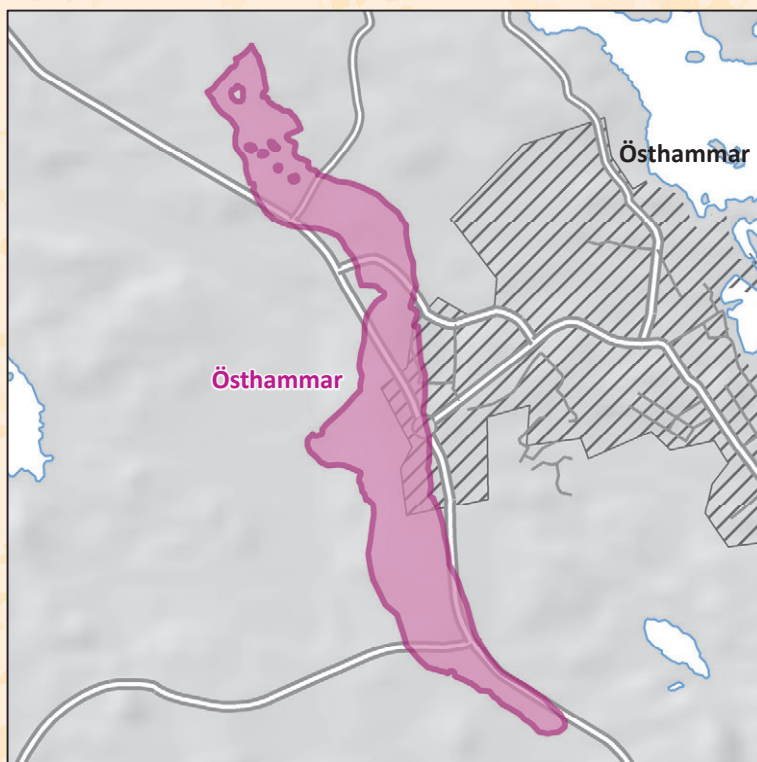


Grundvattenmagasinet Östhammar

Magdalena Thorsbrink & Henrik Mikko



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-463-9

Författare: Magdalena Thorsbrink & Henrik Mikko
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB
Utgivningsår: 2020

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

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinet Östhammar	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	5
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	6
Anslutande ytvattensystem	8
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	8
Uttagsmöjlighet	9
Grundvattnets användning	10
Grundvattnets kvalitet	10
Naturligt förekommande ämnen	10
Mänsklig påverkan	12
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet	12
Referenser	13
Övriga utredningar	14

Bilaga 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet

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

GRUNDVATTENMAGASINET ÖSTHAMMAR

Författare: Magdalena Thorsbrink & Henrik Mikko

Kommun: Östhammar

Län: Uppsala län

Vattendistrikt: Norra Östersjön

Databas-id: 230500044

Grundvattenförekomst: WA45581002 (Östhammar)

Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Östhammar är beläget i Börstilsåsen i höjd med Östhammars tätort. Åsen utgör en måttligt stor isälvsavlagring som avsatts under högsta kustlinjen (HK) vilket innebär att avlagringen utsatts för omfattande svallning. Grundvattenmagasinet är knappt 5 km långt och sträcker sig i nord-sydlig riktning från Ed i norr till Markasjön i söder. I grundvattenmagasinet finns en rörlig vattendelare som delar in magasinet i en nordlig del vid Ed och en sydlig del vid Börstil.

Grundvattnets kemiska sammansättning i magasinet karaktäriseras av höga halter kalcium och hög alkalinitet, vilket är naturligt i och med de kalkrika jordlagren i området. De geologiska förhållandena kan också vara orsaken till de ofta höga sulfathalter som karaktäriserar vattnet i magasinet, eftersom det i angränsning till magasinet finns områden med postglacial gyttjeler.

Magasinet utgör en grundvattenförekomst inom vattenförvaltningen och har där namnet Östhammar och id-benämningen WA45581002. Grundvattenförekomsten har av Länsstyrelsen i Uppsala län bedömts ha otillfredställande kvantitativ och kemisk status, och vara i risk att inte uppnå god status till år 2027 (Länsstyrelsen 2020). Den otillfredställande statusen och risken med avseende på kemi beror på höga observerade halter av klorid och bekämpningsmedel. Även lägre halter av PFAS, monobutyltenn och medicinrester har uppmätts i vattnet. Bedömningen av otillfredställande status och risk med avseende på kvantitet är också den baserad på de höga kloridhalterna som observerats i grundvattnet. Kloridhalterna bedöms bero på inträngning av djupt liggande grundvatten, som berikats på klorid från relik saltvatten eller vägsaltning, orsakad av överuttag (Länsstyrelsen 2020). SGU bedömer dessutom att grundvattnet i magasinet generellt är extra sårbart för påverkan, eftersom tidigare täktverksamhet lämnat stora delar av isälvsavlagringen utbruten.

Totalt inom magasinet bedöms uttagsmöjligheterna av grundvatten till ca 13 l/s. Det mesta av det uttagna grundvattnet används för vattenförsörjningen i Östhammar. Mot bakgrund av de begränsade grundvattentillgångar som finns i området, att magasinet används för Östhammars vattenförsörjning, och att det finns en återkommande risk för brist på vatten, bedöms magasinet ha ett mycket stort värde för vattenförsörjningen.

Inledning

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

Sammanställningen har gjorts 2018 till 2020 inom ramen för SGUs extrasastning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

Flera grundvattenundersökningar angående kommunens vattenförsörjning har gjorts inom grundvattenmagasinet. Undersökningarna har utförts av bl.a. Allmänna Ingenjörbyrå (1913, 1947, 1949), Nordsvenska ingenjörbyrå (1958a, b) och VIAK (1961, 1963, 1964, 1966, 1981, 1982).

En översikt av kommunens tillgängliga yt- och grundvattenresurser har sammanställts i en aktuell kommunal vattenförsörjningsplan (Kvartär 2018). Undersökningar genom Gästrike vattens regi pågår även i området i syfte att få bättre kännedom om grundvattenmagasinet. Borrningar från dessa arbeten (utförda till och med augusti 2020) har tagits i beaktande vid avgränsningen av magasinet.

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och databaser har sammanställts och värderats, och tillgängliga lagerföljdsuppgifter har lagrats i SGUs databaser.

Kompletterande undersökningar

SGUs kartläggningsarbeten har endast inneburit begränsade fältinsatser, eftersom flertalet undersökningar redan pågår inom området. I stället har äldre befintlig dokumentation, tillsammans med uppgifter från Gästrike vattens undersökningar, fått utgöra underlag till SGUs bedömningar. Fältundersökningar av jordarter i området har gjorts av SGU för att kunna uppdatera jordartskartan. Uppdateringen av jordartskartan har i övrigt baserats på nya högupplösta höjddata. Dessutom har georadarmätningar utförts längs delar av vägnätet, i syfte att ge underlag till bedömningen av grundvattenytans läge.

Lägena för utförda georadarmätningar och ett urval av de borrningar som gjorts vid tidigare undersökningar visas i bilaga 1. Exempel på lagerföljder från dessa borrningar redovisas i bilaga 5.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGUs databaser. En hydrogeologisk databas av det aktuella grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen och SGUs jordartsdata som grund (SGU 2020a). I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, och en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinet. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

Grundvattenmagasinet Östhammar ligger i ett knappt 5 km långt avsnitt av Börstilsåsen, en isälvsavlagring som är avsatt under högsta kustlinjen (HK). Läget under HK gör att åsen utsatts för en kraftig svallning, som omgärdar åsen med svallsand och svallgrus. Havets svallning har också gjort att det i vissa delar finns linser av finkornigt sediment som överlagrats av svallsediment. Svallsanden utgörs i vissa delar av grusig sand, vilket gör det svårt att särskilja primärt avlagrat isälvsmaterial från det omsvallade materialet. I området finns också områden med lera, tunnare morän och berghällar.

Områdets relativt flacka och småkuperade berggrundsöveryta gör att det saknas större dalgångar i landskapet. Detta har bidragit till att Börstilsåsen, liksom övriga åsavlagringar i kommunen, endast utgör måttligt stora grundvattenmagasin. Den småkuperade bergöverytan gör också att åsen i höglägena i terrängen delvis spolats bort av havet så att berghällar har blottlagts.

Grundvattenmagasinet sträcker sig från Edkärret i norr till Markasjön i söder. Enligt SGUs tjänst kartgeneratören ligger markytan i anslutning till magasinet på mellan 20 och 6 m ö.h., dvs. långt under nivån för högsta historiska havsyta som i området är belägen ca 170 m över dagens havsyta.

Materialet i magasinet utgörs av sand och grus, med viss förekomst av mo (finssand–grovsilt) i de mer marknära lagren. Störst registrerade jorddjup finns i grundvattenmagasinets södra del nära Markasjön (VIAK 1966). Stora delar av magasinet präglas av nedlagda materialtäkter. I täktbottnarna ses flera hållar och kvarlämnade större block.

Utöver strömningen längs med åsen i nord–sydlig riktning, avvattnas terrängen västerut mot Norsdiket, som i sin tur avvattnats vidare mot Olandsån. Vid Ed sker också en viss avvattning österut mot Östersjön.

Berggrunden i området består av de äldre (ca 1,9 miljarder år) magmatiska bergarterna ryolit, dacit–ryolit, tonalit–granodiorit och basalt–andesit. Strukturellt finns det vid Ed en lokal, starkt uppsprucken, deformationszon i nordväst–sydostlig riktning (Stålhös 1989, 1991, SGU 2019a).

Hydrogeologisk översikt

Grundvattenmagasinet Östhammar är främst avgränsat med stöd av den nu uppdaterade jordartskartan (SGU 2020a), äldre utförda borrhningar, nyligen utförda borrhningar i Gästrike vattens regi, och uppgifter i SGUs brunnsarkiv (SGU 2020b). Områdets varierande bergöveryta och den svallning som påverkat magasinet har försvårat bedömningen. Det råder därför en viss osäkerhet i utförda gränsdragningar av grundvattenmagasinet, trots god tillgång på underlag. Osäkerheten gäller bl.a. magasinets begränsning västerut mot Norsdiket.

I grundvattenmagasinet finns en rörlig vattendelare som delar in magasinet i två delar, en nordlig del vid Ed och en sydlig del vid Börstil. Det finns också höga berglägen som delvis avskärmar grundvattenflödet i åsen. De höga berglägena inom magasinet bedöms dock inte utgöra ett hinder över hela åsbredden, och utgör därmed inte heller någon vattendelare, men denna bedömning är något osäker.

Norrut angränsar magasinet till det direkt norr om belägna grundvattenmagasinet Norrskedika (Thorsbrink m.fl. 2020). Söderut bedöms magasinet ha sitt avslut vid Markasjön, utan kontakt med de grundvattenmagasin som finns längre söderut längs Börstilsåsen vid Marka.

Norra delen vid Ed

Grundvattenmagasinets begränsning i norr är strax söder om Edkärret till följd av höga berglägen. Förutom de synliga berghällarna stöds bedömningen av äldre nivåmätningar, från bland annat 1965, där de högsta nivåerna i området förekom vid Rb6510 och Rb6509 (VIAK 1966). Avgränsningen i norr ska emellertid betraktas som ett vattendelarområde, snarare än en skarp gränslinje. Detta eftersom det inom området sannolikt finns skålar i berggrunden som, beroende på uppfyllnad, periodvis kan stå i hydraulisk kontakt med varandra. Det kan eventuellt också finnas en viss hydraulisk kontakt med magasinet Norrskedika, som ligger norr om magasinet Östhammar. Den stora nivågradienten söderut gör emellertid att vattnet, om kontakt föreligger, endast kan transporteras i sydlig riktning.

De hydrologiska förhållanden i Ed-avsnittet påverkas av den vatteninfiltration som sker inom pågående vattenproduktion. Läget för den rörliga vattendelaren som begränsar Ed-avsnittet söderut bedöms därför bero av aktuell infiltration och uttag, men även av fyllnadsgraden i magasinet. Nu bedömt läge baseras på de mätningar som finns registrerade från 1961 i Rb5902 och Rb5908 (VIAK 1961), vilka alltså representerar nivåer innan installeringen av infiltrationsanläggningen.

Bedömningen av magasinets bredd i väster, vid norra infarten till Östhammar vid Ed, har bl.a. gjorts med stöd av provpumpningen som utfördes redan 1949. I samband med pumpningen noterades i vilka brunnar som det skedde en tydlig avsänkande påverkan (Allmänna Ingenjörbyrå 1949). Två brunnar benämnda 1 respektive 14, där man 1949 bedömde att de ej var i påverkansområdet, dömdes senare i vattenöverdomstolen till att de blivit påverkade av vattenuttaget (Vattenöverdomstolen 1955). Dessa brunnar ingår i det nu avgränsade magasinet.

Inom avsnittet vid Ed varierar mäktigheten på den vattenmättade zonen och baserat på tillgängliga uppgifter bedöms den mättade zonen i medeltal till ca 5 m och som mäktigast knappt 10 m. Baserat på utförda borrhningar, som till stor del finns sammanställda i VIAK 1966, bedöms den norra delen av magasinet ha en god genomsläpplighet med öppna förhållanden.

I den rapport som beskriver provpumpningen längre söderut vid Börstil framgår det att vattentillgången i Ed-avsnittet, baserat på erfarenheten från driften av vattentäkten vid Ed, vid längre torr- och köldperioder inte överstiger 5 l/s (VIAK 1963). Denna erfarenhet representerar emellertid vattentillgången innan åsavsnittet började användas för infiltration. Bedömningen stämmer relativt bra överens med den provpumpning som utfördes av Allmänna ingenjörbyrå 1949, som visade på fortfarighetstillstånd vid 500 m³ per dygn (dvs. ca 5,8 l/s) (AIB 1949). I den mån inte hela tillgången nyttjas bedöms avvattningen ske österut via diket vid Ed.

Södra delen vid Börstil

Från den rörliga vattendelaren, strax norr om Lilla Lugnet, sker en strömning söderut i åsen. På liknande sätt som i den norra delen av magasinet varierar mäktigheten på den vattenmättade zonen och i vissa delar är isälvsmaterialet helt torrt till följd av tunna jordlager och höga berglägen. Detta framgår bland annat av de borrhningar som utfördes 1962. I punkterna Rb6201 och Rb6202 framgick att åsen var mycket grund och att den delvis var belägen helt över grundvattenytan. Undersökningarna visade vidare att åsens grundvatten i vissa delar enbart förekommer i sänkor i berggrunden (VIAK 1963).

Väster om dessa områden, dvs. i samma åsavsnittet men längre västerut närmare Norsdiket, bedömer SGU att det sannolikt förkommer vattenmättade partier av åsmaterial som möjliggör en passage söderut förbi de höga berglägena. I området finns en uppgift i SGUs Brunnsarkiv med ID-benämningen 914543871 som visar på 10 m jorddjup vilket stärker bedömningen. Trots att delar av isälvsmaterialet i berört åsavsnitt är torrt ingår hela åsens utbredning inom det nu avgränsade grundvattenmagasinet. Dessutom har hela avsnittet getts samma uttagsklass även om uttagsmöjligheten sannolikt varierar lokalt inom området. Anledningen till den nu gjord avgränsningen är den osäkerhet som råder kopplat till de varierande förhållandena samt presentationsskalan (1:50 000) som i sig medför behov av en generalisering.

Avvattningen av åsavsnittet vid Börstil bedöms kunna ske både västerut mot Norsdiket och söderut mot Markasjön. Bedömningen att viss avvattning sker västerut görs dels mot bakgrund av de höga berglägen som beskrivits ovan, dels med stöd av det utflöde som sker vid Börstils källa i höjd med Östhammars kyrkogård. Viss diffus utströmning bedöms även kunna ske i vissa delar av dikesbotten i Norsdiket. För att få säker kunskap om åsens utbredning och om huruvida vattnet som rinner ut i källan kommer från grundvattenmagasinet skulle ytterligare

borrningar behöva göras i området mellan källan och området där åsens material går i dagen, dvs. i åsens västra kantlinje.

Den största kända vattenmättade zonen finns längst i söder där den uppgår till 21,3 m (VIAK 1966). Baserat på utförda borrningar bedöms magasinet även i den södra delen ha en god genomsläpplighet med öppna förhållanden förutom längst i söder, i området vid Markasjön, där åsmaterialet går ner under finkorniga sediment (VIAK 1966).

Provpumpningar vid Börstil 1963 ledde till bedömningen att uttagsmöjligheten i den södra delen av Börstilsavsnittet är 8 l/s, och det även vid perioder med mindre nederbörd (VIAK 1963).

Anslutande ytvattensystem

Grundvattenmagasinets höga läge i terrängen gör att det saknas större vattendrag som ansluter till magasinet. Däremot finns några mindre vattendrag som avvattnar magasinet och dess omgivande terräng. Den sydligaste delen av Norsdiket kan också innebära en viss dränering av området, då denna del ingår i ett dikningsföretag där det återkommande utförs dikesrensning. Vid höga grundvattennivåer bör ett visst utläckage av grundvatten även ske söderut mot Markasjön.

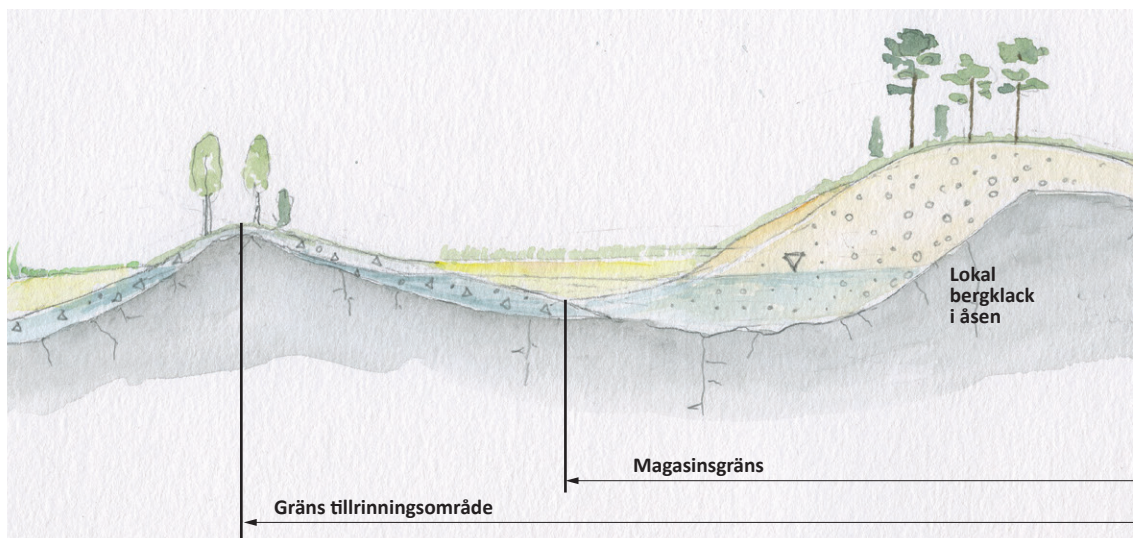
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Grundvattenmagasinet tillförs i huvudsak vatten från den nederbörd som faller direkt på avlagringen. Ett visst tillflöde kan även ske från omgivande moränmark och områden med berg i dagen. Områdets relativt flacka topografi och åsens höga läge i terrängen gör emellertid att tillrinningsområdet utanför avlagringen är relativt begränsat till sin utbredning.

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt med främsta utgångspunkt från områdets topografi (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde enligt principer som framgår av bilaga 6. I de fall grundvattennivåerna i åsen är belägna lägre än markytan vid närliggande höjder med morän och berg i dagen, har området fram till dessa höjder inkluderats i tillrinningsområdet, trots att markytan ligger lägre än markytan på åsen i enlighet med principskissen i figur 1. Vidare har vissa mindre områden med berg i dagen i nära angränsning till åsen inte utgjort en yttre gräns för tillrinningsområdet trots att de är belägna högre än åsen och grundvattenytan i åsen. Dessa höjder har istället inkluderats i tillrinningsområdet samtidigt som den yttre gränsen lagts vid bergområden ytterligare längre bort. Det gäller t.ex. i området vid infartsrondellen till Östhammar. Anledningen till det är den delvis uppspruckna berggrund som finns i kombination med åsens dränerande funktion på landskapet.

Av den effektiva nederbörden i den tertiära delen av tillrinningsområdet bedöms i medeltal 10 procent nå fram till grundvattenmagasinet. Bedömningen grundar sig bl.a. på antagandet att delar av vattnet leds bort genom dagvattendränering i de tätortsnära delarna och täckdiken i omgivande jordbruksmarksområden, och att grundvatten flödar ut vid Börstils källa. Häri ligger dock en osäkerhet som kan innebära att grundvattentillgången skulle kunna vara större än den nu bedömda.

Tillskottet av vatten till magasinet genom grundvattenbildningen inom primärt tillrinningsområde bedöms till 13,9 l/s och inom tertiärt tillrinningsområde till 1,9 l/s. Av detta bedöms tillskottet söder om den rörliga grundvattendelaren till 7 l/s inom primärt tillrinningsområde respektive 1 l/s inom tertiärt tillrinningsområde. Bedömningen av den naturliga grundvattenbildningen som tillförs magasinet från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas även i tabell 1.



Figur 1. Principbild på begränsning av tillrinningsområde och bedömd bergklack. Illustration: Magdalena Thorsbrink, SGU.

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	1,4	310 mm/år, 9,8 l/s per km ²	13,9
Tertiärt tillrinningsområde**	2,4	251 mm/år, 8,0 l/s per km ²	1,85
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet***	13 l/s (5–25 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 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

*** Baserat på en sammanvägd bedömning baserad på bedömd grundvattenbildning, provpumpning och erfarenheter från vattenuttag.

Uttagsmöjlighet

Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinet. Observera att för måttligt stora magasin som detta kan i många fall större mängder totalt tas ut om antalet uttagspunkter ökas. Uttagsmöjligheten baseras dels på beräknad grundvattenbildning inom tillrinningsområdet till magasinet, dels på resultat från utförda provpumpningar (AIB 1949, VIAK 1963), och dels på uppgifter om uttag i befintliga vattentäkter vid Börstil och Ed. Som en del i vattenreningsprocessen infiltreras grundvatten som har pumpats upp vid Börstil inom Ed-avsnittet. Det infiltrerade vattnet utgörs av enbart grundvatten från magasinet och det sker således inget tillskott av vatten från andra yt- eller grundvattenresurser.

Grundvattnets användning

Grundvattenmagasinet Östhammar används i dag för vattenförsörjningen i tätorten Östhammar med uttagpunkter i både avsnittet vid Börstil och vid Ed (SGU 2019b). Vattenförsörjningen innebär att nästan hela den bedömda grundvattenbildningen används från de båda avsnitten. Vattentäkterna har ett gemensamt vattenskyddsområde fastställt 1975, vilket i dagsläget (2020) är på väg att revideras (Annika Lindblad, Länsstyrelsen i Uppsala län, muntlig kommunikation 2020). Vattendom finns för uttagen i både Ed och Börstil (SGU 2019c).

Grundvattnets kvalitet

Bedömningen och beskrivningen av grundvattnets kvalitet baseras i huvudsak på befintliga analyser tagna inom ramen för den regionala miljöövervakningen i vattentäkten vid Ed (20003_20), inom vattenproduktionen vid Börstil (4429) och vid Börstils källa (30000_170), som utgör en nationell miljöövervakningsstation. Även bedömningar utförda inom vattenförvaltningen har beaktats och refererats till.

Underlaget bedöms sammanfattningsvis vara ändamålsenligt eftersom kemiprover tagits från geografiskt utspridda provpunkter, och både provtagningen och provhanteringen generellt är väldokumenterad. Utförda analyser har dessutom varit relativt omfattande avseende antal parametrar.

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 7. Eftersom två av provpunkterna utgörs av kommunala vattentäkter redovisas av sekretesskäl inte deras geografiska lägen.

I tolkningen av grundvattnets sammansättning i grundvattenmagasinet Östhammar har vattentäkten vid Ed ansetts representera magasinet norr om den rörliga vattendelaren, medan de övriga två provpunkterna ansetts representera magasinet söder om vattendelaren. Av de två punkterna i det södra avsnittet är Börstils källa den nordligaste. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 8. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Östhammar, 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 de båda delarna av magasinet är tämligen stabil, men tidsmässiga och rumsliga variationer förekommer. För vissa ämnen finns enbart uppmätta värden på en plats, vilket begränsar möjligheten att bedöma den rumsliga variationen.

I de båda delarna av magasinet finns förhöjda halter av baskatjoner (kalcium, kalium, magnesium) och alkalinitet, vilket kan förklaras av de kalkrika jordlagren. De höga kalcium- och magnesiumhalterna ger en hög totalhårdhet.

Halterna av de redoxkänsliga ämnena järn, mangan och sulfat visar att grundvattnets syresättningen varierar inom magasinet, och sammantaget bedöms syresättningen vara mindre i magasinets södra del.

I samtliga provpunkter finns förhöjda halter av sulfat. De förhöjda sulfathalterna härstammar sannolikt från sulfidjordar i området, där det på vissa platser förekommer gyttjelera. Sulfidhaltiga gyttjejordar kan vid dränering ge upphov till sura vatten med höga sulfat- och metallhalter. Förutom förhöjda sulfathalter finns det i området måttliga pH-värden och vid Börstils källa också måttlig halt av nickel. Utan det kalkrika vattnet hade metallhalterna san-

nolikt varit högre. Över tid förekommer varierande halter av sulfat, vilket bedöms hänga samman med grundvattennivåns variation i magasinet. Ökande halter av sulfat uppkommer efter tider med låga grundvattennivåer.

Vid vattentäkten i Börstil finns analyser som visar på måttliga halter av uran. Uran finns i jord- och berggrund och går i lösning vid höga pH-värden (SGU 2013).

Tabell 2. Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Östhammar. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till bilaga 1, 5 och 8. Angivna värden motsvarar, om det finns flera analyser, beräknad medianhalt. I de fall ett prov eller medianvärdet för flera prov ligger under kvantifieringsgränsen för parametern anges i tabellen "<". 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).

Parameter	Enhet	4429 (norra delen av grundvattenmagasinet Östhammar)	30000_170 (södra delen av grundvattenmagasinet Östhammar)	20003_20 (södra delen av grundvattenmagasinet Östhammar)
pH		7,5	7,2	7,92
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	320	393	153,7
Syre	mg/l			8
Kalcium	mg/l	110	121	105
Kalium	mg/l	9,5	4,85	5,88
Magnesium	mg/l	8,15	12,8	7,21
Natrium	mg/l	46,5	10,2	35,45
Totalhårdhet	mg/l	123	143	117
Kiseldioxid	mg/l		10,1	
Klorid	mg/l	69	10,8	61,1
Konduktivitet	mS/m	88	67,6	75,85
Sulfat	mg/l	56	46	58,75
Ammonium	mg/l	0,085	0,024	0,012
Nitrat	mg/l	2,1	0,0478	7,18
Nitrit	mg/l	0,082		<
Aluminium	mg/l	<	0,027	0,004
Järn	mg/l	0,06	0,15	0,009
Mangan	mg/l	0,155	0,02	0,00010935
Arsenik	µg/l		0,39	0,474
Uran	µg/l	14		
Bly	µg/l		0,013	0,085
Kadmium	µg/l		0,013	0,013
Kvicksilver	µg/l			0,0019
Kobolt	µg/l		0,29	0,042
Koppar	mg/l	<	0,001	0,005
Krom	µg/l		0,12	0,051
Nickel	µg/l		2,3	1,031
Vanadin	µg/l		0,14	0,161
Zink	mg/l		0,002	0,004
Fluorid	mg/l	0,41	0,55	0,2745
Fosfat	mg/l	0,12	0,012	0,029
Växtskyddsmedel	µg/l	0,03	0,073	0
Sum PAH4	µg/l			0

Mänsklig påverkan

Grundvattenmagasinet Östhammar ingår i en inom vattenförvaltningen utpekad grundvattenförekomst benämnd WA45581002. Enligt VISS, Vatteninformationssystem Sverige (Länsstyrelsen 2020) har Länsstyrelsen i Uppsala län (2019-12-20), med hög tillförlitlighet, bedömt förekomstens kemiska status som otillfredsställande. Risk bedöms också att förekomsten inte uppnår god kemisk status till år 2027.

Enligt VISS framgår att förekomsten har otillfredsställande status med avseende på bekämpningsmedlet atrazin och att riskbedömningen, utöver detta, gäller för klorid. 90 procent av uppmätta halter av klorid passerar värdet för att vända trend. De höga kloridhalterna, som även anges variera över året, bedöms vara en konsekvens av överuttag och inblandning av djupare liggande grundvatten som antingen bildats relikter under förhållanden med en högre havsnivå eller blivit påverkat av klorid från vägsalt som sjunkit i vattenprofilen. Detta gör att förekomsten även med hög tillförlitlighet är bedömd att ha otillfredsställande status, samt ligga i risk att inte uppnå god status till 2027 med avseende på kvantitet.

Av VISS framgår också att låga halter av PFAS11 och monobutyltenn uppmätts i förekomsten. Även rester av läkemedlen diklofenak och karbamazepin har hittats.

Samtliga analysresultat som lyfts i bedömningen inom vattenförvaltningen (Länsstyrelsen 2020) har inte funnits tillgängliga i SGUs bedömning baserad på analysdata. I stället baseras bedömningen av analysdata på de uppgifter som finns vid SGU. Dessa uppgifter är data som samlats in från SGUs uppdrag som datavärd för miljöövervakning och från Vattentäcksarkivet (SGU 2019b).

Störst påverkan av bekämpningsmedel inom grundvattenmagasinet finns vid Börstils källa, strax söder om den rörliga vattendelaren, för att därefter vara lägre söderut mot vattentäkten vid Börstil (se tabell 2). Även längst i norr vid Ed syns enligt Vattentäcksarkivets data en viss påverkan av bekämpningsmedel, men i lägre halter än vad som observerats i södra delen av grundvattenmagasinet (SGU 2019b).

De måttligt höga fosfathalterna som uppmätts vid Börstils vattentäkt, se tabell 2, kan bero på förekomst av fosfat i jord- och berggrund i kombination med en låg syresättning. På så vis kan fosfat komma i lösning. Det kan dock inte helt uteslutas att det finns viss påverkan från gödsel eller avlopp.

Utöver redan befintlig påverkan bedömer SGU 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 genomsläppligt sand och grus, samtidigt som det endast finns en mycket begränsad omättad zon ovanför grundvattenytan.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet

Grundvattenmagasinet Östhammar 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 2009).

Dessutom kan grundvattennivåernas variation över året komma att ändras i och med den sannolikt förkortade perioden med snötäcke på vintern och förlängda vegetationsperioden under sommarhalvåret (SGU 2015). I kombination med oförändrade eller ökade vattenuttag kan framtida klimatförändringar utgöra en risk för grundvattnets kvantitet och kvalitet i grundvattenmagasinet, och det är därför viktigt med en hållbar användning och aktiv miljöövervakning av grundvattenresurserna.

Referenser

- Allmänna Ingenjörskyrån, 1913: Redogörelse för grundvattenundersökningar och profpumpning i Östhammar. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1622, 10 s.
- Allmänna Ingenjörskyrån, 1947: PM angående åtgärder för ökning av kapaciteten på vattenverket i Östhammar. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1648, 3 s.
- Allmänna Ingenjörskyrån, 1949: Redogörelse för provpumpning av Östhammars stads vattentäkt. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1494, 7 s.
- Kvartär, 2018: Östhammars kommun. Vattenförsörjningsplan. Rapport, Gästrike Vatten AB, 64 s.
- Länsstyrelsen, 2020: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen.
<viss.lansstyrelsen.se> åtkommen den 24 juli 2020.
- Nordsvenska ingenjörskyrån, 1958a: PM rörande vattenförsörjningsanläggning för Börstil i Östhammars stad. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1625, 7 s.
- Nordsvenska ingenjörskyrån, 1958b: Redogörelse för år 1958 utförda grundvattenundersökningar för Östhammars stad. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1464, 26 s.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjor-
dar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet, Institutionen
för geovetenskaper, *Report Series A No. 66*, 20 s.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrap-
port från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienum-
mer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges
meteorologiska och hydrologiska institut.
- 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, Östhammar. 2019-08-15.
- SGU, 2019b: Vattentäktsarkivet – databas. Östhammars kommun, Östhammar. 2019-08-15.
- SGU, 2020a: Jordarter – databas 1:50 000. Östhammars kommun, Östhammar. 2020-06-15.
- SGU, 2020b: Brunnsarkivet – databas. Östhammars kommun, Östhammar. 2020-06-15.
- Stålhös, G., 1989: Berggrundskartan 12 I Östhammar SO med flygmagnetisk och struktur-
geologisk karta. *Sveriges geologiska undersökning Af 172*.
- 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.
- Thorsbrink, M., Bastviken, P. & Mikko, H., 2020: Grundvattenmagasinet Norrskedika, *Sveriges
geologiska undersökning K 651*, 23 s.
- VIK, 1961: Yttrande över hydrogeologiska undersökningar i Börstilsåsen för vattenförsörj-
ningen inom Östhammars stad. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutred-
ningar: 1628, 12 s.
- VIK, 1963: Redogörelse för hydrogeologiska undersökningar med provpumpning vid Bört-
sil för vattenförsörjningen inom Östhammars stad. Referensnummer i SGUs register för
grundvattenutredningar: 1467, 29 s.

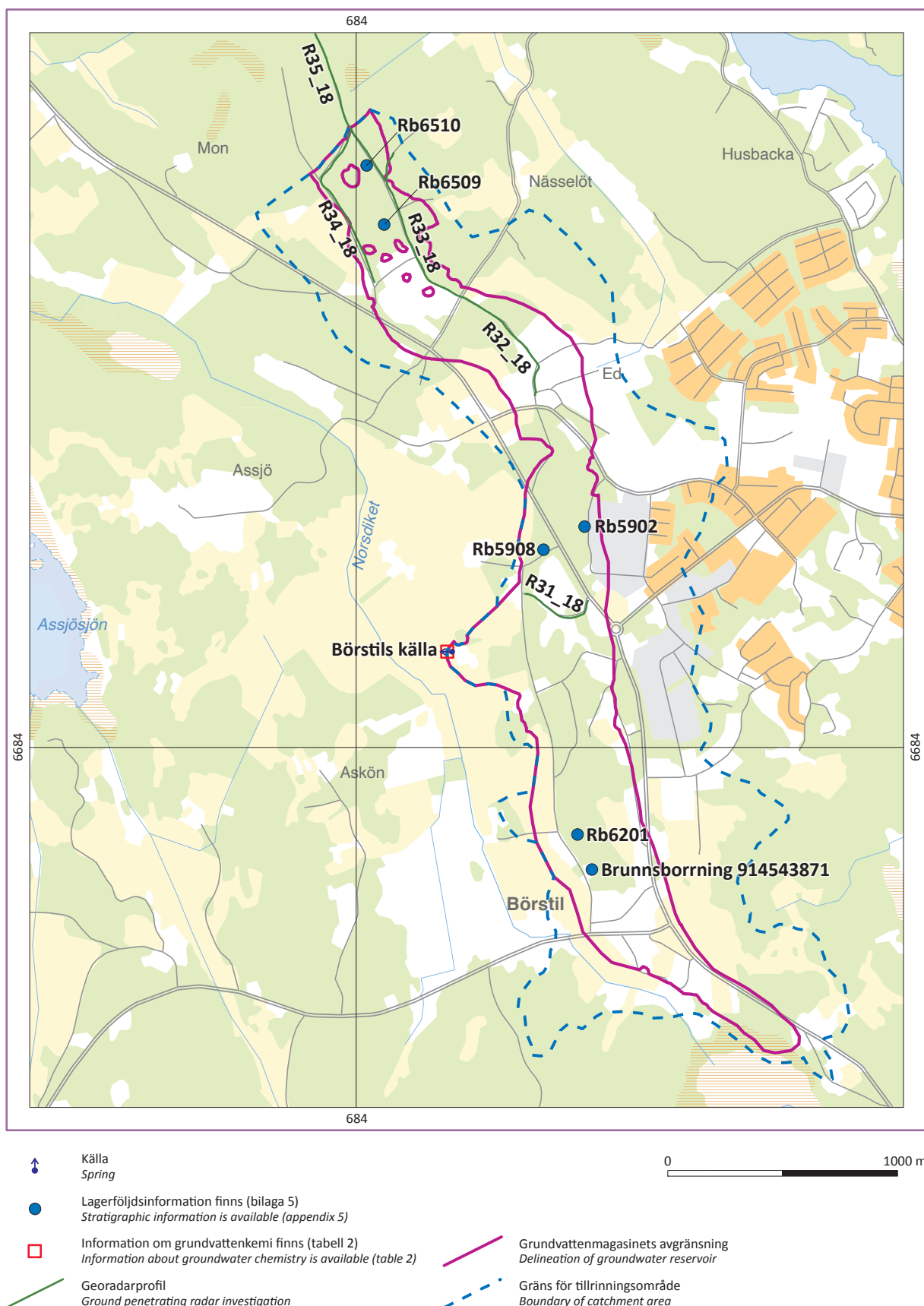
- VIAK, 1964: Östhammars stad, förslag till infiltrationsanläggning vid Ed för Östhammars vattenförsörjning. Uppdragsnummer 12.2051. Stockholm 1964-02-24. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10098. 9 s.
- VIAK, 1966: Östhammar-Öregrundregionens vattenförsörjning, Redogörelse för undersökningar av Börstilsåsens geohydrologi. Uppdragsnummer 12.2094, Stockholm 1966-11-22. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10071. 125 s. (exkl bilagor).
- VIAK, 1981: Program för utförande av rörbrunn vid RB8101P, Östhammar, 1981-06-15. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1544. 19 s.
- VIAK, 1982: Vattentäkten vid Ed, PM för provpumpning av ny brunn. 1982-01-22. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10097. 9 s.

Övriga utredningar

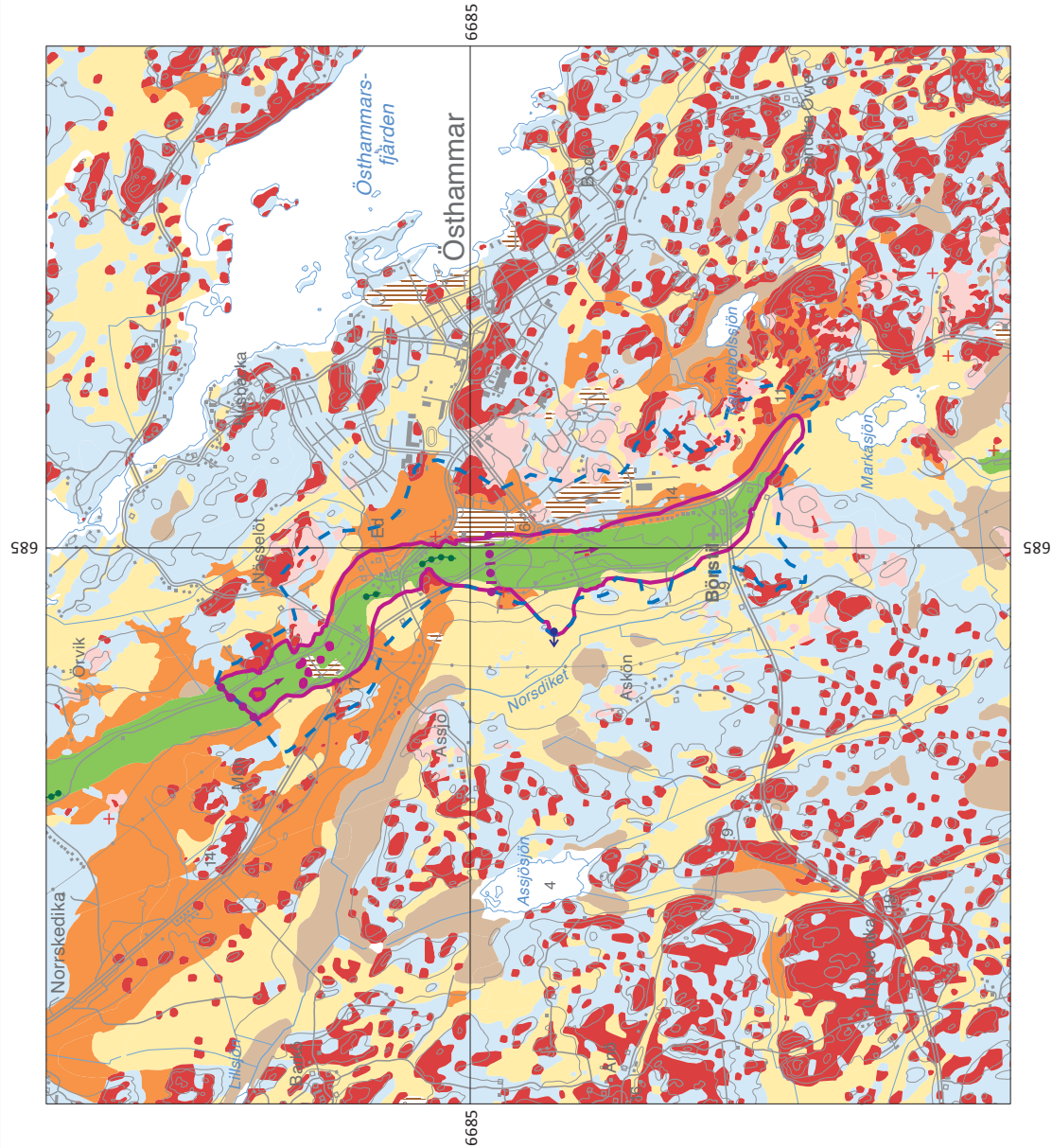
- Hjerne, C., Öhman J., Thunholm, B., Jirner, E. & Nisell, J., 2019: Bedömning av grundvattentillgång och uttag för enskild vattenförsörjning i Uppsala län. *SGU-rapport 2019:09*. Sveriges geologiska undersökning, 31 s.
- Orrje & Co - Scandiakonsult, 1980: Översiktlig utredning avseende vattenförsörjningen inom Östhammars kommun. Uppdragssnummer: 52.0918-65. 1980-02-15. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10085. 81 s.
- Länsstyrelsen Uppsala län, 1977: Befolkning, näringsliv, service m m i Östhammars kommun. Del 1, inventeringsdel. Länsstyrelsen Uppsala län, Planeringsavdelningen, Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1621. 10 s.
- SGU, 1999: Översiktlig bedömning av grundvattentillgångar inom Östhammars kommun. Rapport 1999-07-07. Dnr 08-279/99. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7835. 26 s.
- SGU, 2000: Väg 76 delen Börstil-Östhammar. Hydrogeologisk konsekvensbedömning. Dnr 08-1194/2000. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 7854. 7 s.
- VIAK AB, 1963: Riktlinjer för planering av den framtida vattenförsörjningen inom Östhammar-Öregrundsregionen. Uppdragssnummer: 12.2094. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1620. 7 s.
- VIAK, 1963: PM beträffande grustäkt i Börstilsåsen med hänsyn till vattenförsörjningen i Östhammar och Öregrund. 1966-02-08. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10101. 8 s.
- Österbygdens vattendomstol, 1953: Prövning av lagligheten av en vattentäkt å Ed 3:6 och 3:7 inom Börstils socken. 1953-02-07. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1623. 16 s.

BILAGA 1

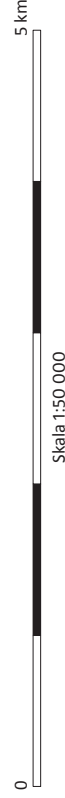
Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet



Bilaga 2. Grundvattenmagasin



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



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- 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 isälvsavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit
- Berg
Rock
- Organisk jordart
Peat and gyttja
- Lera-silt
Clay-silt
- Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel
- Isälvs sediment, sand-grus
Glaciofluvial sediments, sand-gravel
- Morän
Till
- Tunt jordtäckte
Thin soil cover
- Berg
Bedrock
- Fyllningsmaterial
Artificial fill

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

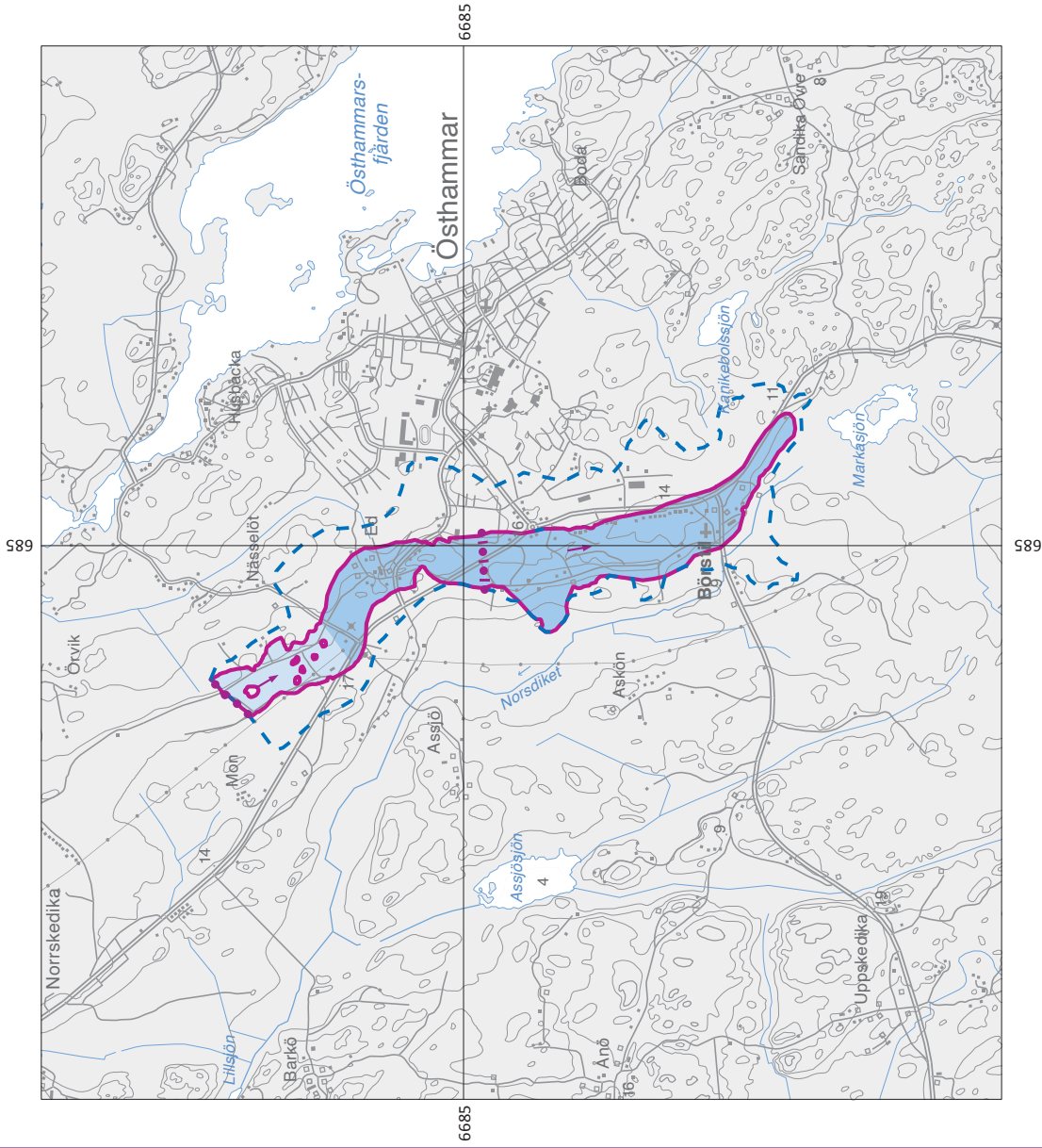
Huvudkontor/Head Office:

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

Bilaga 3. Bedömda uttagsmöjligheter



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits
- Rörlig grundvattendelare
Variable groundwater divide in Quaternary deposits
- Grundvattenmagasinet's 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



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



Huvudkontor/Head Office:

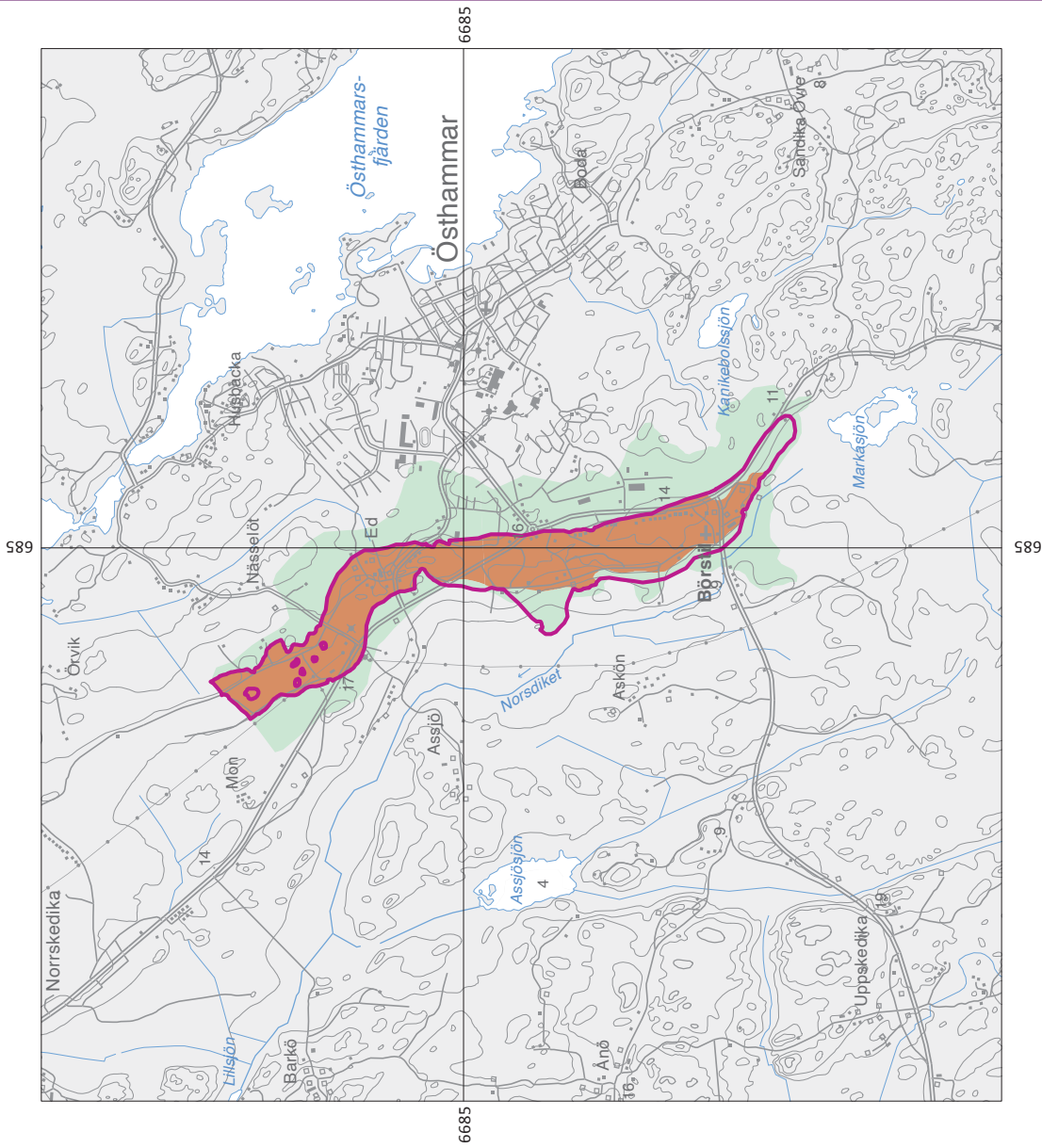
Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden
Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Bilaga 4. Tillrinningsområden



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

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



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



Huvudkontor/Head Office:

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

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

Koordinater i SWEREF 99TM

Namn: Rb5902

Utförare: VIAK AB

Databas-id: MLZ2018100101

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 684 960, E 684 994

0–2 m mo, sand och grus

Avslut: Block eller berg.

Kommentar: Grundvattennivå 1959-06-25
10,5 m ö.h.

Namn: Rb6510

Utförare: VIAK AB

Databas-id: CKA2018080910

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 686 531, E 684 046

0–5,3 m sand

Avslut: Block eller berg.

Kommentar: Grundvattennivå 1965-08-16
13,5 m ö.h.

Namn: Rb5908

Utförare: VIAK AB

Databas-id: MLZ2018100103

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 684 860, E 684 815

0–3 m mo och sand

3–7 m sand

Avslut: Kan fortsätta.

Kommentar: Grundvattennivå 1959-06-24
10,6 m ö.h.

Namn: Brunnsbörning 914543871

Utförare: T.A. Brunnsbörning & VVS AB

Databas-id: 914543871

Typ: Energibrunn

Koordinater: N 6 683 469, E 685 025

0–10 m sand, lera grus

10–120 m gråberg

Kommentar: Foderrör ner till 12 m under
markytan.

Namn: Rb6201

Utförare: VIAK AB

Databas-id: MLZ2018100104

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 683 621, E 684 963

0–2 m grus, sand och sten

Avslut: Block eller berg.

Kommentar: Grundvattenytan lägre än
2,0 m under markytan. Röret uppdraget.

Namn: Rb6509

Utförare: VIAK AB

Databas-id: CKA2018080911

Typ: Rödrivning

Koordinater: N 6 686 274, E 684 122

0–5,6 m sand och grus

Avslut: Block eller berg.

Kommentar: Grundvattennivå 1965-08-16
10,6 m ö.h.

BILAGA 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Tillrinningsområde

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

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

Tillrinningsområdet kan delas upp i primära, sekundära och tertiära delar, bl.a. beroende på om hela eller endast en del av den effektiva nederbörden kan tillföras magasinet. Med den helt dominerade delen avses mer än 80 procent.

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 hela eller den helt dominerande delen 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

Provpunkts-id	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup prov (m u.m.y.)	Omättade zonens mäktighet (m)
20003_20	Allmän vattentäkt	Sand och grus, öppet, inströmningsområde	Bebyggelse, skog	Okänt	0–5
4429	Allmän vattentäkt	Sand och grus, slutet Intermediärt område	Skog, åkermark	okänt	0–5
30000_170	Källa	Sand och grus, öppet utströmningsområde	Åker, Skog	0	0–5

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt.

Provpunkts-id	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
20003_20	2	2010–2011	SGUs databaser	Användning permanent/ Provtagning vid övervakning
4429	varierande 2–13 tillfällen	1998–2016	SGUs databaser	Användning permanent
30000_170	varierande 1–2 tillfällen	2009–2015	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-sipprande vattnet byts ut mot joner som är bundna till markpartiklar, s.k. jonbyte, och genom sönderdelning av mineral, s.k. vittring. Jonbytesprocessen är speciellt intensiv när vattnet är i kontakt med organiskt material och lerpartiklar som har stor kontaktyta. Intensiteten av vittringen är främst beroende av mineralens vittringsbenägenhet och kontaktytan mellan vatten och mineral. Vittringen ”drivs” under naturliga förutsättningar av humussyror och kolsyra som bildas genom nedbrytning av växtrester. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar. Genom förbränning av fossila bränslen tillfördes nederbörden under andra halvan av 1900-talet svavelsyra, som bidrog till ökad sulfathalt och tillskott av vätejoner som bidrar till ökad vittring. Nedfallet av svavel är nu en bråkdel av tidigare nivåer men viss påverkan kvarstår i marklager och grundvatten. Även nedfallet av kväve från förbränning och djurhållning har varit betydande under denna period. Även detta har minskat men framför allt södra Sverige utsätts fortfarande för en betydande atmosfärisk kvävetillförsel. Detta kväve tas dock normalt upp av växtlighet och tillförs vanligen inte grundvattnet.

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

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

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

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.