

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2022



Blackthorn Science AB, Artesia Grundvattenkonsult AB

2023-03-21

Innehåll

1. Inledning.....	1
2. Vattendom och villkor för drift av akviferlagret	1
3. Egenkontroll och kontrollprogram	5
4. Miljörapportens omfattning	9
5. Kontroll av grundvattennivåer.....	9
6. Kontroll av flöden och uttags- respektive infiltrationsmängder i akviferen	11
7. Kontroll av volymer för bortledning och återledning av vatten i Halmsjön	13
8. Kontroll av flöde i bäcken öster om åsen	15
9. Kontroll av vattenkemi	17
10. Utströmning österut.....	20
12. Kompletterande mätningar och kontroller	21
13. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret..	23
14. Behov av förändringar i befintligt kontrollprogram/egenkontroll	28
15. Sammanfattning	28
Bilaga 1. Kartor med mätpunkternas geografiska lägen och koordinater	31
Bilaga 2. Tidsserier för grundvattennivåer och –temperaturer.....	35
Bilaga 3. Flöden i bäcken öster om åsen 2011-01-21 – 2022-12-31.....	46

Swedavia AB

Grundvatten - Akviferen

Miljörapport 2022

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.

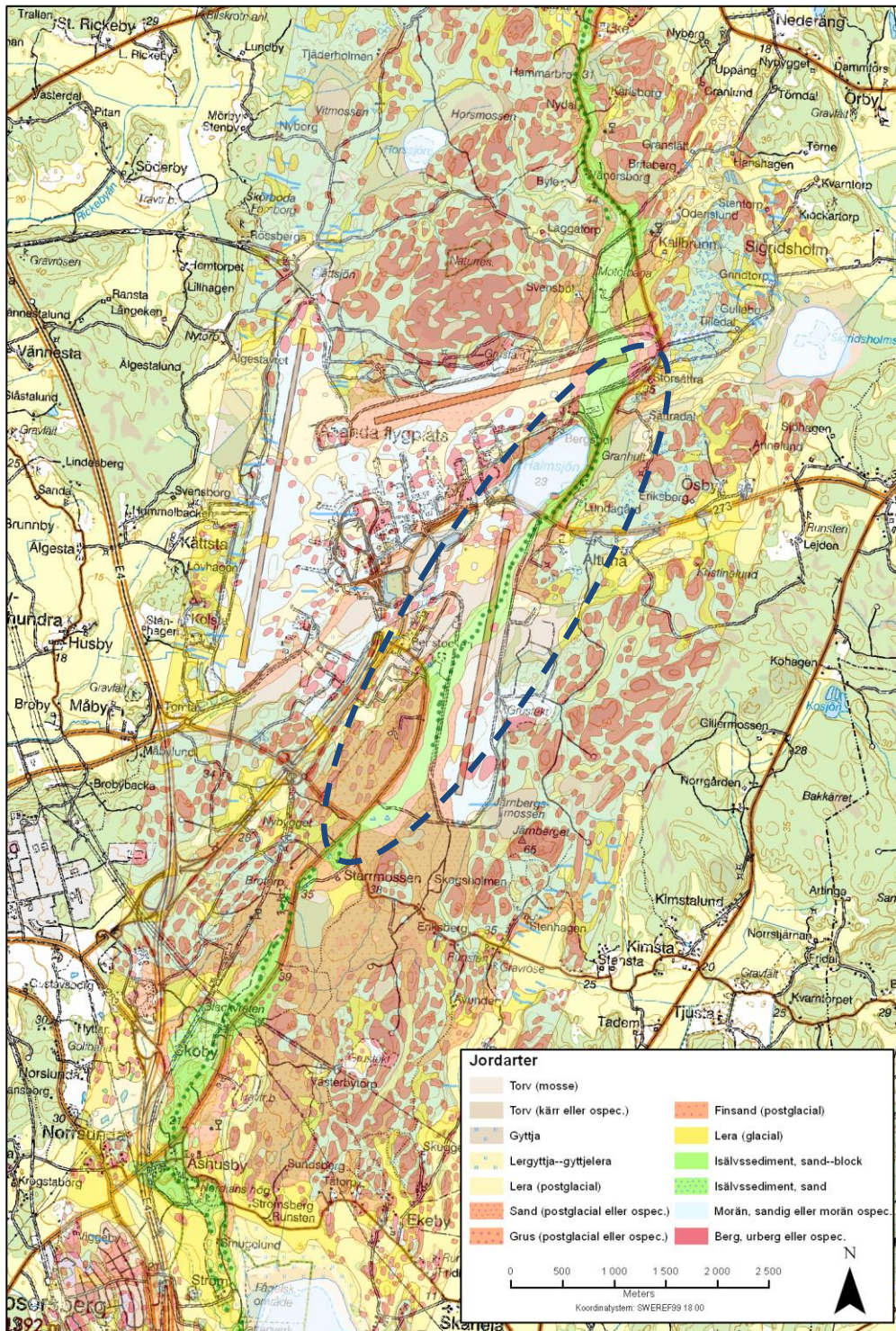
Att använda lagrad energi i åsen är en del av det mål som syftar till en effektivisering av energianvändningen inom Stockholm Arlanda Airport. Målet är att minska behovet av fjärrvärme och el genom att använda sig av naturen som förnybar energikälla.

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 (200 L/s i genomsnitt).

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 akviferlagret 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 ARN*", Version 3.0, daterad 2021-10-15. Det tidigare kontrollprogrammen var daterade 2013-05-08 respektive 2016-06-22. Egenkontrollen utgör en del av det totala kontrollprogrammet 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 nu gällande kontrollprogrammet "*Rutin egenkontroll Akvifären ARN*" från 2021-10-15.

Kontrollmätningar för grundvattennivåer och grundvattentemperaturer görs i de punkter som anges i tabell 1. Mätpunkterna VP3, 110919E och Rb9101 är referensmätpunkter. Rb9101 ersatte under 2020 den tidigare referensmätpunkten Rb8611 som förstörts vid anläggningsarbete. Data finns för Rb8611 fram till och med 2020-07-03. Diverinstallationen i Rb9101 skedde 2020-12-01. I figurerna i huvudtexten och i bilaga 2 redovisas Rb9101 som referensmätning för 2021-2022 medan både Rb8611 och Rb9101 redovisas i de figurer där data presenteras från då mätningarna påbörjades.

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, t om 2020
Rb9101 (ref)	Diver + Baro	2–6 ggr/dygn	kvartalsvis, from 2021
110919E (ref)	Diver	2–6 ggr/dygn	Kvartalsvis

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	

¹ Kontroll: avstämning av manuell mätning och givarens värde. Tömning avser överföring av data (nivå, temperatur) från givare till datorprogram.

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

Swedavia AB		Grundvatten - Akviferen		Miljörapport 2022	
Dike1(bäcken)	Diver, v-formad överfallsdamm	6 ggr/dygn	kvartalsvis		

För kontroll av grundvattenkvalitet tas samlingsprover i kylcentralen när akviferlagret är i drift. De kalla brunnarna, KB 1–6, 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	Provtagningsstidpunkt	Antal analyser
KB1-6	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 ARN” 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.

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). Mät punkt 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 värmewäxling återledning, mäts med magnetinduktiva 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 och KM001 FM02).

Förutom den mängd vatten som passerar värmewäxlarna förses även kylanläggningen med vatten från Halmsjön. Den totala mängden vatten som tas ut från Halmsjön beräknas genom pumparnas gångtid och deras kapacitet.

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 v-format mätöverfall.

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 KB1-6 och VB1-6.

Utströmning österut

För att undvika utströmning österut mot Sigridholmssjön 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.

Rapport

Ovan beskrivna kontroller sammanställs och redovisas i den årliga akviferrapporten (Grundvatten -Akviferen. Miljörapport "ÅRTAL"). Ansvarig avdelning för egenkontrollen är A&S UH STO Energi.

4. Miljörapportens omfattning

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

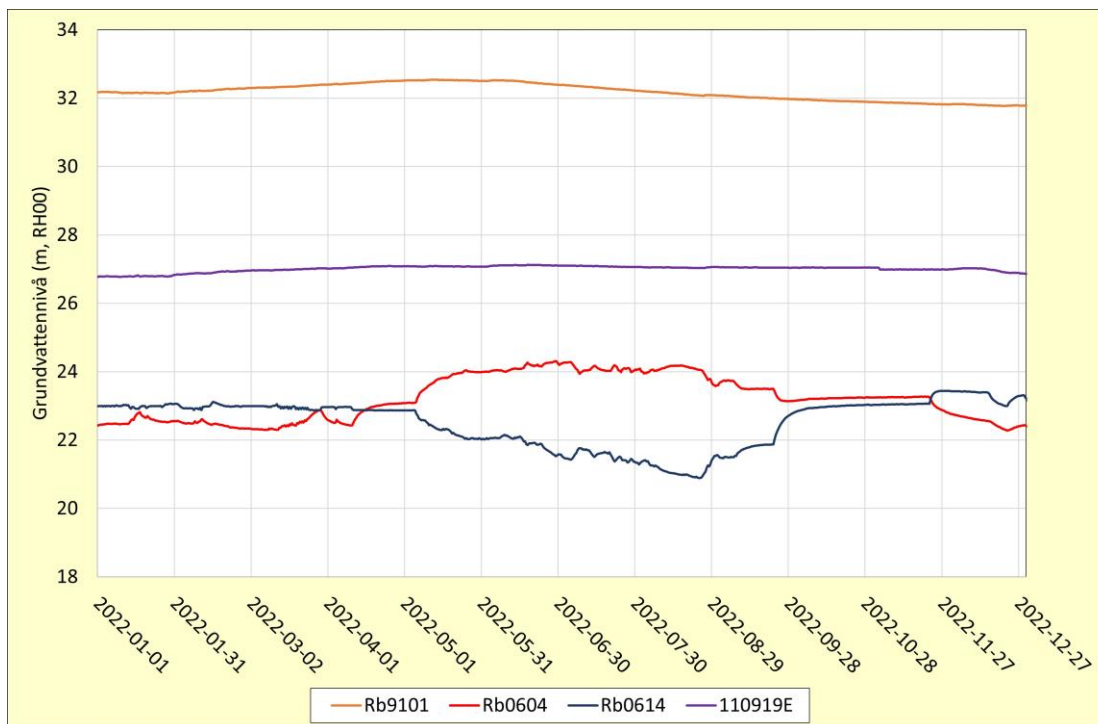
I Bilaga 1 redovisas lägena för samtliga mätpunkter där observationer har gjorts av grund- och ytvattennivåer, grund- och ytvattentemperaturer och vattenflöden under driften av akviferlagret, inklusive de mätpunkter som ingår i egenkontrollprogrammet.

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, Rb9101 och 110919E (referenspunkter i egenkontrollprogrammet) samt två observationsrör som är representativa för nivåerna på "varma" respektive "kalla" sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614).

Den automatiska tryckgivaren (©Diver) i observationsrör Rb0614 har efter tömning i september 2022 registrerat felaktiga värden pga att snöret i vilket tryckgivaren är fäst inte varit sträckt. Två större hopp kan noteras i mätserien på vardera ca 6,07 m respektive 1,60 m dagarna efter att givaren tömts. Under perioden efter dessa större hopp så varierar dock grundvattennivåerna enligt förväntan. Observationsrör Rb1006 och Rb0614 har historiskt samvarierat. För att analysera om data från Rb0614 är pålitliga jämfördes därför tidsserierna i de två rören med varandra för hela 2022 års mätningar. Om data i Rb0614 korrigeras för de två större hoppen som uppstår i september 2022 så kan samma nivåvariation konstateras i de båda rören både före och efter september 2022. Mätningar efter september 2022 har därför korrigerats med 4,47 m (6,07 minus 1,60) och dessa värden visas i figur 2.



Figur 2. Grundvattennivåer norr respektive söder om akviferlagret (Rb9101 och 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614).

Tidsserier för grundvattennivåerna under 2022 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 under 2022 uppmättes i mätpunkten B som ligger i omedelbar närhet av de södra ”varma” brunnarna. Nivåvariationerna var här 5,41 m (under 2021 4,64 m). Nivåerna i mätpunkten B var låga under december 2022 och låg i slutet på december på ca 20,60 m (se Bilaga 2). De låga nivåerna beror troligtvis på att mycket vatten tillfälligt tagits ut ur den närmaste brunnen (VB2) intill mätpunkten B.

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 somrardrift angivet. De angivna värdena återges i bilaga 10 och bilaga 11 till ansökans MKB (D-LFV 2008-043361). Dessa bilagor utgör kontrollprogrammets bilaga 6.

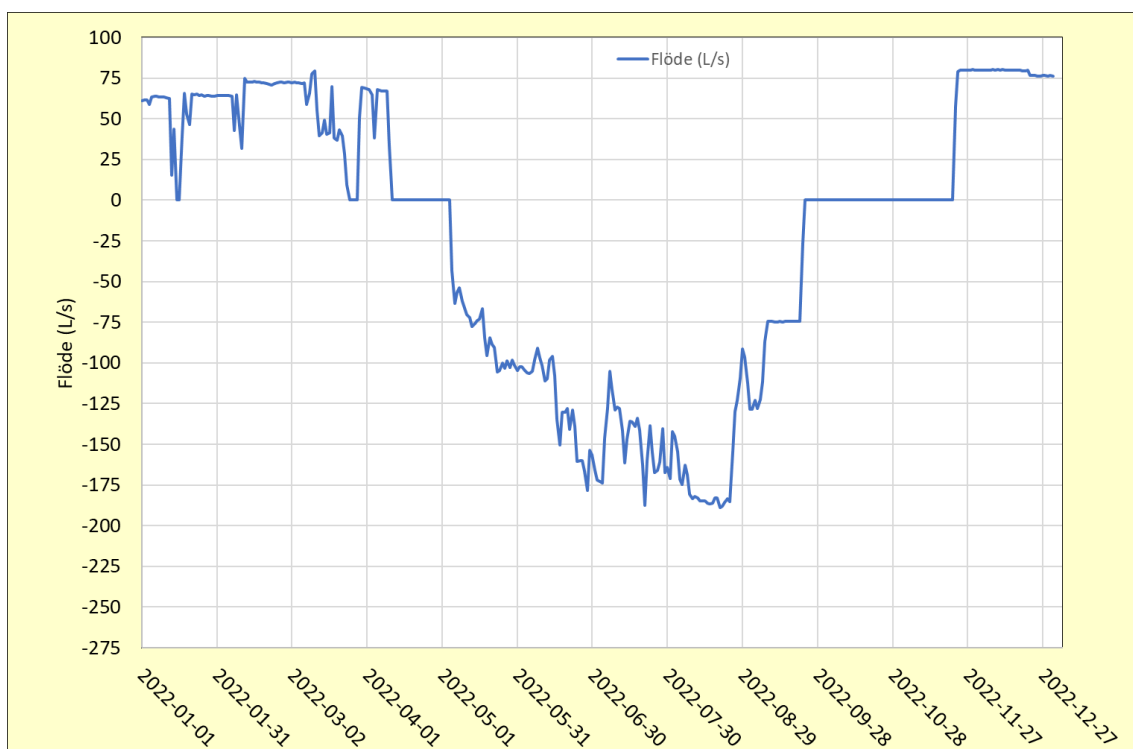
De registrerade och faktiska förändringarna av grundvattennivåerna under 2022 är mindre än vad som angavs i ansökan (Nordöstra delen (kylbrunnar): Som mest 5 meter. Sydvästra delen (värmebrunnar): Som mest 6,5 meter). Grundvattennivåerna i akviferens mätpunkter har

under 2022 således hållit sig inom de nivåintervall som är angivna i miljökonsekvensbeskrivningen för akviferlagret och som därmed utgör villkor för tillåtna nivåvariationer under sommar- och vinterdriftfall. Dock var nivåvariationen i mätpunkten B under 2022 större än föregående två år 5,41 m jämfört med 4,64 m år 2021 och 4,86 m år 2020.

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 2022. Sommardriftfallet, dvs med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden. Sommardriften inleddes i början av maj och pågick till i slutet av september. Vinterdriften pågick från januari och fram till i mitten av april. Vinterdriften återupptogs i slutet av november.



Figur 3. Totalt uttag och infiltration i akviferlagret under 2022. Sommardriftfallet, dvs med uttag från den ”kalla” sidan och infiltration på den ”varma” sidan representeras med negativa värden.

Medelflödet oberoende av riktning var under 2022 72,4 L/s. Det högsta uppmätta timflödet var 191,9 L/s (21 juli, kl 16-17). Maxdygnsflödet under sommardrift (för kylningsändamål)

var 189 L/s och under vinterdrift (för uppvärmningsändamål) ca 80 L/s och detta flöde noterades under ett antal dagar i december. Den totalt uttagna mängden för kylningsändamål var 1 519 905 m³ (under 2021 1 095 232 m³) och för uppvärmningsändamål 764 667 m³ (under 2021 205 662 m³). Uttaget för kylningsändamål var alltså ca 40% större än under 2021, medan uttaget för uppvärmningsändamål var mer än dubbelt så stort som under 2021.

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

Under 2022 togs under sommardriften för kylningsändamål ut en energimängd motsvarande 13,7 GWh och under vinterdriften för uppvärmningsändamål 1,7 GWh. Motsvarande siffror för 2021 var 12,7 respektive 2,0 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 2022 således 61 % av det maximalt tillåtna uttaget medan uttaget för uppvärmningsändamål uppgick till knapp 31 % av det maximalt tillåtna. Maximala uttaget per timma, 200 L/s, har inte överskridits någon gång under året varken under vinter- eller sommardrift.

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

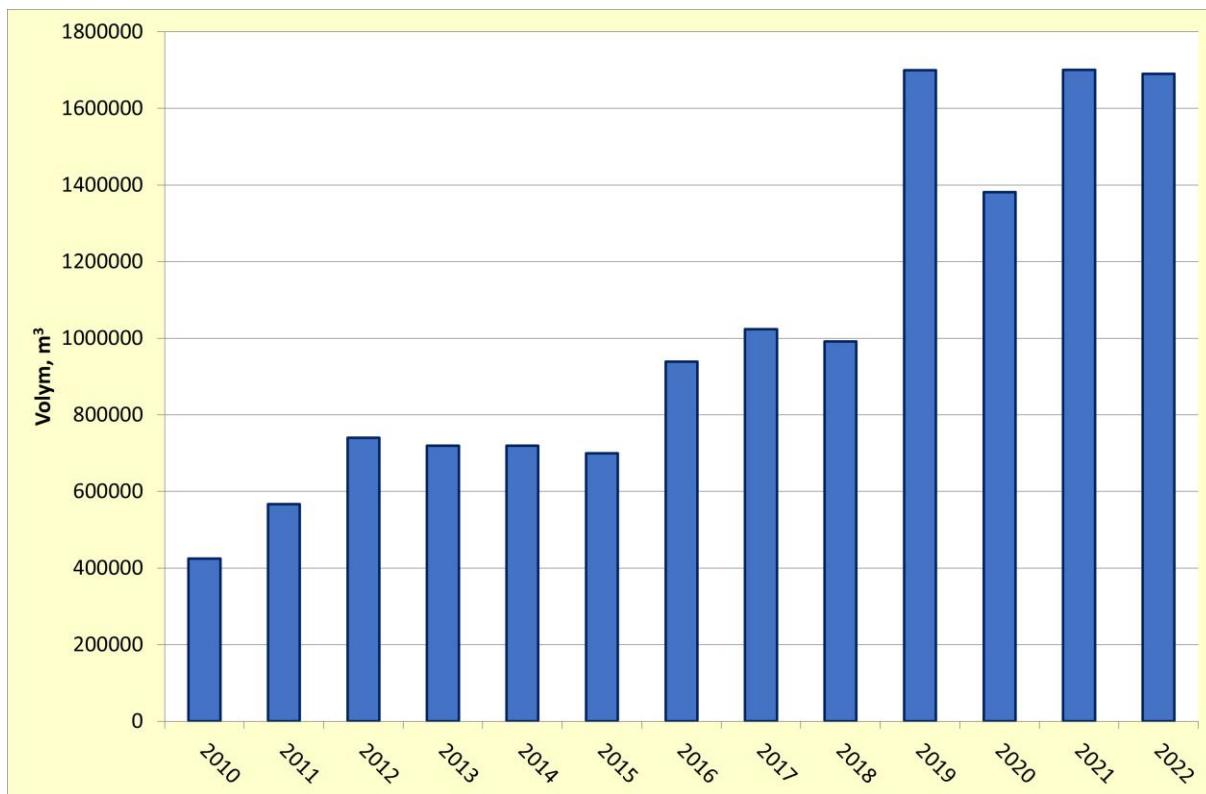
Registrerade flöden och volymer

I systemet finns två värmeväxlare, VVX1 och VVX2 som använder Halmsjövatten antingen för direktkyla eller för att kyla ner akvifervattnet genom att sänka temperaturen på grundvattnet som pumpas från varma delen till kalla delen av akviferen. Mängden vatten som har gått genom VVX1 uppgår till 446 635 m³ och genom VVX2 835 453 m³. Totalt volym som har gått genom de båda växlarna är således 1 282 088 m³. Förutom den mängd vatten som passerar värmeväxlarna så förses även kylanläggningen med vatten från Halmsjön. Ytterligare ca 408 564 m³ vatten, som inte passerat värmeväxlarna men som försett kylanläggning har tagit ur Halmsjön. Total uttagen volym under 2022 uppgår således till 1 609 652 m³.

Allt vatten som tas ut återförs till Halmsjön efter uttag av värme eller kyla. Uttagna vattenvolymer från år 2010 och framåt framgår av tabell 4 och figur 4.

Tabell 4. Uttag från Halmsjön.

År	Vattenvolym	År	Vattenvolym
2010	425 000 m ³	2017	1 023 698 m ³
2011	567 000 m ³	2018	991 857 m ³
2012	740 000 m ³	2019	1 700 165 m ³
2013	719 319 m ³	2020	1 381 248 m ³
2014	719 406 m ³	2021	1 701 000 m ³
2015	700 123 m ³	2022	1 690 652 m ³
2016	938 929 m ³		



Figur 4. Uttag i m³ från Halmsjön från 2010 och framåt.

Största uttag per timma under 2022 har inte kunnat utläsas ur loggade värde. Installerad pumpkapacitet är dock 900 m³/h.

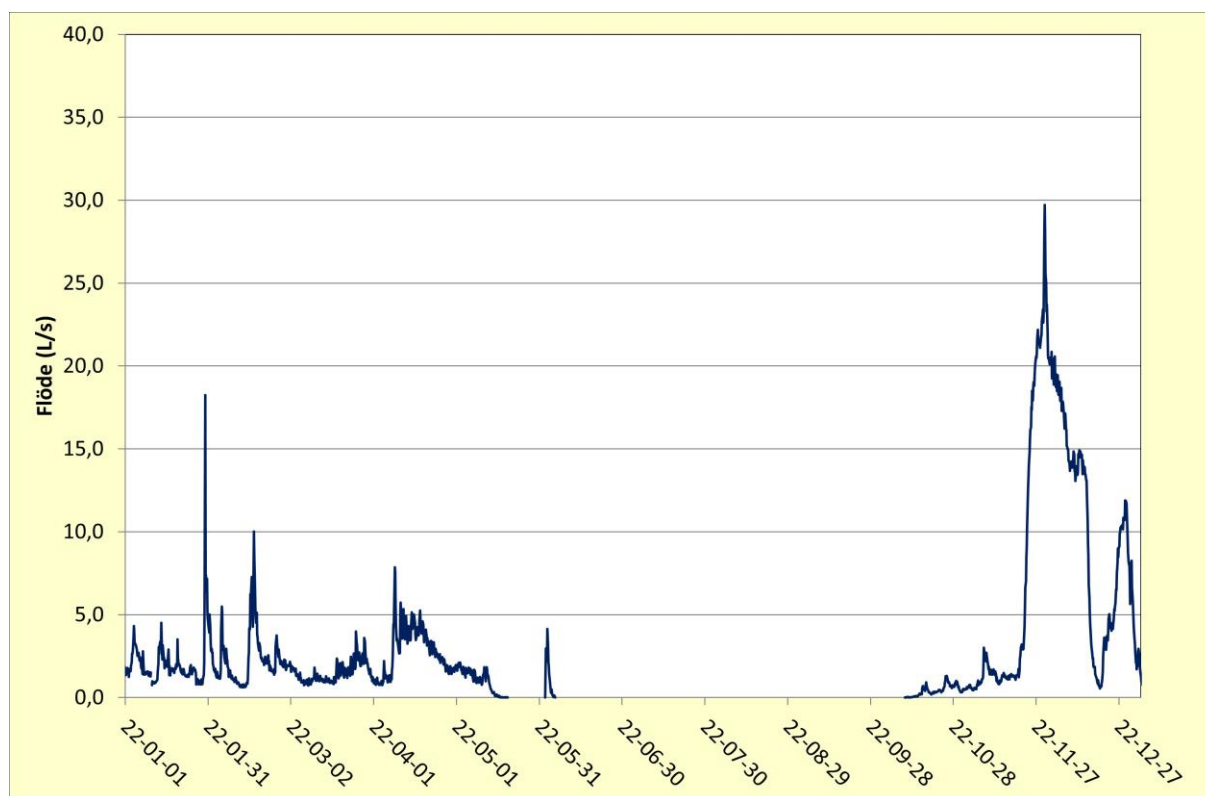
Kontroll mot villkor i Miljödomstolens dom

Enligt tillstånd är uttaget per år begränsat till 4 500 000 m³. Uttaget på 1 690 652 m³ under 2022 har således inte överskridits tillståndsgiven mängd.

8. Kontroll av flöde i bäcken öster om åsen

Uppmätta flöden i Dike1 (bäcken)

I Figur 5 redovisas flödet i den mätpunkt som ingår i egenkontrollprogrammet i diket (bäcken) öster om åsen för perioden 1 jan 2022 tom 31 dec 2022.



Figur 5. Flödet i diket (bäcken) öster om åsen.

Under perioden 1 jan-31 maj uppgick medelflödet till 2,0 L/s. Det högsta flödet, 18,3 L/s, uppmättes den 29 januari. Under perioden från början av juni fram till i slutet av september uppmättes inget flöde bortsett från enstaka dagar. Under perioden 1 okt-31 dec uppgick medelflödet till 6,3 L/s och maximala flödet under denna period uppmättes den 30 november till 29,7 L/s. Medelflödet under helåret uppgick till 3,7 L/s. De höga flödena under november december beror på utläckande grundvatten från åsen, se vidare information i kapitel 10.

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 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/september. Proverna kommer då att representera dels de varma brunnarna dels de kalla brunnarna. Årets prover uttogs 27 januari och 2 september 2022. Vid provtagningen i januari var det vinterdrift, d v s vatten från de varma brunnarna provtogs. Provtagningen i september skedde under sommar drift, d v s på vatten från de kalla brunnarna.

Under föregående driftår, dvs 2021, togs prov den 4 februari och den 2 september, se tabell 5.

Tabell 5. Analysresultat av vattenprover tagna vid kylcentralen den 4 februari 2021 (vinterdrift) och 2 september 2021 (sommardrift). I tabellen nedan redovisas även förra årets analysresultat som togs dels den 4 februari 2021 (vinterdrift) och 2 september 2021 (sommardrift). Förra årets resultat redovisas till höger om årets analysresultat.

Parameter	Kylcentralen 2022-01-27		Kylcentralen 2022-09-02		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2022	2021	2022	2021		
Alkalinitet	270	250	260	240	240	mg/L
Aluminium	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	<0,02	<0,02	0,12	0,13	<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	<0,01	<0,01	0,092	0,10		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	2,4	1,7	2,8	2,4	0,80	mg/L
Fluorid	0,32	0,29	0,35	0,32	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	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,025	mg/L
Kalcium	95	95	81	84	75,4	mg/L
Kalium	6,7	5,9	8,7	9,2	2,96	mg/L
Klorid	24	25	2,6	26	49	mg/L
Konduktivitet	59,0	59,6	52,7	56,6	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	0,18	0,04	0,017	mg/L
Magnesium	9,0	8,9	8,1	8,1	5,98	mg/L
Mangan	<0,02	<0,02	0,06	0,06	0,004	mg/L
Natrium	21	22	23	23	18,9	mg/L
Nitrat	<0,03	0,62	0,35	0,53	4,5	mg/L
Nitratkväve	0,02	0,14	0,08	0,12		mg/L
Nitrat+nitritkväve	0,020	0,14	0,079	0,12		mg/L
Nitrit	0,004	<0,004	<0,004	0,016	<0,01	mg/L
Nitritkväve	0,0013	<0,001	<0,001	0,0048		mg/L
pH	7,3	7,3	7,4	7,9	7,1	
Sulfat	59	65	16	53	18	mg/L
Totalhårdhet	15	15	13	14	11,9	dH°
Turbiditet	0,15	0,15	0,15	0,26	3,0	FNU

Vattenproverna från kylcentralen uppvisar en hög kvalitet. Det är ingen större skillnad i analysresultaten som är tagna 2022 jämfört med de prover som togs 2021 (eller 2020, 2019, 2018, 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 innehåll av kalcium och magnesium samt kalium och sulfat. Däremot är kloridhalten något lägre.

Vattenanalyser från Rb0604

Vattenprover uttogs 2022 även två gånger i observationsrören Rb0604 och Rb0614 i enlighet med tidigare kontrollprogram (ingår inte i det nuvarande kontrollprogrammet).

Analysresultaten visas i tabell 6 och tabell 7.

Tabell 6. Analysresultat av vattenprover tagna ur Rb0604 den 27 januari 2022 (vinterdrift) och den 1 september 2022 (sommardrift). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2021 (4 februari respektive 2 september)

Parameter	Rb0604 2022-01-27		Rb0604 2022-09-01		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2022	2021	2022	2021		
Alkalinitet	94	260	64	240	240	mg/L
Aluminium	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	0,10	<0,06	0,12	0,19	<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	0,080	<0,05	0,097	0,15		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	1,0	1,6	1,0	1,4	0,80	mg/L
Fluorid	0,17	0,22	0,12	0,24	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	<5	30	<5	10	8	mg Pt/L
Järn	4,1	16	1,9	5,9	0,025	mg/L
Kalcium	34	89	31	77	75,4	mg/L
Kalium	3,7	5,9	3,5	6,9	2,96	mg/L
Klorid	48	28	56	27	49	mg/L
Konduktivitet	30,7	59,2	27,5	55,6	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	4,6	8,8	4,2	7,9	5,98	mg/L
Mangan	0,13	0,30	0,13	0,21	0,004	mg/L
Natrium	15	21	14	22	18,9	mg/L
Nitrat	<0,3	<0,3	<0,3	<0,44	4,5	mg/L
Nitratkväve	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Nitrat+nitritkväve	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Nitrit	<0,016	<0,004	<0,004	<0,004	<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001		mg/L
pH	7,6	7,3	7,8	7,7	7,1	
Sulfat	<1	44	<1	46	18	mg/L
Totalhårdhet	5,8	14	5,3	13	11,9	dH°
Turbiditet	47	210	54	40	3,0	FNU

Analysresultaten från årets prover uppvisar stora likheter med prover från tidigare år och även likheter med referensprovet.

De generella skillnaderna mellan vatten från Rb0604 och vattnet från referensprovet från KB1 är att vattnet från Rb0604 har högre innehåll av järn, kalium, magnesium och mangan. Vattnet

är dessutom oftast grumligare, har högre färgtal och har en högre kemisk syreförbrukning, COD. Nitrathalten i Rb0604 är också mindre än i referensprovet.

Vattenanalyser från Rb 0614

Tabell 7. Analysresultat av vattenprover tagna ur Rb0614 den 27 januari 2022 (vinterdrift) och den 1 september (sommardrift). Till höger om årets analysresultat redovisas analysresultat från prover tagna under föregående år d.v.s. år 2021 (4 februari respektive 2 september).

Parameter	Rb0614 2022-01-27		Rb0614 2022-09-01		Referensprov KB1 2006-12-13	Sort
	2022	2021	2022	2021		
Alkalinitet	62	78	32	56	240	mg/L
Aluminium	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,002	mg/L
Ammonium	1,3	0,28	0,98	2,2	<0,025	mg/L
Ammoniumkväve	1,0	0,22	0,76	1,7		mg/L
COD-Mn, Kemisk syreförbrukning	0,99	0,91	0,90	1,8	0,80	mg/L
Fluorid	0,17	0,16	0,15	0,13	0,18	mg/L
Fosfat					<0,10	
Fosfatfosfor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		mg/L
Färgtal	<5	<5	5	20	8	mg Pt/L
Järn	0,45	2,6	8,6	2,8	0,025	mg/L
Kalcium	12	19	9,8	14	75,4	mg/L
Kalium	4,0	4,5	3,4	3,9	2,96	mg/L
Klorid	37	38	41	40	49	mg/L
Konduktivitet	21,9	24,0	19,1	23,5	56,7	mS/m
Koppar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,017	mg/L
Magnesium	5,4	7,0	3,8	5,1	5,98	mg/L
Mangan	0,04	0,08	0,09	0,10	0,004	mg/L
Natrium	18	20	17	17	18,9	mg/L
Nitrat	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	4,5	mg/L
Nitratkväve	<0,01	0,03	<0,05	<0,01		mg/L
Nitrat+nitritkväve	<0,01	0,031	<0,050	<0,01		mg/L
Nitrit	<0,004	<0,004	<0,004	<0,016	<0,01	mg/L
Nitritkväve	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005		mg/L
pH	8,9	8,6	9,0	8,2	7,1	
Sulfat	<1	<1	1,1	<1	18	mg/L
Totalhårdhet	2,9	4,2	2,2	3,1	11,9	dH°
Turbiditet	8,0	38	63	30	3,0	FNU

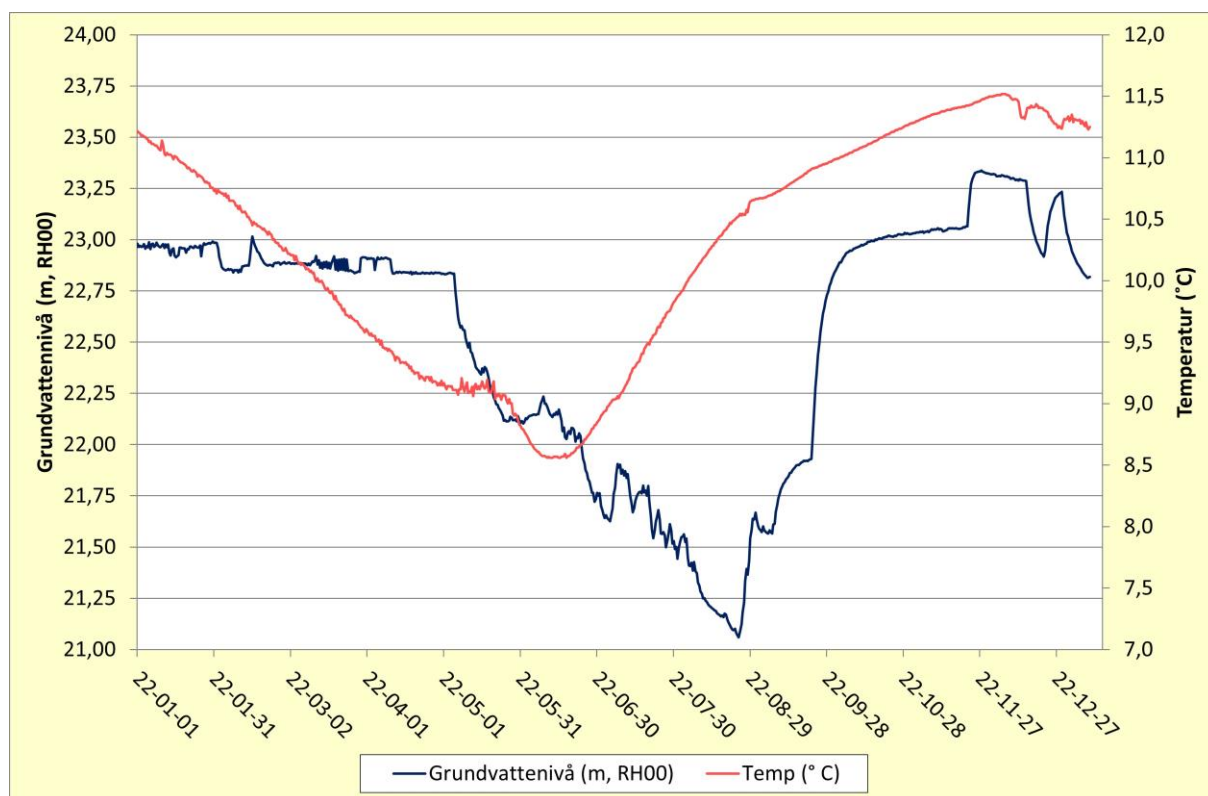
Analysresultaten från årets prover från Rb0614 uppvisar också stora likheter med prover från tidigare år och även likheter med referensprovet. Vattenkvaliteten är generellt sett hög. Det som kan nämnas är att provet som togs 2021-09-02 hade något högre ammonium- och ammoniumkväve-halter i jämförelse med provet som togs 2022 under sommardrift. Både sommar- och vinterprover från 2022 har lägre alkalinitet än 2021.

Vattenprovtagning ur observationsrör kan i vissa fall vara osäker på grund av svårigheter att få erforderlig vattenomsättning och därigenom få representativa prover. De generella skillnaderna mellan proverna från observationsrören och referensprovet är att grumlighet (turbiditet) och järn är något högre. Vattens hårdhet varierar från år till år men är oftast lägre än referensprovet så även detta år. En parameter som också är något lägre i observationsrören än i referensprovet är klorid. Konduktiviteten i Rb0614 är lägre än referensprovet både för

sommar- och vinterproverna som tagits 2022 och samma resultat observerades även under 2021.

10. Utströmning österut

För att undvika utströmning österut mot Sigridsholmssjön ska, som nämnts ovan, grundvattennivån vid Rb1001 inte överstiga +23,10 m. Av figur 6 framgår att nivåstyrningen av pumpningen i PB1 under 2022 fungerat som avsett, med undantag av 3,5 veckor under november då nivån i Rb1001 låg över +23,10 m samt under en knapp vecka i december. Som högst var nivån i Rb1001 +23,34 m den 27 november. Det motsvarar ett utläckage av knappt 15 L/s. Totalt var utläckaget under 2022 ca 29 600 m³. De höga nivåerna i Rb1001 medför att vatten från åsen läcker ut och bidrar till höga flöden i bäcken öster om åsen, se figur 5.



Figur 6. Grundvattennivå och temperatur i Rb1001.

12. Kompletterande mätningar och kontroller

Kompletterande grundvattennivåmätningar

Utöver de kontroller som ingår i kontrollprogrammet har ytterligare mätningar och kontroller gjorts under 2022. 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 i kapitel 6, 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 8 (m, RH00 och ungefärligt djup under markytan).

Tabell 8. 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
Rb9101 (ref mätn)	27,51	12,5
VP3 (ref mätn)	19,00	8,8
110919E (ref mätn)	21,51	9,3

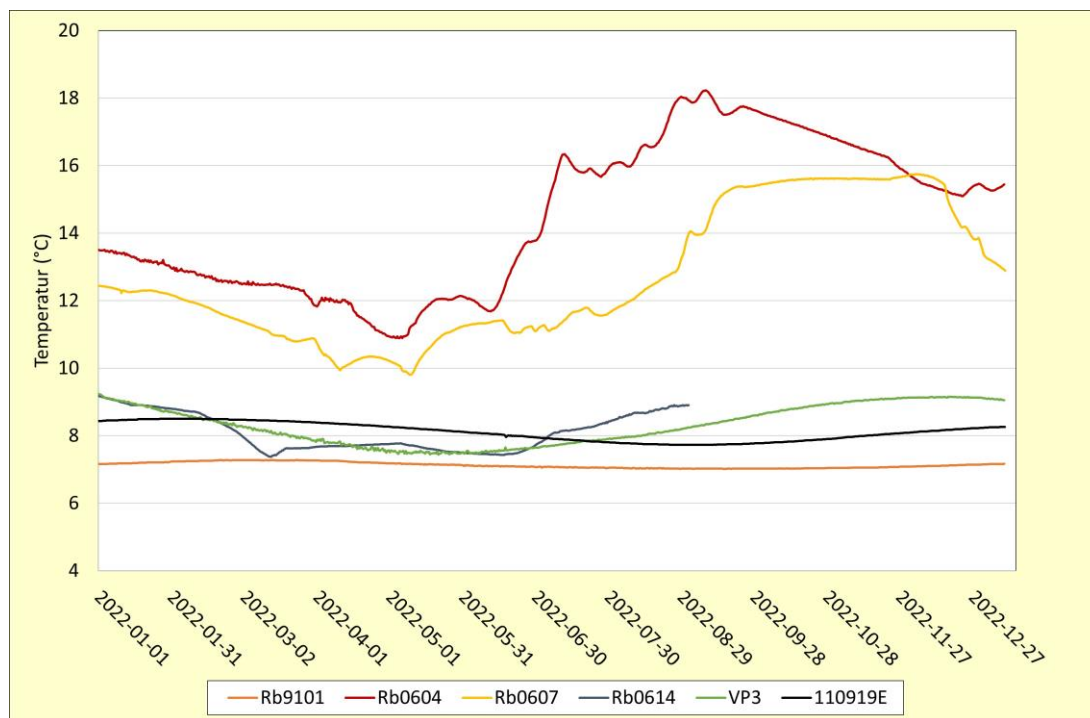
I figur 7 redovisas tidsserier för grundvattentemperaturen i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb9101 respektive VP3 och 110919E som är referenspunkter för temperatur i egenkontrollprogrammet), två observationsrör som är representativa för ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret

(Rb0604 och Rb0614), samt ett rör som är beläget i gränzonen mellan den ”kalla” och ”varma” sidan (Rb0607).

Temperaturerna i de valda referensmätningarna varierar mellan ca 7,0 och 9,2 °C. Temperaturdata från Rb0614 har dock bedömts som opålitlig efter 1 september 2022 och data för perioden september till december 2022 visas därför inte i figur 7 för detta rör.

Grundvattentemperaturen i röret Rb0604, beläget på akviferlagrets ”varma” sida varierar mellan ca 10,9 och 18,2 °C, medan Rb0614, på akviferlagrets ”kalla” sida varierar mellan ca 7,4 och 9,0 °C. Den relativt begränsade temperaturvariationen i detta rör indikerar att akviferen i denna del inte är särskilt aktiv. Notera att data inte redovisas för detta rör för perioden 1 september till och med 31 december. I röret Rb0607, som ligger i gränzonen mellan den ”varma” och ”kalla” sidan, varierar temperaturen mellan ca 9,8 °C i mitten av maj och 15,7 °C i början av december.

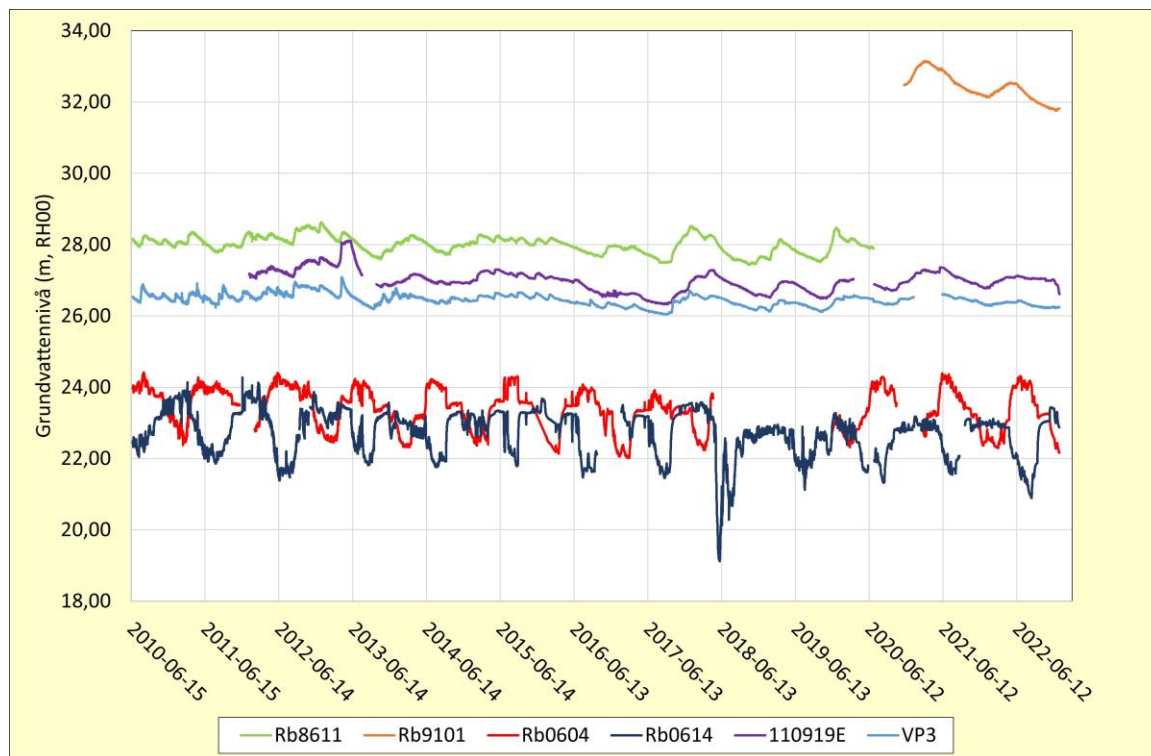
Tidsserier för grundvattentemperaturerna under 2022 i samtliga observationsrör som ingår i egenkontrollprogrammet redovisas i Bilaga 2. I Bilaga 2 redovisas också tidsserier för hela tidsperioden sedan mätningarna påbörjades.



Figur 7. Grundvattentemperaturer norr och söder om akviferlagret (Rb9101 respektive 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.

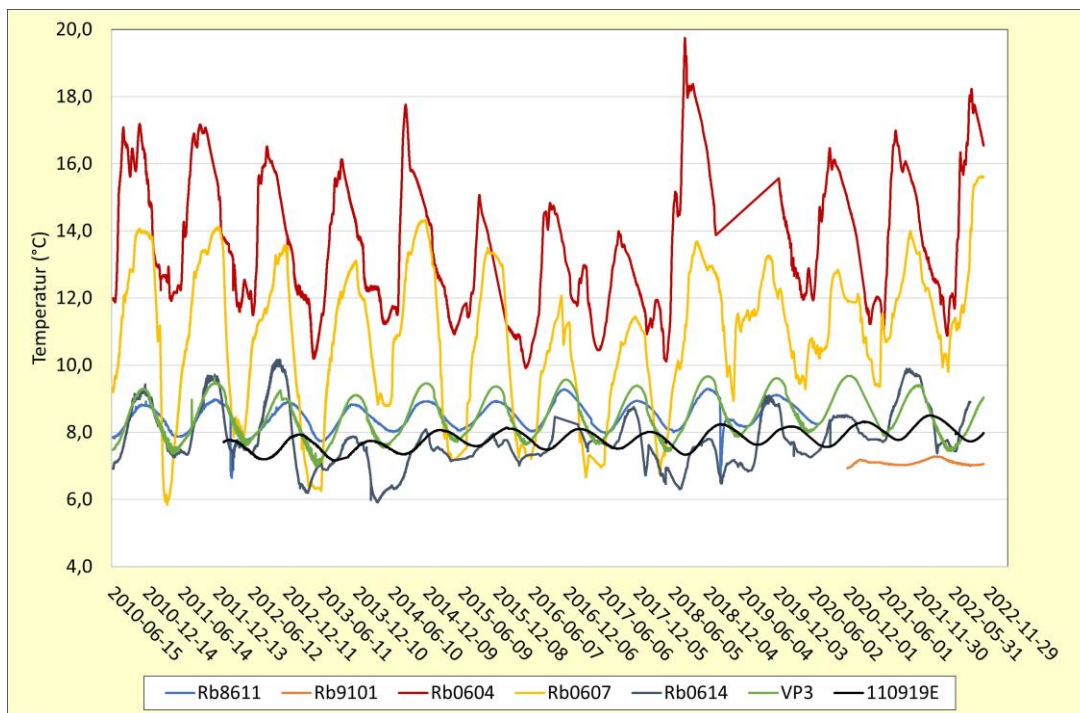
13. Jämförelse mellan årets drift och med tidigare års drift av akviferlagret

I figur 8 visas tidsserier för grundvattennivåer i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb8611 som ersattes av Rb9101 2020, 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 8. 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. De lägsta nivåerna på den kalla sidan är ca 1,75 m högre under 2022 än under 2018. Nivåerna under sommaren 2022 var dock lägre än lägstanivåerna under perioden 2019 tom 2021. Varken på akviferlagrets ”kalla” eller ”varma” sida finns annars någon trend i grundvattennivåerna. Efter varje avslutad säsong har nivåerna varit ungefär de samma. De lägre högsta nivåerna på den ”kalla” sidan sedan hösten 2018 orsakas av den ”skyddspumpning” som görs för att undvika utströmning av grundvatten på åsens östra sida. Mätningarna indikerar att den årliga vattenbalansen i området bibehålls med akviferlagret i drift.



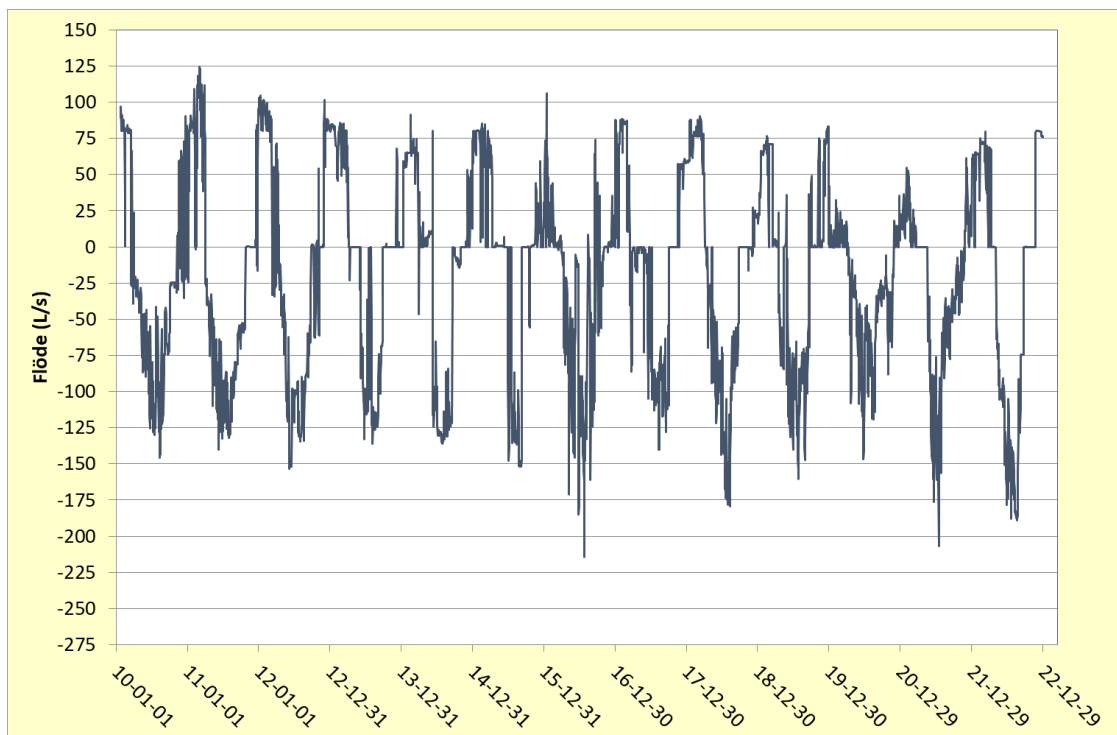
Figur 8. Grundvattennivåer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 och Rb9101 respektive 110919E) och i observationsrör representerande ”varma” respektive ”kalla” sidan av akviferlagret (Rb0604 och Rb0614) under hela perioden sedan de kontinuerliga mätningarna påbörjades.

I figur 9 presenteras grundvattentemperaturen i tre observationsrör norr och söder om den åssträcka som direkt påverkas av akviferlagrets drift (Rb8611 Rb9101, 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. Under 2018 laddades emellertid den varma sidan, representerad av Rb0604 i figur 9, till den högsta temperaturen sedan akviferlagret togs i drift. Under 2022 noterades dock den nästa högsta temperaturen sedan 2010 och uppgick till 18,2 °C i september vilket är ca 1,5°C kallare än den högsta temperaturen som uppmättes under 2018. Noterbart är också att temperaturen i Rb0607, som är belägen i gränzonen mellan varma och kalla sidan, är den högsta som uppmätts sedan mätningarna inleddes, ca 15,7 °C mot tidigare högsta uppmätta 14,3 °C under 2014.



Figur 9. Grundvattentemperaturer norr och söder om akviferlagret (Rb8611 och Rb9101 respektive 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 10 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 10. 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 9. Under 2022 var uttaget för kylningsändamål ca dubbelt så stort som uttaget för uppvärmningsändamål.

Tabell 9. Uttag för kylnings- och uppvärmningsändamål från akviferlagret 2010-2022.

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
2020	1 096 366	83 362
2021	1 095 232	205 662
2022	1 519 905	764 667

Uttagen för kylningsändamål från Halmsjön var 2022 ca 1 690 652 m³, d v s i samma storleksordning som 2021 då uttagen uppgick till 1 701 000 m³. Fram till år 2018 var uttagen generellt sett lägre och har sedan 2019 varierat mellan ca 1,4 Mm³ och 1,7 Mm³. Medeluttaget under perioden 2019-2022 är ca 60% högre än medeluttaget för perioden 2016-2018.

14. Behov av förändringar i befintligt kontrollprogram/egenkontroll

Kontroller görs nu efter kontrollprogrammet som fastställdes 2016. Rutinen kommer att uppdateras där bl. a. den förstörda referensbrunnen kommer att strykas och ersättas med den nya (Rb9101). Kartmaterial har uppdaterats med nya KB6 och Rb9101.

15. 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 sex 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 datorum samt kommersiell kyla (kök, restauranger). Värmen används till förvärmning av ventilationsluft och till markvärme.

Under sommardriften 2022 (från mitten av april till början av november) togs grundvatten från de kalla brunnarna ut för kyländamål, totalt togs ca 13,7 GWh ut (2021 12,7 GWh). Under vinterdriften (från januari till början av april och under december) togs grundvatten från de varma brunnarna ut för uppvärmningsändamål, totalt ca 1,7 GWh ut (2021 2,0 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 2022 användes 1 519 905 m³ grundvatten för kylningsändamål, vilket är ca 40% mer jämfört med år 2021 då det togs ut ca 1 095 232 m³. Året dessförinnan, år 2020, uppgick mängden grundvatten för kylningsändamål ca 1 096 366 m³. Under 2022 uppgick använd mängd vatten för kyla till ca 61 % av villkorsgiven vattenvolym.

Under 2022 användes 764 667 m³ grundvatten för uppvärmningsändamål, vilket är ca 2,7 gånger så mycket av volymen vatten som användes för uppvärmningsändamål under 2021 då 205 662 m³ grundvatten användes. Förbrukningen under 2022 överstiger även volymen som togs ut under 2019 då 627 605 m³ togs ut och väsentligt större än 2020 då endast 83 362 m³

Swedavia AB	Grundvatten - Akviferen	Miljörapport 2022
-------------	-------------------------	-------------------

togs ut. Uttaget för uppvärmningsändamål under 2022 utgjorde ca 30 % av den tillståndsgivna volymen.

Under 2022 användes uppskattningsvis ca 3 000 m³ grundvatten för spolning, vilket är av samma storleksordning som tidigare år.

Under 2022 bortleddes ca 1 690 652 m³ sjövattnen från Halmsjön för kylningsändamål och efter uppvärmning har motsvarande volym återförts Halmsjön. Detta är i paritet med föregående år, 2021, då det togs ut 1 701 000 m³. Tidigare år, innan 2019, har uttagen varit mindre. Uttaget 2022 ligger med god marginal under givet tillstånd, som uppgår till 4 500 000 m³.

Under 2022 var medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret 72,4 L/s. Året innan, år 2021, uppgick medeluttag och medelinfiltration i akviferlagret till 41,3 L/s (år 2020 37,3 L/s). Det maximala dygnsflödet under sommar drift 2022 var 189 L/s och under vinter drift ca 80 L/s, att jämföras med 207 L/s respektive 61 L/s under 2021 (147 respektive 36 L/s under 2020). Högsta uppmätta timflöde var 191,9 L/s (2020 238 L/s och 2019 181 L/s) vilket är lägre än maximala tillåtna timsflödet på 200 L/s. Även det högsta noterade dygnsflödet understiger 200 L/s, se ovan.

Swedavia har idag totalt 10 stycken mätpunkter där loggning av grundvattennivå och temperatur sker, i enlighet med kontrollprogram. Grundvattennivåerna i akviferens mätpunkter har under 2022 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 (höjda nivåer), d.v.s. totalt 6 m nivåvariation. Under 2022 var, i likhet med 2021 och 2020, de uppmätta nivåvariationerna störst i mätpunkt B; 5,41 m respektive 4,64 och 4,86 m. På grund av databortfall 2019-01-11 till 2019-07-11 så var den verkliga nivåvariationen i B under 2019 med stor säkerhet större än de registrerade. Nivåvariationen under 2022 var dock större än under tidigare år och de lägsta nivåerna sedan 2010 noterades i december 2022. Orsaken till att B-röret visar på stora nivåskillnader är att B-röret ligger nära de varma brunnarna och trolig orsak till att nivån var extra låg under december 2022 är att det i brunnen närmast mätpunkten (VB2) tagit ut extra mycket vatten.

I tabell 10 listas de miljövillkor och tillståndsgivna volymer som återfinns i domen från MMD (Nacka tingsrätt deldom M 2284-11 daterad 2013-11-27). I tabellen finns även noteringar kring databortfall eller andra noteringar som gjorts inom ramen för 2022 års datautvärdering som kan vara av värde för att förhindra avvikelser under 2023 års drift.

Tabell 10. Sammanfattning av kontroller under 2022 och hur de förhåller sig till tillståndsgivna volymer och villkor. Grön bakgrund betyder att inga avvikelser noterats under 2022 och röd betyder att villkoret överskridits under någon period under året. Noteringar med gul bakgrund är inte direkt kopplade till kontrollprogrammet utan utgör rekommendationer för att förhindra avvikelser i nästkommande års drift.

Tillståndsgivna volymer/år	Kontroller 2022
- för kylningsändamål bortleda 2 500 000 m ³ grundvatten per år från kylbrunnarna, dock högst 720 m ³ per timme, och efter uppvärmning återföra motsvarande vattenmängder i värmebrunnarna.	Total uttagen volym för uppvärmningsändamål 7% av tillståndsgiven volym, Total uttagen volym för kylningsändamål 53% av tillståndsgiven volym
- för spolningsändamål bortleda 10 000 m ³ per år sammantaget från produktionsbrunnarna,	Totalt uttagen volym för spolningsändamål ca 30% av tillståndsgiven volym
- maximalt 900 000 m ³ per år bortledas sammantaget genom pumpning och förhandstappning, dock högst 330 m ³ per timme. För akvifärens drift är det maximala tillåtna timsflödet 720 m ³ / tim, dvs i medeltal 200 L/s.	Maximalt timsflöde för för akvifärens drift noterades i juli 191,9 L/s (691 m ³ /h). Det tillåtna dygnsflödet har aldrig överskridits.
- 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 m ³ 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	Total uttagen volym från Halmsjön 1 690 652 m ³ , 38% av tillståndsgiven mängd.
Tillståndsgivna nivåer i grundvatten	
- 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	Nivåstyrningen av pumpningen i PB1 under 2022 fungerat som avsett, med undantag av 3,5 veckor under november då nivån i Rb1001 låg över +23,10 m samt en knapp vecka i december. Som högst var nivån i Rb1001 +23,34 m den 27 november.
- Tillåtna grundvattennivåförändringar vid uttagsbrunnarna är 3,5 m (avsänkta nivåer) och vid infiltrationsbrunnarna 2,5 m, d.v.s. totalt 6 m nivåvariation.	Störst uppmätt nivåvariation noterades i mätpunkt B; 5,41 m
Kontroll av grundvattenkemi	
- Uttag av grundvattenprover skall enligt kontrollprogrammet tas inne i Kylcentralen i slutet av vinter- respektive sommar drift t.ex. februari och augusti/september.	Prover uttogs 27 januari och 2 september 2022. Vattenproverna från kylcentralen uppvisar en hög kvalitet. I jämförelse med referensprovet har vattnet från kylcentralen något högre COD och är något hårdare.
Övriga kommentarer/avvikelser	
- Rb 0614	Databortfall under perioden september -december 2022 pga att Divern inte hängt i sträckt snöre
- Mätpunkten B	Låga nivåer under december 2022, Divern bör om möjligt sänkas så att den inte riskerar att hamna i luften
- Rb0607	Temperaturen under 2022 i Rb0607, som ligger i gränzonen mellan varma och kalla sidan, var den hittills högst uppmätta. Temperaturutvecklingen under kommande år bör följas då ytterligare förhöjda temperaturer som sprids norr ut kan begränsa uttagen för kyländamål, i första hand från KB5.

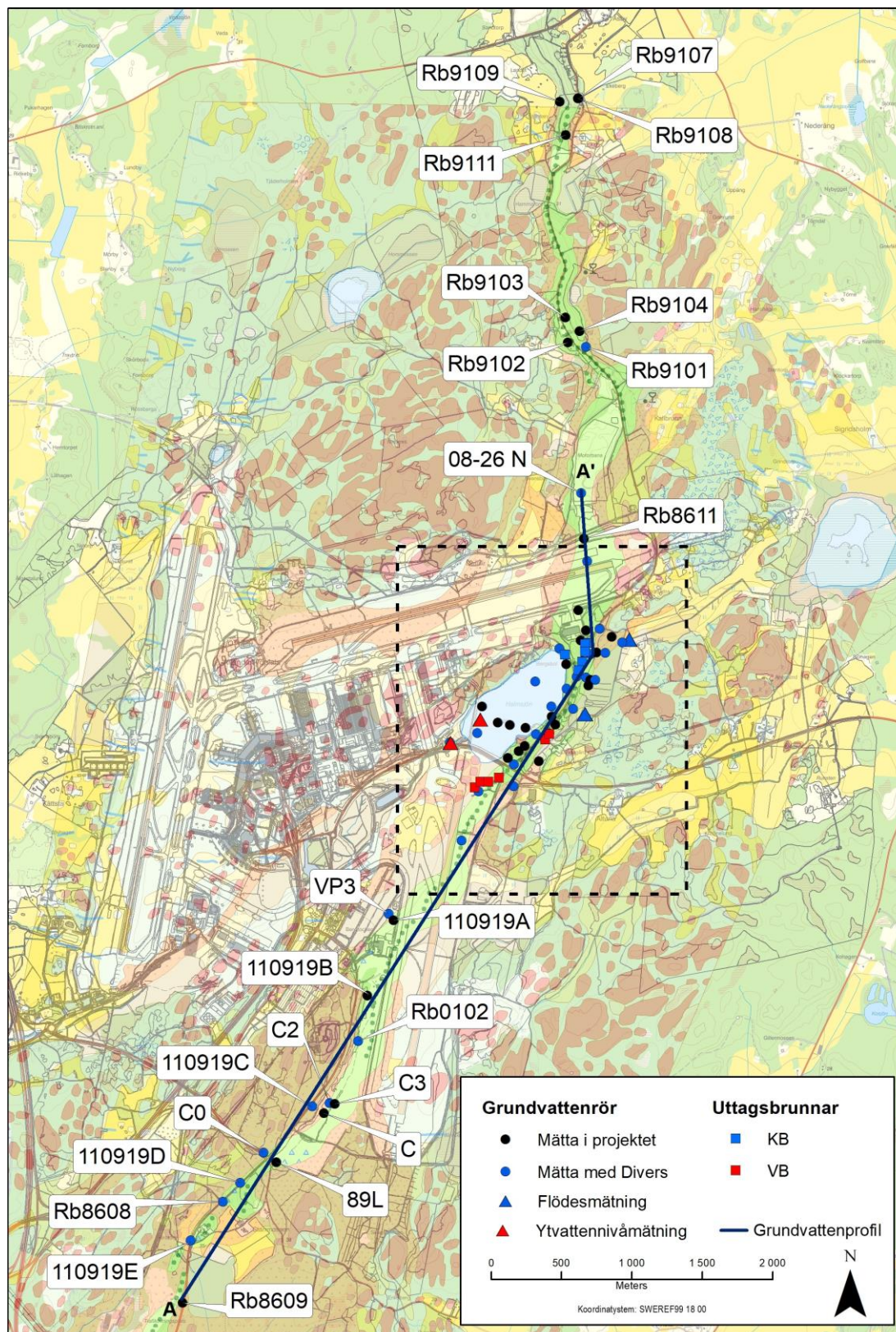
Bilaga 1. Kartor med mätpunkternas geografiska lägen och koordinater

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
Rb9101	6618268,1	148624,0	40,51
VP3	6613973,5	147127,6	28,89

Plankoordinater: SWEREF 99 18 00

Höjdsystem:

RH00

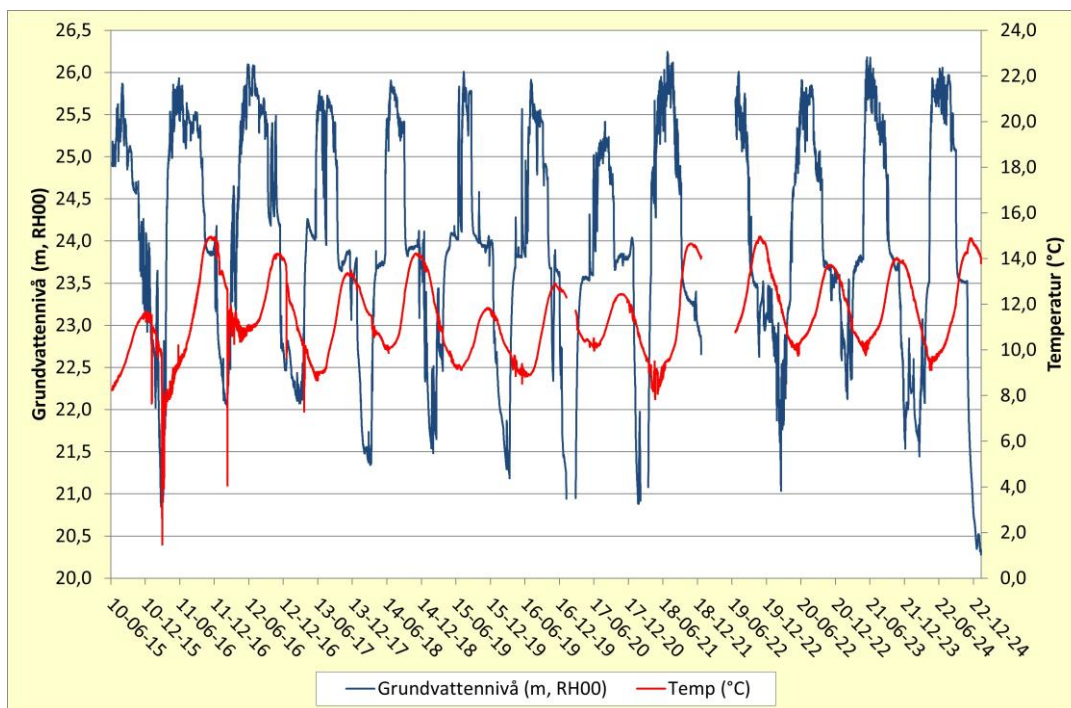
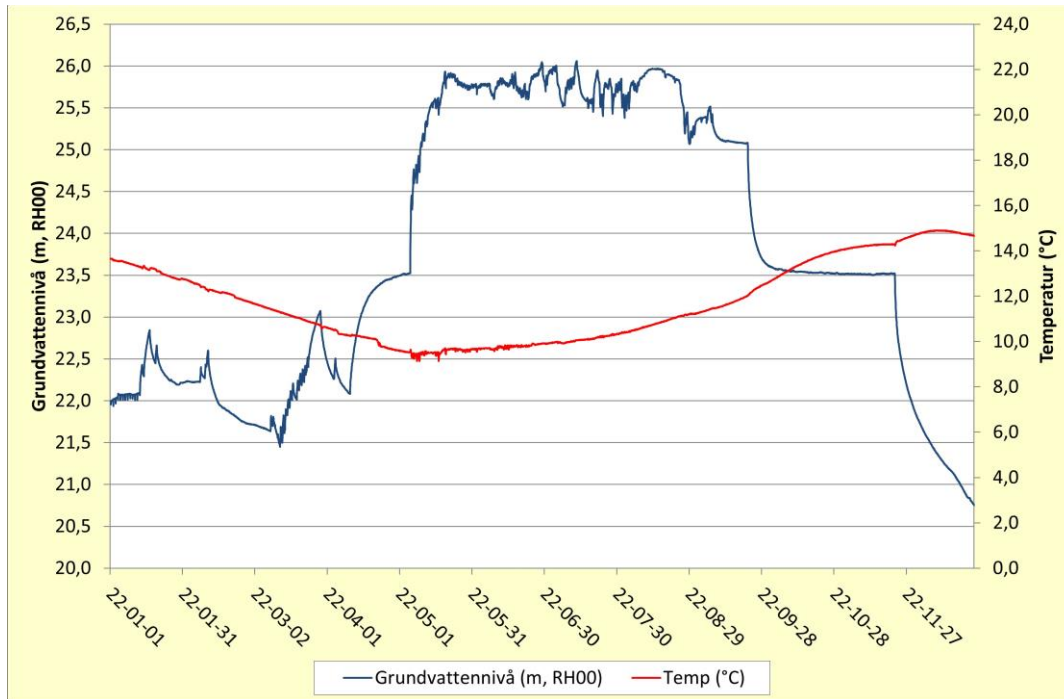


Beteckningarna för punkterna i det centrala området redovisas på särskild karta, se nästa sida.

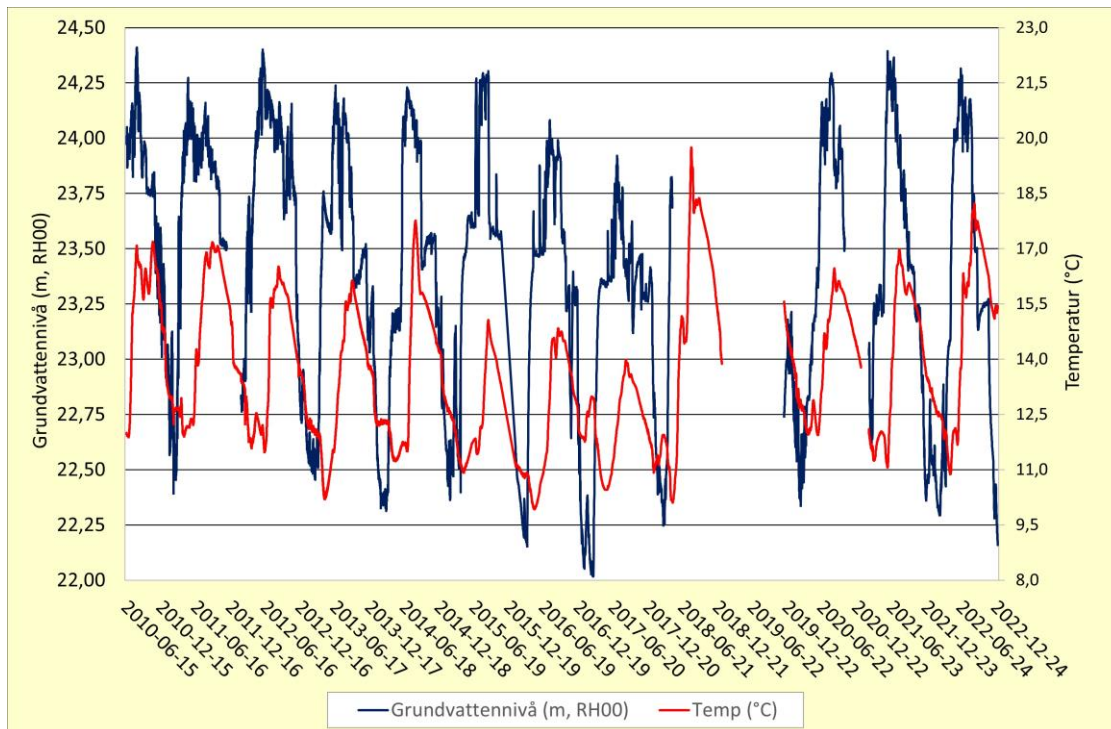
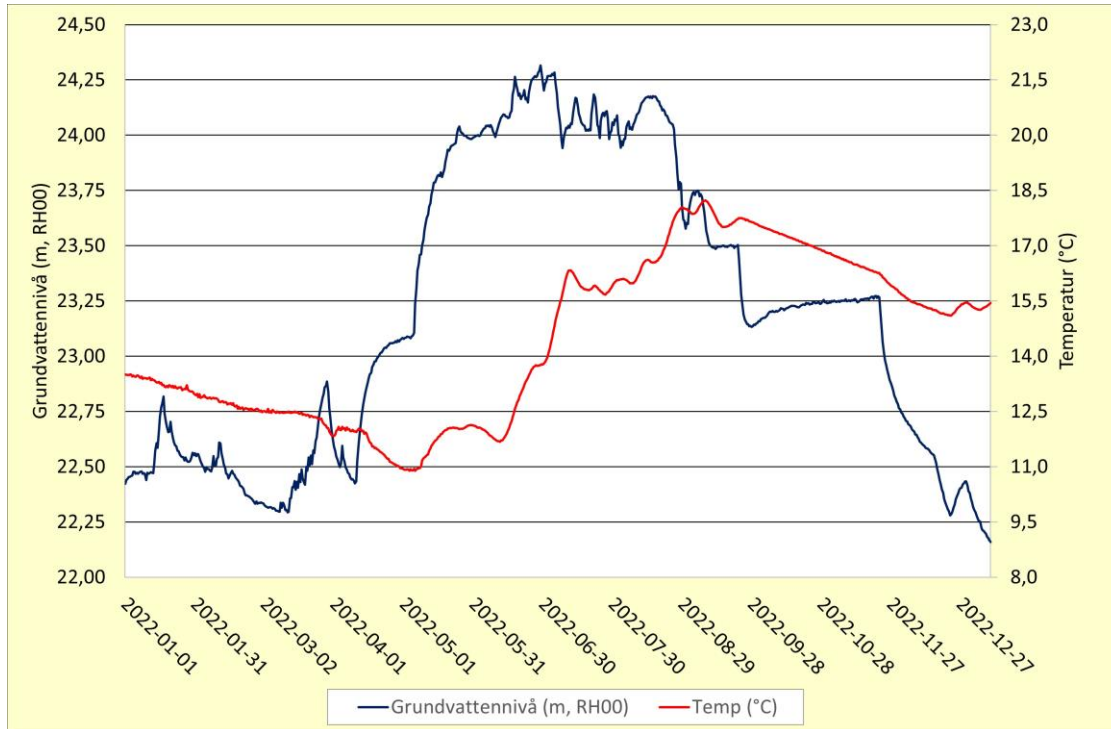


Bilaga 2. Tidsserier för grundvattennivåer och -temperaturer

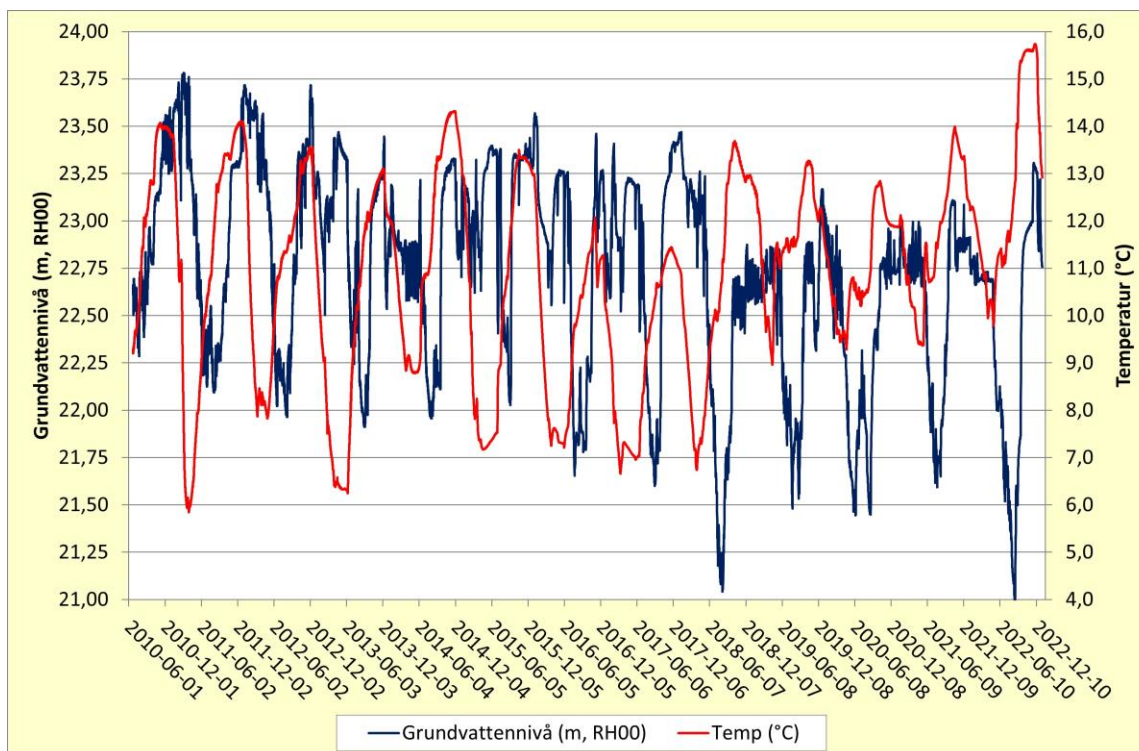
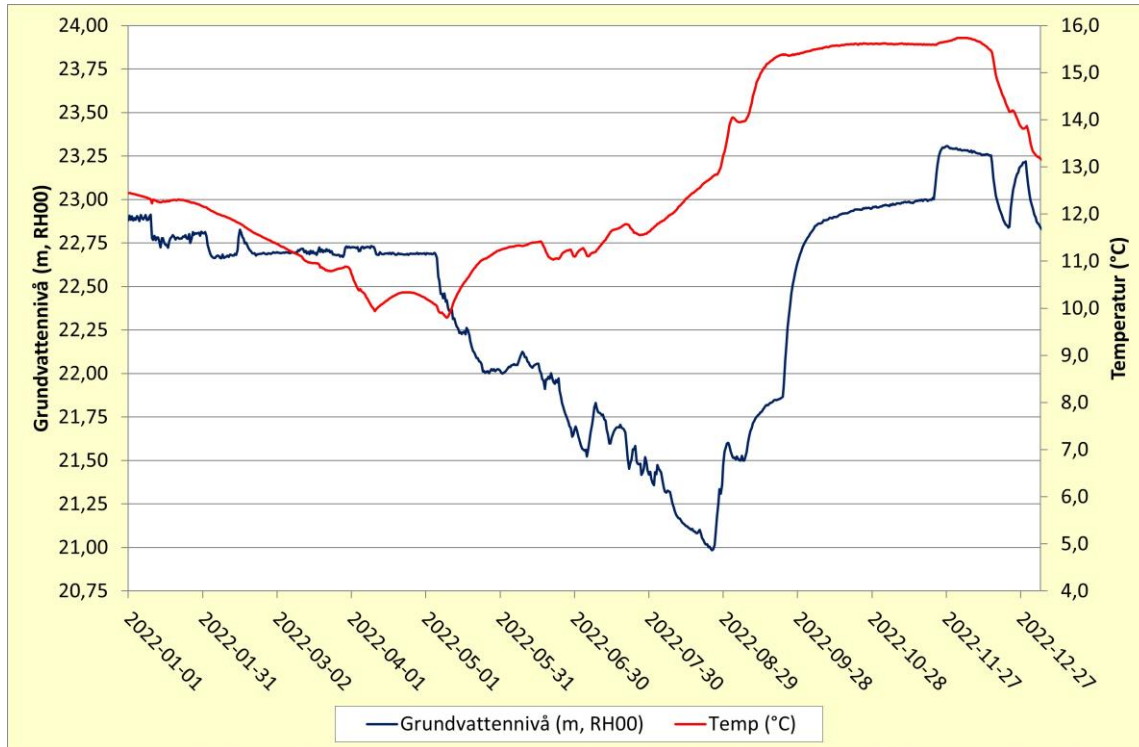
B



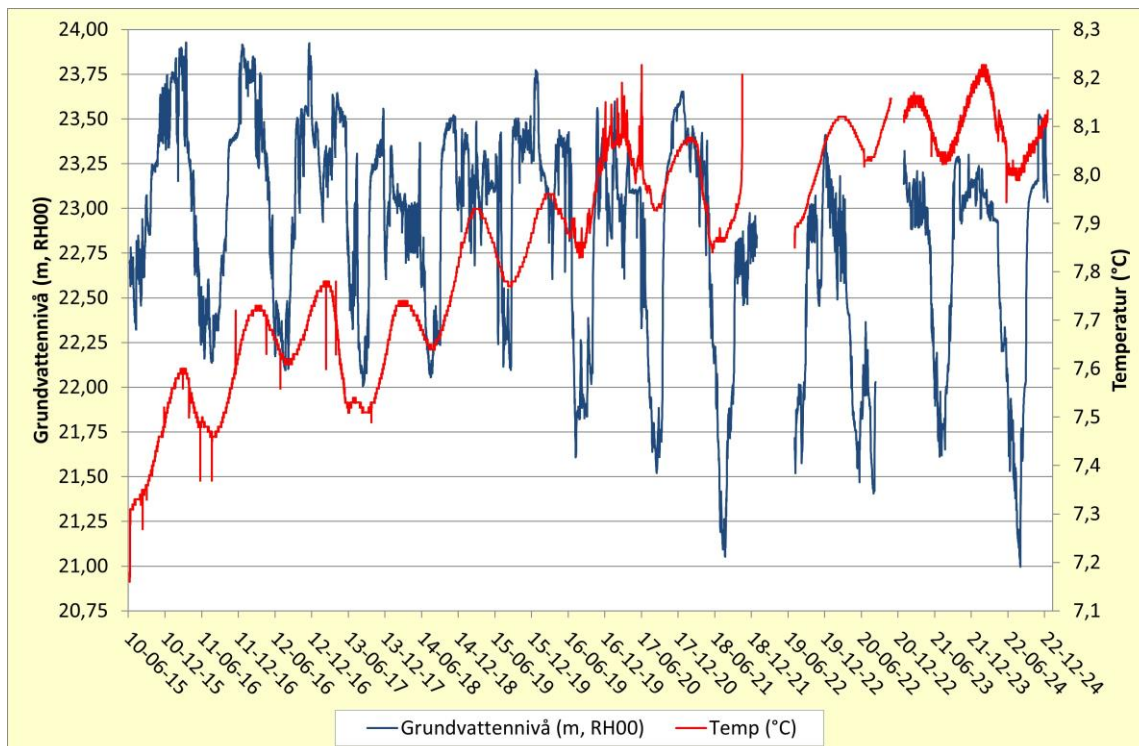
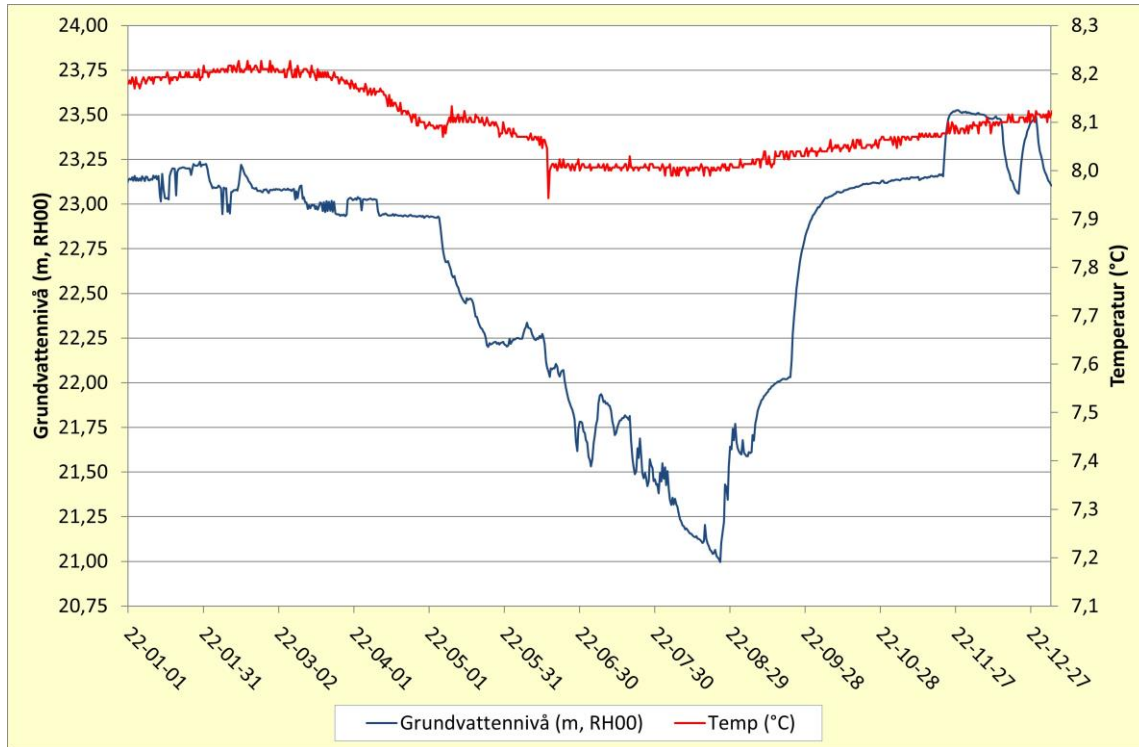
Rb0604



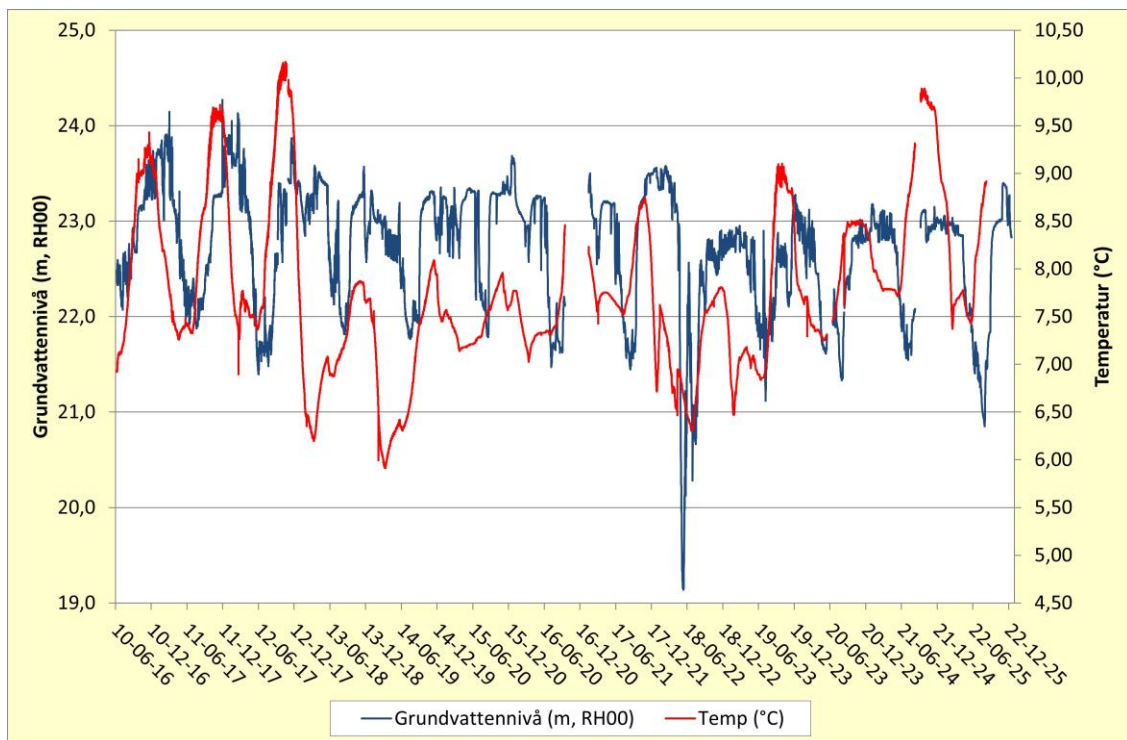
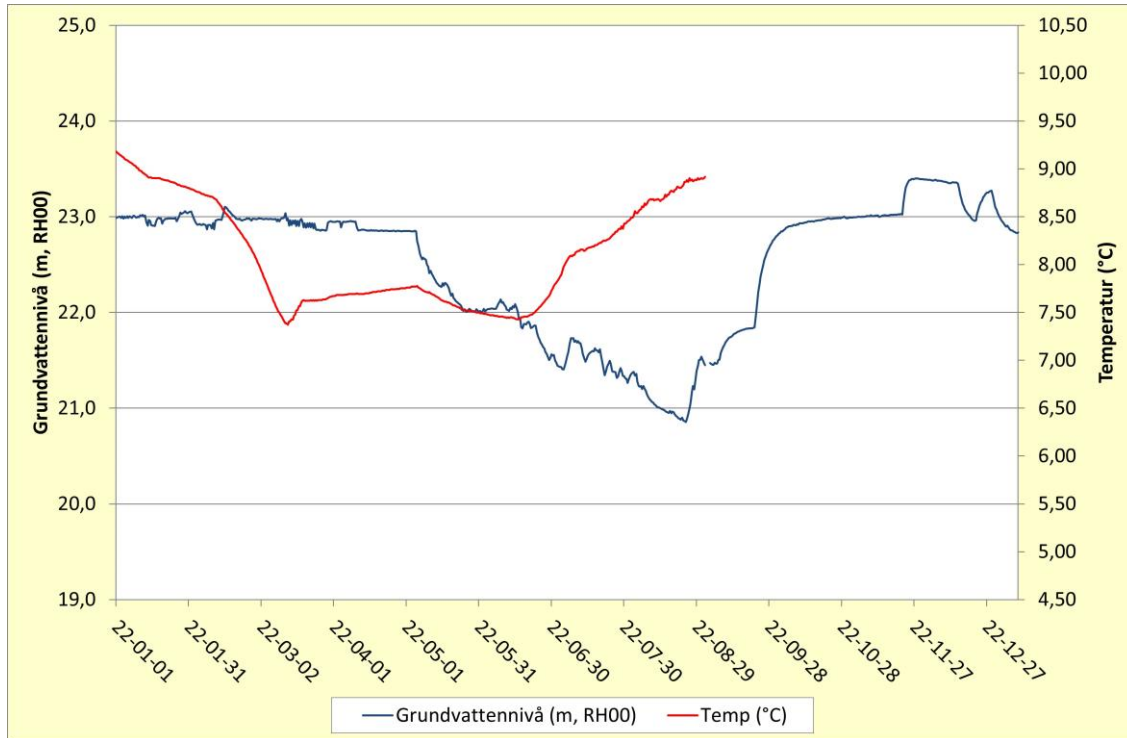
Rb0607

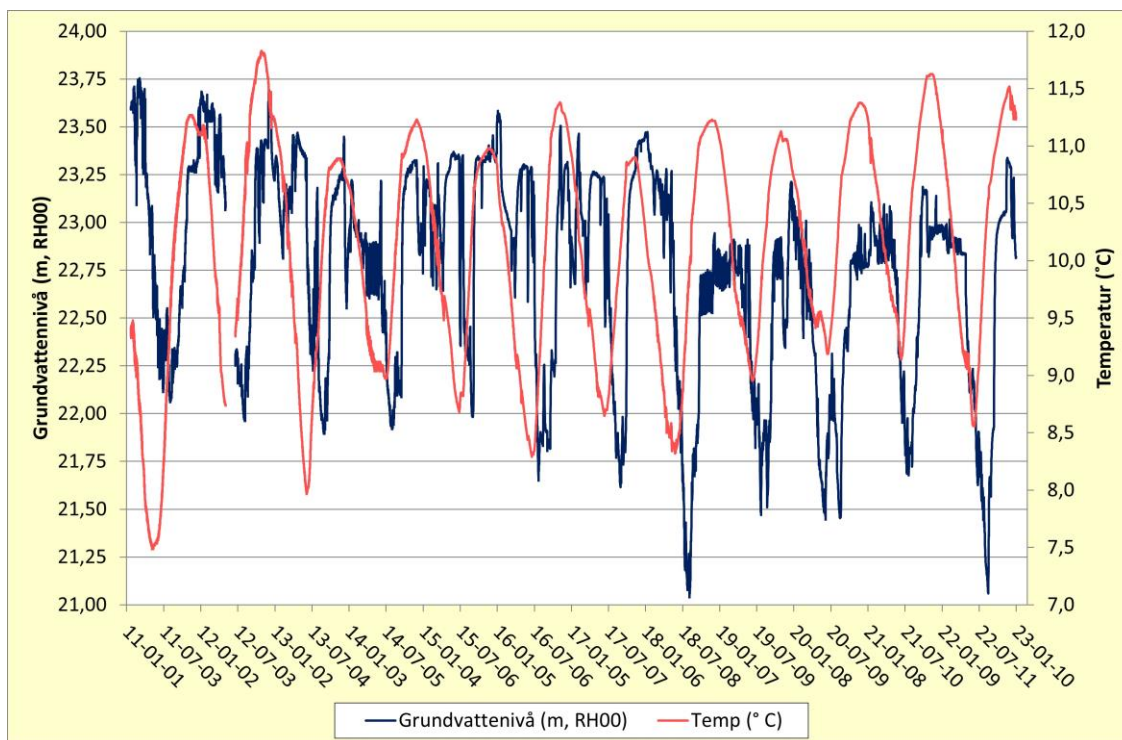
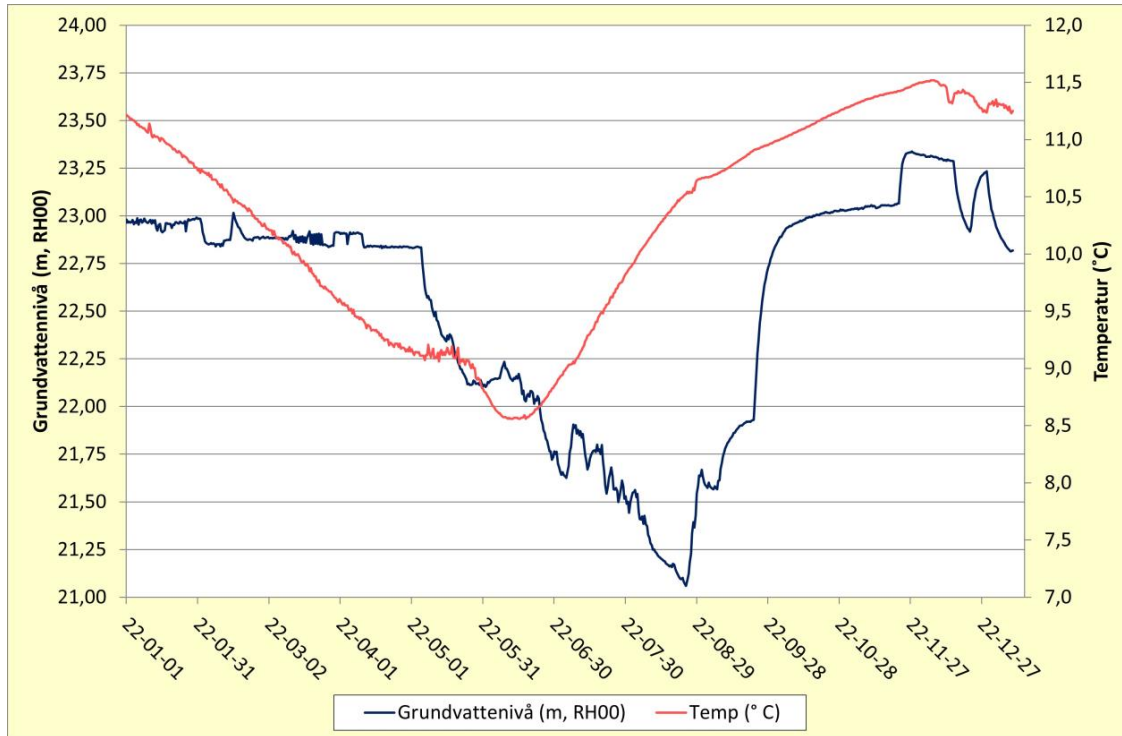


Rb0609

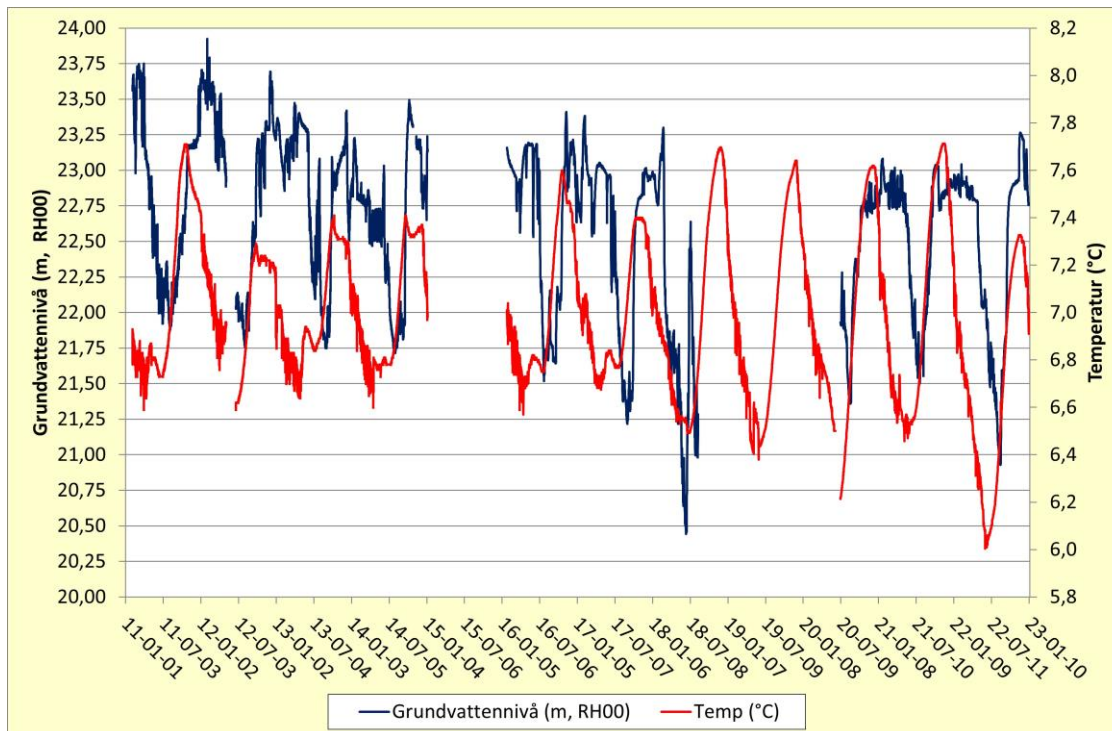
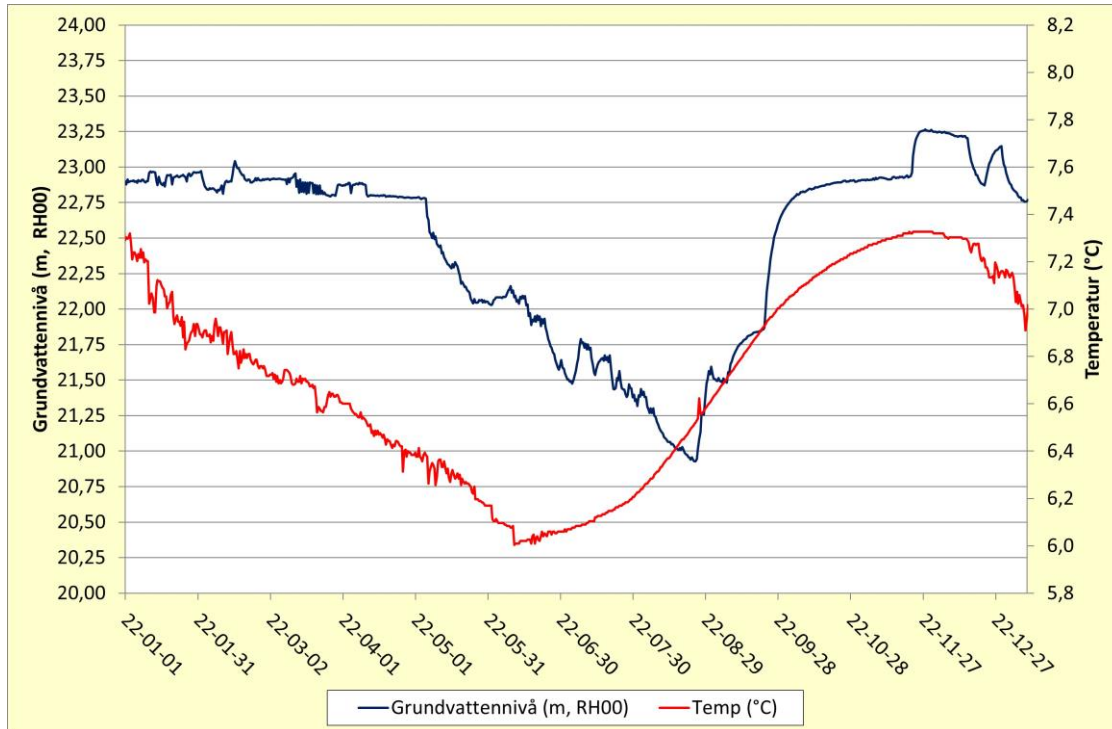


Rb0614

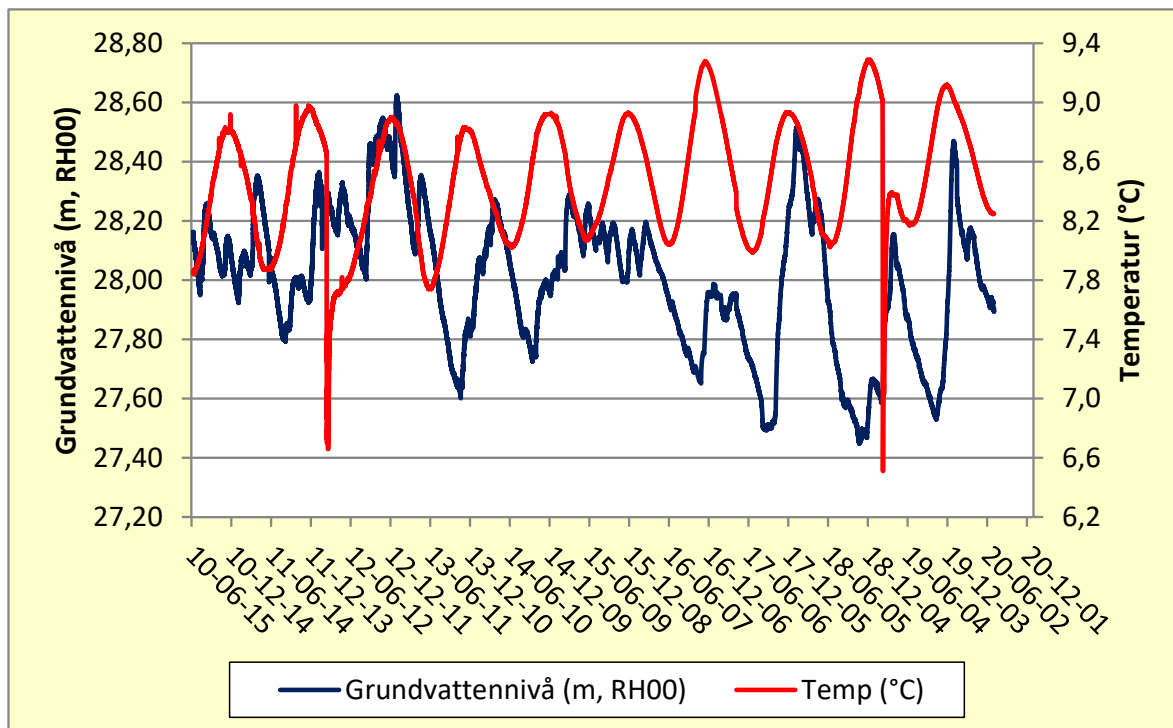
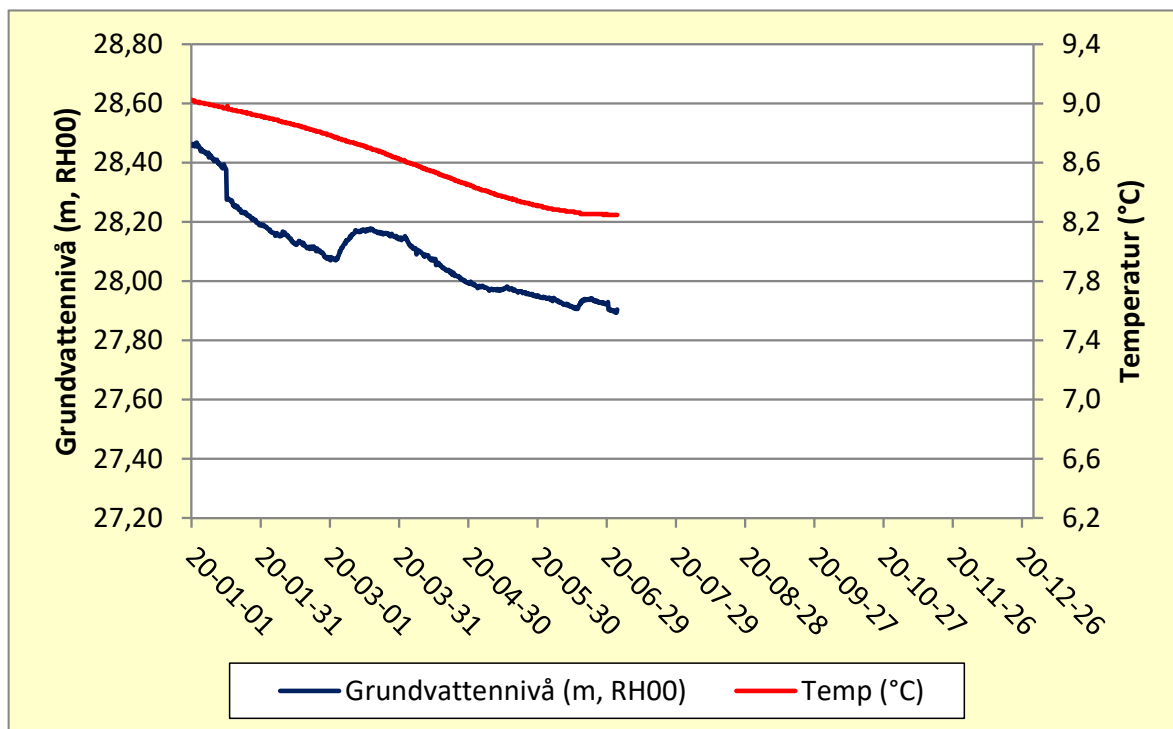


Rb1001

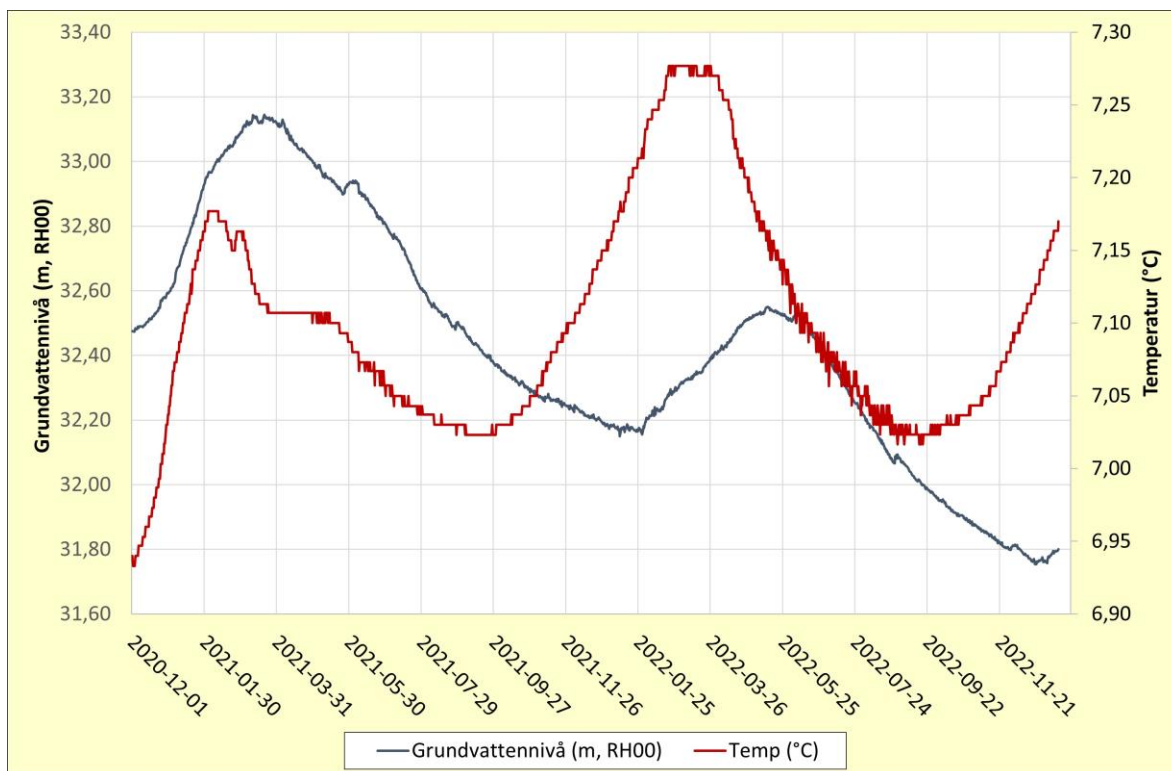
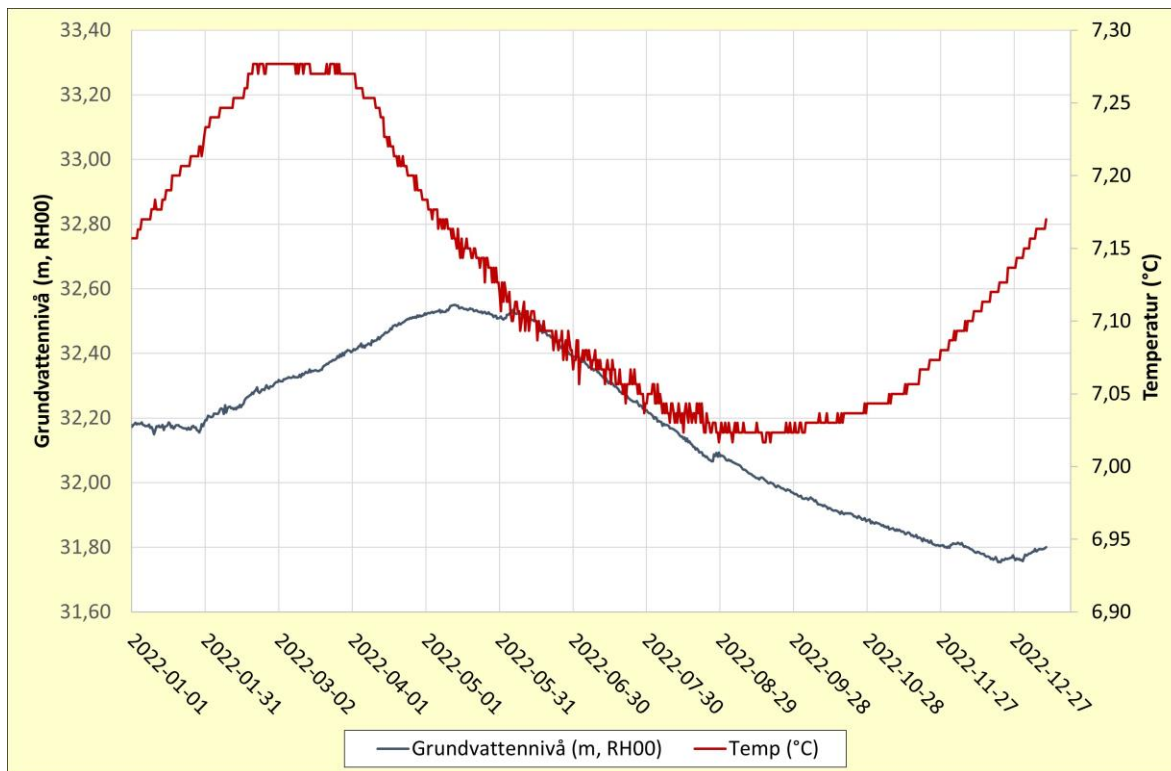
Rb1006



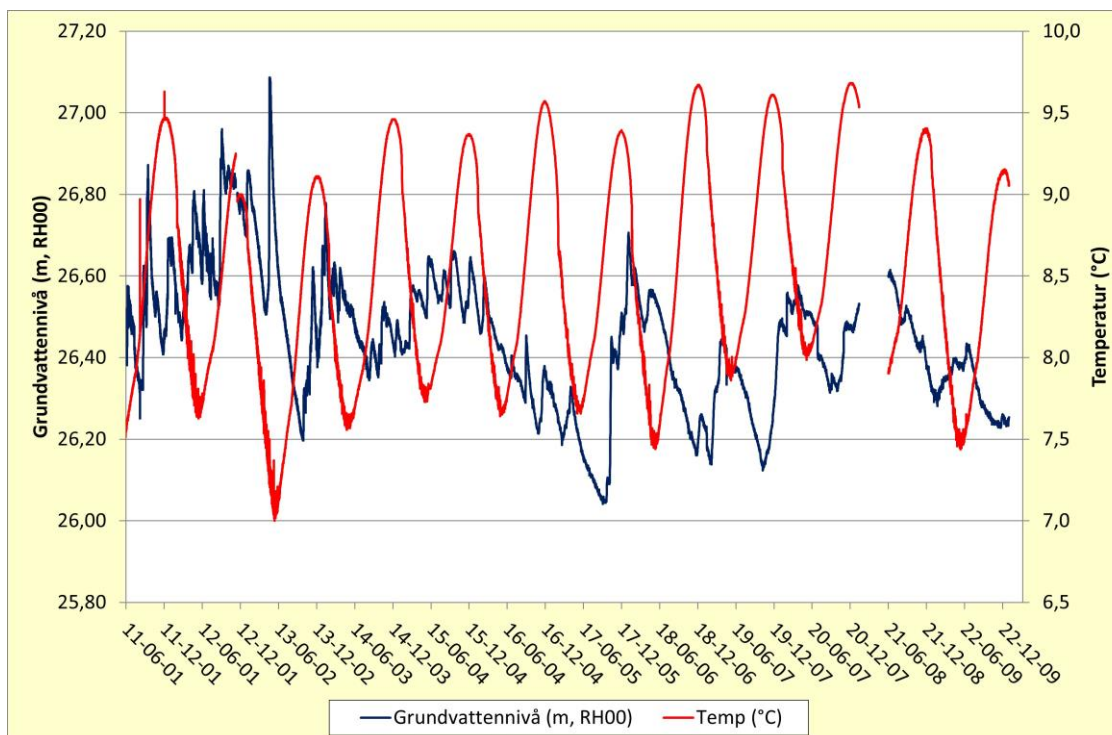
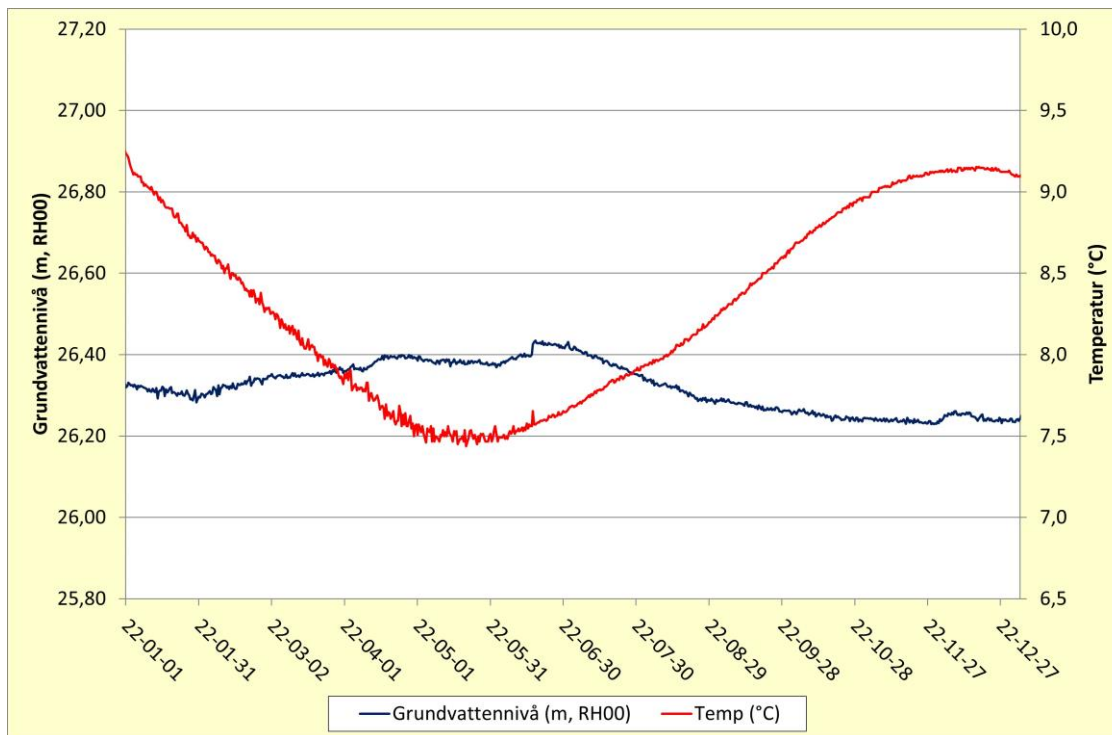
Rb8611 (mätpunkten förstörd vid anläggningsarbete, ersätts med Rb9101)



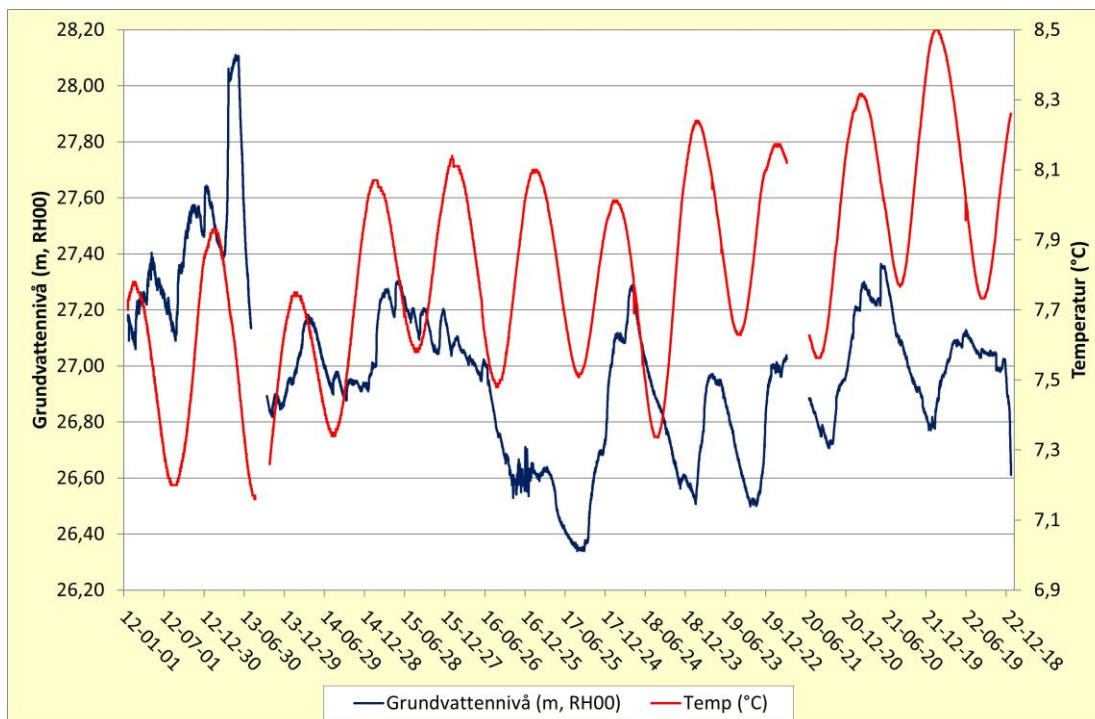
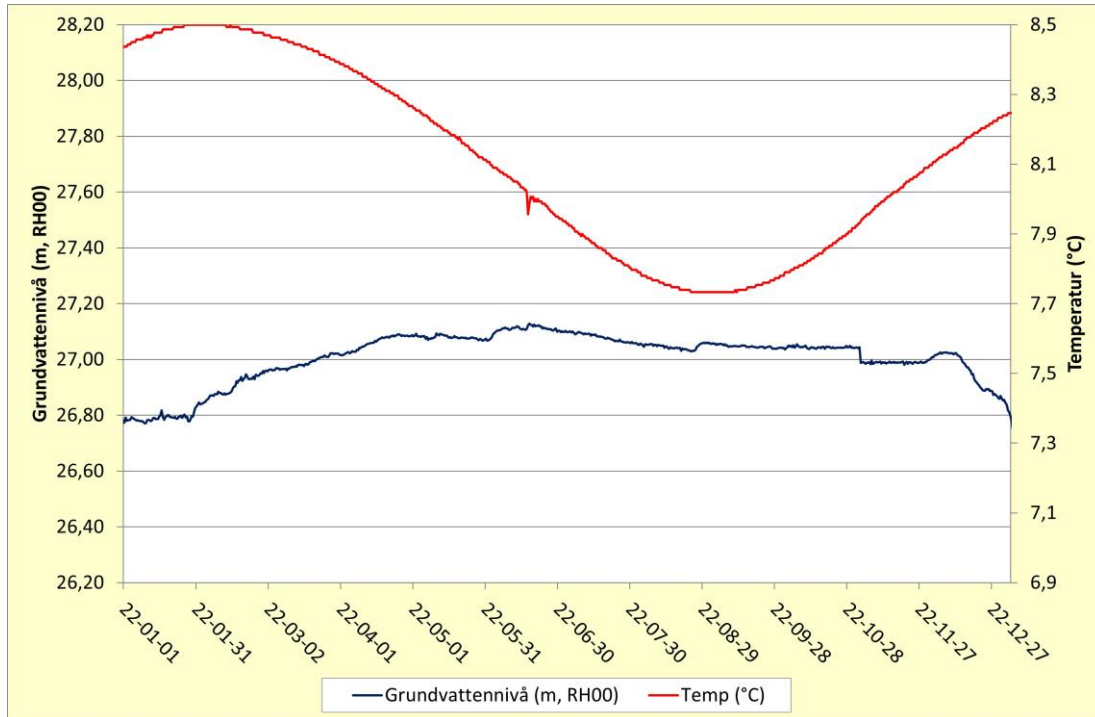
Rb9101



VP3



110919E



Bilaga 3. Flöden i bäcken öster om åsen 2011-01-21 - 2022-12-31