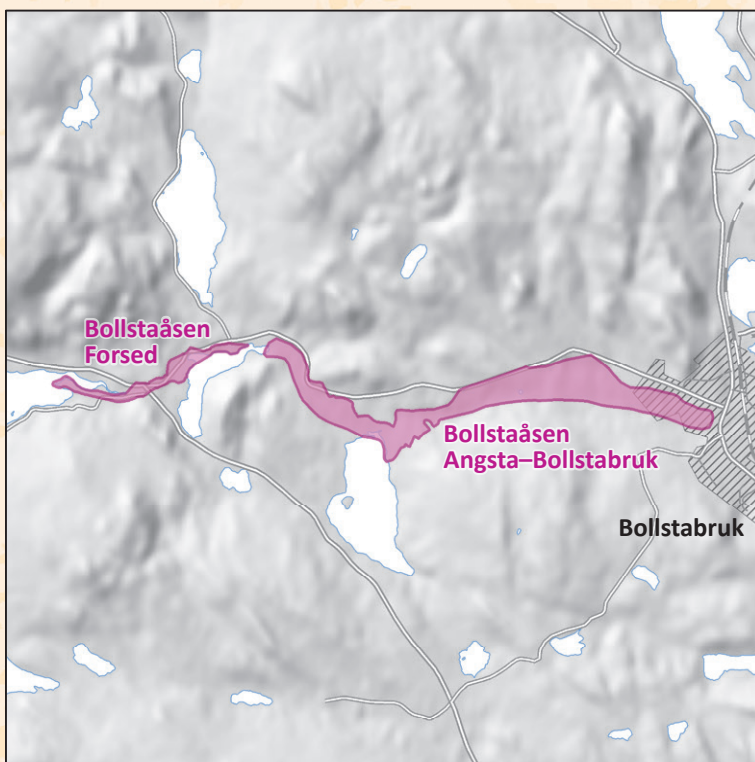


Grundvattenmagasinen Bollstaåsen Forsed och Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk

Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson,
Lars Rosenqvist & Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-474-5

Författare: Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson, Lars Rosenqvist
och Henrik Mikko
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB
Utgivningsår: 2021

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinen Bollstaåsen Forsed och Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	4
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	6
Anslutande ytvattensystem	8
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	8
Uttagsmöjlighet	9
Grundvattnets användning	10
Grundvattnets kvalitet	10
Naturligt förekommande ämnen	10
Mänsklig påverkan	11
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen	13
Referenser	13

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

Bilaga 2

Grundvattenmagasin

Bilaga 3

Bedömda uttagsmöjligheter

Bilaga 4

Tillrinningsområden

Bilaga 5

Exempel på lagerföljder

Bilaga 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Bilaga 7

Geofysiska mätningar

Bilaga 8

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Bilaga 9

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

Bilaga 10

Redovisning av analysresultat för miljögifter

GRUNDVATTENMAGASINEN BOLLSTAÅSEN FORSED OCH BOLLSTAÅSEN ANGSTA–BOLLSTABRUK

Författare: Emil Vikberg Samuelsson, Sofia Andersson, Lars Rosenqvist & Henrik Mikko

Kommun: Kramfors

Län: Västernorrland

Vattendistrikt: Bottenhavet

Databas-id: 232300156, 250200049

Grundvattenförekomster: WA94428711 (Angsta Bollsta), WA98279818 (Bollsta–Bollstabruk)

Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Bollstaåsen Forsed och Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk ligger i isälvsmaterial längs Bollstaåns dalgång i Kramfors kommun. Grundvattenmagasinen har identifierats och avgränsats utifrån jordartskartan, hydrogeologiska undersökningar samt kompletterande fältarbete. Bäst förutsättning för grundvattenuttag inom karterat område bedöms vara i västra delarna av grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk samt i västra delarna av grundvattenmagasinet Forsed. Uttagsmöjligheterna uppgår inom Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk till ca 14 l/s och inom magasinet Bollstaåsen Forsed till mellan 5 och 15 l/s, där merparten bedöms komma genom inducering av ytvatten från Valasjön.

Inledning

Det arbete som redovisas i denna rapport ingår i SGUs grundvattensatsning där grundvattenmagasin inom utpekade områden med stor risk för vattenbrist har karterats. Ett område i Höga kusten har av SGU bedömts ha en risk för brist på grundvatten, främst genom en liten magasineringsförmåga (t.ex. tunna jordtäcken), förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning och en relativt stor andel enskilda brunnar.

Syftet med grundvattenkartläggningen har varit att i första hand identifiera möjliga grundvattentillgångar och på så sätt skapa ett planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattenresurser. För många användningsområden, t.ex. vid upprättande av skyddszoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar.

SGUs undersökningar har utförts och sammanställts under 2020 inom ramen för SGUs extrasatsning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). I arbetet medverkade även Maria Forsgård, Björn Wiberg, Emil Fagerström, Johan Söderman, Mats Thörnqvist, Charlotte Defoort och Jonas Gierup. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst. Resultat redovisas i bilagorna 1–8 i kartform eller i tabeller.

Underlag

Tidigare undersökningar

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll, har främst sökts ut genom inventering hos kommunen och via SGUs databaser (bl.a. Brunnsarkivet, Grundvattenutredningar och Jordlagerföljder). Inom det aktuella området finns sedan tidigare utredningar om den kommunala grundvattentäkten i Angsta som försörjer Bollstabruk, Nyland och Prästmon med dricksvatten. Inom SGUs projekt ”Geologi i 3D” har en tredimensionell geologisk modell över Bollstaåsen tagits fram parallellt med

grundvattenkartläggningen (Forsgård 2020). Den tredimensionella modellen har utgjort stöd i avgränsningen av grundvattenmagasinen.

Kompletterande undersökningar

SGU har genomfört följande fältundersökningar för att komplettera och få en bättre förståelse över områdenas geologi och hydrogeologi:

- Jord- och bergsondering av konventionell typ kombinerat med skruvborrning på fem platser fördelade över de två grundvattenmagasinen.
- Provtagning av grundvatten i en enskild brunn och i fyra grundvattenrör. Provtagningen genomfördes juni 2020. Påföljande analyser av grundläggande fysikaliska och kemiska parametrar och relevanta miljögifter utfördes av ackrediterade laboratorier.
- Seismisk refraktionsmätning längs två profiler (S1_HK2020, S2_HK2020). Mätningarna har visat djupet till bergytan och gett viss information om grundvattenytans läge och jordlagrens egenskaper.
- Georadarmätningar längs en stor del av vägnätet.

Lägena för seismikmätningarna och de borrningar som utförts under fältarbetena visas i bilaga 1. Lagerföljder från SGUs borrningar och ett urval av äldre borrningar i området redovisas i bilaga 5.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databaser. En hydrogeologisk databas för de aktuella grundvattenmagasinen har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartsdata som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinen. Information om anslutande ytvattensystem lagras också i databasen. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

De två grundvattenmagasinen Bollstaåsen Forsed och Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk återfinns i en isälvsavlagring som följer Bollstaån från Valasjön i väster till Bollstafjärden i öster. Hela Bollstaåsen ligger under högsta kustlinjen och har därmed överlagrats av finkorniga glaciala och postglaciala sediment, utsatts för havets svallning och för bäckar och åars omlagrande och eroderande processer.

Markytans nivå vid grundvattenmagasinet Bollstaåsen Forsed varierar från ca 100 m ö.h. i väster till ca 80 m ö.h. i öster, och vid grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk från ca 80 m ö.h. i väster till 20 m ö.h. i öster. Isälvsavlagringen består till största delen av sandigt–grusigt material, som till stora delar är överlagrat av finkorniga glaciala och postglaciala sediment, främst silt. De största observerade jorddjupen i isälvsavlagringen från borrhuggifter är omkring 20 m vid Angsta, och även längre österut mot Bollstabruk. Bollstaån har i den östra delen eroderat ner genom, och omlagrat en del av, isälvsedimenten och de finkorniga postglaciala sedimenten. I området väster om Angsta har en betydande del av isälvsavlagringen varit föremål för täktverksamhet och stora delar av isälvsavlagringen är utbruten.

Isälvsavlagringen fortsätter åt nordväst i Valasjöns nordvästra ände där två mindre grundvattenmagasin är avgränsade. Dessa två magasin ingår inte i beskrivningen över grundvattenmagasinen i Bollstaåsen.

Berggrunden vid magasinet Bollstaåsen Forsed utgörs av vacka i de nordliga delarna och granit i de sydliga delarna. Gränsen mellan de två bergarterna går ungefär i linje med ån som förbinder Valasjön med Forssjön. Vid Forssjöns östra ände går ett nord–sydligt diabasstråk och en mindre del av magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk ligger inom detta diabasområde. Den största delen av magasinet mot öster ligger på granitisk berggrund förutom nere vid Bollstabruk samhälle, där berggrunden utgörs av vacka och en mindre yta med diabas (SGU 2009).

Hydrogeologisk översikt

Bollstaåsen Forsed

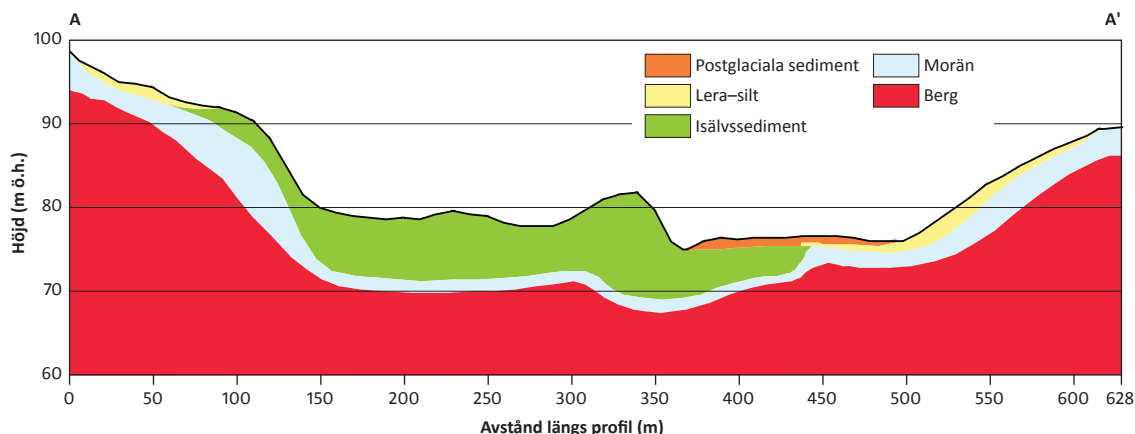
Grundvattenmagasinet Bollstaåsen Forsed har sin västra avgränsning mot Valasjön där åsen går ut som en udde i sjön. SGU genomförde en borrhning och installerade ett grundvattenrör strax öster om udden. Jordmaktigheten är ca 15 m och de översta tre metrarna består av finsand och silt som sedan övergår i ett grövre material med grovsand eller grus (Bol-003, bilaga 5). Detta stämmer även överens med tolkningen av den seismiska mätning som genomfördes i området vilken visade ett jorddjup på ca 15 m och att isälvsavlagringen är ca 100 m bred (S1_20, bilaga 7). Den hydrauliska konduktiviteten i de grövre sedimenten beräknades till i storleksordning 10^{-4} m/s. Beräkningen utfördes med data från ett kortare pumpptest i samband med vattenprovtagningen i grundvattenröret. Den hydrauliska konduktiviteten tyder på grovsand–mellansand (Larsson 2008). Utifrån nivåmätningar i området bedöms kontakten med Valasjön vara god och därmed ökar möjligheterna till större grundvattenuttag. Bedömningen är att uttagsmöjligheterna i området kan uppgå till mellan 5 och 15 l/s, där den största delen antas komma genom inducerad infiltration från Valasjön.

Längre österut smalnar dalgången av och ån som avvattnar Valasjön har eroderat ner genom åsen till den underliggande moränen. Cirka 150 m söder om ån går en väst–östlig landskapsform som fortsätter ut i Forssjön. Landskapsformen påminner om en åsrygg, men en borrhning som SGU utförde visar att formen utgörs av morän (BMW205112). Isälvsavlagringen löper i stället längs Forssjöns norra strand.

En borrhning (Bol-008, bilaga 5) i samband med installation av grundvattenrör intill Forssjöns nordvästra strand visade finkornigare jordarter (lera och silt) som överlagrar ett 2 m mäktigt lager av finsand, för att sedan övergå till 2 m sand–block (friktionsjord) innan avslut mot block eller berg. Det undre lagret med friktionsjord skulle kunna utgöras av morän. Filtreret sattes i det undre lagret med friktionsjord och ett korttidspumpptest, som genomfördes i samband med provtagning, visar på låg genomsläpplighet, i storleksordning 10^{-6} m/s, vilket tyder på morän alternativt finsediment (Larsson 2008).

Undersökningarna indikerar att den grova åskärnan inte ligger i direkt anslutning till Forssjön utan att den snarare bör vara belägen uppe på skrå mot höjdområdet i nordväst, alternativt saknas. Nivåmätning i grundvattenröret (Bol-008) som ligger endast 40 m från Forssjöns nordvästra strand visar att grundvattenytan ligger ca 60 cm över sjöytans nivå, vilket indikerar att finsediment begränsar utbytet och den hydrauliska kontakten mellan grundvattenmagasinet och Forssjön. Uttagsmöjligheterna i den östra delen av magasinet Bollstaåsen Forsed bedöms vara måttliga (1–5 l/s).

Magasinet avgränsas i öster strax innan Forssjöns östra strand där avlagringen inte längre framträder i markytan. Det är inte klarlagt om avlagringen fortsätter genom exempelvis isälvsediment belägna under Forssjön, eller täckta med finkorniga sediment längs Forssjöns stränder. Det är inte heller klarlagt om det därmed finns en kontakt mellan magasinet Bollstaåsen Forsed och magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstrabruk som ansluter vid Forssjöns utlopp till Lokaån.



Figur 1. Profil som visar jordlager sett tvärs över dalgången ca 400 m nordväst om Bussjön.

Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk

Grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruks västra avgränsning går vid Forssjöns utlopp till Lokaån. I nordvästra delen av magasinet bedöms den vattenmättade mäktigheten vara liten. En borrhning (Bol-002) i botten av en gammal täkt vid Sel, med en täktvägg på ca 8 m, visade ca 4 m jorddjup och en vattenmättad zon på ca 3 m. Stora delar av magasinets västra delar där isälvsmaterialet ligger ytligt är påverkat av tidigare täktverksamhet, och mycket av isälvsmaterialet ovanför grundvattenytan är således bortbrutet. Längre österut (vid Angsta och Bollstabruk) blir jorddjupen i isälvssavlagringen större och kan uppgå till 20–30 m.

Vid Angsta har det genomförts ett antal utredningar (främst under 1950- och 1960-talet) i syfte att undersöka grundvattenmagasinets egenskaper. Bland annat har propumpningar och rörborrhningar gjorts för att bedöma lagerföljder och hydrauliska egenskaper. Lokaån har omlagrat avsatta sediment (glaciala och postglaciala), vilket har fått till följd att grundvattenmagasinet ibland täcks av både glaciala och postglaciala sediment. Åskärnan bedöms till största delen vara belägen i botten på dalgången, se figur 1.

Vid Moliden visar SGUs jordartskarta att det ligger en del isälvssediment på sluttningen upp mot Trappberget. SGUs bedömning är att isälvssedimentet till största delen är torrt men att det är ett viktigt grundvattenbildningsområde till grundvattenmagasinet.

Vidare österut längs Bollstaåsen dalgång överlagras grundvattenmagasinet alltmer av finkornigare sediment och det blir svårare att identifiera åskärnans sträckning.

SGU har utfört en borrhning vid Bollstamo (Bol-001) som visar sand och finkornigare material ner till ca 7 m och därefter friktionsjord som innehåller en del finkornigt material. Ett korttidspumptest gav en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 10^{-6} m/s, vilket tyder på finsediment (grovsilt–finsand), alternativt morän (Larsson 2008). Bedömningen är att detta inte är åskärnan utan att den snarare är belägen i norra delen av dalgången. Utifrån höjddata och borrhningen kan den rygg som ligger tvärs över dalgången möjligtvis vara en israndbildning där morän och isälvssediment varvas, vilket skulle kunna förklara den lägre genomsläppligheten.

Närmare Bollstabruks samhälle är isälvssavlagringen inte längre synlig på markytan och avgränsningen är osäker. Det finns lagerföljdsuppgifter som tyder på att isälvssavlagringen ligger under de finkorniga sedimenten. Exempelvis visar en borrhning för energibrunn i området där Delångersbäcken går ihop med Bollstaån ett 20 m mäktigt lager av sand och grus, som ligger direkt på berget och överlagras av 12 m lera (913019124). Magasinets avgränsning är gjord

utifrån de lagerföljder som visar på förekomsten av grövre material (sand och grus). Magasinet avgränsning är väldigt osäker i hela området från Moliden och österut till Bollstabruk.

Anslutande ytvattensystem

Inom det karterade området finns sjöarna Valasjön, Forssjön och Bussjön, vattendragen Lokaån och Bollstaån och ett flertal mindre vattendrag som ansluter från dalgångens sidor.

Bollstaåsen Forsed

Baserat på nivåmätningar av yt- och grundvattenytan bedöms Valasjön stå i hydraulisk kontakt med magasinet västra del, och det bedöms kunna ske ett utbyte i båda riktningarna. Ett visst flöde av grundvatten från magasinet till Bollstaån bedöms vara möjligt längs den del av ån som rinner från Valasjön till Forssjön.

Forssjön bedöms dock inte ha någon betydande hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet. Denna bedömning baseras på nivåmätningar i de östra delarna som visar att grundvattennivån i det strandnära röret Bol-008 ligger omkring en halvmeter högre än sjöytan. Det sker ett utbyte från grundvattenmagasinet till Forssjön, men utbytet bedöms vara begränsat.

Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk

Ingen bedömning har gjorts om Forssjön står i kontakt med västra delen av magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk. Lokaån bedöms ställvis kunna stå i kontakt med grundvattenmagasinet, dock inte i den östra delen innan utloppet till Bussjön.

I en äldre grundvattenutredning (Orrje & Co 1959) beskrivs att grundvattenmagasinet inte har kontakt med Bussjön vid normala vattenstånd. Samma slutsats kan dras från de nivåmätningar som SGU utförde i juni 2020 då sjöns nivå låg på 74,1 m ö.h. och grundvattennivån i ett observationsrör ca 100 m väster om Bussjöns utlopp låg på 72,1 m ö.h. Däremot bedöms en naturlig infiltration av ytvatten till grundvattenmagasinet kunna ske i samband med höga ytvattennivåer i Bollstaån, genom att det vid en viss vattennivå i Bollstaån sker en naturlig infiltration på de ställen där grövre isälvsmaterial går i dagen (Orrje & Co 1959). Även senare utredningar visar att det sker inducerad infiltration från Bussjön till uttagsbrunnarna vid Angsta, vilket syns på höga järn- och manganhalter och att mineralerna är bundna till organiska ämnen (ProVAb 2013).

Längre nedströms bedöms ytvattendraget och magasinet ställvis ha hydraulisk kontakt, exempelvis vid Bollstamon. För övriga vattendrag inom magasinet saknas underlag för bedömning.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Bollstaåsen Forsed

Magasinet tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1. Vatten bedöms tillföras magasinet från den nederbörd som faller på avlagringen inom magasinet primära tillrinningsområde och även en del inom magasinet tertiära tillrinningsområden. Dessutom bedöms Valasjön stå i kontakt med magasinet och inducering av ytvatten kan inte uteslutas.

Tabell 1. Grundvattenmagasinet Bollstaåsen Forsed. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,12	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	1,8
Tertiärt tillrinningsområde	1,8	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	1,6**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** 5–15 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att 10–20% av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena och möjlig inducering från Valasjön.

Tabell 2. Grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta-Bollstabruk. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,3	414 mm/år, 13,1 l/s per km ²	3,9
Tertiärt tillrinningsområde	8,1	365 mm/år, 11,5 l/s per km ²	9,5**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet*** ca 14 l/s			

* Beräkningen av effektiv nederbörd grundas på beräknad grundvattenbildning i olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

** Bygger på antagandet att 10–30% av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Utagsmöjligheten baseras på de primära och tertiära tillrinningsområdena.

Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk

Magasinet tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära och tertiära tillrinningsområdena redovisas i tabell 2. Vatten bedöms tillföras magasinet från den nederbörd som faller inom magasinet tertiära tillrinningsområde samt de delar som faller på avlagringen. Vattendragen Lokaån, Bussjön och Bollstaån bedöms till största delen vara isolerade från magasinet och bidrar inte under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större utsträckning. Däremot kan ett visst bidrag ske vid högre vattennivåer i främst området kring Bussjöns utflöde till Bollstaån.

Utagsmöjlighet

Utagsmöjligheterna som redovisats i tabell 1 och 2 är grova uppskattningar av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnkonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinen. Möjlighet till förstärkt grundvattenbildning genom inducering från ytvattensystem har beaktats.

Bollstaåsen Forsed

För magasinet Bollstaåsen Forsed har möjligheten till större uttag än bedömd grundvattenbildning i tabell 1 angetts då genomsläppligheten är god och det bedöms finnas en god hydraulisk kontakt med Valasjön, vilket skulle öka kapaciteten genom inducerad infiltration.

Bedömningen är att uttagsmöjligheterna i området kan uppgå till 5–15 l/s, där den största delen antas komma genom inducerad infiltration från Valasjön. Uttagsmöjligheterna i den östra delen av magasinet Bollstaåsen Forsed bedöms vara måttliga (1–5 l/s).

Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk

Inom grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk finns verifierade möjligheter till konstgjord grundvattenbildning. Dessutom sker det vid vissa höga ytvattennivåer inducerad infiltration i området kring Bussjön. Induceringen bedöms knappast bidra till uttagsmöjligheten eftersom den endast sker under korta perioder. Uttagsmöjligheterna inom magasinet bedöms vara ca 14 l/s och då är inte möjligheten till konstgjord grundvattenbildning inräknad.

Grundvattnets användning

Inom magsinet Bollstaåsen Forsed finns en del enskilda brunnar. Inom grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk finns en kommunal vattentäkt som försörjer tre samhällen med dricksvatten sedan 1940-talet, Bollstabruk, Nyland och Prästmon. Vattentäkten har ett fastställt skyddsområde från 1990 och tillstånd för bortledning av grundvatten.

Grundvattnets kvalitet

SGU har i samband med kartläggningen utfört provtagning av grundvatten på fem platser. I grundvattenmagasinet Bollstaåsen Forsed togs prover i en grävd brunn (Bol-B1) på Långnäsudden vid Valasjön, i grundvattenröret Bol-003 öster om Valasjön och i grundvattenröret Bol-008 vid Forssjöns västra strand.

I grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk utfördes provtagning i grundvattenröret Bol-002 i tåkten vid Sel och i grundvattenröret Bol-001 söder om Stensätter.

Från SGUs databaser har tillgängliga grundvattenkemiska data från vattentäkten i Angsta inhämtats. Utöver SGUs provtagning under kartläggningsarbetet finns vattenanalyser från två befintliga grundvattenrör (Stensätter 2004:1 och Stensätter 2004:2) i anslutning till en nedlagd avfallsdeponi i magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk vid Stensätter (MVM 2004).

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 3. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 8 och 10. Provpunkternas geografiska lägen framgår av bilaga 1. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 9. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär inom grundvattenmagasinen längs Bollstaåsen, som följer under avsnitten *Naturligt förekommande ämnen* och *Mänsklig påverkan*, är om inget annat anges gjord med stöd av SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013).

Naturligt förekommande ämnen

Grundvattnets kemiska sammansättning i magasinet Bollstaåsen Forsed tycks, baserat på tillgänglig information, skilja sig något mellan provplatserna vad gäller grundvattnets syresättning, alkalinitet och förekomsten av arsenik. Grundvattnet i provpunkten Bol-B1 uppvisar mycket låg alkalinitet, är väl syresatt och är förmodligen påverkat av ytvatten från Valasjön. Denna påverkan av ytvatten kan även urskiljas i resterande parametrar, vilka i de flesta fall har lägre halter jämfört med övriga prover tagna inom magasinet. I övriga delar av magasinet uppvisar grundvattnet måttlig till hög alkalinitet och i allmänhet låga till måttliga halter av baskationerna kalcium, kalium, magnesium och natrium. Utifrån halterna av de redoxkänsliga

ämnena järn, mangan och sulfat, som tenderar att fällas ut i kontakt med syre, tycks grundvattnet i stora delar av magasinet Bollstaåsen Forsed vara relativt syrefattigt. Förhöjda järn- och manganhalter och låga fältuppmätta halter av syre observerades både i grundvatten från rör Bol-003 (öster om Valasjön) och i rör Bol-008 (väster om Forssjön). Den låga syresättningen av grundvattnet förklaras troligen av att magasinet i stora delar är överlagrat av finkorniga postglaciala sediment.

Grundvattnet i magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk har liknande kemisk sammansättning som i magasinet Bollstaåsen Forsed, undantaget grundvattenrören Stensätter 2004:01 och Stensätter 2004:2 som är tydligt påverkade av föroreningar från den nedlagda avfallsdeponin. Även grundvattnet i magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk uppvisar varierande grad av syresättning. I rör Bol-002 i den nedlagda grustäkten i nordvästra delen av magasinet tycks grundvattnet vara relativt väl syresatt, med en hög alkalinitet. Järnhalten är mycket låg och halten organiskt material (mätt som COD_{Mn}, se tabell 3) är mycket låg. Vid vattentäkten i Angsta liksom i den östra delen av magasinet, i området vid Stensätter, tycks grundvattnet däremot vara relativt syrefattigt. I detta område uppmättes mycket höga järn- och manganhalter och höga halter av organiskt material (mätt som COD_{Mn}). Öppna respektive slutna förhållanden i grundvattenmagasinet tros förklara skillnaderna i syresättning av grundvattnet.

Värt att notera är de förhöjda arsenikhalter i grundvattnet som förekommer på en provplats (Bol-003) inom magasinet Bollstaåsen Forsed och på tre provplatser (Bol-001, Stensätter 2004:01 och Stensätter 2004:02) inom magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk. Arsenikhalten i grundvatten från rören Bol-003 och Stensätter 2004:01 överstiger till och med Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten med avseende på arsenik (10 µg/l). När det gäller Stensätter 2004:01 och Stensätter 2004:02 kan avfallsdeponin inte uteslutas som källa till de förhöjda arsenikhalterna i grundvattnet. Mer anmärkningsvärd är den mycket höga arsenikhalten (21 µg/l) i grundvattenröret Bol-003, som avviker avsevärt från den mycket låga arsenikhalt (0,11 µg/l) som uppmättes i den närliggande brunnen Bol-B1 (tabell 3). I tabell 3 framgår att höga arsenikhalter i grundvatten sammanfaller med låga syrgashalter och höga järn- och manganhalter, ofta i kombination med höga halter av organiskt material (mätt som COD_{Mn}). De genomförda provtagningarna inom kartläggningen, tillsammans med övrig insamlad kemidata, indikerar att arsenikhalterna i grundvattnet uppvisar stor rumslig variation inom de två kartlagda magasinen, och att största risken för förhöjda halter av arsenik i grundvattnet finns i samband med starkt reducerande (syrgasfattiga) förhållanden. Hur geokemin för arsenik styrs av oxidationsförhållanden och pH beskrivs utförligt i en rapport utgiven av SGU (2005).

Mänsklig påverkan

De östra delarna av grundvattenmagasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk är påverkade av tidigare grustäkts- och deponiverksamhet. Det finns flera äldre, avslutade deponier för både hushållssopor och industriavfall i området (Länsstyrelsen Västernorrland 2020). Provtagning av grundvattnet utförd 2004 i direkt anslutning till avfallsdeponin söder om Stensätter påvisade höga eller mycket höga halter av tungmetallerna bly, krom, nickel och zink samt halvmetallen arsenik (MVM 2004).

Provtagning i SGUs grundvattenrör (Bol-001 i tabell 3) utfördes för att undersöka eventuell påverkan från deponi- och avfallsverksamheten i området. Med avseende på grundvattnets strömningsriktning i området är grundvattenröret beläget cirka 100–150 m uppströms deponin vid Stensätter och cirka 500 m nedströms en ännu större deponi inom magasinet. I grundvattnet från rör Bol-001 detekterades PAHer och bekämpningsmedlen glyfosat och ETU i

Tabell 3. Sammanställning av tillgängliga grundvattenkemiska data från de karterade områdena i Bollståsen. För mer information om respektive provpunkt se bilaga 8. Angivna värden motsvarar, i fall av flera analyser, beräknad medianhalt. Sam-

manställningen följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013) och redovisningen har färgkodats därefter (Klass 1 = blå, Klass 2 = grön, Klass 3 = gul, Klass 4 = orange, Klass 5 = röd). Klassindelningens

innebörd skiljer sig åt mellan parametrar. Höga halter representeras i regel av högre klasser, men undantag finns (t.ex. för parametern alkalinitet). Med ED avses PFAS ej detekterad i halter över rapporteringsgräns.

Parameter	Enhet	Bol-B1 (Bollsta-åsen Forsed)	Bol-003 (Bollsta-åsen Forsed)	Bol-008 (Bollsta-åsen Forsed)	Bol-002 (Bollsta-åsen Angsta)	Bol-001 (Bollsta-åsen Bollstabruk)	Stensätter 2004:01	Stensätter 2004:02	Vattentäkt Angsta, medianvärde
Tidpunkt		2020-06-10	2020-06-10	2020-06-10	2020-06-10	2020-06-11	2004-09-15	2004-09-15	
pH		6,6	6,4	7,1	6,9	6,7	6,8	6,8	7,2
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	16	54	77	95	58			89
Syre (mätt i fält)	mg/l	8,35	3,58	1,27	5,32	0,61			2
Kalcium	mg/l	6,4	15	21	21	11			27
Kalium	mg/l	1,7	2,1	3,9	5,5	3			1,9
Magnesium	mg/l	1,1	6,9	4,7	8	3,7			3,5
Natrium	mg/l	1,6	6,4	14	5,5	7,3			3,7
COD _{Mn}	mg O ₂ /l	0,81	2,3	0,8	1,4	6,6			4
Turbiditet	FNU						5300	590	
Klorid	mg/l	1,6	15	9,7	3,7	2,2	13	7,2	2,5
Konduktivitet	mS/m	5,57	17,5	21,3	20,5	12,4	30	38	19
Sulfat	mg/l	6,4	14	20	9,4	7,2			12,9
Ammonium	mg/l	0,03	0,07	<0,02	<0,02	0,22			
Nitrat	mg/l	2,4	<0,3	<0,3	5,3	<0,3			
Aluminium	mg/l	0,01	0,04	0,006	0,02	0,07	32	17	0,016
Järn	mg/l	<0.0015	8,1	2,6	0,007	12	150	59	3,5
Mangan	mg/l	0,003	0,31	0,18	0,14	0,51	1,4	1,6	0,3
Arsenik	µg/l	0,11	21	0,79	0,14	7,2	19	8,5	1,56
Uran	µg/l	0,02	7,2	9,9	3,1	0,9			1,95
Bly	µg/l	0,032	0,14	0,015	0,06	0,35	81	36	0,4
Kadmium	µg/l	0,02	0,008	<0,003	0,06	<0,003	3,6	1,5	0,07
Kvikksilver	µg/l						<0.1	<0.1	
Kobolt	µg/l	0,25	0,57	0,67	5,1	0,15	30	16	
Koppar	mg/l	0,0008	0,0004	0,00005	0,0017	0,0008	0,79	0,27	0,0007
Krom	µg/l	0,07	0,54	0,05	0,06	0,67	76	54	0,25
Nickel	µg/l	0,24	4	9,8	17	0,72	96	53	1,26
Vanadin	µg/l						94	46	
Zink	mg/l	0,007	0,01	0,002	0,009	0,002	1	0,43	0,007
Bor	mg/l	0,01	0,004	0,011	0,005	0,006			
Fluorid	mg/l	0,06	0,47	1,3	0,69	0,27			0,74
Summa PFAS	ng/l					ED			
Summa Växtskyddsmedel	µg/l					0,016			
PAH, summa 16	µg/l					0,0055			
Redoxklass		1	3	3	2	3			3
Glyfosat	µg/l					0,005			
ETU	µg/l					0,011			
Acenaften	µg/l					0,0055			

låga halter, strax över laboratoriernas rapporteringsgränser (tabell 3). Inga förhöjda halter av tungmetaller påvisades, vilket indikerar att grundvattnet i Bol-001 inte är påverkat av den närliggande, nedlagda avfallsdeponin vid Stensätter, vid vilken höga halter av tungmetaller uppmättes i grundvatten vid provtagning 2004 (Stensätter 2004:01 och 2004:02 i tabell 3). Halten arsenik i grundvattnet var hög enligt SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013), men överskred inte Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten med avseende på arsenik (10 µg/l). Som beskrivits i avsnittet *Naturligt förekommande ämnen* bedöms arsenik kunna förekomma naturligt förhöjd i grundvatten inom magasinet, framför allt om syrgashalten i vattnet är låg, vilket är fallet i grundvattenrör Bol-001 (tabell 3).

I en av SGU genomförd screening av miljögifter i grundvatten konstaterades en koppling mellan närheten till deponier och höga halter av högfluorerade ämnen (PFAS) i grundvatten (Herzog & Maxe 2019). Mot denna bakgrund analyserades grundvattnet i rör Bol-001 med avseende på 32 olika PFAS. Ingen av dessa PFAS detekterades dock i halter över laboratoriets rapporteringsgräns.

Det finns alltså prover som påvisar en mänsklig påverkan på grundvattnets kemiska sammansättning i magasinet Bollstaåsen Angsta–Bollstabruk. Provtagning av grundvatten i röret Bol-001 indikerar dock att den mänskliga påverkan kan vara förhållandevis lokal och inte nödvändigtvis allmänt utbredd inom magasinet. Det har heller inte gjorts någon heltäckande undersökning som visar hur olika delar inom magasinet är påverkade av mänskliga verksamheter. Det går därför inte fullt ut att bedöma utbredningen och förekomsten av föroreningar i de aktuella grundvattenmagasinen.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen

Magasinen ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen kan komma att vara oförändrad eller öka något som en följd av klimatförändringarna. Däremot kan grundvattennivåernas variation över året komma att ändras i och med att perioden med snötäcke sannolikt kommer att minska, vilket innebär att grundvattenbildningen kan komma att ske under större delen av vinterhalvåret. I och med att växtsäsongen förväntas förlängas, kan perioder med mindre nederbörd än normalt under vinterhalvåret leda till lägre grundvattennivåer, och en minskad grundvattentillgång (Rodhe 2009).

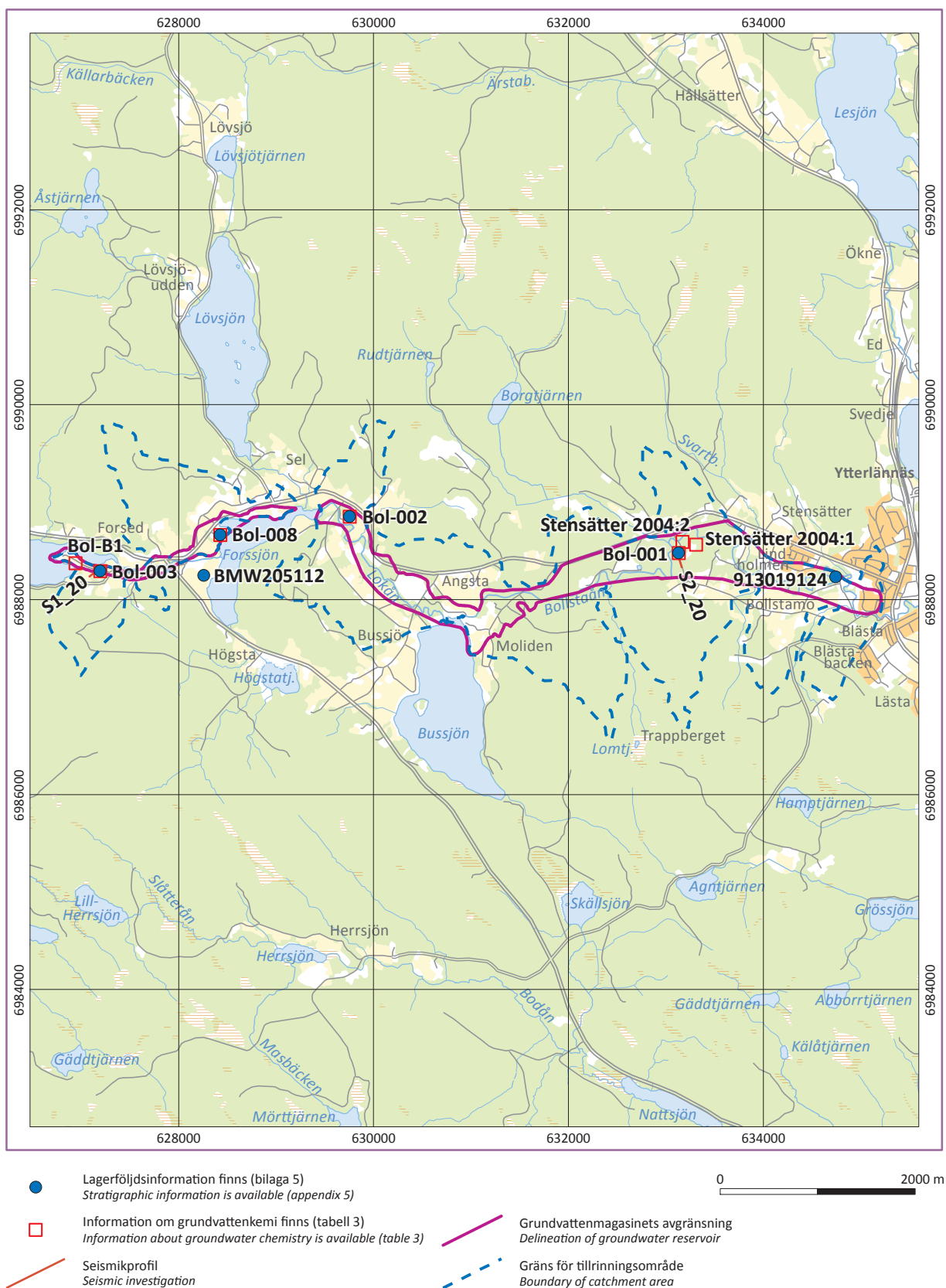
Referenser

- Forsgård, M., 2020: Geologisk 3D-modell Bollstaåsen, Kramfors kommun. *SGU-rapport 2020:44*. Sveriges geologiska undersökning, 9 s.
- Herzog, A. & Maxe, L., 2019: Mätning av miljögifter i grundvatten. *SGU-rapport 2019:17*. Sveriges geologiska undersökning, 118 s.
- Kramfors kommun, 1985: Inventering av Angsta skyddsområde för vattentäkt sommaren 1985. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7757, 11s.
- Larsson, R., 2008: Jords egenskaper. *Information 1*. Statens geotekniska institut.
- Länsstyrelsen Västernorrland 2020: EBH-kartan <ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c> åtkommen den 15 oktober 2020.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjor-
dar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet, Institutionen
för geovetenskaper, *Report Series A No. 66*, 20 s.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrap-
port från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienum-

- mer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. 44 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2009: Berggrund 1:50 000–1:250 000 – databas. Höga kusten. 2020-06-31.
- SGU, 2019: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. Höga kusten. 2020-02-17.
- SGU, 2005: Mineralmarknaden Tema Arsenik. *Periodiska publikationer 2005:4*. Sveriges geologiska undersökning, 84 s.
- MVM, 2004: Provtagning deponier år 2004. Västernorrlands län. Sju kommuner – 13 deponier. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10951, 124 s.
- Orrje & Co, 1967: Ytterlännäs kommun. Ytterlännäs vattenförsörjning. Utredning angående skydd av grundvattentäkt vid Angsta. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 5503, 9 s.
- Orrje & Co, 1959: Redogörelse för hydrogeologiska undersökningar för förstärkning av Ytterlännäs kommuns vattentäkt i Angsta genom konstgjord infiltration. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7061, 49 s.
- Orrje & Co, 1953: Redogörelse för 1952 års grundvattenundersökningar vid Angsta och Stensätter inom Ytterlännäs kommun. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7090, 11 s.
- Orrje & Co, 1958: PM av den 30/5 1958 angående Ytterlännäs vattenförsörjning. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7091, 33 s.
- Orrje & Co, 1949: Redogörelse för vintern 1948-1949 verkställda grundvattenundersökningar vid Bussjön inom Ytterlännäs socken. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7092, 21 s.
- ProvAB, 2013: Betr utförda nivåmätningar vid vattentäkten vid Angsta vv. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10950, 10 s.

BILAGA 1

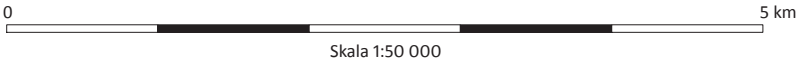
Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



-  Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Källa
Spring
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area
-  Krön på isälvsavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit
-  Berg
Rock
-  Organisk jordart
Peat and gyttja
-  Lera-silt
Clay-silt
-  Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel
-  Isälvs sediment, sand-grus
Glaciofluvial sediments, sand-gravel
-  Morän
Till
-  Tunt jordtäck
Thin soil cover
-  Berg
Bedrock
-  Fyllningsmaterial
Artificial fill

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

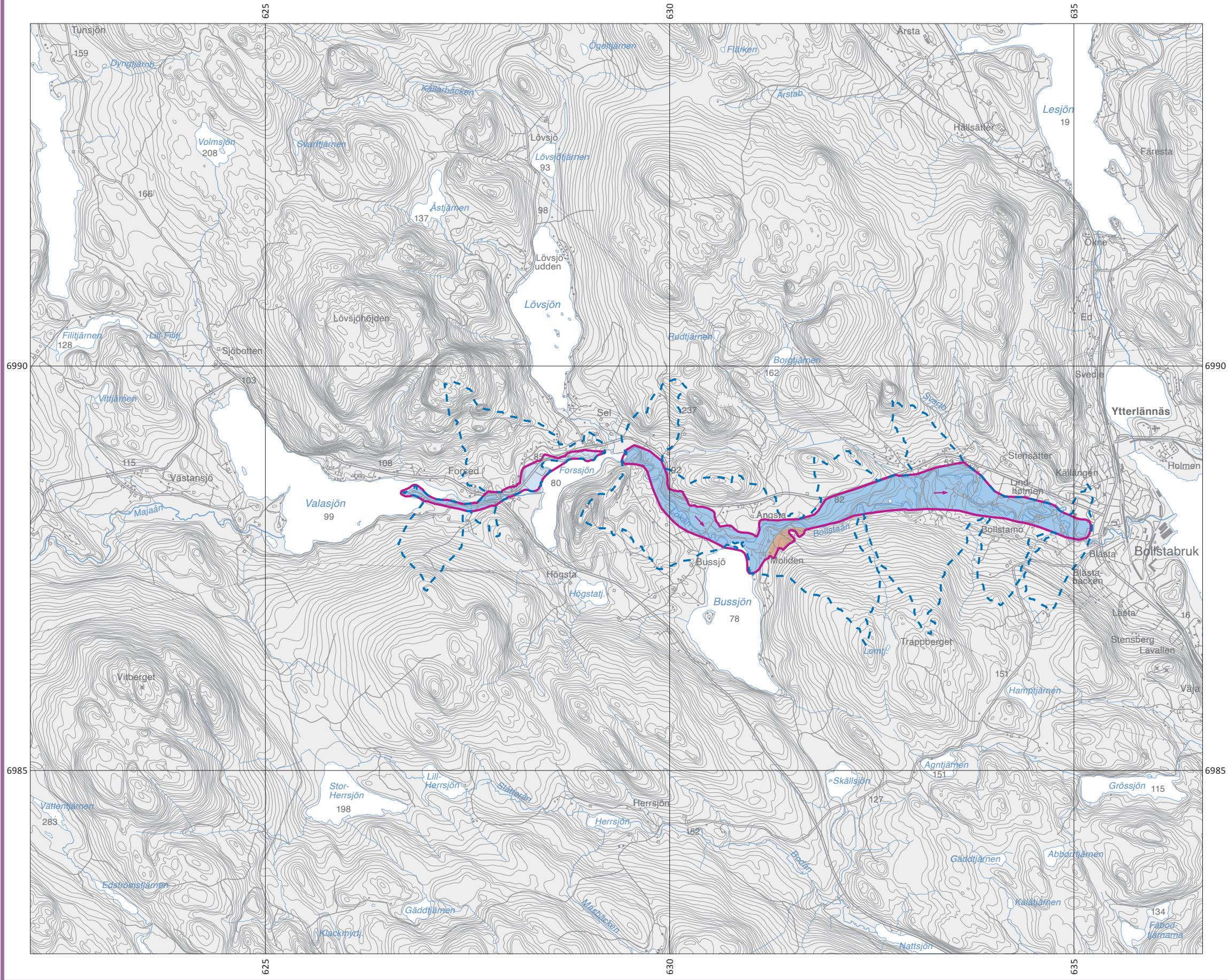


.....

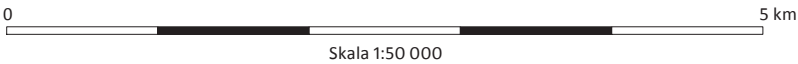
Huvudkontor/Head Office:
Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

-  Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet <1 l/s
Estimated exploitation potential in the order of <1 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 1–5 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 1–5 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 5–25 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 5–25 l/s



Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.



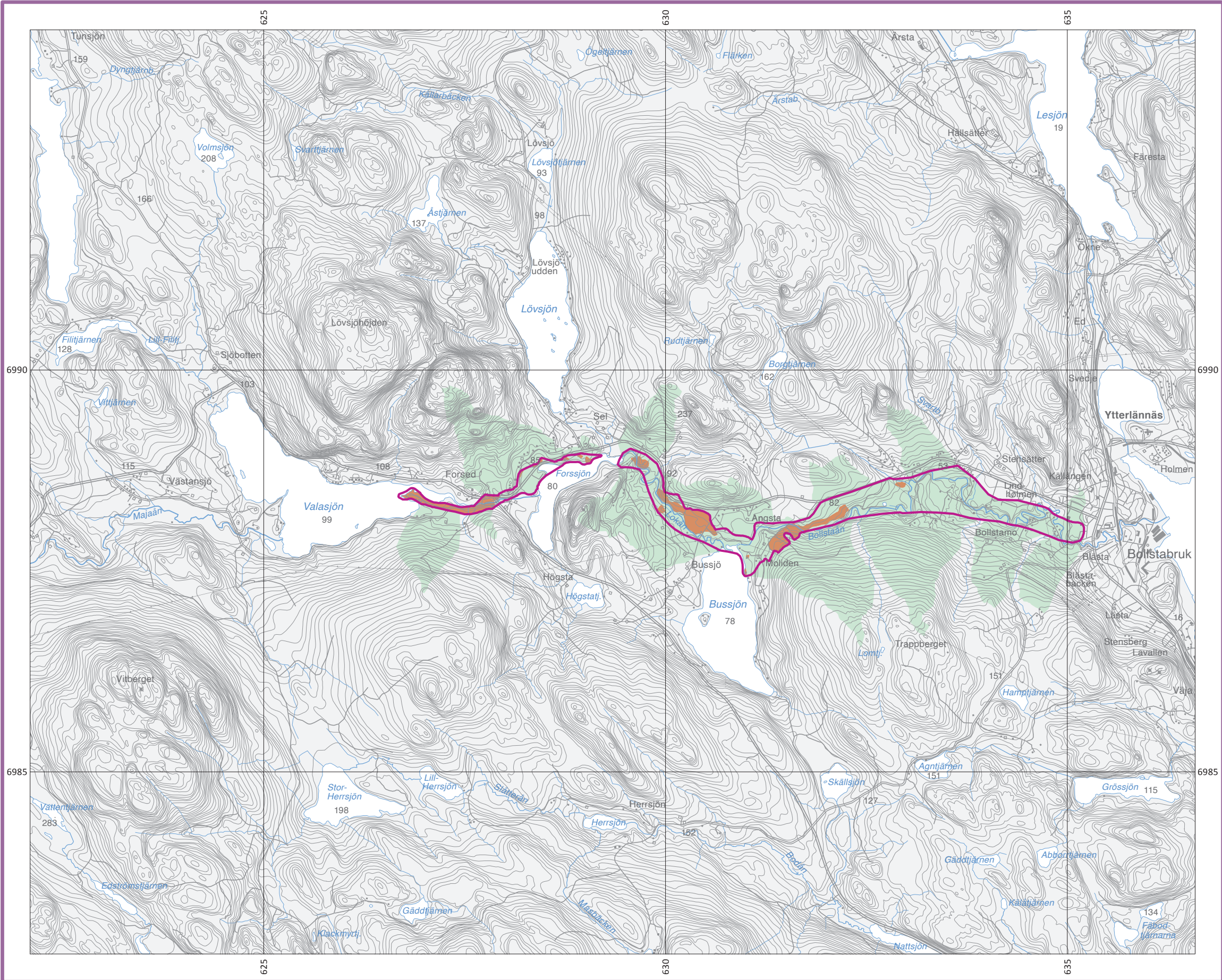
.....

Huvudkontor/Head Office:
Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden

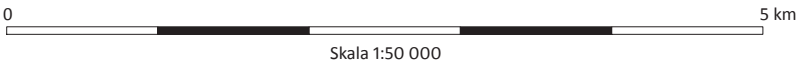
Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

- Grundvattenmagasinet
Delineation of groundwater reservoir
- Primärt tillrinningsområde
Catchment area (primary)
- Tertiärt tillrinningsområde
Catchment area (tertiary)

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.



Huvudkontor/Head Office:
Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

Koordinater i SWEREF 99TM, höjder anges i RH 2000 om inget annat anges.

Bollstaåsen Forsed

Namn: Bol-003

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205111, SOA2020061604

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 988 294, E 627 195

0–1,0 m	silt med finsandsskikt
1,0–1,6 m	finsandig silt
1,6–2,0 m	finsandig mellansand
2,0–3,0 m	sand med finsandsskikt
3,0–5,0 m	grovsandig mellansand
5,0–7,0 m	mellansandig grovsand
7,0–9,0 m	sandigt grus
9,0–10,0 m	grusig sand
10,0–12,0 m	något stenig grusig grovsand
12,0–15,2 m	friktingsjord

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på 8–9 m djup.

Grundvattennivå 2020-06-11: 99,77 m ö.h.

Ett korttidspumptest i samband med provtagning gav en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 10^{-4} m/s.

Strax söder om Bollstaåsen Forsed

Namn: BMW205112

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205112

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 988 248, E 628 259

0–0,5 m	silt
0,5–1,0 m	grovsilt
1,0–1,2 m	morän

Avslut: Sannolikt block.

Namn: Bol-008

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205116, SOA2020061701

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 988 663, E 628 427

0–0,4 m	torv
0,4–1,0 m	siltig lera
1,0–2,0 m	lerig finsilt
2,0–4,0 m	något sulfidhaltig lerig silt
4,0–5,0 m	grovsiltig finsand
5,0–6,0 m	finsand
6,0–8,0 m	friktingsjord

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på ca 6–7 m djup.

Grundvattennivå 2020-06-10: 81,61 m ö.h.

Bollstaåsen Angsta-Bollstabruk

Namn: Bol-002

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205115, SOA2020061702

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 988 851, E 629 753

0–1,0 m	grusig sand
1,0–1,7 m	fingrusig sand
1,7–2,0 m	siltig finsand
2,0–3,0 m	siltig grusig sand
3,0–4,0 m	stenigt grus

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på ca 3–4 m djup.
Grundvattennivå 2020-06-10: 80,46 m ö.h.

Namn: 913019124

Utförare: Bergvärme i Sollefteå AB

Databas-id: 913019124

Typ: Energibrunn

Koordinater: N 6 988 232, E 634 744

0–12 m	lera
12–31 m	sand med grus
31–180 m	berg

Avslut i berg.

Namn: Bol-001

Utförare: SGU

Databas-id: BMW205113, SOA2020061703

Typ: Skruvborrning

Koordinater: N 6 988 478, E 633 132

0–1,0 m	sand
1,0–2,5 m	mellansandig finsand
2,5–2,6 m	finsand
2,6–3,0 m	lerig silt
3,0–4,0 m	sulfidhaltig lera
4,0–5,2 m	sand
5,2–7,0 m	grovsilt
7,0–8,0 m	finsandig grovsilt
8,0–20,5 m	frikationsjord

Avslut mot block eller berg.

Kommentar: Ett grundvattenrör installerades på platsen. Filter på ca 18–19 m djup.
Grundvattennivå 2020-06-11: 44,85 m ö.h.

BILAGA 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Tillrinningsområde

Tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin är det område eller de områden varifrån nederbörd eller annat vatten kan rinna mot och tillföras magasinet. Tillrinningsområdets yttre gräns är ofta även gräns för det avrinningsområde (eller de avrinningsområden) som magasinet ligger inom.

I de fall mindre sjöar eller vattendrag ansluter till grundvattenmagasinet, ingår normalt hela deras avrinningsområden i magasinets tillrinningsområde. Stora avrinningsområden till anslutande sjöar och vattendrag inkluderas inte.

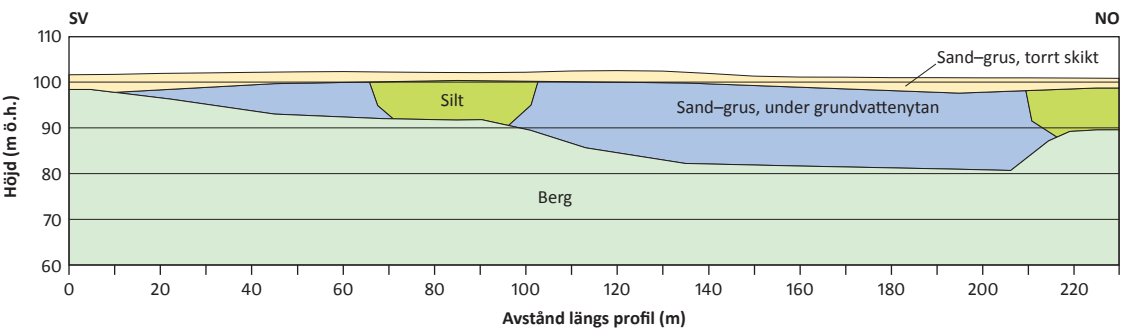
Tillrinningsområdet kan delas upp i primära, sekundära och tertiära delar, bl.a. beroende på om hela eller endast en del av den effektiva nederbörden kan tillföras magasinet.

Primärt tillrinningsområde	Den del av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet (den grundvattenförande formationen) går i dagen och hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden tillförs magasinet.
Sekundärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet utanför grundvattenmagasinet varifrån merparten av den effektiva nederbörden tillförs magasinet.
Tertiärt tillrinningsområde	Del eller de delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån kontinuerlig ytvattendränering sker och där vanligen endast en mindre del av den effektiva nederbörden tillförs magasinet. Till det tertiära tillrinningsområdet räknas t.ex. markområden ovan eller vid sidan av grundvattenmagasinet, varifrån läckage av vatten till magasinet sker eller bedöms kunna ske under särskilda betingelser (avsänkning av grundvattennivån eller punktering av tätande lager genom markarbeten eller dylikt).

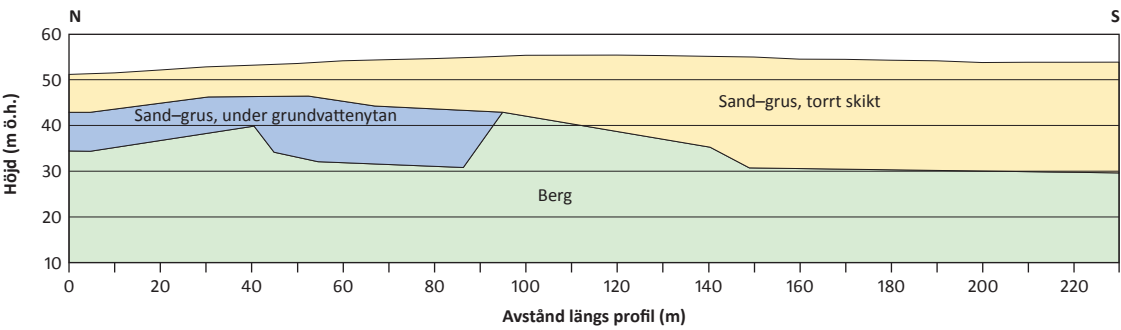
BILAGA 7

Geofysiska mätningar

S1_HK2020



S2_HK2020



BILAGA 8

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter

Provpunkt	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup prov (m u.m.y.)	Omättade zonens mäktighet (m)
Bol-B1	Enskild vattentäkt	Isälvsmaterial, öppet	Trädgård	ca 3,5	ca 3,5
Bol-001	SGU Grundvattenrör	Friktionsmaterial, Slutet	Skogsmark	18–19	ca 10
Bol-002	SGU Grundvattenrör	Isälvsmaterial, öppet	Nedlagd grustäkt, skogsmark	3–4	1
Bol-003	SGU Grundvattenrör	Isälvsmaterial, slutet	Jordbruk	8–9	ca 2
Bol-008	SGU Grundvattenrör	Friktionsjord, slutet	Jordbruk	7–8	ca 2
Stensäter 2004:01	Observationsrör	Friktionsmaterial	Deponi		6,5–8
Stensäter 2004:02	Observationsrör	Friktionsmaterial	Deponi		6,5–8
Angsta	Kommunal grundvattentäkt	Isälvsmaterial	Jordbruk		

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Databas-id	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
Bol-B1	SOA2020061601	1	juni 2020	SGUs databaser	Används av ett hushåll. Provtagning i samband med SGUs kartläggning.
Bol-001	SOA2020061703	1	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning.
Bol-002	SOA2020061702	1	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning.
Bol-003	SOA2020061604	1	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning.
Bol-008	SOA2020061701	1	juni 2020	SGUs databaser	Provtagning i samband med SGUs kartläggning.
Stensäter 2004:01	SOA2020061811	1	sep 2004	SGUs databaser	
Stensäter 2004:02	SOA2020061812	1	sep 2004	SGUs databaser	
Angsta	20022_5	3	2008–2018	Vattentäcksarkivet	Försörjer Bollstabruk, Nyland och Prästmon med dricksvatten.

BILAGA 9

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

Variationen i olika ämnens halter kan vara stor både inom ett enskilt grundvattenmagasin och mellan närliggande grundvattenmagasin. Speciellt viktiga aspekter att beakta är magasinets och tillrinningsområdets geologiska uppbyggnad, markanvändning och geokemiska sammansättning, samt grundvattnets uppehållstid.

Grundvattnets kemiska sammansättning styrs av nederbördens egenskaper och de processer som vattnet har utsatts för, på sin väg genom marken ner till grundvattnet. Särskilt viktig är den biologiska omsättningen av olika ämnen. Jonkoncentrationen ökar genom avdunstningen i de övre marklagren. Förändringar i jonsammansättningen sker genom att joner i det ned-sipprande vattnet byts ut mot joner som är bundna till markpartiklar, s.k. jonbyte, och genom sönderdelning av mineral, s.k. vittring. Jonbytesprocessen är speciellt intensiv när vattnet är i kontakt med organiskt material och lerpartiklar som har stor kontaktyta. Intensiteten av vittringen är främst beroende av mineralens vittringsbenägenhet och kontaktytan mellan vatten och mineral. Vittringen ”drivs” under naturliga förutsättningar av humussyror och kolsyra som bildas genom nedbrytning av växtrester. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar. Genom förbränning av fossila bränslen tillfördes nederbörden under andra halvan av 1900-talet svavelsyra, som bidrog till ökad sulfathalt och tillskott av vätejoner som bidrar till ökad vittring. Nedfallet av svavel är nu en bråkdel av tidigare nivåer men viss påverkan kvarstår i marklager och grundvatten. Även nedfallet av kväve från förbränning och djurhållning har varit betydande under denna period. Även detta har minskat men framför allt södra Sverige utsätts fortfarande för en betydande atmosfärisk kvävetillförsel. Detta kväve tas dock normalt upp av växtlighet och tillförs vanligen inte grundvattnet.

Kalcit är det mest lättvittrade mineralet. Kalkhaltiga jord- och bergarter har mycket stor betydelse för grundvattnets kemiska sammansättning i områden med kalkberggrund. I övriga områden kan andra relativt lättvittrade mineral, som i allmänhet innehåller stor andel kalcium och magnesium, i kombination med finkorniga jordarter och lång uppehållstid ge grundvattnet hög totalhårdhet, liksom hög elektrisk konduktivitet som är ett mått på den totala halten lösta salter. Vid normal kolsyravittring bildas lika mycket kalcium och magnesium som vätekarbonat. Alkaliniteten, som är ett mått på grundvattnets förmåga att motstå försurning, utgörs inom de normala pH-intervallen av vätekarbonat.

Grundvattnets surhet, vätejonkoncentrationen, anges som pH. Låga pH-värden kan bero på effekter av den sura nederbörden, men kan också ha naturliga orsaker. Ett ytligt grundvatten som är naturligt surt p.g.a. hög halt humussyror eller högt koldioxidtryck kanske aldrig hinner neutraliseras under sin uppehållstid i det grundvattenförande lagret.

Sulfatjoner som tillförs grundvatten från nederbörden har både mänskligt och marint ursprung. Kraftigt förhöjda halter i grundvatten har dock i allmänhet geologiskt ursprung och är då ett resultat av oxidation av sulfider. I vissa delar av landet (exempelvis Mälardalen) kan höga sulfathalter kopplas till dränering av gyttejeler.

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. Bergberrade brunnar belägna i områden med pegmatiter och vissa yngre graniter har ofta relativt höga fluoridhalter i vattnet. Jordbrunnar har generellt sett låga halter.

Grundvattnets kloridhalt beror storskaligt på det geografiska läget. Nederbörden bidrar med högre kloridmängder i sydvästra Sverige än på andra håll i landet p.g.a. det marina inflytandet. I delar av Sverige som tidigare har varit täckta av hav kan salt vatten finnas kvar i både jordlager och berggrund och ge höga kloridhalter i grundvattnet. Detta gäller även bergarter

som bildats i hav. Inträngning från hav är en vanlig orsak till höga kloridhalter i strandnära brunnar. Mänskliga påverkanskällor är vägsalt, avloppsinfiltration, soptippar m.m.

Höga nitrathalter beror praktiskt taget enbart på mänsklig påverkan. Problem med höga halter i grundvatten förekommer i jordbruksområden med genomsläppliga jordar, särskilt i jordgrundvatten. Även avloppsinfiltration kan bidra till förhöjda nitrathalter.

Variationerna i järn- och manganhalter kan vara stora, både mellan mycket närbelägna platser och med djupet i ett och samma borrhål. Detta beror på varierande redoxpotential och syreförhållanden. Järn och mangan går i lösning under syrefria förhållanden. Metallerna kan sedan fällas ut i markpartier med högre syrehalt. Detta kan man se tydligt, t.ex. i många grustag där vissa mycket väl avgränsade lager kan vara starkt rostfärgade av järnutfällningar eller svartfärgade av manganutfällningar. Av denna anledning bör analysresultat gällande dessa parametrar tolkas med särskild försiktighet.

BILAGA 10

Redovisning av analysresultat för miljögifter

I tabellen redovisas analysresultaten med avseende på bekämpningsmedel, alifater, aromater, BTEX (bensen, toluen, etylbensen och xylener), polyaromatiska kolväten (PAH:er) samt hög-fluorerade ämnen (PFAS). Med ED avses PFAS ej detekterad i halter över rapporteringsgräns.

Parameter	Enhet	Bol-001 (Bollstaåsen, Bollstabruk)
Tidpunkt		2020-06-11
Glyfosat	µg/l	0,005
ETU	µg/l	0,011
PFBA (perfluorbutansyra)	ng/l	<0,60
PFPeA (perfluorpentansyra)	ng/l	<0,30
PFHxA (perfluorhexansyra)	ng/l	<0,30
PFHpA (perfluorheptansyra)	ng/l	<0,30
PFOA (perfluoroktansyra)	ng/l	<0,30
PFNA (perfluornonansyra)	ng/l	<0,30
PFDA (perfluordekansyra)	ng/l	<0,30
PFUdA (perfluorundekansyra)	ng/l	<0,30
PFDoA (perfluordodekansyra)	ng/l	<0,30
PFTeDA (perfluortetradekansyra)	ng/l	<1,0
PFHxDA (perfluorhexadekansyra)	ng/l	<0,30
HPFHpA (7H-Perfluorheptansyra)	ng/l	<0,30
P37DMOA (perfluor-3,7-dimetyloktansyra)	ng/l	<2,0
PFBS (perfluorbutansulfonsyra)	ng/l	<0,30
PFHxS (perfluorhexansulfonsyra)	ng/l	<0,30
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyra)	ng/l	<0,30
PFOS (perfluoroktansulfonsyra)	ng/l	<0,20
PFDS (perfluordekansulfonsyra)	ng/l	<0,30
4:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30
6:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30
8:2 FTS (fluortelomer sulfonat)	ng/l	<0,30
PFOSA (perfluoroktansulfonamid)	ng/l	<0,30
Summa PFAS		ED
EtFOSA (N-etylperfluoroktansulfonamid)	ng/l	<1,0
EtFOSAA (N-etylperfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30
EtFOSE (N-etylperfluoroktansulfonamid-etanol)	ng/l	<1,0
FOSAA (perfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30
MeFOSA (N-metylperfluoroktansulfonamid)	ng/l	<1,0
MeFOSAA (N-metylperfluoroktansulfonamid-ättiksyra)	ng/l	<0,30
MeFOSE (N-metylperfluoroktansulfonamid-etanol)	ng/l	<1,0
PFDoS (perfluordodekansulfonat)	ng/l	<1,0
PFNS (perfluornonansulfonat)	ng/l	<0,30
PFODA (perfluoroktadekansyra)	ng/l	<0,30
PFPeS (perfluorpentansulfonat)	ng/l	<0,30
PFTrDA (perfluortridekansyra)	ng/l	<1,0
Summa PFAS SLV 11		ED
naftalen	µg/l	<0,0070
acenaftylen	µg/l	<0,0010
acenaften	µg/l	0,006
fluoren	µg/l	<0,0010
fenantren	µg/l	<0,0010
antracen	µg/l	<0,0010
fluoranten	µg/l	<0,0010
pyren	µg/l	<0,0010
bens(a)antracen	µg/l	<0,0010
krysen	µg/l	<0,0010
bens(b)fluoranten	µg/l	<0,0010
bens(k)fluoranten	µg/l	<0,0010
bens(a)pyren	µg/l	<0,0010
dibenso(ah)antracen	µg/l	<0,00060
benso(ghi)perylen	µg/l	<0,00030
indeno(123cd)pyren	µg/l	<0,00030
PAH, summa 16	µg/l	0,006
PAH, summa cancerogena	µg/l	<0,0030

Parameter	Enhet	Bol-001 (Bollstaåsen, Bollstabruk)
PAH, summa övriga	µg/l	0,006
PAH, summa L	µg/l	0,006
PAH, summa M	µg/l	<0,0025
PAH, summa H	µg/l	<0,0031
diklormetan	µg/l	<0,10
1,1-dikloreten	µg/l	<0,10
1,2-dikloreten	µg/l	<0,10
trans-1,2-dikloreten	µg/l	<0,10
cis-1,2-dikloreten	µg/l	<0,10
1,2-diklorpropan	µg/l	<0,10
triklormetan (kloroform)	µg/l	<0,060
tetraklormetan (koltetraklorid)	µg/l	<0,10
1,1,1-trikloreten	µg/l	<0,060
1,1,2-trikloreten	µg/l	<0,10
trikloreten	µg/l	<0,10
tetrakloreten	µg/l	<0,060
vinylklorid	µg/l	<0,10
bensen	µg/l	<0,10
toluen	µg/l	<0,10
etylbenzen	µg/l	<0,10
xylener, summa	µg/l	<0,10
dibrommetan	µg/l	<0,10
bromdiklormetan	µg/l	<0,10
dibromklormetan	µg/l	<0,10
2,4-diklorfenoxisyra	µg/l	<0,003
AMPA	µg/l	<0,004
Atrazin	µg/l	<0,003
BAM (2,6-diklorbensamid)	µg/l	<0,003
Bentazon	µg/l	<0,003
Bitertanol	µg/l	<0,003
Cyanazin	µg/l	<0,003
Desetylatrazin	µg/l	<0,003
Desisopropylatrazin	µg/l	<0,003
2,4-diklorprop	µg/l	<0,003
Dimetoat	µg/l	<0,003
Diuron	µg/l	<0,003
Etofumesat	µg/l	<0,007
Fluroxipyr	µg/l	<0,005
Glyfosat	µg/l	0,005
Isoproturon	µg/l	<0,003
Klopyralid	µg/l	<0,006
Kloridazon	µg/l	<0,003
Kvinmerak	µg/l	<0,003
MCPA	µg/l	<0,003
Mekoprop	µg/l	<0,003
Metamitron	µg/l	<0,003
Metazaklor	µg/l	<0,003
Metribuzin	µg/l	<0,003
Metsulfuronmetyl	µg/l	<0,003
Simazin	µg/l	<0,003
Sulfosulfuron	µg/l	<0,003
Terbutylazin	µg/l	<0,003
Thifensulfuronmetyl	µg/l	<0,003
Tribenuronmetyl	µg/l	<0,003
ETU (Etylentiourea)	µg/l	0,011
Desetylterbutylazin	µg/l	<0,003
Pirimikarb	µg/l	<0,003
Azoxystrobin-Fri syra (CyPM)	µg/l	<0,003
Propyzamid	µg/l	<0,003
Metalaxyl	µg/l	<0,003
Imidakloprid	µg/l	<0,003
Boskalid	µg/l	<0,003