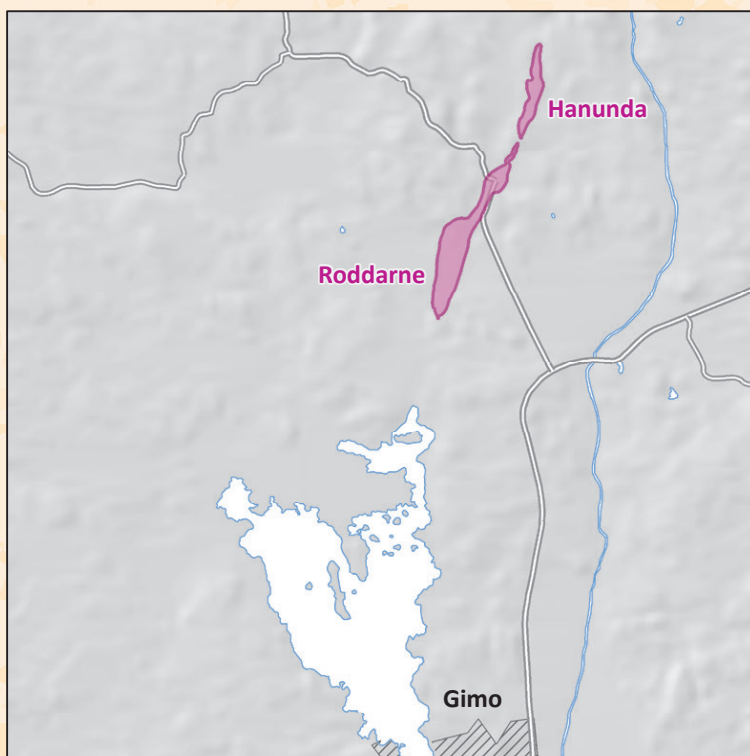


Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne

Paulina Bastviken, Kajsa Bovin,
Magdalena Thorsbrink & Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-477-6

Författare: Paulina Bastviken, Kajsa Bovin, Magdalena Thorsbrink
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 Hanunda och Roddarne	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	5
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	8
Anslutande ytvattensystem	9
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	10
Uttagsmöjlighet	11
Grundvattnets användning	12
Grundvattnets kvalitet	13
Naturligt förekommande ämnen	13
Mänsklig påverkan	15
Påverkan på akvatiska och terrestra ekosystem	15
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen	15
Referenser	15
Övriga utredningar	16

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

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Bilaga 8

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

GRUNDVATTENMAGASINEN HANUNDA OCH RODDARNE

Författare: Paulina Bastviken, Kajsa Bovin, Magdalena Thorsbrink & Henrik Mikko

Kommun: Östhammar

Län: Uppsala

Vattendistrikt: Norra Östersjön

Databas-id: 250300032 Hanunda, 230500005 Roddarne

Grundvattenförekomst: WA96544379 (Borggårde)

Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne är belägna ca 5–8 km norr om Gimo i Östhammars kommun, i en isälvsavlagring som sträcker sig längs västra sidan av Olandsåns dalgång. Grundvattenmagasinet Hanunda sträcker sig från Hanunda i norr och 1 km söderut och grundvattenmagasinet Roddarne sträcker sig mellan Borggårde och Roddarne, en sträcka på ca 2 km. De två magasinerna skiljs åt av ett område med berg i dagen. Svallning under högsta kustlinjen, efter inlandsisens avsmältning, har gjort att isälvsavlagringen är flack och delvis överlagras av finsediment.

Grundvattenmagasinet Hanunda försörjer ett mindre antal fastigheter i området med enskilt vatten. Uttagmängden bedöms vara begränsad till mindre än 1 l/s, med mest gynnsam uttagmöjlighet i magasinets centrala delar. Grundvattenmagasinet Roddarne används i dag som reservvattentäkt till Gimo, framför allt sommartid. Vattentäktens maximala uttagskapacitet är ca 6 l/s och magasinets uttagmöjlighet bedöms ligga i den nedre delen av intervallet 5–25 l/s.

Grundvattnets kemiska sammansättning i magasinerna Hanunda och Roddarne karaktäriseras av höga halter kalcium och hög alkalinitet, vilket är betingat av de kalkrika geologiska förhållandena i området. Grundvattenmagasinet Roddarne motsvarar i dag (2020) grundvattenförekomsten i vattenförvaltningen med namnet Borggårde, WA96544379 (Länsstyrelsen 2020). Länsstyrelsen i Uppsala län har bedömt den kemiska och kvantitativa statusen för förekomsten som god. Det bör dock påpekas att stora vattenuttag kan medföra ytvatteninducering, vilket kan leda till ökade mängder organiskt material.

Eftersom grundvattentillgångarna inom regionen generellt är begränsade utgör även små grundvattenmagasin, med ringa magasineringsförmåga, betydelsefulla resurser med högt skyddsvärde.

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 skydds-zoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar. Sammanställningen har utförts 2018–2020 inom ramen för SGUs extrasatsning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). I arbetet medverkade även Sverker Olsson, Daniel Sopher, Johan Söderman, Björn Wiberg, Viktor Plevrakis, Christelle Kalla, Marcus Lantz och Marina Nordlander. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

Under de senaste decennierna har flera grundvattenundersökningar utförts inom magasinet Roddarne, i anslutning till Östhammars kommuns vattenförsörjning. Undersökningarna har utförts av bl.a. Orrje och Co år 1970 och 1973, Scandiaconsult år 1986, 1987, 1988 och 1991 och Bjerking år 1991 och 2005. En översikt av kommunens tillgängliga yt- och grundvattenresurser har sammanställts i en nu aktuell kommunal vattenförsörjningsplan (Kvartär 2018). En förteckning över dessa rapporter återfinns i avsnitt *Referenser* eller *Övriga rapporter*. Inom grundvattenmagasinet Hanunda har inga tidigare grundvattenundersökningar utförts.

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll, från kommun och myndigheter, privata aktörer och SGUs databaser (bl.a. SGUs brunnarkiv, vattentäktsarkiv, källarkiv och databaser för grundvattennät och miljöövervakning) har sammanställts. Avstämning har skett mot bedömning i Vatteninformationssystem Sverige (VISS), avseende statusklassning av grundvattenförekomsten Borggårde (WA96544379) i förvaltningscykel 3 (2017–2021). 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 för att kunna uppdatera jordartskartan.
- Georadarmätningar längs delar av vägnätet inom kartläggningsområdet.
- Seismisk refraktionsmätning längs en profil söder om Hanunda.
- Inventering av grundvattenrör från tidigare undersökningar, inklusive registrering av vattennivåer.
- Jord–bergsondering (av konventionell typ) på en plats i Hanundamagasinet centrala del och två platser i Roddarne.
- Provtagning av grundvatten i två enskilda brunnar, en i vardera magasin.

Lägena för den seismiska mätningen, en radarmätning (R71) och ett urval av de borrhningar som gjorts under fältarbetet och 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 de två aktuella grundvattenmagasinen har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartsdata (SGU 2019b) 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

Områdets generella geologiska terräng utgörs av ett flackt moränlandskap under högsta kustlinjen. Landformen domineras av Olandsåns dalgång, där ytvattent dräneras norrut. I dalgången överlagras moränen av finsediment medan uppstickande bergknallar är vanliga på omgivande höjder. Lösa jordlager med hög vattenförande förmåga förekommer inte i någon

större utsträckning, men längs västra sidan av dalgången löper en isälvsavlagring i nord-sydlig riktning. I höjd med Hökhuvud svänger Olandsån av mot nordost, samtidigt som isälvsavlagringens sträckning fortsätter i en mindre dalgång väster om Olandsån. I den norra delen av isälvsavlagringen ligger grundvattenmagasinen Roddarne och Hanunda.

Information om terrängläge och geologisk översikt för respektive magasin beskrivs i avsnitten *Grundvattenmagasinet Hanunda* och *Grundvattenmagasinet Roddarne*.

Grundvattenmagasinet Hanunda

Den del av isälvsavlagringen som utgör grundvattenmagasinet Hanunda är ca 1 km lång, mellan 30 och 80 m bred där den går i dagen, och sträcker sig i en nord-sydlig riktning mellan byarna Hanunda och Borgårde, vilka ligger ca 7 km norr om Gimo tätort. Åsryggen är belägen ca 10–15 m ö.h. och höjer sig ca 5 m över omgivningen. I både norr och söder avgränsas avlagringen av berg i dagen, medan dess sidor i öst och väst angränsar till låglänta områden med glaciallera. Isälvs materialet bedöms i viss mån överlagras av leran åt båda sidor, speciellt åt väster från åsens centrala del. Den huvudsakliga jordarten i åsen är grusig sand med en uppskattad mäktighet på ett fåtal meter. En sondering har gjorts i avlagringens centrala del (BMW180088, se bilaga 1 och 5). Borrplatsen ligger ca 4 m lägre än krönet på åsryggen, som består av grovt material (se fig. 1). Sondringen visade ett jorddjup på 7,2 m under markytan med stopp mot berg, med 3 m grus och grusig sand underlagrat av moränliknande sediment. I isälvsavlagringen har grustäktverksamhet tidigare bedrivits i mindre skala. På några ställen förekommer fyllnadsmaterial i dessa täkter.

Berggrunden inom området har en ålder av 1,92 till 1,87 miljarder år. Den dominerande bergarten är sur granodiorit-granit som främst består av kvarts, fältspat och glimmer. Bergarten är medelkornig (1–5 mm) och har gnejsig struktur. Under norra delen av isälvsavlagringen förekommer även ett mindre område med jämngammal gabbroid-dioritoid av mer intermediär till basisk sammansättning (Stålhös 1991, SGU 2019a).

Grundvattenmagasinet Roddarne

Den del av isälvsavlagringen som utgör grundvattenmagasinet Roddarne är ca 2 km lång, mellan ca 20 och 185 m bred där den går i dagen, och sträcker sig i en nordnordost-sydsydvästlig riktning mellan byarna Borgårde och Roddarne ca 6 km norr om Gimo tätort. Åsryggen är belägen ca 9–15 m ö.h. och höjer sig upp till ca 5 m över omgivningen. I norr avgränsas avlagringen av berg i dagen och höga berglägen fortsätter förekomma längs med dess sidor ca 1 km söderut. På västra sidan om åsen, inom denna sträcka, angränsar dock avlagringen närmast till en liten dal med glaciallera. Söder om Borggårde fortsätter avlagringen vidare ca 1 km mot sydsydväst, fram till väster om Roddarne, och gränsar söderut mot rikblockig, sandig morän. I södra delen av området omgärdas isälvsavlagringen av lera, både glacial och postglacial, och längst i sydost även av svallsand. Isälvs materialet uppskattas underlagra leran ca 100 m i sidled, både åt öst och väst, men stora osäkerheter finns gällande bedömningen av avlagringens bredd i detta område. Leran utmed åsens sidor bedöms ha en mäktighet på ca 4–6 m (Bjerking 1991).

I norr, där berglägena är höga, är jorddjupen inom området för grundvattenmagasinet Roddarne tunna. I isälvsavlagringens centrala delar, vid Borggårde, visar lagerföljder från en sondering och en borrhning (BMW180089 och 7217, se bilaga 1 och 5) att material i sand-grusfraktion förekommer ner till 3–4 m djup. I detta område är dock stora delar av isälvs materialet bortgrävt på grund av täktverksamhet (se fig. 2), och delvis ersatt med fyllnadsmaterial. Vid Roddarne blir jordarten i avlagringen mer sandig och täcks delvis av tunna lager av finkorniga



Figur 1. Åsryggen vid BMW180088 i grundvattenmagasinet Hanunda består av grovt material. Delar av isälvsavlagringen har här grävts bort. Foto: Kajsa Bovin, SGU.



Figur 2. Grovt material vid Borggårde i grundvattenmagasinet Roddarne, där delar av isälvsavlagringen grävts bort. Foto: Kajsa Bovin, SGU.

sediment. Sonderingar här (6910 och 8618, bilaga 1 och 5) visar på upp till 9 m friktionsmaterial, delvis överlagrad av någon meter kohesionsjord. Längst i söder tunnast jorddjupen åter ut.

Berggrunden inom området har en ålder av 1,92 till 1,87 miljarder år. De dominerande bergarterna är sur granodiorit–granit och tonalit–granodiorit som främst består av kvarts, fältspat och glimmer. Bergarterna är medelkorniga (1–5 mm) och har gnejsig struktur. Under norra delen av isälvavlagringen förekommer även mindre områden av jämgammal dacit–ryolit och glimmerskiffer (Stålhös 1991, SGU 2019a).

Hydrogeologisk översikt

Avgränsningen av de två grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne har gjorts med stöd av SGUs uppdaterade jordartskarta (SGU 2019b), Lantmäteriets nationella höjdmodell med 2 m upplösning och information från utförda fältundersökningar. Hydrogeologin hos respektive magasin beskrivs i avsnitten *Grundvattenmagasinet Hanunda* och *Grundvattenmagasinet Roddarne*. Magasinsavgränsningarna redovisas i bilaga 2.

Grundvattenmagasinet Hanunda

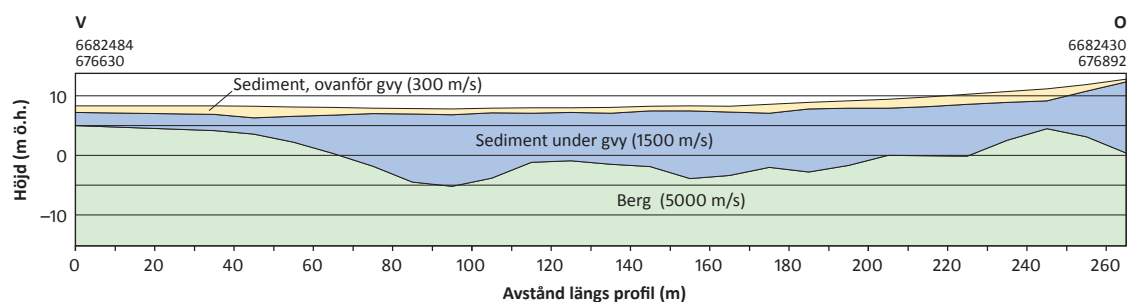
Grundvattenmagasinet Hanunda avgränsas i både norr och söder av områden med berg i dagen. Från dessa områden är grundvattenströmningen riktad mot magasinets centrala delar. Väster om magasinet finns ett låglänt område med finkornigt material. Bedömningen är att magasinet fortsätter in en bit under leran. Isälvavlagringen ligger högt i terrängen och är till största delen torr (BMW180088, se bilaga 1 och 5). Själva isälvavlagringen innehåller därför inga uttagbara mängder grundvatten, utan fungerar endast som ett tillrinningsområde till friktionsmaterialet under leran.

På västra sidan om isälvavlagringen ligger en brunn (CKA2018082715, brunnen ligger inom röd ellips i bilaga 1) som används för enskild dricksvattenförsörjning till ett hushåll. Enligt muntlig information från fastighetsägaren är brunnen grävd i grus, och vid höga grundvattennivåer läcker det ut vatten från brunnen till ett närliggande dike.

I södra delen av magasinet gjordes under karteringsarbetet en seismisk refraktionsmätning i öst–västlig riktning (fig. 3 och bilaga 1). Öster i den seismiska profilen går isälvsmaterialet i dagen och bedömningen är att materialet sedan underlagrar leran en bit västerut. I västra delen av profilen är berggrunden ytnära.

Grundvattenmagasinet Roddarne

Grundvattenmagasinet Roddarne avgränsas i norr av områden med berg i dagen och i söder av områden med morän. I nordvästra delen har magasinet uppskattats gå ut en bit under de



Figur 3. Seismisk refraktionsmätning. I östra delen av den seismiska profilen går isälvsmaterialet i dagen och i västra delen av profilen är berggrunden ytnära.

finkorniga sedimenten, baserat på en sondering (BMW180098, se bilaga 1 och 5) som visar lerig sand under lera. Vid Borggårde omges magasinet åt både öster och väster av höga bergslagen. Söder om Borggårde blir terrängen flackare och områden med finkorniga material omger magasinet på båda sidor. Bedömningen är att friktionsmaterialet till viss del underlagrar lera, men magasinsavgränsningen i sidled är osäker längs denna sträcka då dataunderlaget är begränsat.

Vid Borggårde är jorddjupet litet, ca 4 m, och mycket av isälvs materialet är bortgrävt. Strax nordväst om Roddarne by är mäktigheten på jordlagren större och det är i detta område som uttagsmöjligheten bedöms vara störst. Den mättade zonens mäktighet bedöms vara ca 1 m vid Borggårde och åtminstone 5–6 m vid Roddarne (se lagerföljder i bilaga 1 och 5).

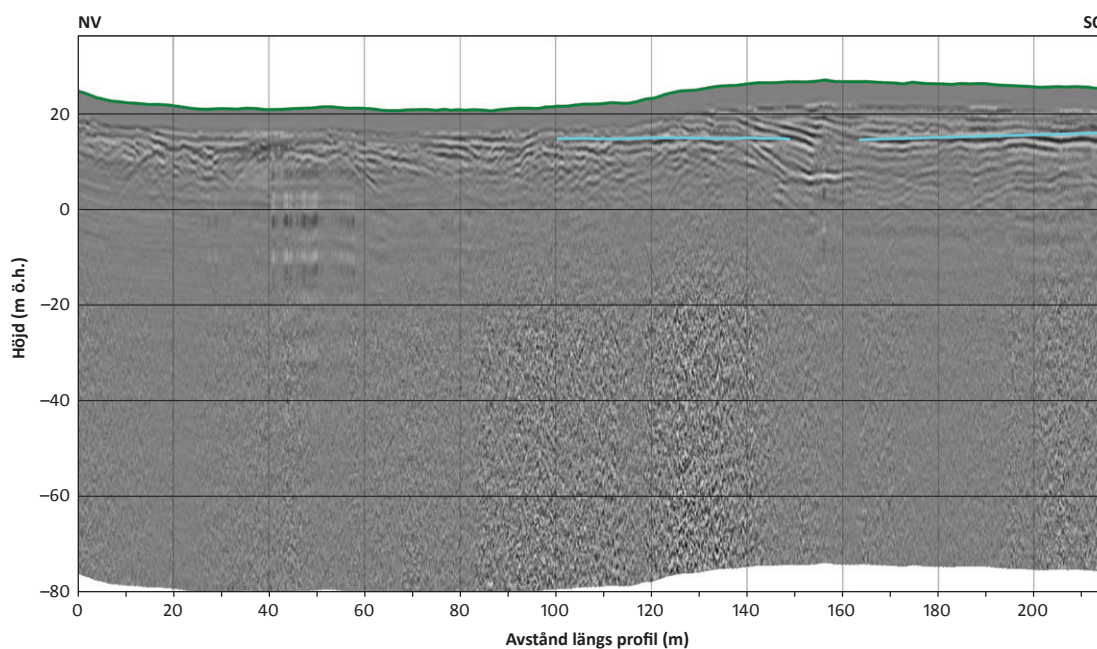
En radarprofil har mätts i nordväst–sydostlig riktning strax söder om Borggårde (R71, se figur 4 och bilaga 1). Profilen visar en sammanhängande grundvattenyta längs en sträcka på drygt 100 m som ligger ca 6 m under markytan, vilket motsvarar ca 7,5 m ö.h.

Strömningen av grundvatten bedöms ske från både norr och söder mot de mäktigare delarna av magasinet strax nordväst om Roddarne by. Detta område utgör magasinet lågpunkt.

Anslutande ytvattensystem

Grundvattenmagasinet Hanunda

Öster om grundvattenmagasinet Hanundas centrala del finns mindre vattendrag som dräneras i diken österut mot Olandsån. Vid fältbesök hösten 2018 var vattnet i det dike som är beläget inom magasinsområdet stillastående och den akvatiska utbyteskontakten svårbedömd. Betydande inducering är dock inte trolig. I dalen, väster om magasinet, finns ett annat dike där vattnet rinner norrut. Det är möjligt att kontakt mellan diket och friktionsmaterial under lera kan förekomma, och att diket i sådana fall fungerar dränerande för magasinet vid höga grundvattennivåer, men någon sådan kontakt har inte kunnat observeras i fält.



Figur 4. Radarmätning R71 söder om Borggårde. Blå linje markerar grundvattenytan.



Figur 5. Diket nordväst om Roddarne by där grundvattenutflöde sker, fotograferad i maj 2018. Foto: Kajsa Bovin, SGU.

Grundvattenmagasinet Roddarne

Nordväst om grundvattenmagasinet Roddarne rinner samma dike som passerar väster om Hanunda norrut. Utbytet med grundvattenmagasinet Roddarne är bedömd att vara obetydligt på grund av tätande lerlager (BMW180098, se bilaga 1 och 5). Vid fältbesök hösten 2018, efter den torra sommarsäsongen, var dessutom delar av diket torrlagt. Längre söderut, vid magasinets lågpunkt nordväst om Roddarne by, strömmar ytvatten österut mot Olandsån i ett annat, större dike. Dikesfåran skär genom isälvs materialet i magasinet, i väst–östlig riktning, och grundvatten rinner ut i diket (se fig. 5). Denna akvatiska kontakt är alltså dränerande för magasinet, vilket utgör en begränsande faktor för vattenuttaget i den närliggande kommunala vattentäkten. Begränsningen består i att inducering av ytvatten från diket har visat sig kunna påverka grundvattnets kvalitet (Orrje & Co 1970, Scandiakonsult 1987).

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller direkt på avlagringarna. Ett visst tillflöde, framför allt till Roddarne, kommer även från omgivande moränmark. De mindre vattendrag som inom magasinens områden utgörs av diken bedöms till största delen vara åtskilda från magasinerna genom täta lager av finsediment. Under normala förhållanden bedöms de alltså inte bidra till vattentillgången i magasinerna i

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet inom grundvattenmagasinet Hanunda.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,045	313,4 mm/år, 9,9 l/s per km ²	0,4 **
Tertiärt tillrinningsområde	0,18	227,9 mm/år, 7,2 l/s per km ²	0,1 **
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	0,5 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.

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

Tabell 2. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet inom grundvattenmagasinet Roddarne.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd*	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,17	313,4 mm/år, 9,9 l/s per km ²	1,7 **
Sekundärt tillrinningsområde	0,02	252,5 mm/år, 8 l/s per km ²	0,2 **
Tertiärt tillrinningsområde	2,1	252,5 mm/år, 8 l/s per km ²	3,4 **
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	6 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 20 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

någon större omfattning. Vid magasinet Roddarne är det dock möjligt att ett visst tillskott av vatten kommer från berget vid magasinets lågpunkt. I en rapport från Scandiakonsult (1987) nämns detta som en möjlig teori, och enligt SGUs berggrundskarta (2019a) finns det tre större deformationszoner i öst–västlig riktning under magasinet i området mellan Borggårde och Roddarne.

Magasinens tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt, sekundärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6.

Då bredden på den södra delen av grundvattenmagasinet Roddarne är osäker, på grund av bristfälligt dataunderlag, har en viss säkerhetsmarginal inkluderats i tillrinningsområdet.

De tertiära tillrinningsområdena sträcker sig runt hela magasinen. Baserat på geologi och terrängläge är bedömningen att tillrinningen till magasinet från de norra delarna av det tertiära tillrinningsområdet är större än från de södra delarna. På grund av begränsat dataunderlag har dock ingen mer detaljerad uppdelning av det tertiära tillrinningsområdet gjorts. Andelen grundvatten som rinner till magasinet har bedömts vara kring 20 procent i medeltal för hela det tertiära tillrinningsområdet.

En grov uppskattning av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinen från primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1 och 2.

Uttagsmöjlighet

De i tabell 1 och 2 redovisade uttagsmöjligheterna är grova uppskattningar av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinen.

Grundvattenmagasinet Hanunda

Uppskattningen av möjlig uttagsmängd i grundvattenmagasinet Hanunda har gjorts med stöd av beräkningar av grundvattenbildningen. Ingen inducering av ytvatten bedöms förekomma inom magasinet.

Grundvattenmagasinet Roddarne

Uppskattningen av möjlig uttagsmängd i grundvattenmagasinet Roddarne har gjorts med stöd av information från propumpningen redovisad av Orrje & Co (1970), rapporterad uttagskapacitet vid vattentäkten i magasinet och beräkningar av grundvattenbildningen. Ingen inducering av ytvatten bedöms förekomma inom magasinet vid normala förhållanden och tillåtna uttagsmängder, men ett visst tillskott bedöms kunna komma från sprickor i berget (Scandiaconsult 1987, SGU 2019a)

En propumpning gjordes under ca 2 månader vid årsskiftet 1969–1970 som visade att den naturliga grundvattentillgången i magasinet var ca 6–7 l/s (Orrje & Co 1970).

Den kommunala vattentäkten i Roddarne har en maximal uttagsmängd på 500 m³ per dygn, dvs. ca 5,8 l/s (SGU 2019c). Den beräknade naturliga grundvattenbildningen till magasinet är 5,3 l/s, men med stöd av dessa båda uppgifter och möjligheten till bidrag från vatten i berg bedöms uttagsmängden vara något högre än beräkningen, ca 6 l/s.

Möjligheten till att öka uttagsmängderna genom infiltration har vid ett par tillfällen undersökts i området, då en önskan fanns att hitta en ny vattentäkt för Gimo samhälle. År 1970 utfördes ett försök då grundvatten pumpades från nuvarande vattentäktsläge till infiltrationsplatser, söder respektive norr om vattentäkten. Resultatet visade att konstgjord infiltration norr om vattentäkten kunde åstadkomma ett grundvattenflöde mot vattentäktsläget på ca 20–25 l/s, och att grundvattenflödet söderifrån kunde förstärkas med 5–10 l/s (Orrje & Co 1970). Ett försök att infiltrera vatten från Gimo damm vid vattentäkten i Roddarne gjordes även 1973 (Orrje & Co och Scandiaconsult 1973). Infiltrationsplatsen låg ca 170 m söder om vattentäktsläget, en sträcka som visade sig vara för kort för att vattnet från Gimo damm skulle hinna renas tillräckligt mycket för att kunna infiltreras i befintligt skick. Något mer infiltrationsförsök norr om vattentäkten, i området som bedömdes ha en högre infiltrationsmöjlighet i undersökningen 1970, har inte gjorts och planerna på konstgjord infiltration i magasinet övergavs.

Grundvattnets användning

Grundvattenmagasinet Hanunda

Inga större grundvattenuttag sker inom magasinet men ett antal hushåll använder vattnet för enskild vattenförsörjning. Det är vanligt förekommande att de grävda enskilda brunnarna i området är sprängda i botten för att öka magasineringsvolymen då jorddjupen är små.

Grundvattenmagasinet Roddarne

Inom magasinet ligger den kommunala vattentäkten Roddarne. Vattentäkten används främst under sommarhalvåret som reservvatten till Gimo tätort. Vattentäkten har tillstånd enligt vattendom (Stockholms tingsrätt, Vattendomstolen Mål VA 77/87) för en maximal uttagskapacitet på 500 m³ per dygn, dvs. knappt 6 l/s. Tillståndsgivet medeluttag anges gemensamt för vattentäkten i Roddarne och vattentäkten i Gimo till 1 300 m³ per dygn. Medeluttaget i vattentäkten var under 2016 betydligt lägre än det tillståndsgivna. Roddarne vattentäkt har ett skyddsområde som fastställdes 2002 (Länsstyrelsen Uppsala län 2002).

Grundvattnets kvalitet

SGU har i samband med kartläggningen av grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne utfört provtagning av grundvatten på två platser, i en enskild brunn i södra delen av magasinet Hanunda (CKA2018082715) och i en enskild brunn vid Borggårde i magasinet Roddarne (CKA2018082412). Provanalyser från fem rör i magasinet Roddarne (6901, 6903, 6905, 6908 och 7217) tillkom från en konsultutredning på uppdrag av Gästrike Vatten (Structor 2020). Relevant data från tidigare provtagningar inom magasinen, som finns i SGUs databaser, har även sammanställts. Tillgängliga tidigare analyser bestod i detta fall av grundvattenkemiska data från den kommunala vattentäkten i grundvattenmagasinet Roddarne (4492) som inrapporterats till Vattentäktsarkivet (SGU 2019c).

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 7. Provpunkternas geografiska lägen framgår av bilaga 1. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 8. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Utöver SGUs provtagning under karteringsarbetet och tidigare grundvattenkemiska data som inrapporterats till SGUs databaser, har även vattenprover tagits tidigare i samband med en provpumpning vid undersökningar inför uppförandet av Roddarne vattentäkt. Resultaten från dessa tidigare vattenanalyser finns redovisade i två grundvattenutredningar (Orrje & Co 1970, Scandiaconsult 1987) och är beaktade i tolkningen av grundvattnets kvalitet i magasinet Roddarne.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne, 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). Då liknande tendenser kan observeras i analyserna från samtliga provtagningsplatser beskrivs grundvattenkemin gemensamt för båda magasinen, utifrån de parametrar som dominerar den kemiska sammansättningen.

Naturligt förekommande ämnen

Grundvattnets kemiska sammansättning i magasinen Hanunda och Roddarne domineras framför allt av en hög alkalinitet och kalciumhalt, vilket är väntat mot bakgrund av de kalkrika jordlagren i området. För magasinet Roddarne rapporterade Orrje & co (1970) från provpumpningen vid vattentäkten en avtagande hårdhet (summahalt av ämnen kalcium och magnesium) med ökat provtagningsdjup. Denna kemiska förändring i djupled i grundvattnet tolkades av Scandiaconsult (1987) bero på ökad inverkan av vatten från berggrunden norr om pumpplatsen. Vid provpumpningen kunde det också konstateras att den kemiska sammansättningen förändras vid stora uttag, som en konsekvens av att ytvatten från det närliggande dräneringsdiket då induceras (Orrje & Co 1970, Scandiaconsult 1987).

I analyserna från de två enskilda brunnarna i magasinen (CKA2018082715 och CKA2018082412) och vattentäkten i Roddarne (4492) visar de låga halterna av järn och mangan, tillsammans med en hög sulfathalt, på en hög redoxpotential. En hög redoxpotential innebär att vattnet är väl syresatt och att förutsättningarna för att organiska föreningar ska brytas ner är goda. I de fem provanalyserna från rören i magasinet Roddarne är däremot halterna av järn och mangan höga. Dessa halter, tillsammans med de förhöjda halterna av aluminium och turbiditet vid dessa platser, bedöms kunna bero på påverkan från rörmaterialet.

Tabell 3. Sammanställning av samtliga tillgängliga grundvattenkemiska data från grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till bilaga 1, 5 och 7. Angivna värden motsvarar, om det finns flera analyser, beräknad medianhalt. För några parametrar anges "<" vilket innebär att analysresultatet ligger under rapporteringsgränsen

för parametern. Då det för vattentäkten (4492) finns ett varierat antal analyser beroende på parameter och ibland flera olika rapporteringsgränser för samma parameter anges konsekvent endast "<" utan någon efterföljande siffra, för resultat från vattentäkten under rapporteringsgräns. 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). I fall då ett parametervärde är mindre än en rapporteringsgräns har lägsta tillståndsklass valts, även om rapporteringsgränsen är högre.

Parameter	Enhet	Hanunda	Roddarne						
		CKA2018082715	CKA2018082412	4492	6901	6903	6905	6908	7217
Tidpunkt		2018-11-21	2018-11-21	Medianvärde (1998–2016)	2020-05-19	2020-05-19	2020-05-19	2020-05-19	2020-05-19
Temperatur (fältmätning)	°C	7,8	8		5,3	5,1	6,3	5	5,4
pH		7,1	7,1	7,7	7,2	7,3	7,5	7,4	7,3
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	290	279	304	300	310	290	290	250
Kalcium	mg/l	94	97	108	99	110	100	110	95
Kalium	mg/l	10	9	3	8	8	3	2	8
Magnesium	mg/l	6,6	5,3	6,0	5,3	6,7	4,6	4,1	4,6
Natrium	mg/l	6,9	10,2	11,0	8,0	9,8	8,6	7,1	8,0
Totalhårdhet	dH			16	15	17	15	16	14
Kiseldioxid	mg/l	15,2	13,3						
COD _{Mn}	mg O ₂ /l			4,1	4,3	4,6	3	4,6	3,9
TOC	mg/l	8,2	7,5						
Färg	mg Pt/l				20	25	15	20	20
Turbiditet	FNU				4	3	34	16	250
Klorid	mg/l	6	20	13	11	15	7	4,7	11
Konduktivitet	mS/m	52	54	57	53	60	48	48	46
Sulfat	mg/l	28	19	44	17	32	9	11	13
Ammonium	mg/l	0,01	0,01	<	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04
Nitrat	mg/l	9,5	8,6	6,2	7,5	6,6	0,6	0,3	6,6
Nitrit	mg/l			<	<0,004	0,005	<0,004	<0,004	0,025
Aluminium	mg/l	0,02	0,005	<	0,06	<0,03	0,13	0,11	0,19
Järn	mg/l	0,03	0,02	<	0,5	0,7	3,1	4,4	17
Mangan	mg/l	0,003	0,046	0,03	<0,02	<0,02	0,05	0,09	0,17
Arsenik	µg/l	1,57	1,02	0,4					
Uran	µg/l			6,7					
Bly	µg/l	0,07	0,03	<					
Kadmium	µg/l	0,02	0,09	0,08					
Kvicksilver	µg/l			<					
Kobolt	µg/l	0,07	0,1						
Koppar	mg/l	0,014	0,016	<	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Krom	µg/l	0,2	0,1	3,6					
Nickel	µg/l	1,7	1	0,6					
Vanadin	µg/l	1,41	1,13						
Zink	mg/l	0,006	0,012	<					
Bor	mg/l			<					
Fluorid	mg/l	0,12	0,14	0,27	0,14	0,18	0,21	0,18	0,14
Fosfat	mg/l	0,01	1,04	0,04					
Selen	µg/l			0,6					

Mänsklig påverkan

Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne ingår i dag (2020) i en inom vattenförvaltningen utpekad grundvattenförekomst, benämnd Borggårde (WA96544379). Enligt Vatteninformationssystem Sverige, VISS, (Länsstyrelsen 2020) har Länsstyrelsen i Uppsala län bedömt förekomstens kemiska och kvantitativa status som god, med tillförlitlighetsklassning medel. Ingen riskbedömning har registrerats.

I det vatten som provtogs i den enskilda brunnen vid Borggårde i magasinet Roddarne (CKA2018082512), under SGUs karteringsarbete 2018, kunde en fosfathalt över riktvärdet observeras. I ytligt grundvatten i jordlagren indikerar höga fosfathalter ofta en påverkan från gödsling, avlopp eller deponier. Det bör påpekas att denna typ av påverkan kan vara väldigt lokal, och att förhöjda halter inte behöver förekomma utbredd i ett helt grundvattenmagasin.

I provanalyserna från SGUs vattentäcksarkiv, tillhörande vattentäkten i magasinet Roddarne (4492), kan fem signifikanta minskande trender urskiljas. För magnesium, natrium, nitrat och fosfat har halterna vid vattentäkten sjunkit sedan tjugo år tillbaka, medan en uppåtgående trend för alkalinitet kan observeras under samma period.

År 2004 gjordes en utökad analys vid vattentäkten i magasinet Roddarne (4492), omfattande miljögifter såsom t.ex. bekämpningsmedel, polycykliska aromatiska kolväten och klorerade lösningsmedel. Inga ämnen inom dessa parametergrupper kunde uppmätas över detektionsgräns. Bekämpningsmedel provtogs även i de enskilda brunnarna (CKA2018082715 och CKA2018082412) under SGUs karteringsarbete 2018, utan att några ämnen kunde detekteras.

Påverkan på akvatiska och terrestra ekosystem

Det grundvattenberoende ekosystemet i diket vid lågpunkten i magasinet Roddarne är beroende av utströmmande grundvatten och kan påverkas negativt vid låga grundvattennivåer eller förändrad grundvattenkemi.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen

Magasinen Hanunda och Roddarne ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen i grov jord bedöms minska med mellan 0 och 5 procent som en följd av klimatförändringarna (Rodhe m.fl. 2009). Dessutom kan grundvattennivåernas variation över året komma att ändras, i och med en sannolikt förkortad period med snötäcke på vintern och en förlängd vegetationsperiod under sommarhalvåret (SGU 2015). I kombination med oförändrade eller ökade vattenuttag kan detta utgöra en framtida risk för grundvattnets kvantitet och kvalitet i magasinen, och det är därför viktigt att en hållbar användning och aktiv miljöövervakning av grundvattenresurserna bedrivs.

Referenser

- Bjerkning, 1991: Hökhuvud vattentäkt, Roddarne. Östhammars kommun. Uppdragsnummer G-15774. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10934, 3 s.
- Kvartär, 2018: Östhammars kommun Vattenförsörjningsplan. Rapport, Gästrike Vatten AB, 64 s.
- Länsstyrelsen Uppsala län, 2002: Länsstyrelsen i Uppsala län föreskrifter om vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för Östhammars kommuns grundvattentäkt i Roddarne, Östhammars kommun, 7 s.
- Länsstyrelsen, 2020: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen. <viss.lansstyrelsen.se> åtkommen den 8 oktober 2020.

- Orrje & Co, 1970: Preliminär redogörelse för grundvattenundersökning med provpumpning och infiltrationsförsök vid Roddarne för Gimo, Olands kommun. Uppdragsnummer 52.0918-19. 1970-10-23. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1481, 26 s.
- Orrje & Co & Scandiaconsult, 1973: Redogörelse för infiltrationsförsök vid Roddarne för Gimo med råvatten från Gimo damm. Uppdragsnummer 52.0918-19. 1973-08-08. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10075, 7 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.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrapport från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.
- Scandiaconsult, 1987: Östhammar kommun, Utredning angående skydd av grundvattentäkt vid Roddarne för Gimo vattenförsörjning. Uppdragsnummer 12837-01. 1987-02-18. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10077, 10 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2015: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. *SGU-rapport 2015:19*. Sveriges geologiska undersökning, 26 s.
- SGU, 2019a: Berggrund – databas 1:50 000, Östhammars kommun, Gimo. 2020-10-15.
- SGU, 2019b: Jordarter – databas 1:50 000, Östhammars kommun, Gimo. 2020-10-15.
- SGU, 2019c: Vattentäcksarkivet – databas, Östhammars kommun, Gimo. 2020-10-15.
- Structor, 2020: Gimo grundvattenutredning. Förutsättningar för förstärkt grundvattenbildning genom ytvatteninfiltration. Förnyad och fördjupad bedömning, Gimo, Östhammars kommun. Beställarens projektnummer VUX678. 195 s.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO med sammanfattande översikt av basiska gångar, metamorfos och tektonik i östra Mellansverige. *Sveriges geologiska undersökning Af 161, 166, 169, 172, 249* s.

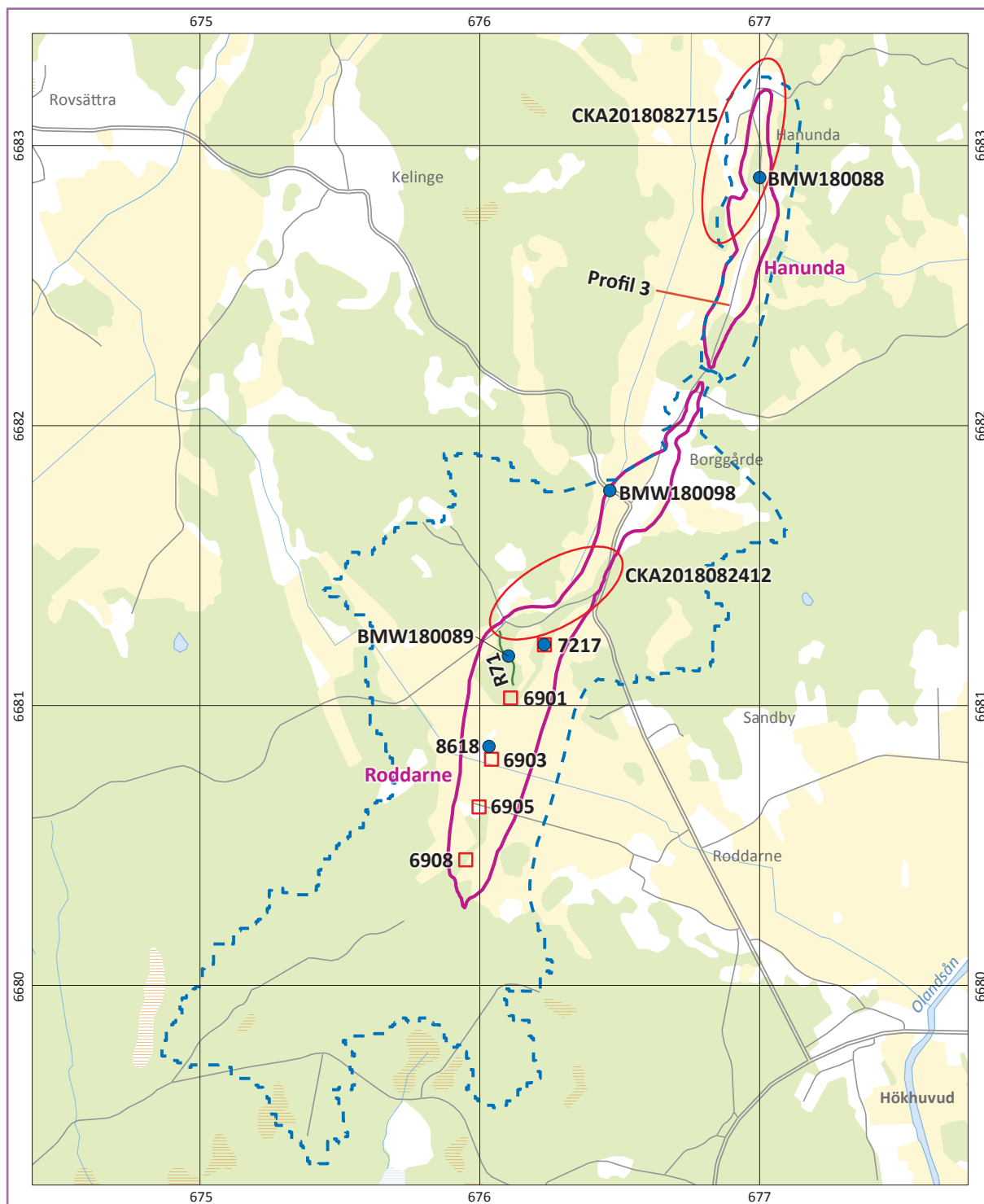
Övriga utredningar

- Bjerking, 1991b: Östhammar kommun, Hökhuvud–Roddarne, VA-sanering, Grundundersökning, undersökning av undergrundens beskaffenhet för planerad VA-ledning, G-15775.1991-03-19. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10130, 10 s.
- Bjerking, 2005: Roddarne och Fresta vattenskyddsområden, Östhammars kommun, Markkartering, Uppdrag 29159, 2005-05-10. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10123, 5 s.
- Orrje & Co och Scandiakonsult, 1980: Översiktlig utredning avseende vattenförsörjningen inom Östhammars kommun. Uppdragsnummer: 52.0918-65. 1980-02-15. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10085, 81 s.
- Scandiakonsult 1978: Översiktlig utredning avseende vattenförsörjningen inom Östhammars kommun, skede 1. Uppdragsnummer 52.0918-55, 1978-05-03. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10112, 40 s.

- Scandiaconsult, 1986: Östhammar kommun, Reservvattentäkt vid Roddarne för Gimo, Kompletterande undersökning, 12837-01, Stockholm och Gävle den 1986.11.25. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10074, 6 s.
- Scandiaconsult, 1987: Östhammar kommun, Teknisk utredning för ansökan till vattendomstol angående tillstånd till grundvattenuttag vid Roddarne för Gimo och Hökhuvud vattenförsörjning, 12837-01, Stockholm och Gävle den 1987.10.09. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10129, 8 s.
- Scandiaconsult, 1988: Förslag till skydd för grundvattentäkter i Gimo och Roddarne, 1237-01, Gävle 1987.02.18 rev 88.04.27. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10132, 49 s.
- Scandiaconsult, 1991: Östhammar kommun, Vattenförsörjning, Utförande av grundvattenbrunnar i Roddarne och Fresta, Förfrågningsunderlag, 792041-01, 1991.01.14. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10121, 12 s.

BILAGA 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



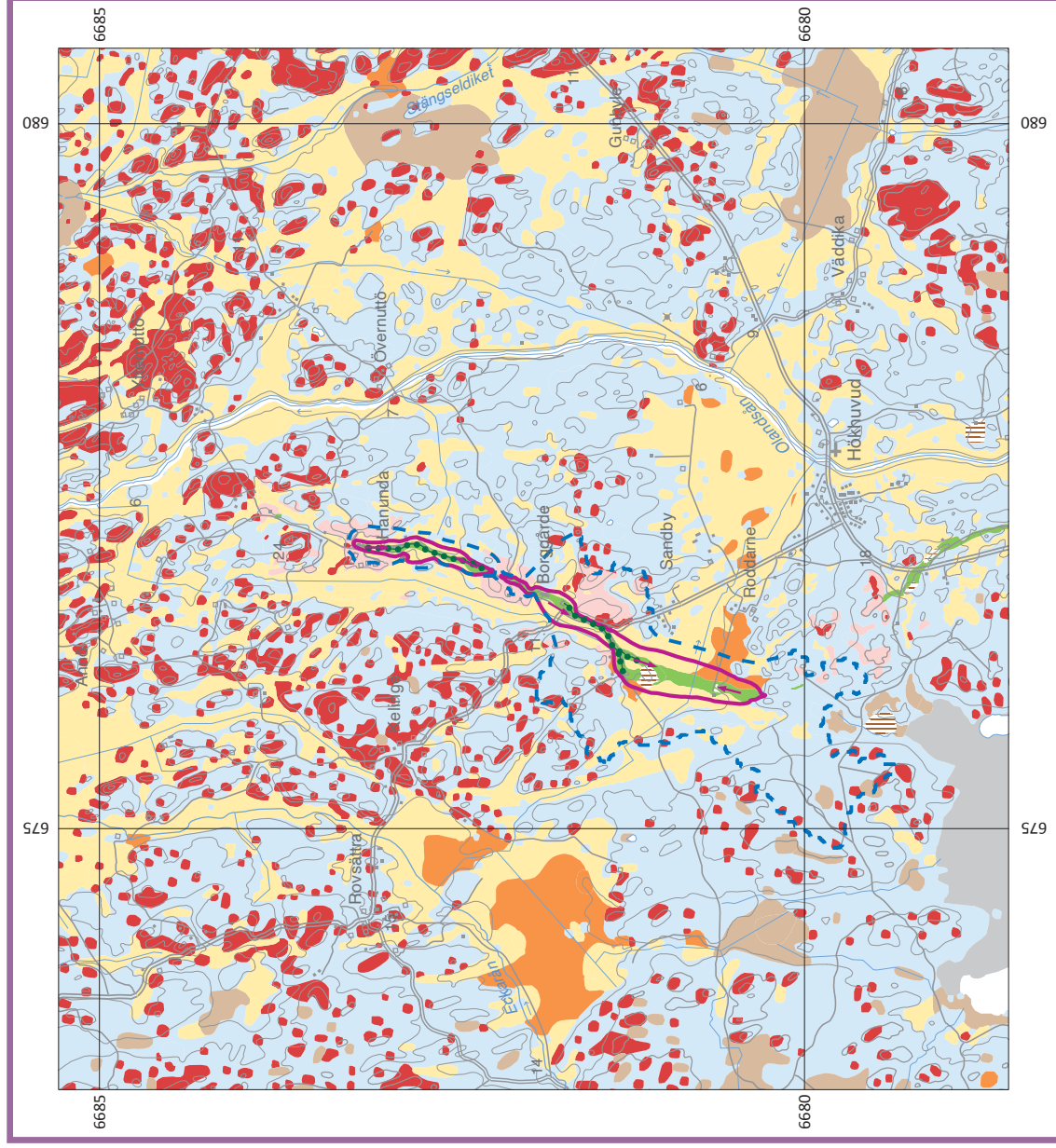
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
<i>Stratigraphic information is available (appendix 5)</i> □ Information om grundvattenkemi finns (tabell 3)
<i>Information about groundwater chemistry is available (table 3)</i> ○ Information om grundvattenkemi finns (tabell 3)
<i>Information about groundwater chemistry is available (table 3)</i> — Seismikprofil
<i>Seismic investigation</i> | <ul style="list-style-type: none"> — Georadarprofil
<i>Ground penetrating radar investigation</i> — Grundvattenmagasinet avgränsning
<i>Delineation of groundwater reservoir</i> - - - Gräns för tillränningsområde
<i>Boundary of catchment area</i> |
|---|---|
- 0 2000 m

Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne

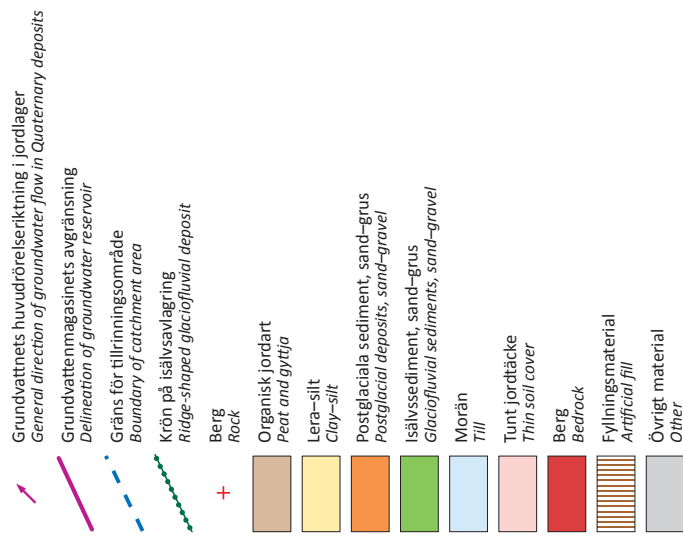
Bilaga 2. Grundvattenmagasin

K 670

SGU Sveriges
geologiska
undersökning



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

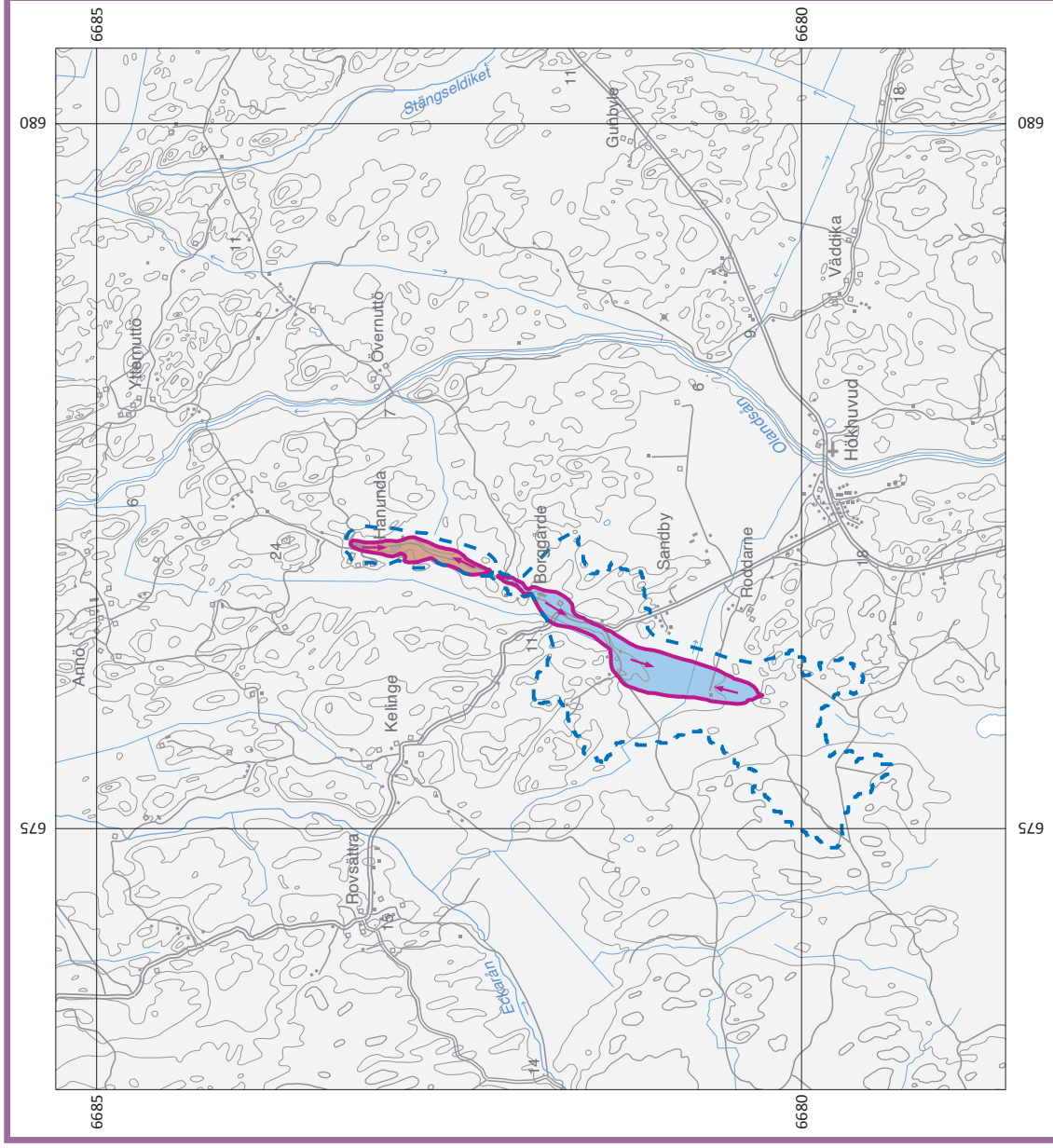
Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne

K 670

Bilaga 3. Bedömda uttagmöjligheter

SGU Sveriges
geologiska
undersökning

- 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 uttagmöjlighet ur grundvattenmagasinet <math><1\text{ l/s}</math>
Estimated exploitation potential in the order of <math><1\text{ l/s}</math>
- Bedömd uttagmöjlighet 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.

0 5 km

Skala 1:50 000

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

Grundvattenmagasinen Hanunda och Roddarne

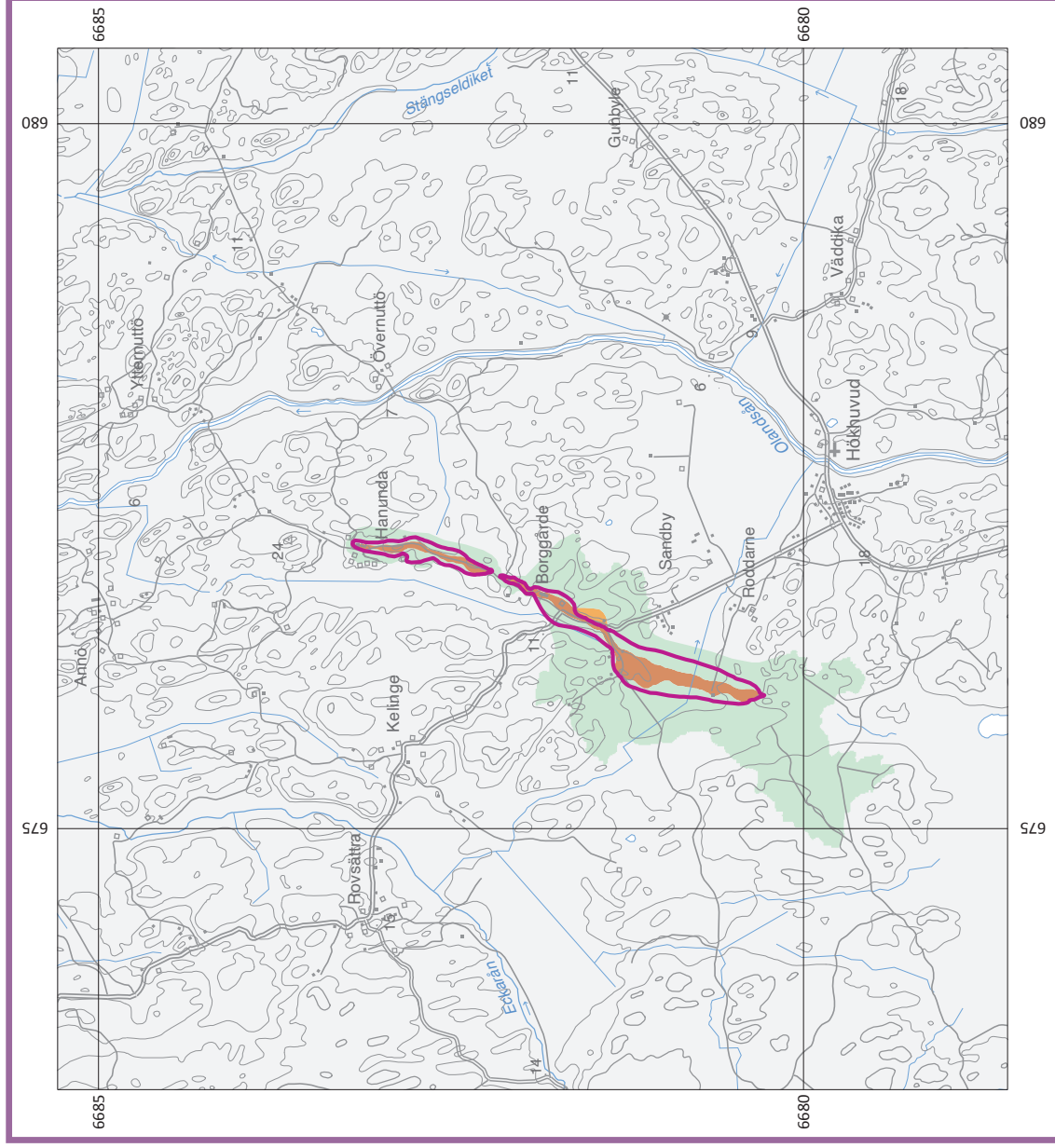
Bilaga 4. Tillrinningsområden

K 670

SGU
Sveriges
geologiska
undersökning

- Grundvattenmagasinet 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. © Lantmäteriet.

0 5 km

Skala 1:50 000

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.

Namn: BMW180088

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180088

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 682 885, E 677 001

0–1,0 m grus (isälvs sediment)

1,0–3,0 m grusig sand (isälvs sediment)

3,0–7,2 m moränlikt

Stopp mot berg.

Namn: BMW180098

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180098

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 681 767, E 676 465

0–2,0 m lera

2,0–4,0 m glacial lera

4,0–4,5 m lera med sandskikt

4,5–5,1 m lerig sand

Stopp mot berg.

Namn: BMW180089

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180089

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 681 176, E 676 103

0–3,0 m grusig sand

3,0–4,2 m lerig morän

4,2–4,5 m morän

Stopp mot berg.

Namn: 7217

Utförare: Orrje & Co

Databas-id: CKA2018082413

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 681 217, E 676 231

0–3,4 m blockigt grus

Okänt avslut.

Namn: 6910

Utförare: Scandiaconsult

Databas-id: MLZ2018091805

Typ: Rördrivning

Koordinater: Redovisas inte

0–4,5 m lera

4,5–6,5 m sand

6,5–7,0 m moig sand

7,0–7,5 m sandigt grus

7,5–9,2 m grusig sand

Stopp mot block eller berg.

Namn: 8618

Utförare: Scandiaconsult

Databas-id: CKA2018082702

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 680 853, E 676 033

2,5–3,0 m grovsandig mellansand

3,5–4,0 m mellansand

4,5–5,0 m grovsand

5,5–7,0 m fingrusig grovsand

Okänt avslut.

Kommentar: Luckor i lagerföljd i utredning.

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 prov (m u.m.y.)	Omättade zonen mäktighet (m)
CKA2018082715	Enskild vattentäkt	Utsrömningsområde	Skog och jordbruksmark	2,5	ca 1–2
CKA2018082412	Enskild vattentäkt	Inströmningsområde	Skog och jordbruksmark	okänt	ca 2–3
4492	Kommunal vattentäkt	Utströmningsområde	Jordbruksmark	-	-
6901	Observationsrör	Intermediärt område	Skog	2,9	ca 0,5–1,5
6903	Observationsrör	Utströmningsområde	Jorbruksmark	7,0	ca 1–2
6905	Observationsrör	Intermediärt område	Skog och jordbruksmark	3,4	0,5–1,5
6908	Observationsrör	Intermediärt område	Skog och jordbruksmark	3,9	2–3
7217	Observationsrör	Inströmningsområde	Skog och jordbruksmark	3,0	1,5–2,5

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
CKA2018082715	1	nov 2018	SGUs databaser	Basparametrar inklusive metaller och bekämpningsmedel
CKA2018082412	1	nov 2018	SGUs databaser	Basparametrar inklusive metaller och bekämpningsmedel
4492	16	1998–2016	SGUs databaser	Variande parameteruppsättning
6901	1	maj 2020	Pågående konsultutredning (Kvartär och Structor)	Basparametrar
6903	1	maj 2020	Pågående konsultutredning (Kvartär och Structor)	Basparametrar
6905	1	maj 2020-	Pågående konsultutredning (Kvartär och Structor)	Basparametrar
6908	1	maj 2020	Pågående konsultutredning (Kvartär och Structor)	Basparametrar
7217	1	maj 2020	Pågående konsultutredning (Kvartär och Structor)	Basparametrar

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 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 gyttjeleror.

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. Bergborrade 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.