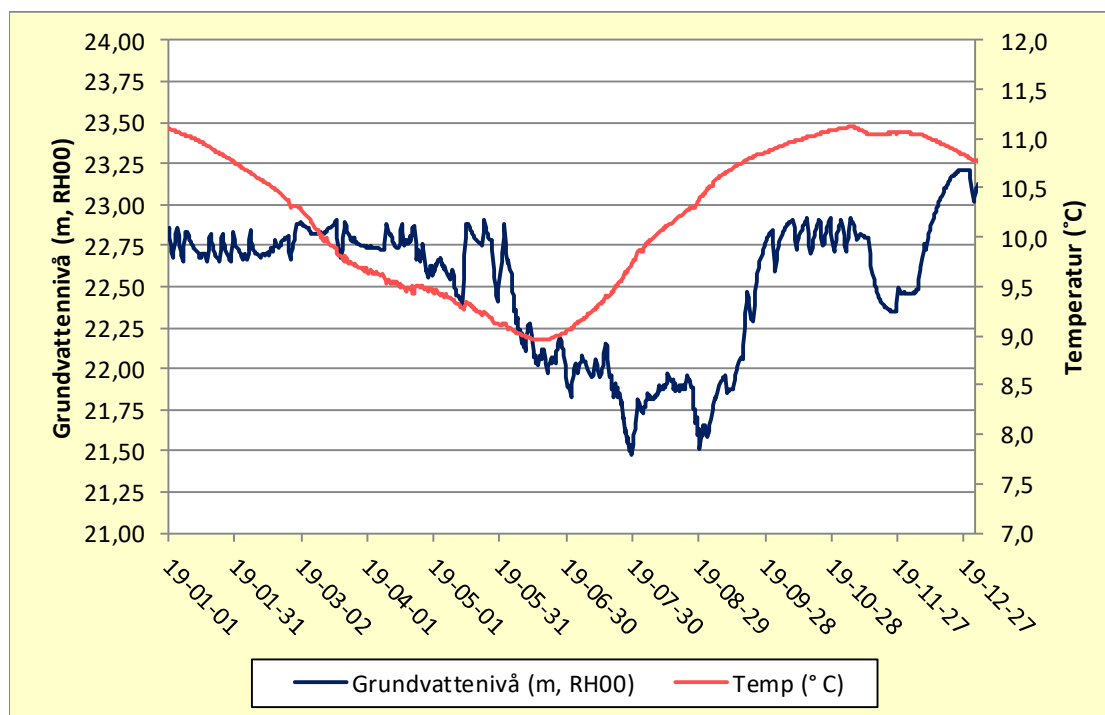
Parameter	Rb0614 2019-02-21		Rb0614 2019-10-04		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2019	2018	2019	2018		
Alkalinitet	44	57	220	48	240	mg/L
Aluminium	<0,003	0,05	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	<0,02		<0,02		<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	<0,01	<0,01	<0,01	0,011		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	0,53	<1	<0,5	1,1	0,80	mg/L
Fluorid	0,11	0,089	0,22	0,10	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	<5	<5	5	<5	8	mg Pt/L
Järn	1,4	2,7	5,9	12	0,025	mg/L
Kalcium	4,4	6,5	72	5,4	75,4	mg/L
Kalium	4,5	5,2	5,6	4,7	2,96	mg/L
Klorid	29	26	31	27	49	mg/L
Konduktivitet	16,9	19,5	50,2	15,8	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	4,3	5,3	11	4,6	5,98	mg/L
Mangan	0,02	0,04	0,32	0,10	0,004	mg/L
Natrium	19	21	23	20	18,9	mg/L
Nitrat	<0,3		<0,3		4,5	mg/L
Nitratkväve	<0,01	<0,01	0,03	0,03		mg/L
Nitratnitritkväve	<0,01	<0,01	0,070	0,033		mg/L
Nitrit	<0,004		0,13		<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,001	0,040	<0,001		mg/L
pH	9,7	9,3	7,7	9,2	7,1	
Sulfat	<1	<1	45	1,1	18	mg/L
Totalhårdhet	1,6	2,1	13	1,8	11,9	dH°
Turbiditet	21	33	80	51	3,0	FNU

Analysresultaten från provet 2019-02-21 uppvisar stora likheter med tidigare prover och även i jämförelse med referensprovet. Vattenkvaliteten är generellt sett hög. De förändringar man kan se i dessa prover i jämförelse med tidigare år är att kalcium, magnesium och totalhårdheten är något lägre, pH är högre men i övrigt har inte analysresultaten ändrats mellan år 2019 och tidigare år. Provet som togs 2019-10-04 avviker dock något. Kalciumhalten och den totala hårdheten liknar mer referensprovets värden. Magnesiumhalten är högre än både i referensprovet och i de övriga proverna.

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 grumlighet (turbiditet) och järn är något högre. Vattnen har tidigare varit något hårdare men i år är hårdheten avsevärt lägre förutom i provet från Rb0614 som togs den 4 oktober 2019. En parameter som är lägre i observationsrören än i referensprovet är klorid.

10. Utströmning österut

För att undvika utströmning österut mot Sigridsholmssjön ska, som nämnts ovan, grundvattennivån vid Rb1001 inte överstiga +23,10 m. Av Figur 5 framgår att nivåstyrningen av pumpningen i PB1 under 2019 fungerat som avsett, med undantag av 11 dygn under december, och nivån i Rb1001 hållits väl under +23,10 m. Som högst var nivån i Rb1001 drygt +23,21 m i december vilket motsvarar ett utläckage av ca 7,5 L/s. Totalt var utläckaget under 2019 ca 6 000 m³.



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.

Skogsstyrelsen inventerar bl. a. hur kronutglesningen och hur markvegetationen (mossor och kärlväxter) förändras. Förändringar i markvegetationen studeras på samma ytor (yta 82 och yta 83) varje gång

I Skogsstyrelsens utlåtanden från våren/försommaren 2019 (nr 18, juni 2019) konstateras att antalet döda träd mellan ytorna fortsätter att öka. Antalet stormfällda träd har inte ökat sedan hösten 2018 men att det däremot finns gott om granar som är angripna av granbarkborre. Vidare konstateras att i de gamla körvägarna finns det däremot gott om återväxt av gran.

På de båda kontrollytorna konstateras att mossorna har dragits tillbaka och minskat. Kärlväxterna förändringar beror troligtvis på årstidsväxlingar men får viss konkurrens p. g. a. gran och gräs som täcker stor del av ytan.

Vid inventeringstillfället konstateras att det är fortsatt mycket torrare än vid tidigare besök.

Det kan påpekas i detta sammanhang att det är somrardrift som råder vid inventeringstillfället och pumpning sker från de ”kalla” brunnarna och det sker därför inget utläckage i detta område.

I Skogsstyrelsens senaste utlåtande från hösten 2019 (nr 19, november 2019) redovisas hur kronutglesningarna har utvecklats och det konstateras att ett antal träd trots stora skador av granbarkborren lever fortfarande men att i de gamla körvägarna finns det däremot gott om återväxt av gran.

Det konstateras i utlåtandet att det är fuktigt och blött i markerna och mer vatten än vid den senaste kontrollen. Dock är det fortsatt mycket torrare än vid tidigare besök.

Det kan här vara lämpligt att nämna att det råder vinterdrift vid inventeringstillfället och att vatten infiltreras nära inventeringsområdet. Grundvattennivån hålls dock lägre än +23,10

genom pumpning till Halmsjön. Vid en nivå lägre än +23,10 sker ingen eller endast ringa utläckage mot inventeringsområdet.

Den något fuktigare miljön har dock gynnat mossorna medan kärlväxternas förändring troligtvis beror på årstidsvariationer. Några av dem går inte alls att återfinna från kontrollen i juni

13 Kompletterande mätningar och kontroller

Kompletterande grundvattennivåmätningar

Utöver de kontroller som ingår i kontrollprogrammet har ytterligare mätningar och kontroller gjorts under 2019. Grundvattennivåer och -temperaturer har mätts kontinuerligt med Divers © i ytterligare ett tiotal 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.

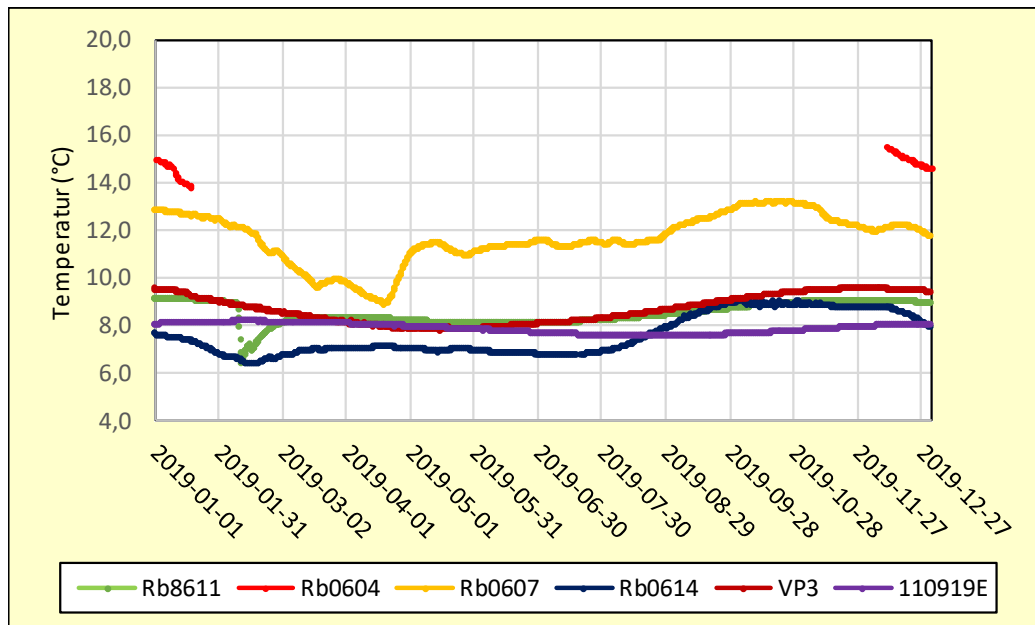
Kontroll av grundvattentemperatur

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).



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.

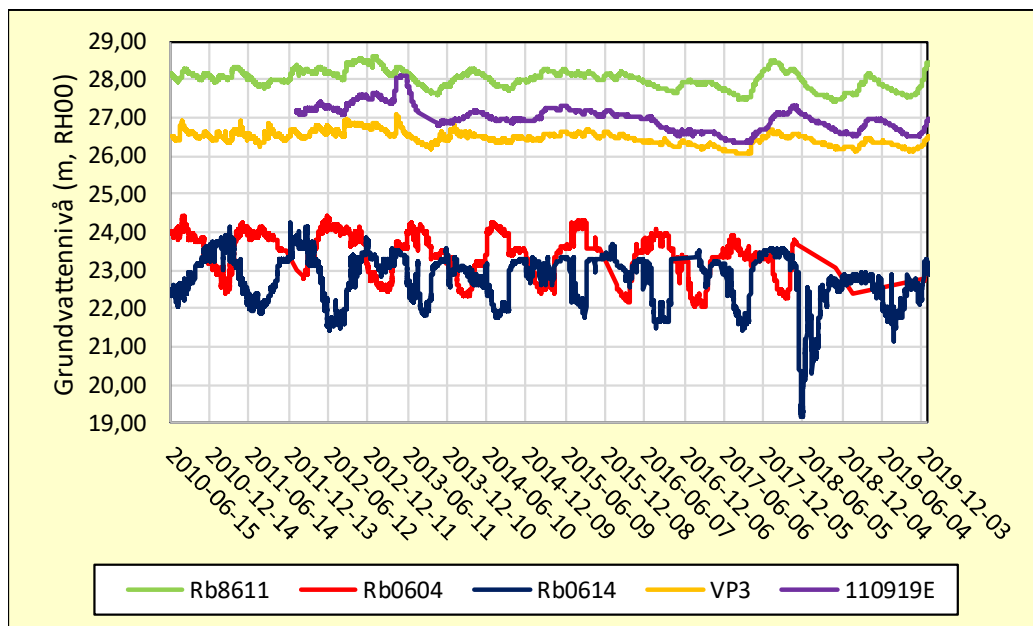
Temperaturerna i de valda referensmätpunkterna varierar mellan ca 7,3 och 9,7 °C.

Grundvattentemperaturen i röret Rb0604, beläget på akviferlagrets ”varma” sida, har endast registrerats under sammanlagt 39 dygn i januari och december, och varierar mellan ca 13,9 och 15,6 °C, medan Rb0614, på akviferlagrets ”kalla” sida varierar mellan ca 6,5 och 9,1 °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 9,0 °C i mitten av april och 13,3 °C i mitten av oktober.

Tidsserier för grundvattentemperaturerna under 2019 i samtliga observationsrör som ingår i egenkontrollprogrammet redovisas i Bilaga 2. I Bilaga 2 redovisas också tidsserier för hela tidsperioden sedan mätningarna påbörjades.

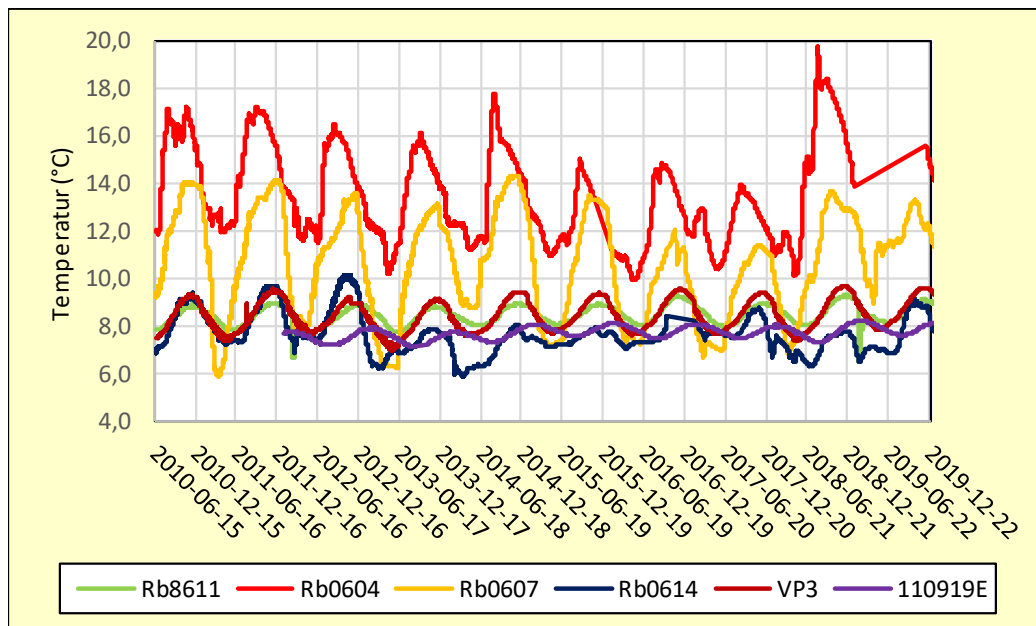
12. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret

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 sommaren och hösten 2018 i östra Sverige, men inte lika låga som sommaren och början av hösten 2017. Detta gäller också i referenspunkterna norr och söder om akviferlagret, se Figur 7. Den ovanligt varma sommaren och hösten 2018 medförde stora uttag i de ”kalla brunnarna” vilket resulterade i de lägsta nivåerna som uppmätts sedan akviferlagret togs i drift i den ”kalla” delen av lagret. Nivåerna återhämtade sig snabbt när uttagen för kylningsändamål upphörde. Under våren och hösten 2019 bestäms nivåerna främst av de uttag som görs för att undvika grundvattenutströmning mot öster. De lägsta nivåerna på den kalla sidan är ca 2 m högre än under 2018. 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.



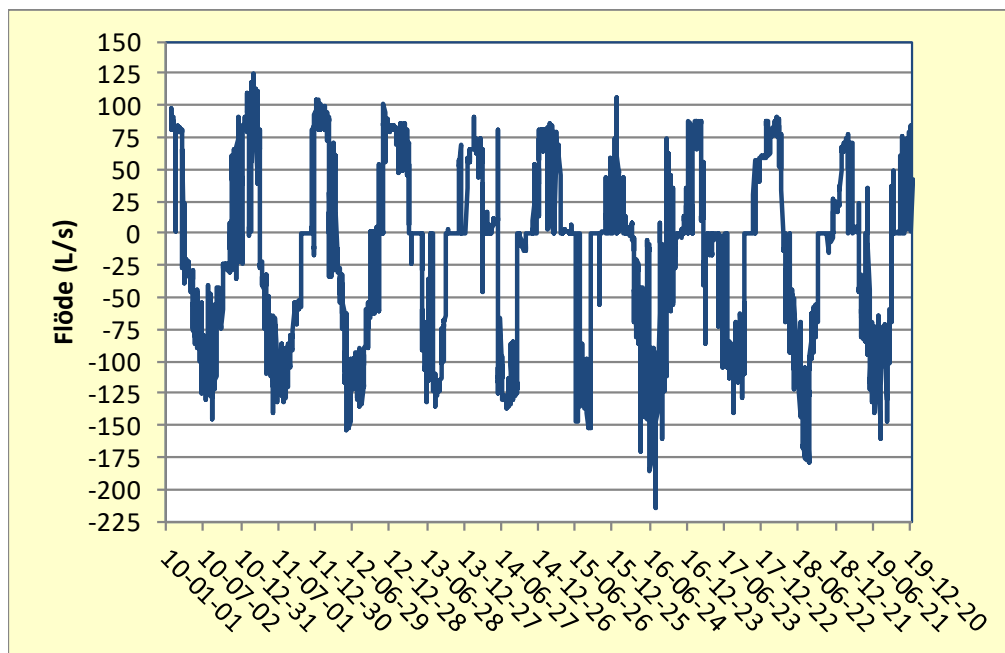
Figur 7. Grundvattennivåer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 resp. och VP3 och 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) under hela perioden sedan de kontinuerliga mätningarna påbörjades.

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 iakttagas, varken på den ”varma” eller ”kalla” sidan. Under 2018 laddades emellertid den varma sidan, representerad av Rb0604 i Figur 8, till den högsta temperaturen sedan akviferlagret togs i drift. Under 2019 medför databortfall i Rb0604 att ingen direkt jämförelse kan göras med 2018, men den 10 december var temperaturen 0,5 °C lägre 2019 jämfört med 2018 (15,6 jämfört med 16,1°C).



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. Sommar driftfallet, 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 8. Under 2019 var uttaget för kylningsändamål knappt dubbelt så stort som uttaget för uppvärmningsändamål.

Tabell 8. Uttag för kylnings- och uppvärmningsändamål från akviferlagret 2010-2019.

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
2017	904 893	592 865
2018	1 269 218	614 333
2019	1 093 269	627 605

Uttagen för kylningsändamål från **Halmsjön** var 2018 ca 1 700 165 m³, d.v.s. högre än tidigare år. Föregående år, 2018 var uttaget ca 991 857 m³ och 2017 var uttaget 1 013 698 m³. År 2016 var uttaget 938 929 m³ och 2015 ca 700 000 m³. Åren 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 kontrollprogrammet som fastställdes 2016. 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 mitten av april till början av november) togs grundvatten från de kalla brunnarna ut för kyländamål, totalt togs ca 9,6 GWh ut (2018 13,7 GWh). Under vinterdriften (från januari till början av april och under december) togs grundvatten från de varma brunnarna ut för uppvärmningsändamål, totalt ca 5,3 GWh ut (2018 4,3 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 2019 användes 1 093 269 m³ grundvatten för kylningsändamål, vilket är något mindre jämfört med år 2018 då det togs ut ca 1 269 218 m³. Året dessförinnan, år 2017, uppgick mängden grundvatten för kylningsändamål ca 904 893 m³. Under 2019 uppgick använd mängd vatten för kyla till ca 44 % av villkorsgiven vattenvolym.

Under 2019 användes drygt 627 605 m³ grundvatten för uppvärmningsändamål, vilket är något mer jämfört med år 2018, då ca 614 333 m³ grundvatten användes, och också något mer

än 2017 då 592 865 m³ togs ut. Uttaget för uppvärmningsändamål under 2019 utgjorde 25 % av den tillståndsgivna volymen.

Under 2019 användes uppskattningsvis ca 3 000 m³ grundvatten för spolning, vilket är av samma storleksordning som år 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 och 2012 då ca 3 000 m³ och år 2011 då omkring 2 500 m³ grundvatten användes för spolning.

Under 2019 bortleddes ca 1 700 165 m³ sjövattnet från Halmsjön för kylningsändamål och efter uppvärmning har motsvarande volym återförts Halmsjön. Detta är mer än föregående år. År 2018 och 2017 togs det ut 991 857 m³ respektive 1 013 698 m³. År 2016 ca 938 929 m³. Åren 2015, 2014, 2013 och 2012 bortleddes ca 700 000 - 740 000 m³ sjövattnet vartdera året. Uttaget 2019 ligger under givet tillstånd, som uppgår till 4 500 000 m³. Största momentana flödet har beräknats till ca 324 m³/h eller ca 90 L/s.

Under 2019 var medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret 54,6 L/s. Året innan, år 2018, uppgick medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret till 59,7 L/s (år 2017 47,5 L/s). Det maximala dygnsflödet under sommar drift 2019 var 160 L/s och under vinter drift 83 L/s, att jämföras med 179 L/s respektive 91 L/s under 2018 (140 respektive 88 L/s under 2017). Högsta uppmätta timflöde var 181 L/s (2018 185 L/s och 2017 350 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 2019 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 2019 var, i likhet med 2018 och 2017, de uppmättanivåvariationen störst i mätpunkt B; 3,37 m respektive 5,36 och 4,47 m. På grund av databortfall 2019-01-11 till 2019-07-11 så har den verkliga nivåvariationen i B under 2019 med stor säkerhet varit större än de registrerade, men mindre än under 2018. 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.

I Skogsstyrelsens senaste utlåtanden från 2019-06-20 och 2019-11-12 konstateras bl. a. att det finns gott om granar som är angripna av granbarkborre. Vid första inventeringstillfället hade antalet döda träd ökat dock inte stormfällade träd och det fanns gott om återväxt i de gamla körvägarna.

Vad gäller moss- och kärlväxt-floran bedöms att mossor hade minskat medan kärlväxternas variationer är naturliga årstidsvariationer.

Skogsområdet där båda provytorna ligger var vid båda inventerings tillfällena relativt torra i jämförelse med tidigare inventerings tillfällen.

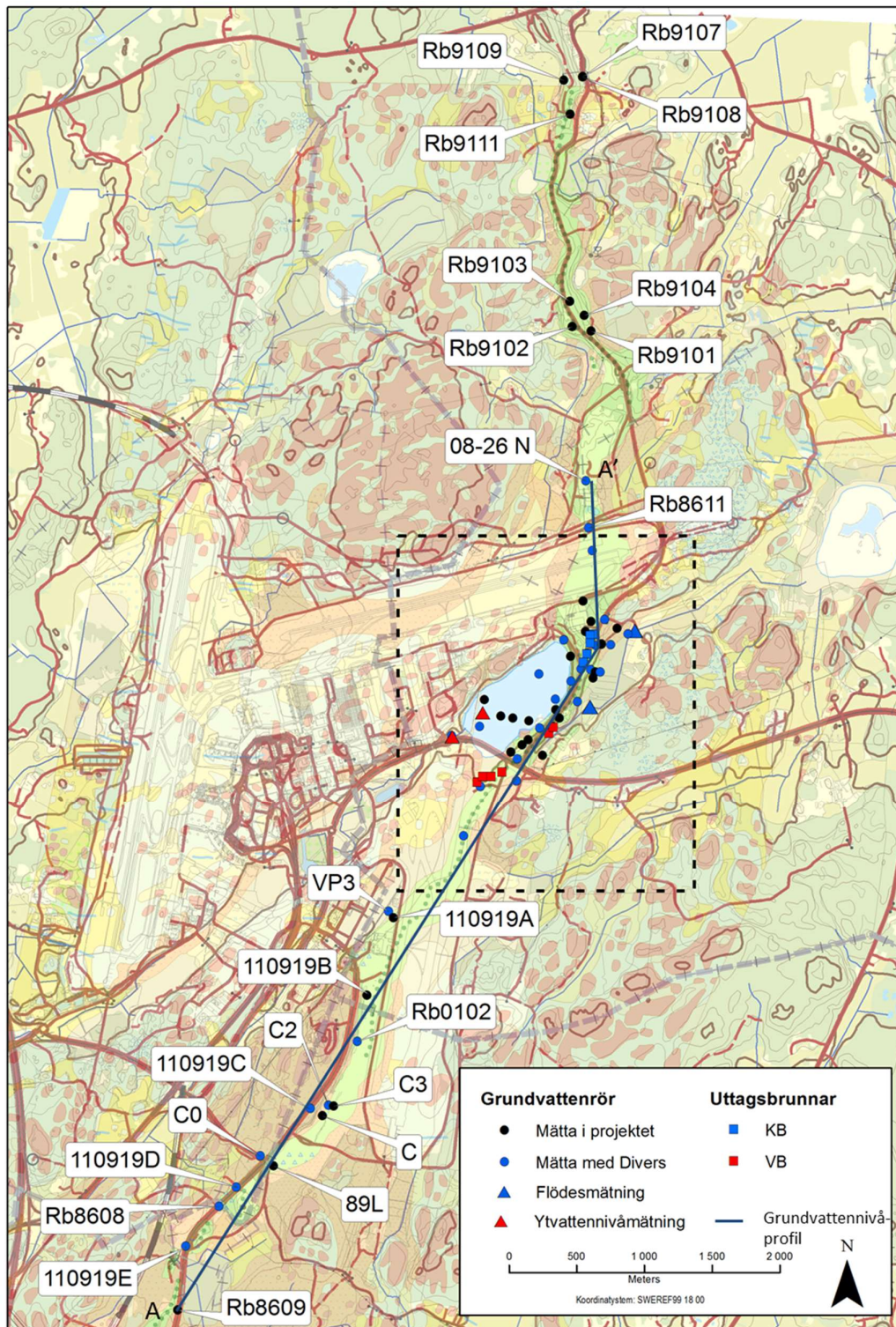
Bilaga 1. Kartor med mätpunkternas geografiska lägen och koordinater

Mätpunkt	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

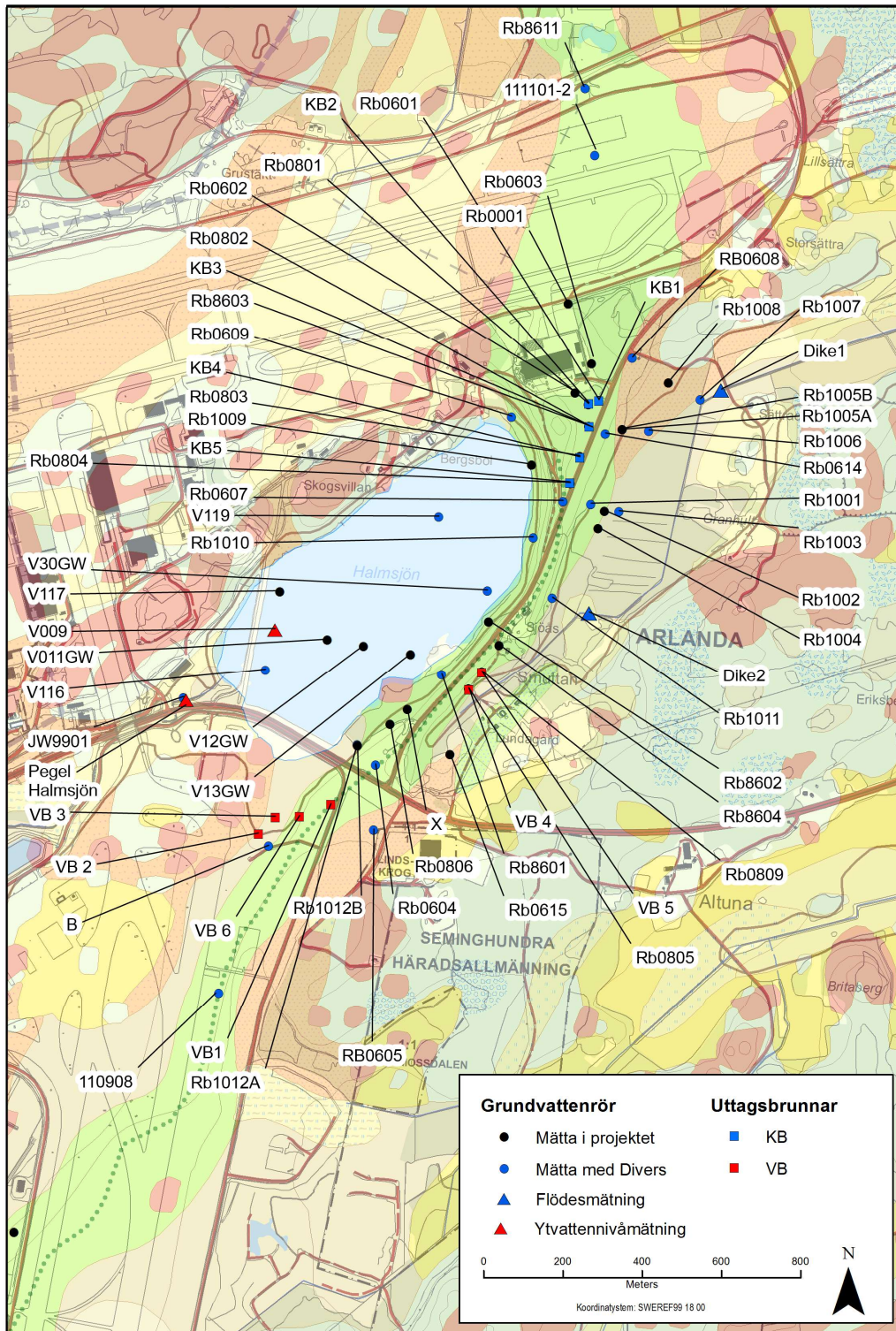
Plankordinater: SWEREF 99 18 00

Höjdsystem:

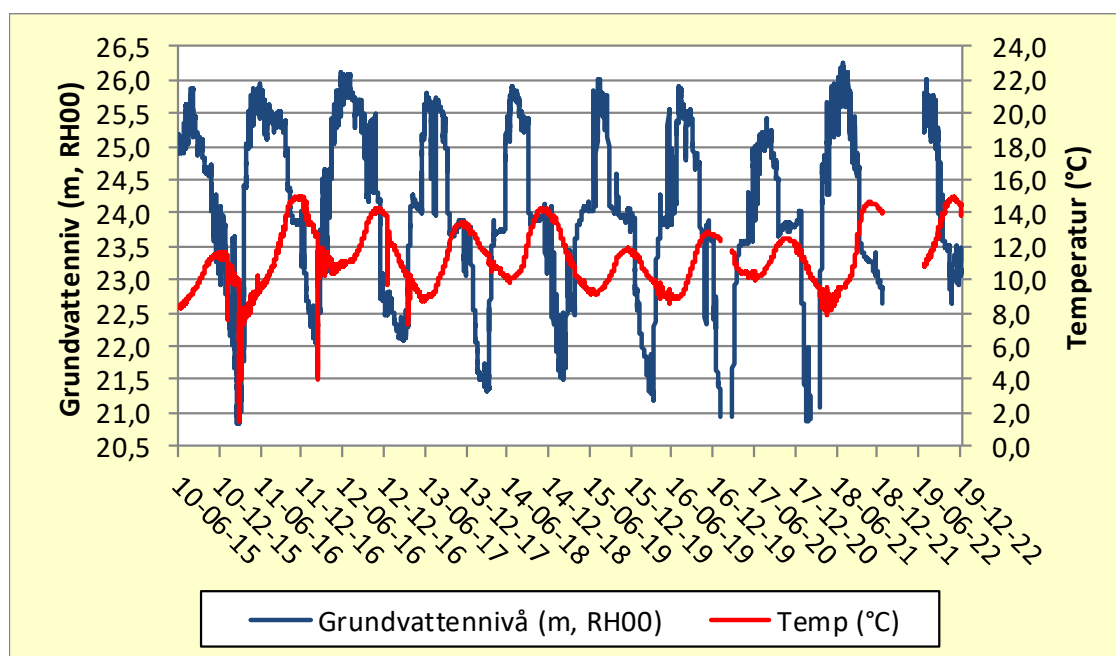
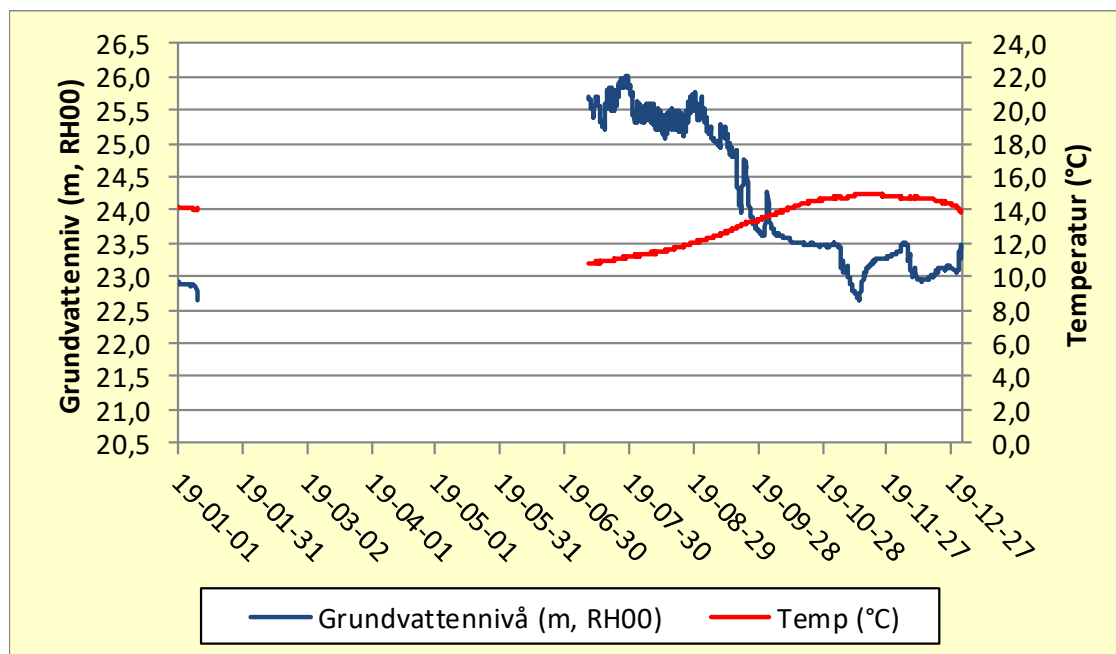
RH00

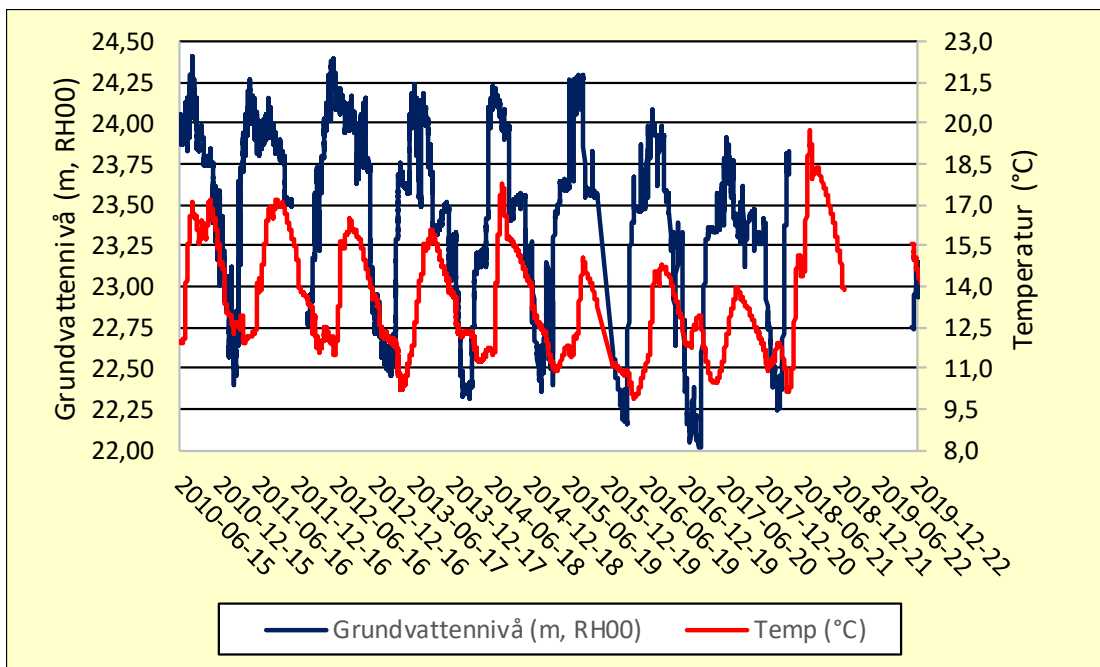
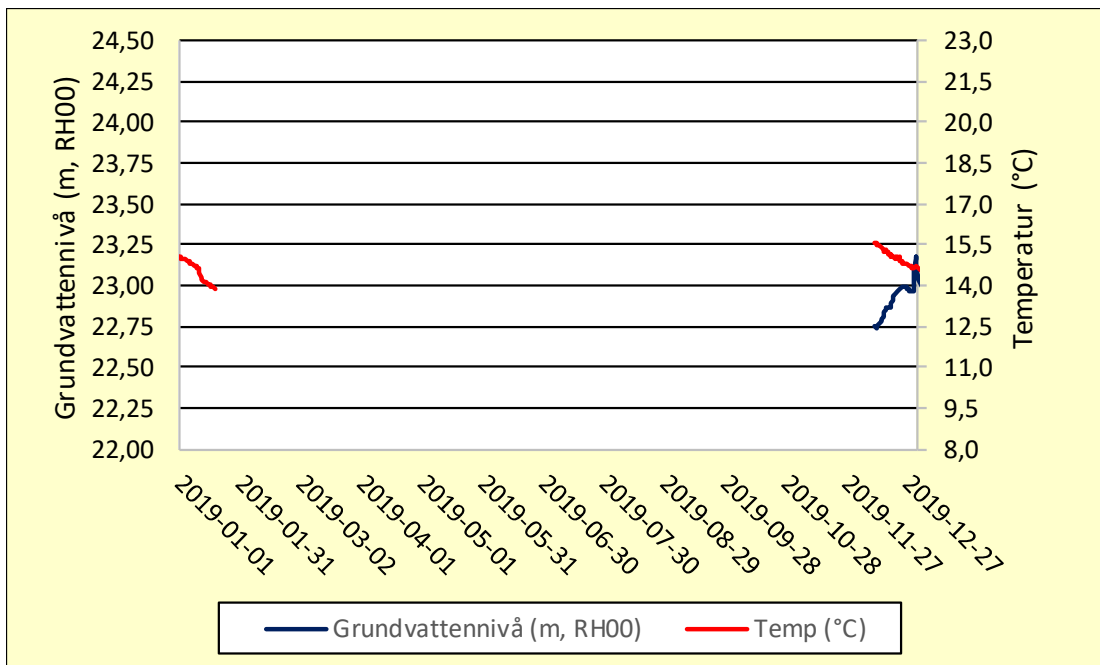


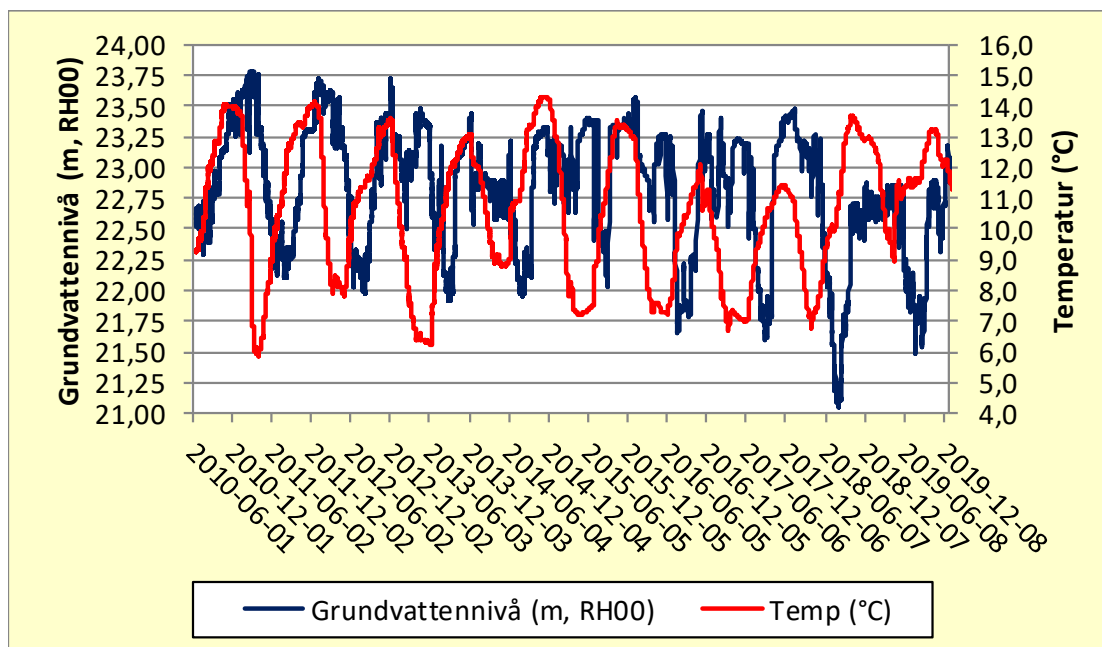
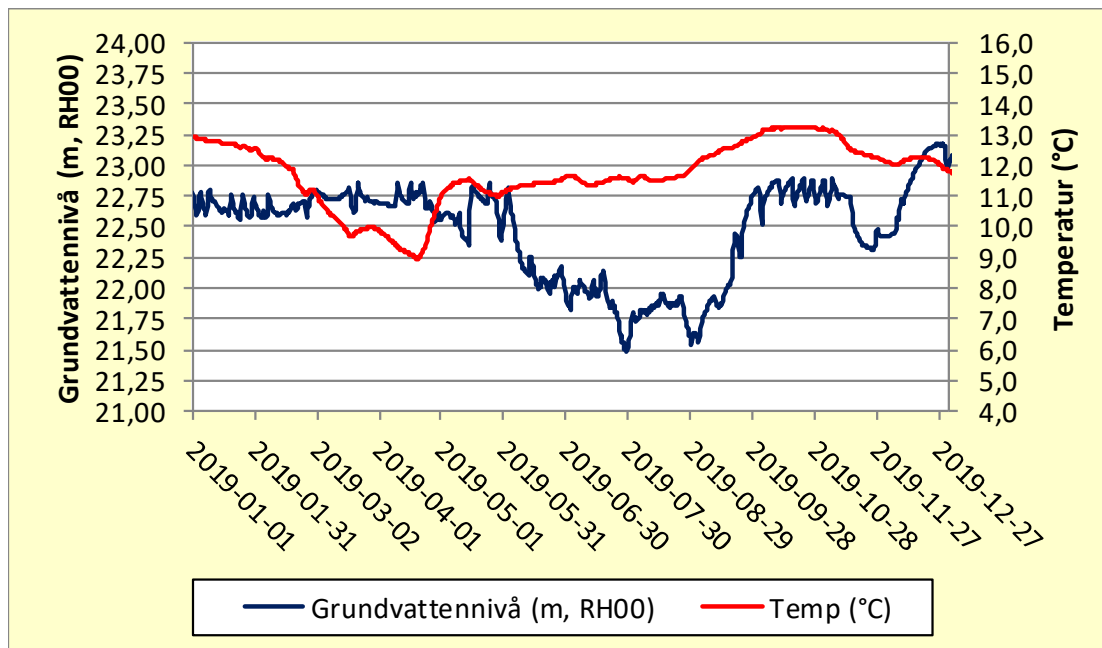
Beteckningarna för punkterna i det centrala området redovisas på särskild karta, se nästa sida.

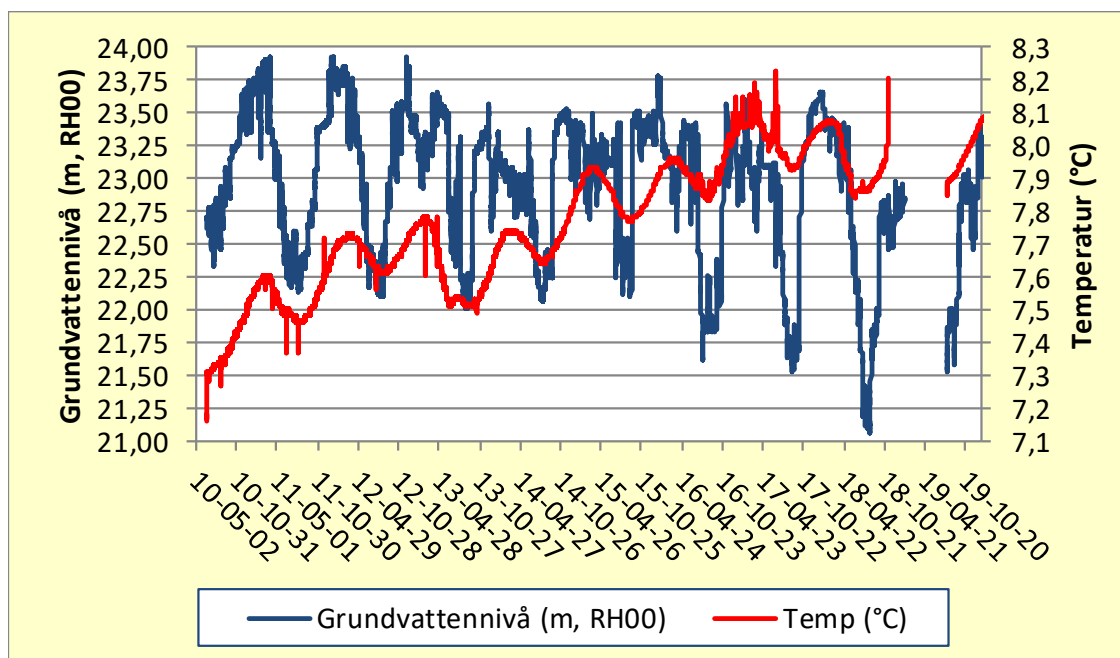
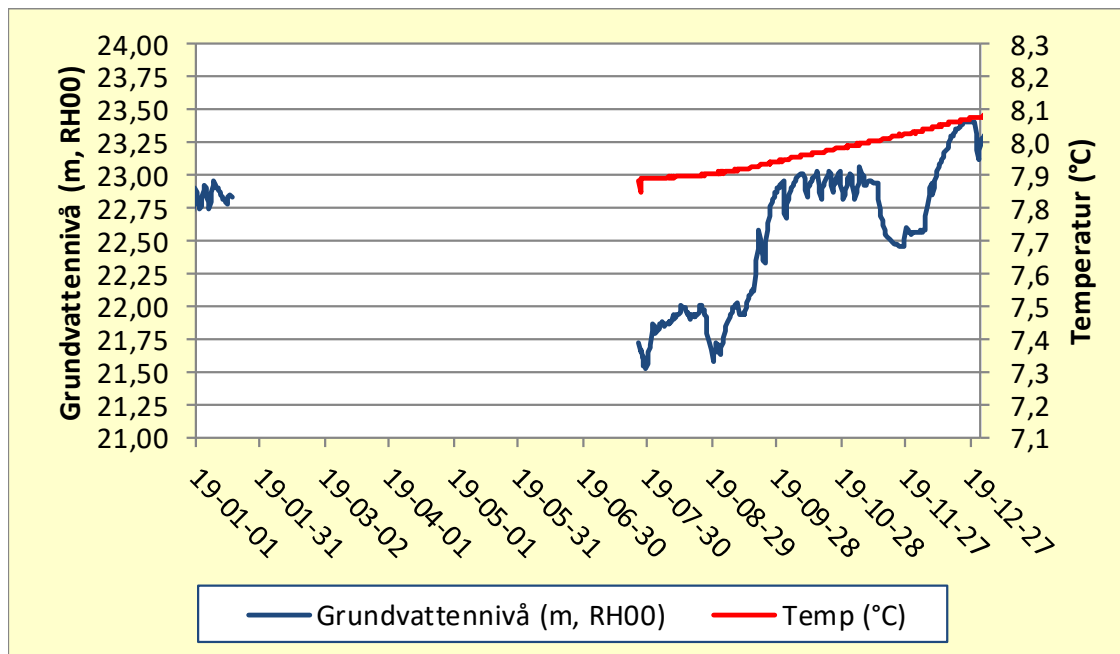


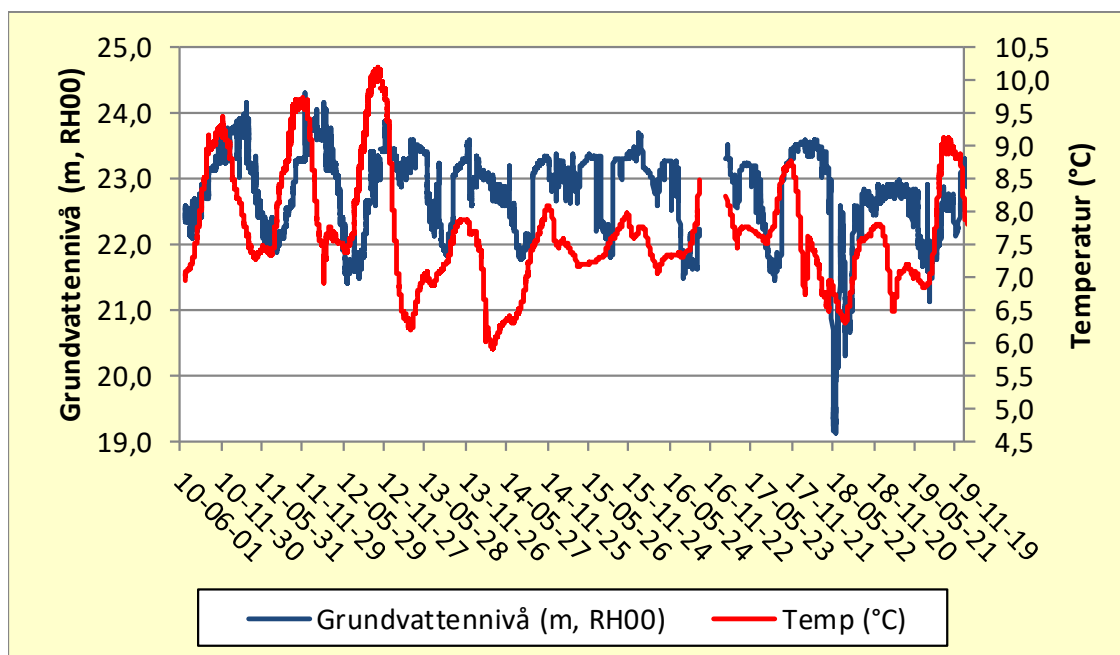
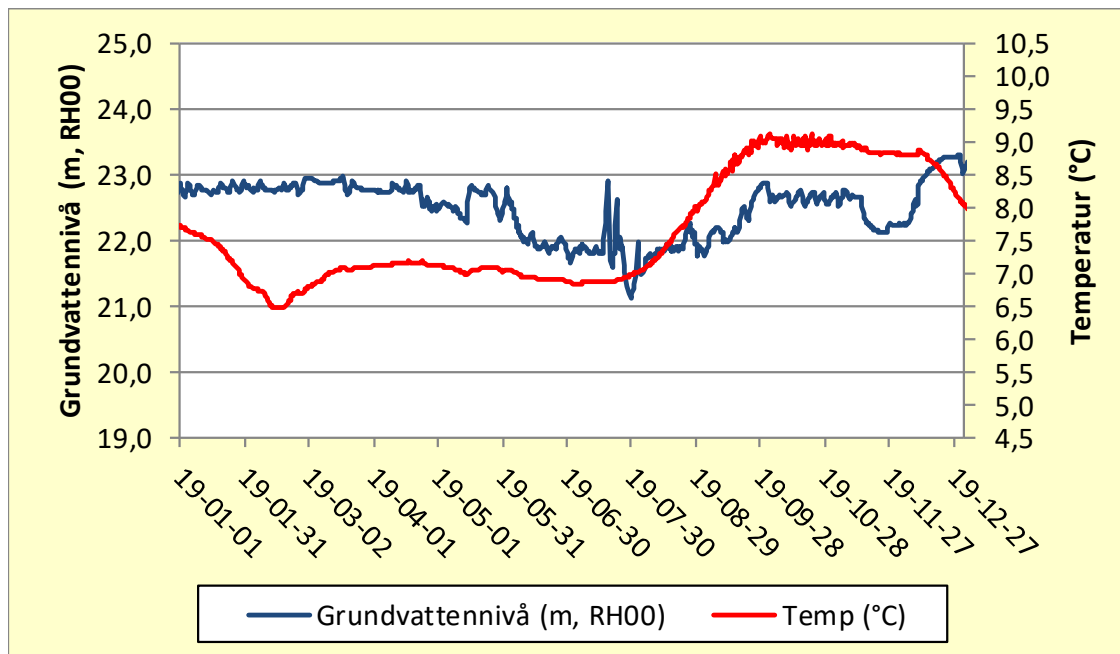
Bilaga 2. Tidsserier för grundvattennivåer och -temperaturer

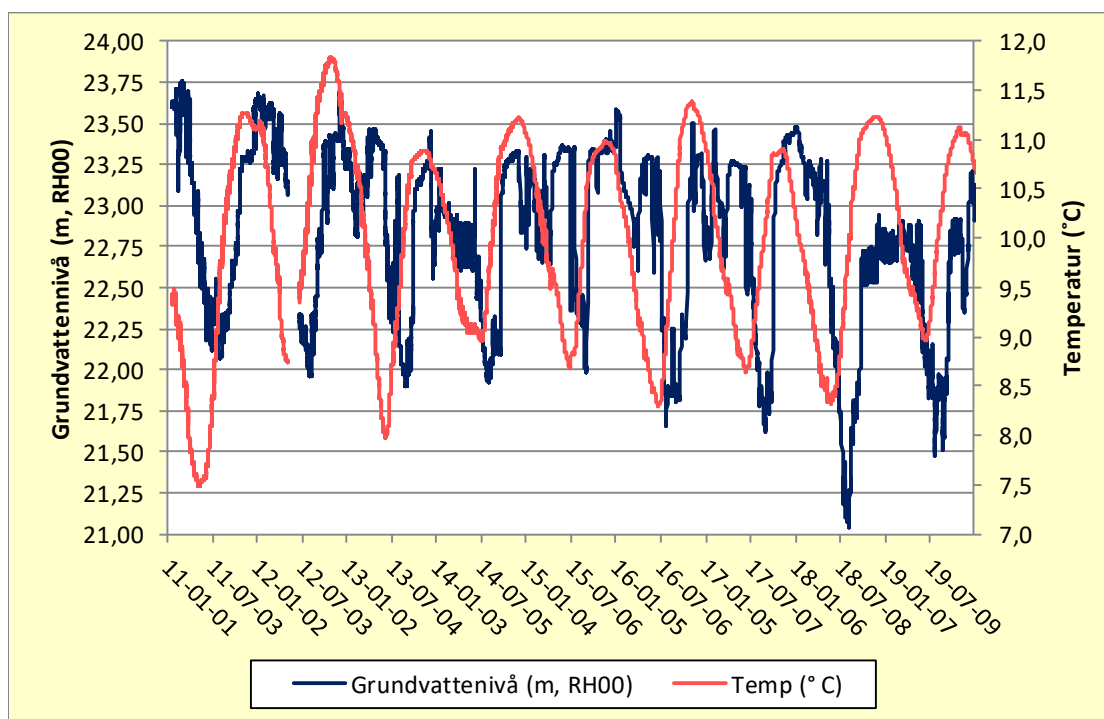
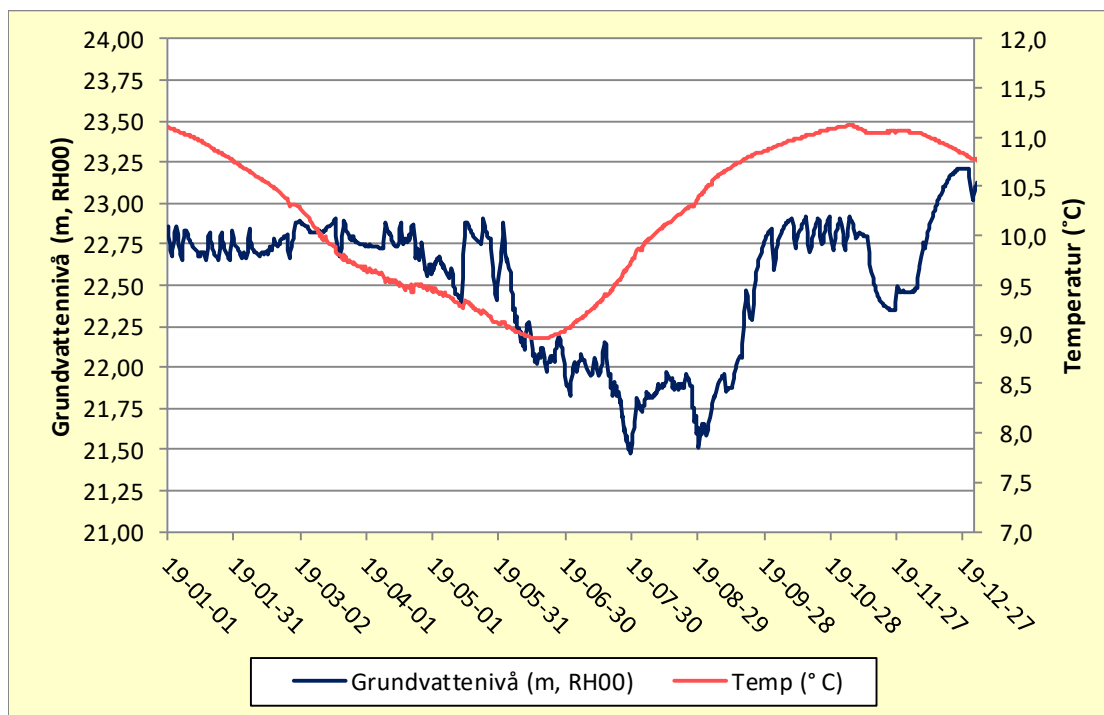
B

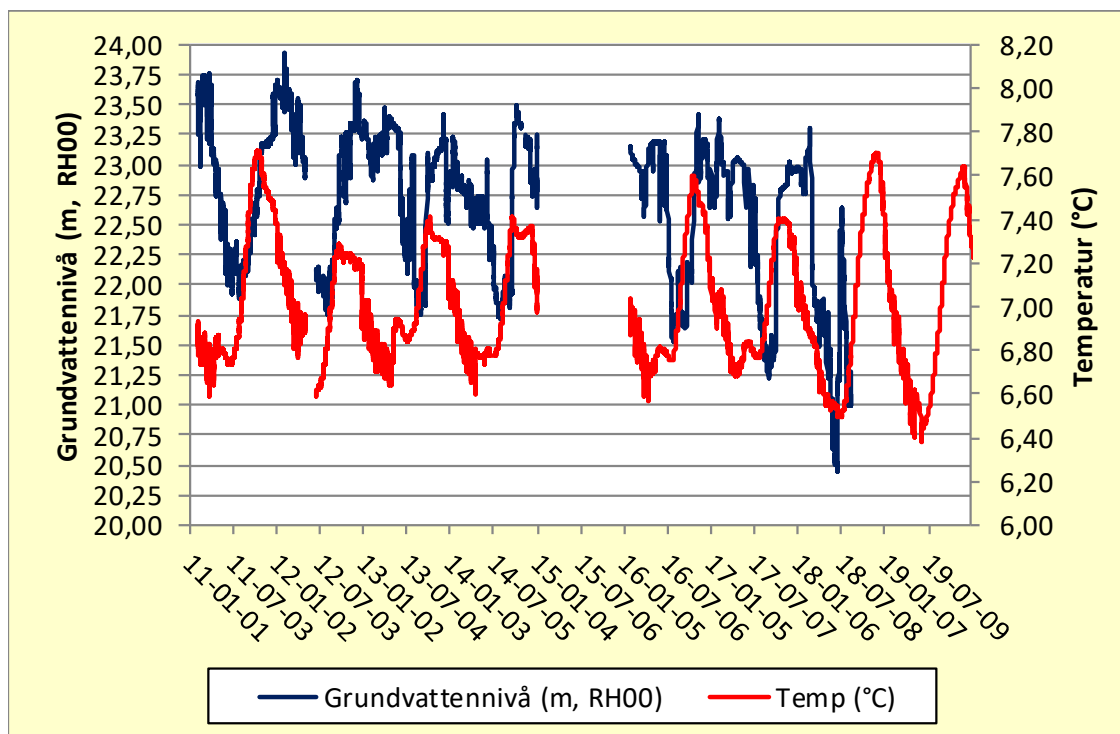
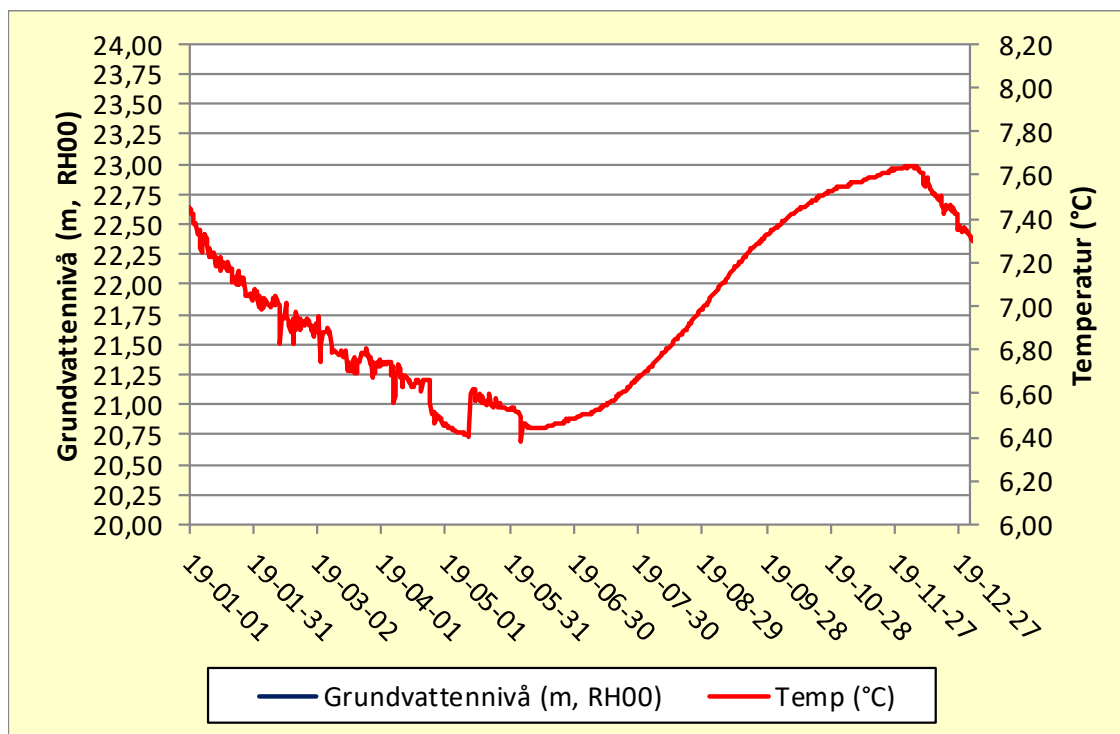
Rb0604

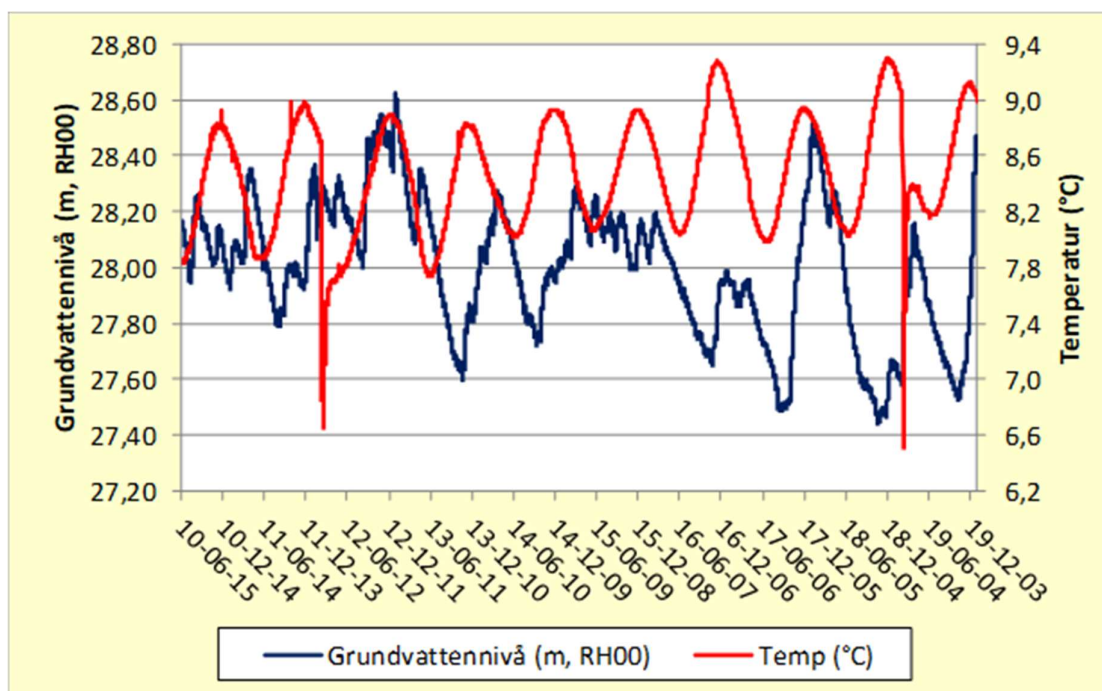
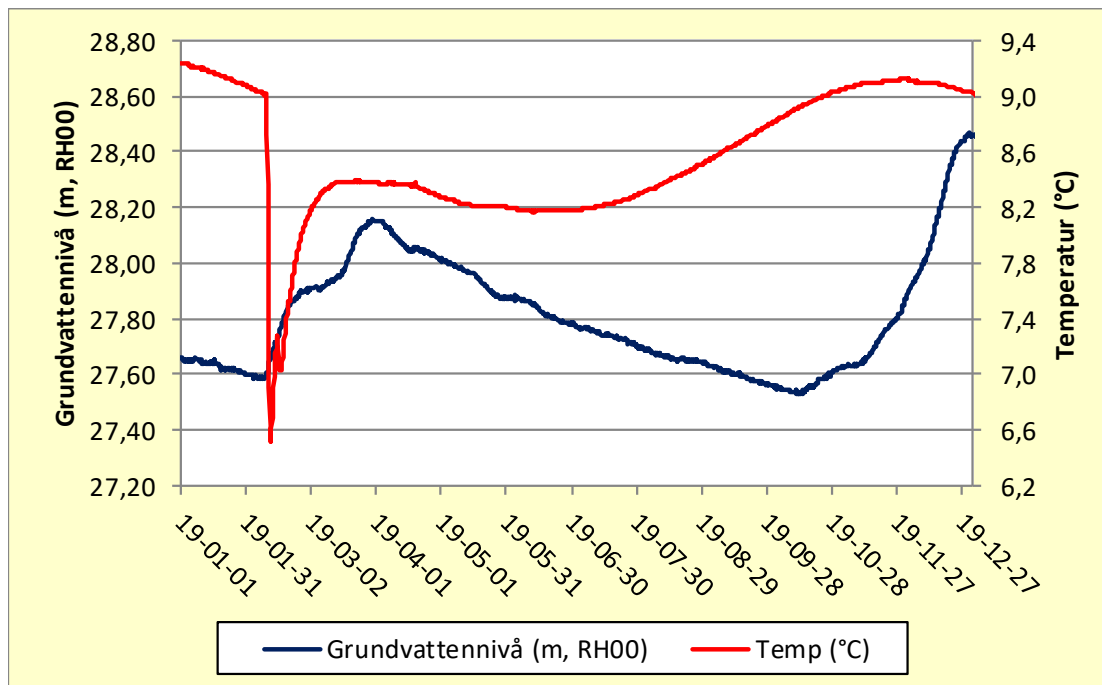
Rb0607

Rb0609

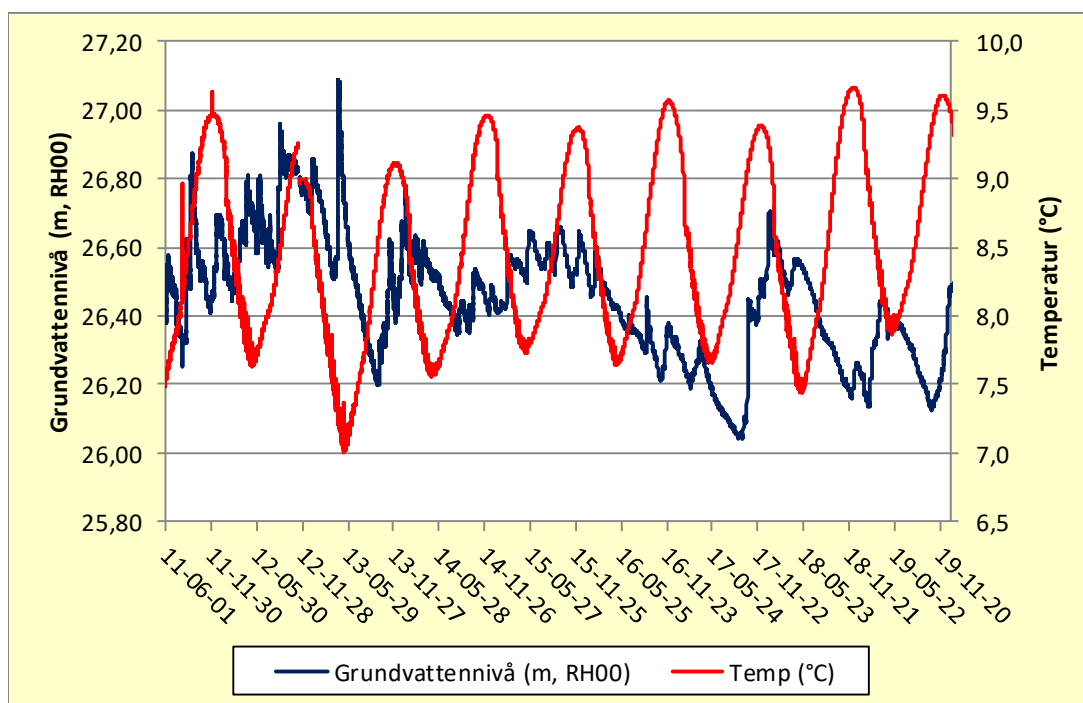
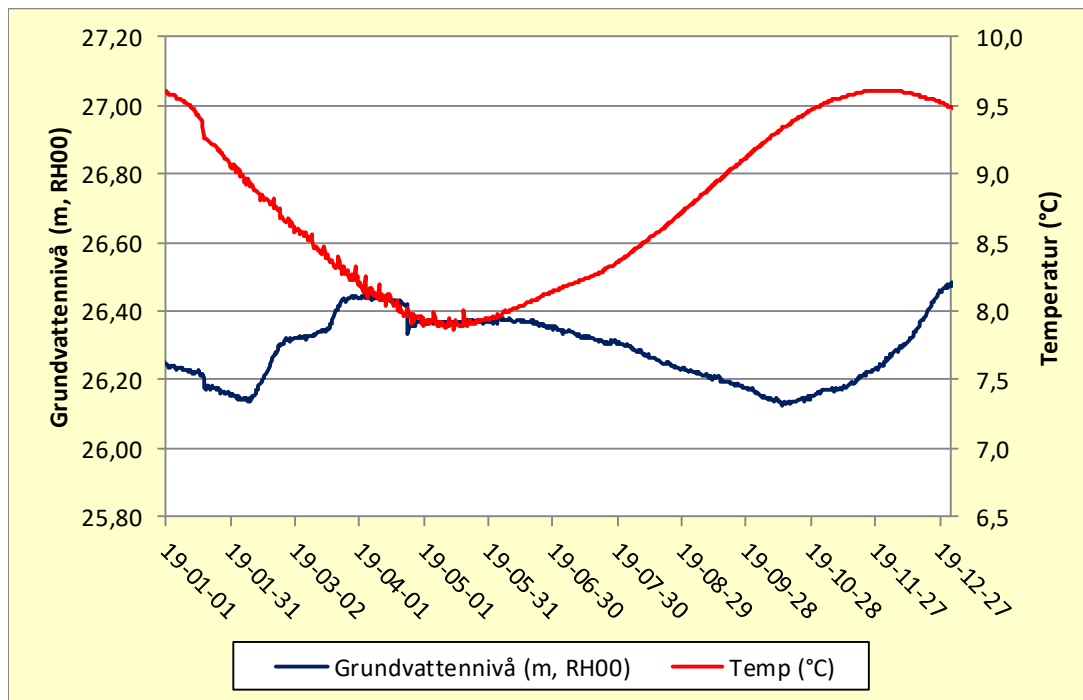
Rb0614

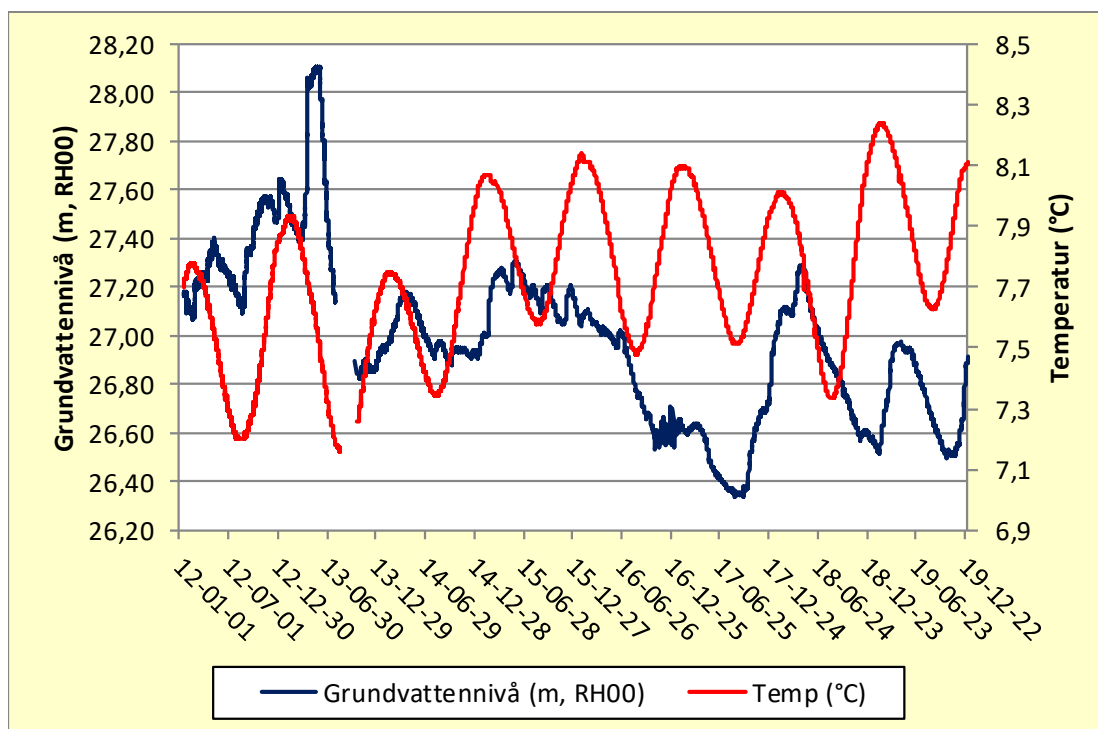
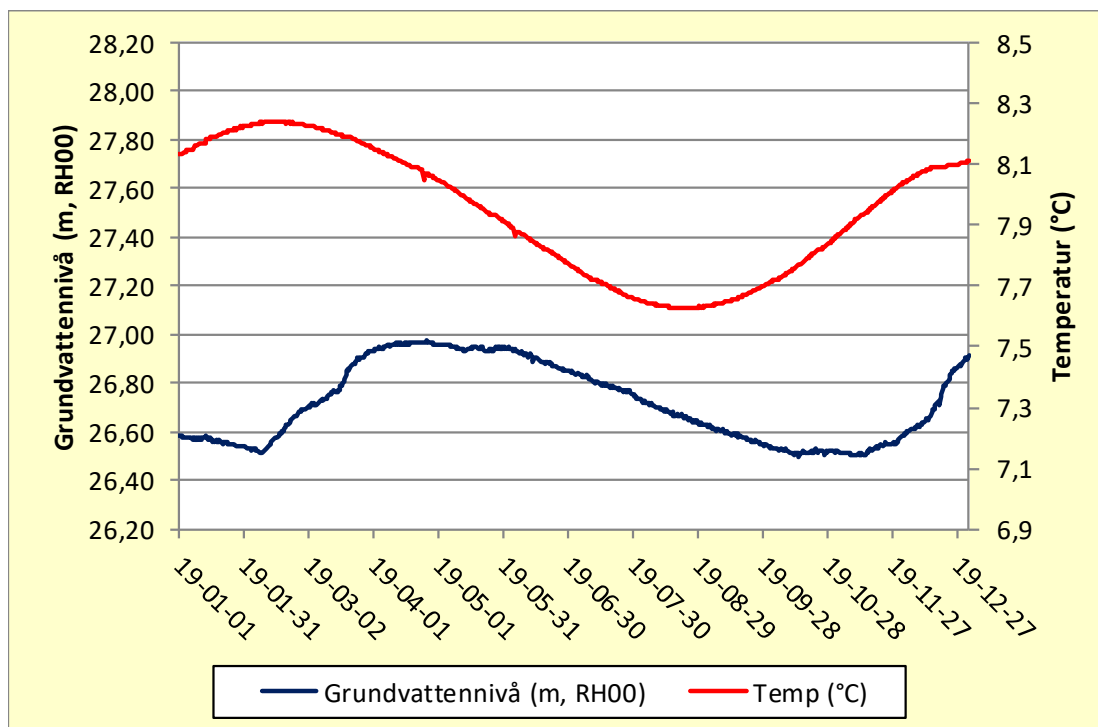
Rb1001

Rb1006 (inga nivådata från logger under 2019)

Rb8611

VP3



110919E

Bilaga 3. Flöden i bäcken öster om åsen 2011-01-21 - 2019-12-31