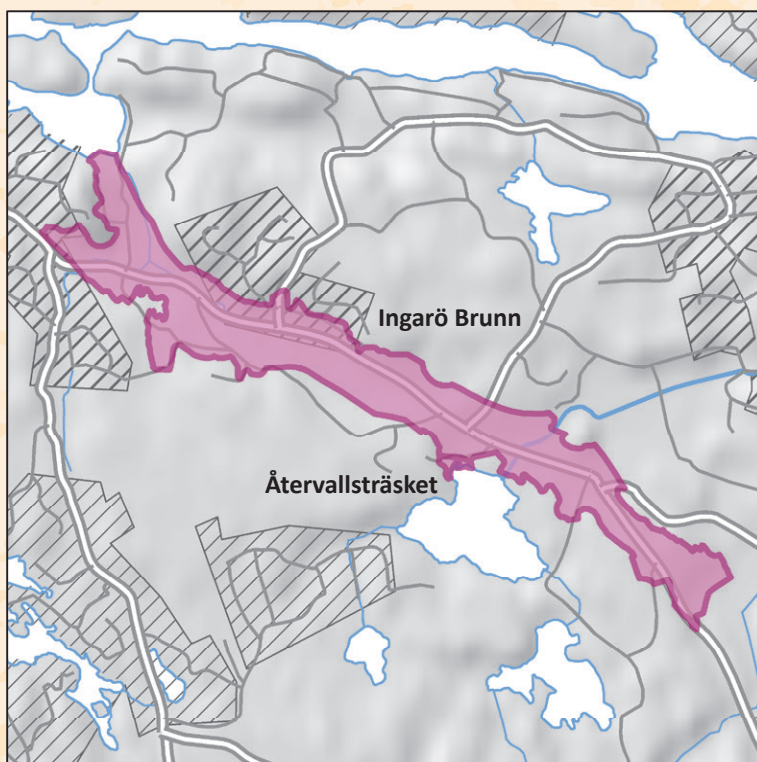


Grundvattenmagasinen Ingarö Brunn och Återvallsträsket

Magdalena Thorsbrink, Paulina Bastviken
& Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-89421-32-5

Författare: Magdalena Thorsbrink, Paulina Bastviken och Henrik Mikko
Granskad av: Mattias Gustafsson
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 Ingarö Brunn och Återvallsträsket	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	4
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	6
Anslutande ytvattensystem och våtmarker	7
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	8
Uttagsmöjlighet	8
Grundvattnets användning	10
Grundvattnets kvalitet	10
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet	12
Referenser	12
Övriga utredningar	13

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

Bilaga 2

Grundvattenmagasin

Bilaga 3

Tillrinningsområden

Bilaga 4

Tillrinningsområden

Bilaga 5

Exempel på lagerföljder

Bilaga 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Bilaga 7

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Bilaga 8

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

GRUNDVATTENMAGASINEN INGARÖ BRUNN OCH ÅTERVALLSTRÄSKET

Författare: Magdalena Thorsbrink, Paulina Bastviken & Henrik Mikko

Kommun: Värmdö

Län: Stockholm

Vattendistrikt: Norra Östersjön

Databas-id: 250300038 Ingarö Brunn, 250300039 Återvallsträsket

Grundvattenförekomst: WA14337407 (Ingarö Brunn)

Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Ingarö Brunn och Återvallsträsket finns i en isälvsavlagring som av-satts under högsta kustlinjen centralt på Värmdölandet. Magasinet Ingarö Brunn sträcker sig i nordväst–sydostlig riktning från havsviken vid Fladen och österut mot jordbruksmarken norr om Evinge. Det till ytan betydligt mindre magasinet Återvallsträsket utgör ett sidoområde av avlagringen som ansluter till sjön med samma namn. Grundvattenmagasinet Ingarö Brunn används för vattenförsörjningen på Värmdö och har därför ett stort värde för vattenförsörjningen. Magasinet kustnära läge gör att det finns risk för saltvatteninträngning, vilket gör det viktigt att undvika överuttag. I vattenförvaltningsarbetet utgör de båda magasinen tillsammans grundvattenförekomsten Ingarö Brunn, WA14337407 (Länsstyrelsen 2021).

Inledning

De arbeten som redovisas i denna rapport ingår i SGUs kartläggning av grundvattenmagasin i landet. Syftet är i första hand att skapa planeringsunderlag för vattenförsörjning, markanvändning och skydd av viktiga grundvattentillgångar. För många användningsområden, t.ex. vid upprättande av skyddszoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar.

Sammanställningen har utförts 2019–2021 inom ramen för projektet Grundvattenkartering inom Norra Östersjöns vattendistrikt (projekt-id: 83024) samt med stöd av medel via SGUs extrasatsning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). I arbetet medverkade förutom författarna även Johan Söderman, Mats Törnelöf, Hinayo Masaki och Jonas Gierup. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

Flera grundvattenundersökningar har utförts i anslutning till kommunens vattenförsörjning inom magasinet norra del. Undersökningarna har utförts av bl.a. Orrje & Co (1962, 1964, 1968) VIAK AB (1973a, 1973b, 1977) och Geosigma (2020).

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll från kommunen, privata aktörer och SGUs databaser (bl.a. SGUs brunnsarkiv, Vattentäktarkivet, källarkiv och databaser för grundvattennät och miljöövervakning) har sammanställts. Avstämning har skett mot informationsinnehåll och bedömning i VISS avseende statusklassning av grundvattenförekomsten Ingarö Brunn i förvaltningscykel 3 (2016–2021)

(Länsstyrelsen 2021). Ett urval av lagerföljdsuppgifter och grundvattenkemiska data från olika utredningar har lagrats i SGUs databaser.

Kompletterande undersökningar

Följande kompletterande fältundersökningar har utförts av SGU:

- Fältundersökningar av jordarter som underlag för uppdatering av SGUs jordartskarta (SGU 2021a).
- Georadarmätningar längs delar av vägnätet inom magasinen. Mätningarna har gett ett underlag för en översiktlig bedömning av grundvattenytans läge och jorddjup.
- Inventering av grundvattenrör från tidigare undersökningar, inklusive registrering av vattennivåer.

Lägena för radarmätningarna och ett urval av de borrhningar som utförts vid tidigare undersökningar visas i bilaga 1. Exempel på lagerföljder från dessa borrhningar redovisas i bilaga 5.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databaser. En hydrogeologisk databas för det aktuella grundvattenmagasinet 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 grundvattenmagasinet. 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

Grundvattenmagasinet Ingarö Brunn finns i en isälvsavlagring som sträcker sig i nordväst-sydostlig riktning från orten Brunn och havsviken vid Fladen österut mot jordbruksmarken norr om Evinge. Den norra delen av magasinet dräneras norrut mot Fladen, och delen längst i sydost dräneras österut via källflöden i Helveteskärret. Möjligen kan vattenförande isälvs-material även finnas under lerlagren sydost om Helveteskärret men underlag saknas som styrker detta, och bedömningen av magasinets avslut i sydväst är därför något osäker. Centralt i magasinet dräneras den omgivande terrängen delvis norrut via det dike som avvattnar Återvallsträsket.

Området ligger under högsta kustlinjen (HK) och har utsatts för kraftigt svallning. Spår av svallningen framträder genom förekomsten av svallsand och strandvallar. Isälvmaterialet är sandigt till grusigt och överlagras i vissa delar av finsand, silt och lera. Ett större område med torv kallat Degermossen finns i höjd med Rosenlund. Det finns också mindre områden med torv i anslutning till Potten och vid magasinets avslut längst i sydväst.

Stora delar av isälvsavlagringen är i dag utbruten till följd av tidigare grustäktsverksamhet. Tåktverksamhet har bedrivits i magasinets nordvästra del mot Fladen, vid idrottsplatsen, vid Vargbacken, vid Fågelviksskolan, i området mellan Rosenlund och Återvall samt i sydost vid Säbymalmen. Det till ytan största grustäktsområdet finns i området mellan Rosenlund och Återvall och den centrala delen på detta tåktområde visas i figur 1.

Eftersom den underlagrande berggrundsytan varierar kraftigt så varierar även jordmäktigheterna inom grundvattenmagasinet. De största kända jorddjupen finns vid Återvall, där en brunnsborrning visar ett jorddjup på mer än 51 m (se 109301138, bilaga 1 och 5). Mer vanligt förekommande är jorddjup mellan 10 och 30 m (SGU 2021b).



Figur 1. Det nedlagda grustaget i området mellan Rosenlund och Återvall. På platsen utfördes radarmätningar för att få en bild av berggrundytans topografi. Foto: Magdalena Thorsbrink, SGU.

Det till ytan betydligt mindre magasinet Återvallsträsket utgör ett sidoområde av avlagringen som avskärmas av isälvsavlagringens huvudstråk genom höga berglägen. Magasinet ansluter till sjön med samma namn. Inom denna del av avlagringen är jorddjupen sannolikt inte större än 10 m, men bedömningen är osäker då borrhuggifter saknas.

Ytterligare ett sidomagasin finns i området vid Vallbo, på höjden norr om Återvall. Även detta område avskärmas från isälvsavlagringens huvudstråk av höga berglägen. Här har merparten av det ursprungliga materialet tagits bort genom grustäktsverksamhet, och området har fyllts med fyllnadsmassor från bl.a. Stockholm. Området bedöms inte stå i hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet Ingarö Brunn. I stället görs bedömningen att området avvattnas österut mot Stora Barnviksviken. På grund av områdets låga uttagsmöjligheter så nämns det inte mer i denna rapport.

Berggrunden i området består av de äldre (ca 1,9 miljarder år) bergarterna tonalit–granodiorit och gabbroid–dioritoid (SGU 2021c).

Hydrogeologisk översikt

Grundvattenmagasinet Ingarö Brunn är främst avgränsat med stöd av den nu uppdaterade jordartskartan (SGU 2021a), äldre utförda borrhningar, uppgifter i SGUs brunnsarkiv (SGU 2020a), borrhningar utförda av Geosigma (2020) och nygjorda radarundersökningar. De många hällområdena i magasinets yttergränser gör avgränsningen tämligen säker. Bedömning av strömningsriktning och vattendelare är beroende av pågående vattenuttag, och kan därför förändras i läge beroende på driftssituation.

Grundvattnets generella strömningsriktning är mot väster i större delen av magasinet, förutom längst i öster där vattnet har en riktning österut från den rörliga grundvattendelaren vid Säbymalmen. Beroende på vattenuttag vid Rosenlund skapas under vissa förhållanden också en rörlig grundvattendelare i området vid Potten. Bedömningen av vattendelarens läge i den östra delen är dock mycket osäker och dess korrekta läge kan möjligen vara längre västerut. Den äldre nivåuppgiften från Rör 8, tillsammans med andra samtida mätningar, indikerar en västlig strömning från detta rör (Orrje & Co 1962). Det finns även uppgifter från en borrhälsbrunn på samma plats som den bedömda grundvattendelaren, som indikerar en fast vattendelare eftersom grundvattenytan efter borrhälsning stod betydligt lägre än berggrundsöverytan. Men bedömningen görs att det möjligen kan finnas en vattenmättad zon i jordlagren sydväst om denna brunn, varför vattendelaren ändå klassats som rörlig. Sammantaget gör osäkerheterna i området att grundvattendelarens läge skulle behöva fastställas genom ytterligare undersökningar, men några sådana har inte kunnat utföras inom denna kartläggning.

Vattnets västliga strömningsriktning framgår både av mer nyligen utförda nivåmätningar (Geosigma 2020) och från äldre utredningsmaterial. Till exempel berörs de västliga strömningsförhållandena i Swecos utredning från 2003. I samma utredning görs även bedömningen att det sannolikt finns ett stalp i område vid Potten, dvs. ett område där grundvattenytan sjunker snabbt på en kort sträcka i samma område. Det västliga strömningsförhållandena och stalpet lyftes även fram i Orrje & Co 1962. Enligt Orrje & Co bedömdes detta bero av en bergtröskel med höjden 5–7 m ö.h.

Magasinet Ingarö Brunn täcks delvis av finkornigt sediment. I vissa delar där det finns finkornigt material görs bedömningen att det lokalt kan råda slutna förhållanden, men att det inom större delen av magasinet råder öppna förhållanden. Områden där magasinet överlagras av finkornigt material finns bl.a. vid Degermossen, där det också finns en övre grundvattenyta (se 18GS06, bilaga 5). Ytterligare ett område där sådana förhållanden kan finnas är vid den mindre sjön Potten, vars vattenyta ligger betydligt högre än grundvattenytan i åsen.

Den mättade zonens mäktighet i det vattenförande magasinet varierar främst utifrån den underliggande berggrundstopografin. Den största mättade zonen inom magasinet har registrerats vid Rosenlund, med 23 m mättad zon (VIK AB 1977). Sett till magasinet som helhet bedöms mäktigheten på den mättade zonen i medeltal till 5–10 m. Den omättade zonens mäktighet har reducerats i stora delar av magasinet till följd av den omfattande grustäktsverksamheten. Sett över hela magasinet bedöms den omättade zonen i dag till i medeltal knappt 5 m, men den varierar stort.

I det vattenförande materialet är vattengenomsläppligheten god, men det finns också stråk med sämre vattenföring (Orrje & Co 1962). Att det i stora delar råder en god genomsläpplighet har verifierats genom de provpumpningar och infiltrationsförsök som utförts inom magasinet.

Anslutande ytvattensystem och våtmarker

Grundvattenmagasinet Ingarö Brunn ansluter i nordväst till Fladen, en inre havsvik med bräckt vatten. I strandlinjen råder en god hydraulisk kontakt, vilket gör att det finns risk för saltvatteninträngning vid varaktigt höga havsvattenstånd och vid stora uttag av grundvatten. Påtaglig påverkan av salt vatten uppstod exempelvis vid den provpumpning som utfördes 1961 (Orrje & Co 1962).

I magasinets centrala del finns den lilla sjön Potten som har en betydligt högre vattennivå än grundvattenytan i det underliggande grundvattenmagasinet. Potten bedöms, med stöd av kunskaper om omgivande jordarter och uppmätta grundvattennivåer, vara en vattenfylld dödisgrop med finkornigt material på botten.



Figur 2. Badplatsen vid sjön Återvallsträsket där det mindre sidomagasinet är beläget. Foto: Magdalena Thorsbrink, SGU.

I höjd med Återvall finns sjön Återvallsträsket på magasinets södra sida. Till följd av höga berglägen ligger sjön hydrauliskt avskild från isälvsavlagringens huvudstråk och magasinet Ingarö Brunn. I stället är det enbart ett mindre sidområde med svallsand, motsvarande grundvattenmagasinet Återvallsträsket, som står i kontakt med sjön. Återvallsträsket avvattnas via ett dike som passerar tvärs över magasinet Ingarö Brunn. Eftersom diket rinner på mer finkornigt material och vattennivån i diket ligger betydligt högre än nivån i magasinet, bedöms det inte ske något betydande utbyte mellan magasinet och diket. Möjligen kan en viss vattenmängd läcka ner i grundvattenmagasinet Ingarö Brunn.

Längst i öster finns det s.k. Helveteskärret, en mindre våtmark i anslutning till betesmark. I denna del syns tydligt utläckage av grundvatten, både punktvis och diffust över en större yta.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Grundvattenmagasinet tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett visst tillflöde kan komma från omgivande moränmark och anslutande vattendrag. Vattendragen bedöms till stor del vara isolerade från magasinet genom täta jordlager, och bidrar knappast under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större omfattning.

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt, sekundärt och tertiärt tillrinningsområde, enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinet från primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1 och 2.

Uttagsmöjlighet

Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten för grundvattenmagasinet Ingarö Brunn visar en grov uppskattning av hur mycket grundvatten, baserat på naturlig grundvattenbildning, som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinet. I det fall en infiltrationsanläggning etableras kan uttagsmöjligheten ökas betydligt, vilket också framgår av erfarenheter från tidigare utförda undersökningar.

I tabell 2 redovisas bedömd grundvattenbildning för grundvattenmagasinet Återvallsträsket och en bedömning av den totala uttagsmöjligheten inkluderat möjligheten till inducering av

Tabell 1. Grundvattenmagasinet Ingarö Brunn. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	1,2	272 mm/år 8,6 l/s per km ²	10
Sekundärt tillrinningsområde	0,8	209–272 mm/år 6,6–8,6 l/s per km ²	5
Tertiärt tillrinningsområde	2,5	189–209 mm/år 6,0–6,6 l/s per km ²	8 **
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	20–25 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 10–50 % av effektiv nederbörd tillförs magasinet.

Tabell 2. Grundvattenmagasinet Återvallsträsket. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,01	272 mm/år 8,6 l/s per km ²	0,1
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet **	5 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.

** Beaktande möjligheten till inducering.

ytvatten från sjön. På grund av att bedömningen inkluderar en uppskattning av möjlig inducering är den uttagsmöjligheten betydligt större än den naturliga grundvattenbildningen. Hur stor inducering som kan genereras vid uttag är dock osäkert varför även bedömningen av uttagsmöjligheten är osäker.

Vid Fladen, i den nordvästra delena av magasinet Ingarö Brunn, utfördes en propumpning 1961 med start den 28 juni. Till en början uttogs 39 l/s men pumpkapaciteten fick sänkas till 25 l/s för att förhindra saltvattenränkning från sjösidan. Samtidigt med propumpningen utfördes även ett uttag om 3 l/s vid den gamla vattentäkten i samma område, vilket gjorde att den naturliga grundvattentillgången under propumpningen bedömdes till 28 l/s (Orrje & Co 1962).

Försök med infiltration av ytvatten utfördes under 1964 på två platser inom magasinet Ingarö Brunn, dels i höjd med Potten inom det då befintliga grustaget där Fågelviksskolan i dag ligger och som kallats den nedre infiltrationsplatsen, dels i området Rosenlund benämnt den övre infiltrationsplatsen. Vid den övre infiltrationsplatsen infiltrerades 15 l/s och vid den nedre infiltrationsplatsen infiltrerades till en början 22 l/s, som senare minskades till 15 l/s på grund av brist på vatten för infiltration. Bedömningen av infiltrationsmöjligheterna beräknades därefter med stöd av uppmätta nivåförändringar, bedömningar av magasinens volym och beräknade uppehållstider.

Vid Rosenlund utfördes i januari 1973 en tiodagars propumpning för att bedöma uttagsmöjligheterna i området baserat på naturlig grundvattenbildning förstärkt med ytvatten från Återvallsträsket. Ur två brunnar pumpades totalt 38,8 l/s varav 20 l/s återfördes magasinet i den infiltrationsanläggning som fanns vid Rosenlund. Genom en utvärdering av propumpningsresultaten, tillsammans med en bedömning av nettotillrinningen till Återvallsträsket, gjordes bedömningen att 30 l/s skulle kunna tas ut vid Rosenlund givet att nettotillrinningen till Återvallsträsket skulle kunna infiltreras till magasinet (VIAK AB 1973a och b).

Eftersom de beskrivna provpumpningarna och försöken med infiltration utförts på olika platser vid olika tillfällen, är det svårt att göra en samlad bedömning av uttagmöjligheten i hela grundvattenmagasinet baserat på provpumpningsresultaten. En sådan bedömning har visserligen gjorts av Orrje & Co (1968) som framhöll att uttagmöjligheten inklusive infiltrerat vatten ska uppgå till 10 000 m³ per dygn, men denna uppskattning bedöms av SGU som alltför generös. Resultaten visar dock att uttagmöjligheterna är bra vid både Fladen och Rosenlund, och att det finns goda möjligheter till större uttagmöjligheter genom infiltration.

Stöd i bedömningen av uttagmöjligheten ges även av nu pågående grundvattenuttag. Baserat på uppgifter i Vattentäcksarkivet för åren 2006–2013 framgår att det totala uttaget från de tre vattentäkter som var i drift under denna tid uppgick till totalt ca 18,6 l/s (SGU 2020b). En viss påverkan på grundvattenkemin i samband torråren 2016–2018 diskuteras i avsnittet *Grundvattnets kvalitet*.

Den samlade bedömningen, baserat på genomförda provpumpningar, bedömd grundvattenbildning (se tabell 1) och uppgifter från utförda vattenuttag, är att den långsiktiga grundvattentillgången inom grundvattenmagasinet Ingarö Brunn uppgår till mellan 20 och 25 l/s. Genom förstärkning med infiltration av ytvatten kan uttagmöjligheten göras påtagligt större.

Grundvattnets användning

Inom magasinet finns i dag tre vattentäkter för uttag av grundvatten som används för den allmänna vattenförsörjningen (SGU 2020b). Tidigare har det även funnits en infiltrationsanläggning för förstärkt grundvattenbildning vid Rosenlund, men den är sedan länge tagen ur drift. Nu pågår återigen utredningar för att se över möjligheten att använda vatten från Återvallsträsket för att utöka vattentillgången (Värmdö kommun, skriftlig kommunikation, 2020-02-19).

Beslut om gällande vattenskyddsområde för de allmänna vattentäkterna i grundvattenmagasinet Ingarö Brunn fattades 2012 av Länsstyrelsen i Stockholm, dnr 513-2007-12835. Även tillstånd för vattenuttag finns för de tre uttagen (SGU 2020b).

Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data för grundvattenmagasinet Ingarö Brunn 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 7. Den provtagna källans läge framgår av bilaga 1. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 8. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Underlaget bedöms sammanfattningsvis vara ändamålsenligt eftersom kemiprover tagits från provpunkter spridda över stora delar av magasinet, och både provtagningen och provhanteringen generellt är väldokumenterad. Utförda analyser har dessutom varit relativt omfattande avseende antal parametrar.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Ingarö Brunn, 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

Grundvattenkemin i magasinet Ingarö Brunn är inte helt stabil. Visserligen uppvisar analyserade parametrar med få undantag en begränsad variation av halter mellan provpunkterna, men över tid ses vissa trender. Det gäller vid punkt 1661 för parametrarna alkalinitet, kalcium, klorid, kalium och natrium, vid punkt 2684 för parametrarna kalcium, klorid, konduktivitet

Tabell 3. Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Ingarö Brunn. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till bilaga 7. I källan, MÖ 20221_1027, har endast ett prov tagits. För övriga provplatser anges samtliga värden som medianhalter eftersom fler analyser utförts av respektive parameter. Sammanställningen 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). För några parametrar anges "<" vilket innebär att ett prov eller medianvärdet för flera prov ligger under rapporteringsgränsen för parametern.

Parameter	Enhet	1661	2684	1662	MÖ 20001_1027
Tidpunkt		2001–2019	2002–2019	2001–2019	2018
pH		6,9		7,3	
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	130	160	170	29
Syre	mg/l				11,08
Kalcium	mg/l	57	63	74,5	22
Kalium	mg/l	4	3,5	4	0,94
Magnesium	mg/l	5,9	5,9	6,8	3,3
Natrium	mg/l	22	16	17,5	9,9
Totalhårdhet	mg/l				27,4
Totalhårdhet	dH	9,25	10	11	
COD _{Mn}	mg O ₂ /l	<	<	<	
Klorid	mg/l	40	27,5	28	16
Konduktivitet	mS/m	43,5	41,6	44,4	20
Sulfat	mg/l	39	45	48,5	39
Ammonium	mg/l	<	<	<	<
Nitrat	mg/l	0,886	1,3	2,15	1,8
Nitrit	mg/l	<	<	0,007	<
NO ₂ +NO ₃	mg/l				0,4
Aluminium	mg/l	<	<	<	0,025
Järn	mg/l	0,05	<	0,05	0,0056
Mangan	mg/l	<	0,03	0,002	0,0017
Uran	µg/l	9,75	19	22	
Bly	µg/l			0,024	
Kadmium	µg/l			0,015	
Kvicksilver	µg/l			<	
Koppar	mg/l	<	<	<	
Krom	µg/l			<	
Nickel	µg/l			0,8	
Bor	mg/l			<	0,0076
Fluorid	mg/l	0,35	0,48	0,55	0,064
Fosfat	mg/l			<	<
Radon	Bq/l			25,6	
Växtskyddsmedel	µg/l			<	
1,2-dikloreten	µg/l			<	
Bensen	µg/l			<	
Benso(a)pyren	µg/l			<	
Kloroform (Triklormetan)	µg/l			<	
Sum PAH4	µg/l			<	<
Triklloreten + Tetrakloreten	µg/l			<	

och magnesium, och vid punkt 1662 för parametrarna alkalinitet, kalcium och klorid. Det gemensamma för samtliga dessa trender är att de är uppåtgående under åren 2016–2018. Sannolikt avspeglar det att vattenäkterna under dessa år använt ett djupare grundvatten på grund av att grundvattenbildningen var lägre än normalt.

Att döma av de redoxkänsliga ämnena järn och mangan är grundvattnet i magasinet Ingarö Brunn generellt väl syresatt (klass 1 enligt SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten”). Detta tillsammans med vattnets relativt låga konduktivitet indikerar en god omsättning av vattnet i magasinet. Att baskatjonerna kalcium och magnesium är något höga kan bero av ett högre kalkinnehåll i jordlagren med ursprung från Gävlebukten. Kalkrika jordlager skulle även kunna förklara den relativt höga alkaliniteten.

Av naturligt förekommande ämnen utmärker sig även förekomsten av uran. Uran är ett grundämne som finns naturligt i både berg och jord och förhöjda halter av uran påträffas naturligt i både jord- och berggrundvatten i bl.a. stora delar av Svealand (SGU 2013).

Mänsklig påverkan

Uppmätta halter påvisar ingen utmärkande mänsklig påverkan på grundvattenkemin i magasinet Ingarö Brunn. Samma bild ges även av gällande statusklassning. Statusklassningen för grundvattenförekomsten Ingarö Brunn avseende kemisk status enligt vattenförvaltningen (förvaltningscykel 3) är ”god”. Tillförlitligheten i statusklassningen är dock satt till den lägsta klassen för vissa av parametrarna, eftersom det vid klassningen enbart fanns enstaka värden och för vissa provplatser saknades helt värden. Grundvattenförekomsten Ingarö Brunn bedöms enligt Länsstyrelsen (2021) vara utsatt för risk att inte uppnå god kemisk grundvattenstatus 2021 med avseende på klorid och PFAS.

Vad gäller halten av klorid så har den legat något högre under torråren 2016–2018, vilket bedöms avspegla att vattentäkterna under dessa år använt ett djupare grundvatten på grund av att grundvattenbildningen var lägre än normalt.

SGU anser att grundvattnet i magasinet generellt är extra sårbart för framtida påverkan, eftersom tidigare täktverksamhet lämnat stora delar av isälvsavlagringen utbruten. I dessa delar utgörs markytan av genomsläpplig sand och grus, samtidigt som det på vissa platser endast finns en begränsad omättad zon kvar ovanför grundvattenytan.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet

Grundvattenmagasinen ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen kan komma att vara oförändrad eller minska något som en följd av klimatförändringarna.

Grundvattennivåernas variation över året kan även 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

- Geosigma, 2020: Sammanställning manuella mätningar 2019-05-21. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 11093, 9 s.
- Länsstyrelsen, 2021: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen. <<https://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA14337407>> åtkommen den 1 juni 2021.
- Orre & Co, 1962: Utredning angående framtida vattenförsörjningen för Gustavsbergs kommun. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1717, 72 s.

- Orrje & Co, 1964: Redogörelse för infiltrationsförsök vid Rosenlund och Rosenmalm, Ingarö. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1718, 24 s.
- Orrje & Co, 1968: Teknisk utredning angående åtgärder för trygghet av Gustavsbergs vattenförsörjning genom utnyttjande av vattentillgångar på Ingarö. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1719, 35 s.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, *Report Series A No. 66*, 20 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2020a: Brunnsarkivet – databas. Värmdö kommun, Ingarö. 2020-06-15.
- SGU, 2020b: Vattentäcksarkivet – databas, Värmdö kommun, Ingarö. 2020-05-20.
- SGU, 2021a: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas, Värmdö kommun, Ingarö. 2021-04-30.
- SGU, 2021b: Jorddjupskartan, 1:25 000–1:100 000 – databas, Värmdö kommun, Ingarö. 2021-09-07.
- SGU, 2021c: Berggrund 1:50 000–1:250 000 – databas, Värmdö kommun, Ingarö. 2021-04-30.
- VIAK AB, 1973a: Gustavsbergs kommun. Ingarö. Grundvattenundersökningar vid Rosenmalm. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 8849, 8 s.
- VIAK AB, 1973b: Utvärdering av korttidsprov-pumpning vid Rosenlund. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 8913, 8 s.
- VIAK AB, 1977: Program för utförande av rörbrunn inom Rosenmalm, Ingarö. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 3546. 44 s.





Övriga utredningar

- Björilin, A., Hansson, G., Lindström, R. & Åkerblad, L., 2009: Dricksvattenförekomster i Stockholms län. Prioriteringar för långsiktigt skydd. VAS-rådets rapporter nr 6, 284 s.
- Hartvig, F. & Sträng, M., 2008: Beskrivning till bergkvalitetskartan del av Värmdö kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 123*, 22 s.
- Lindén, A.G., 2001: Jordartskartan 10J Värmdö NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 152*.
- Lindén, A.G., 2002: Jordartskartan 10J Värmdö SV/9J Huvudskär NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 153*.
- Pegestam, E., 2020: Ingaröåsens lämplighet för återinfiltration av vatten från sjön Återvalls-träsk, Värmdö kommun. Självständigt arbete vid Institutionen för geovetenskaper 2020:7, Uppsala universitet, 54 s.

BILAGA 1

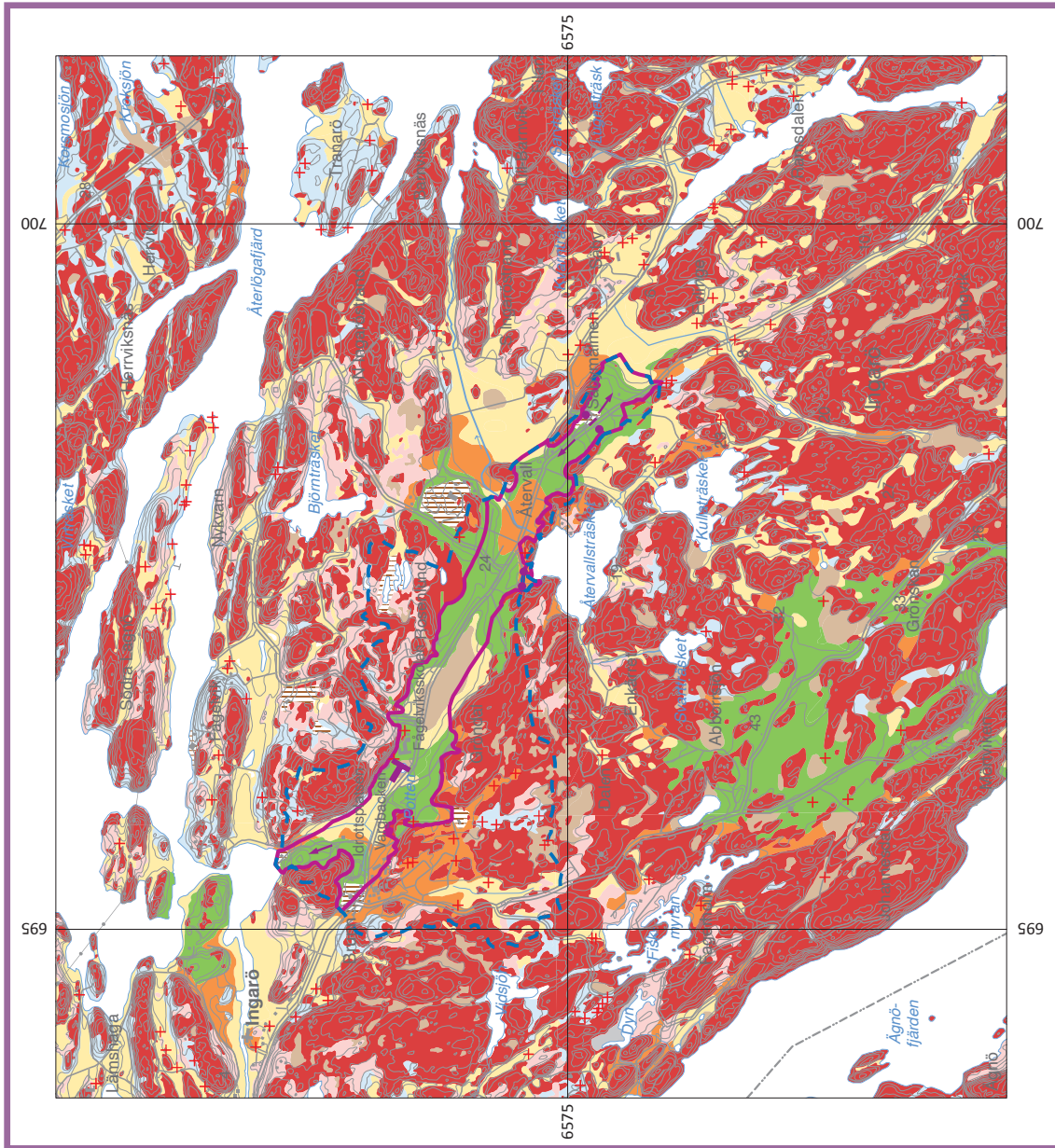
Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



-  Källa
Spring
-  Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
Stratigraphic information is available (appendix 5)
-  Georadarprofil
Ground penetrating radar investigation
-  Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir

0 1000 m





Grundvattnets huvudriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
Stalp, grundvattenflöde med brant gradient
Precipice, groundwater flow with steep gradient

Källa
Spring

Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits

Rörlig grundvattendelare
Variable groundwater divide in Quaternary deposits

Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir

Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area

Krön på isälvsvägring
Atöge-shaped glaciofluvial deposit

Berg
Rock

Organisk jordart
Peat and gyttja

Lera-silt
Clay-silt

Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel

Isälvssediment, sand-grus
Glaciofluvial sediments, sand-gravel

Morän
Till

Tunt jordtäckte
Thin soil cover

Berg
Bedrock

Fyllningsmaterial
Artificial fill

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

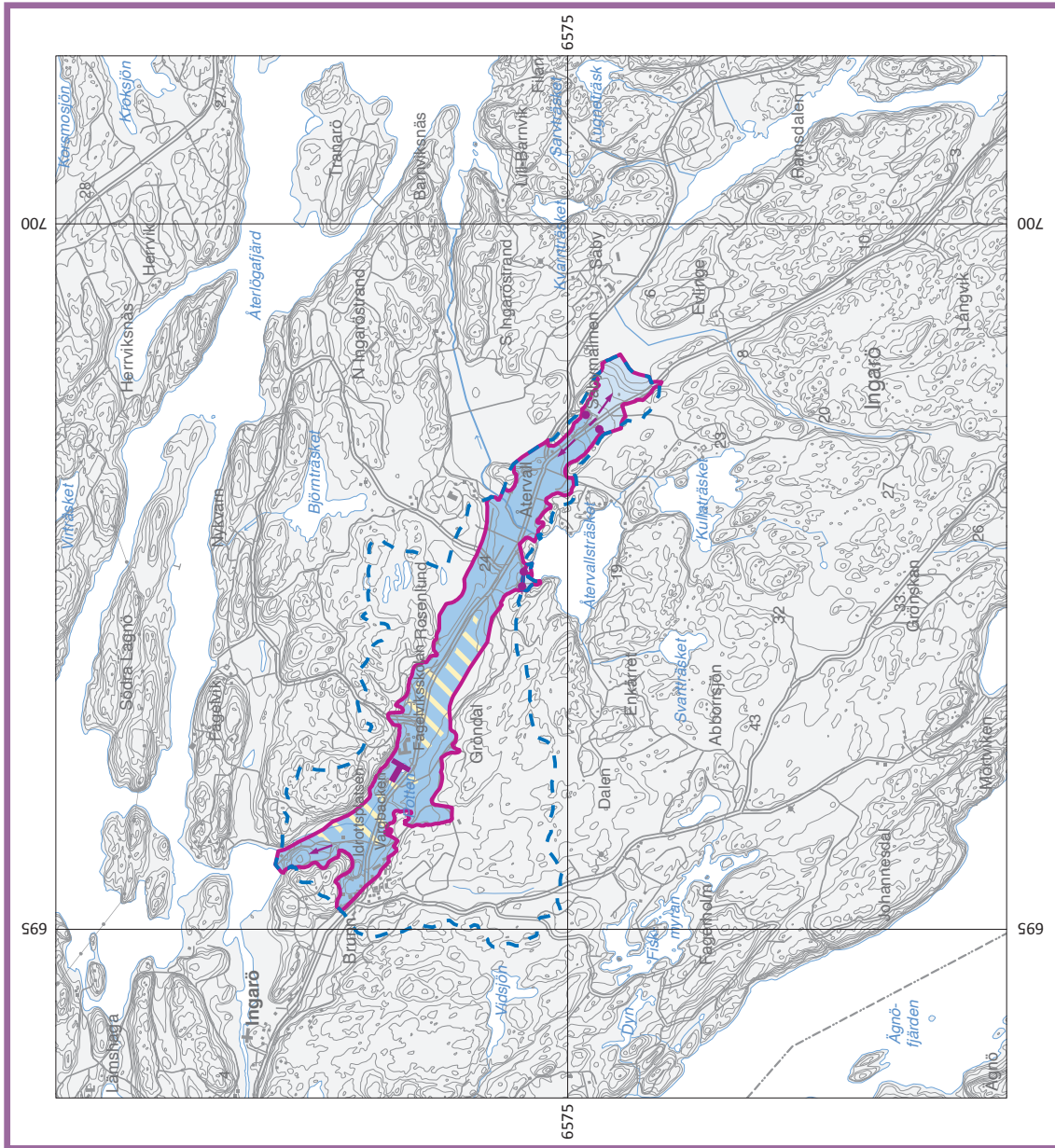
Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas










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

0 5 km

Skala 1:50 000



-  Grundvattnets huvudriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Stalp, grundvattenflöde med brant gradient
Precipice, groundwater flow with steep gradient
-  Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits
-  Rörlig grundvattendelare
Variable groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area
-  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
-  Tätande lager på grundvattenmagasin
Soil strata with low permeability covering aquifer





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



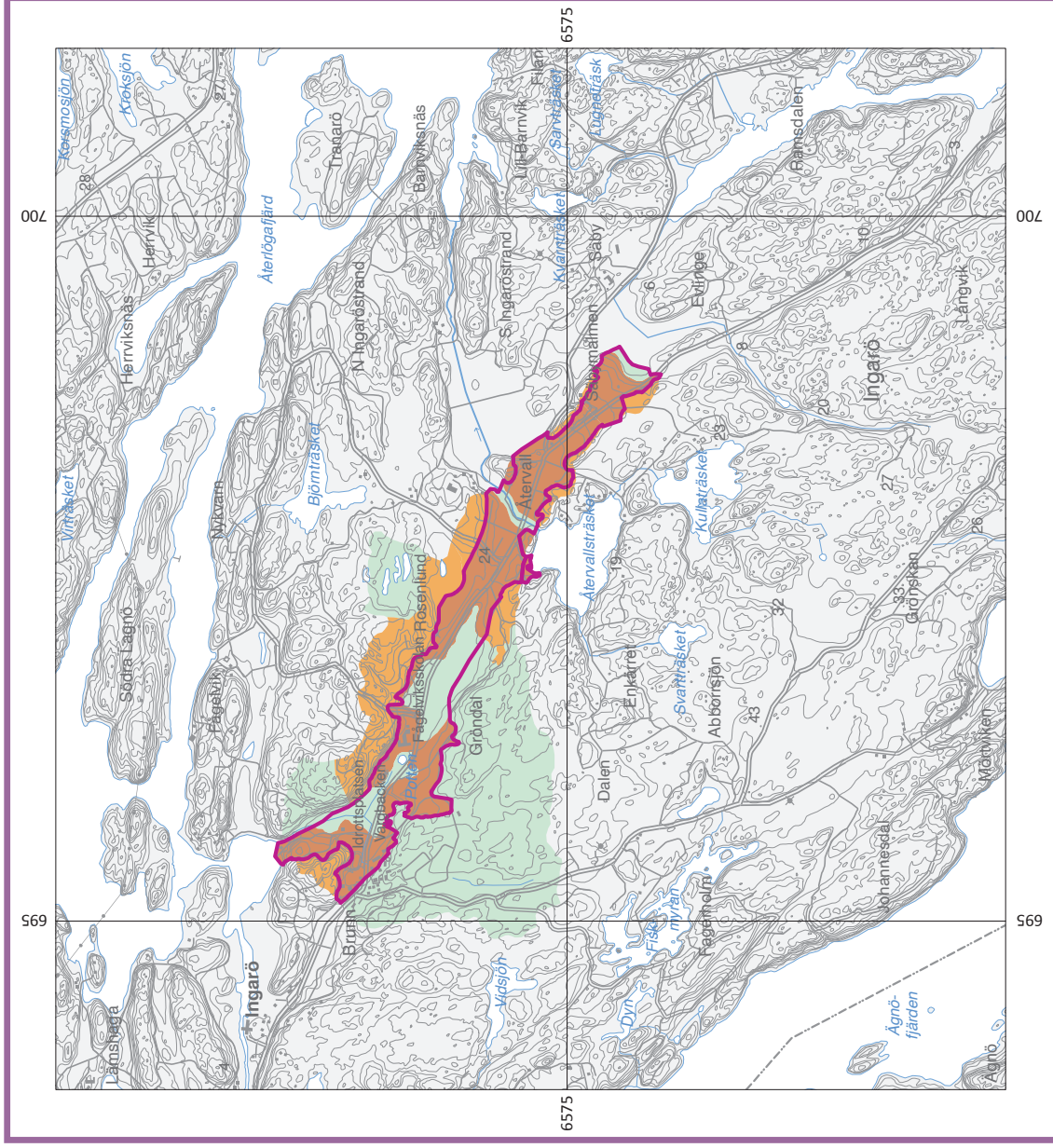
Skala 1:50 000

Huvudkontor/Head Office:

Box 670
Tel: +46(0) 18 17 90 00
Besök/Visit: Villavägen 18 E-post: sgu@sgu.se
SE-751 28 Uppsala www.sgu.se
Sweden

-  Grundvattenmagasinet's avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Primärt tillrinningsområde
Catchment area (primary)
-  Sekundärt tillrinningsområde
Catchment area (secondary)
-  Tertiärt tillrinningsområde
Catchment area (tertiary)

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



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

0 5 km

Skala 1:50 000

Huvudkontor/Head Office:

Box 670 Tel: +46(0) 18 17 90 00
Besök/Visit: Villavägen 18 E-post: sgu@sgu.se
SE-751 28 Uppsala www.sgu.se
Sweden

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

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

Namn: 101

Utförare: Orrje & Co

Databas-id: MTK2020040104

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 576 042, E 696 806

0–8 m ospec.

8–9 m gråbrun grovmoig sand
enstaka mjälklumpar

9–10 m gråbrun sand

10–13 m gråbrun grovmoig sand

Avslut: Okänt.

Namn: 18GS04

Utförare: Geosigma

Databas-id: HMI2019091704

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 576 115, E 696 205

0–0,2 m torv

0,2–1,0 m friktion (SGUs kommentar:
sannolikt svallsand)

1,0–3,1 m lera

3,1–10,4 m sand ej stopp

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Rör vid Potten. Grundvattennivå 2019-02-14: 5,73 m ö.h.

Namn: 18GS06

Utförare: Geosigma

Databas-id: HMI2019091709

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 575 938, E 696 651

0–3,8 m torv

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Rör vid Degermossen representerande övre grundvattenyta. Grundvattennivå 2019-02-14: 12,37 m ö.h.

Namn: 18GS09

Utförare: Geosigma

Databas-id: HMI2019091709

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 575 813, E 697 096

0–14,9 m sand

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Grundvattennivå 2019-02-14: 6,12 m ö.h.

Namn: 18GS11

Utförare: Geosigma

Databas-id: HMI2019091711

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 575 739, E 697 172

0–17,6 m sand

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Grundvattennivå 2019-02-14: 6,10 m ö.h.

Namn: 106

Utförare: Orrje & Co

Databas-id: MTK2020031122

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 576 533, E 695 822

0–7,0 m mjäla, mo, sand i skikt

7,0–9,0 m moig sand

9,0–11,0 m sandig mo

11,0–12,0 m moig sand

12,0–13,5 m troligen grus

Avslut: Block eller berg.

Kommentar: Som avslut anges endast Stopp. Detta tolkas av SGU som stopp mot block eller berg.

Namn: Rb7203

Utförare: VBB VIAK

Databas-id: MTK2019082202

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 575 501, E 697 429

0–0,3 m mylla
0,3–1,5 m finsand
1,5–2,0 m siltig lera
2,0–4,5 m finsand
4,5–7,0 m mellansandig finsand
7,0–15,5 m sandigt grus
15,5–21,0 m grusig finsandig mellansand
21,0–22,7 m morän

Avslut: Röret går med svårighet att driva ytterligare.

Kommentar: Rör i utkanten av isälvsavlagringen.

Namn: Rör 8

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 575 241, E 698 256

0–11,5 m sand

Avslut: Block eller berg.

Namn: 109301138

Utförare: Ingvar Ekholm Borr AB

Databas-id: 109301138

Typ: Brunnsborrning,

Koordinater: N 6 575 464, E 697 610

0–2,5 m lera
2,5–47 m finsand
47–51 m grovt grus

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Av brunnsprotokollet framgår att jorddjupet är större än 51 m, att uppmätt vattenflöde vid brunnsborrning genom blåsnings var 13 000 l/h och att stabil vattennivå efter borrning var 9 m under markyta.

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

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter

Provpunkt	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup (m u.m.y)	Omättade zonens mäktighet (m)
1661	Allmän vattentäkt	Sand, öppet, utströmningsområde	Hamn	okänt	0–10
2684	Allmän vattentäkt	Sand, öppet	Bebyggelse	okänt	0–10
1662	Allmän vattentäkt	Sand, öppet	Skog, väg	okänt	0–10
MÖ 20001_1027	Källa	Sand, öppet	Skog, väg		0

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
1661	3–318	2001–2019	SGUs databaser	Användning permanent
2684	3–168	2002–2019	SGUs databaser	Användning permanent
1662	2–321	2001–2019	SGUs databaser	Användning permanent
MÖ 20001_1027	1	2018	SGUs databaser	Provtagning vid övervakning

BILAGA 8

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-sippande 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 kolsyrevittring 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 gyttjeleror.

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.