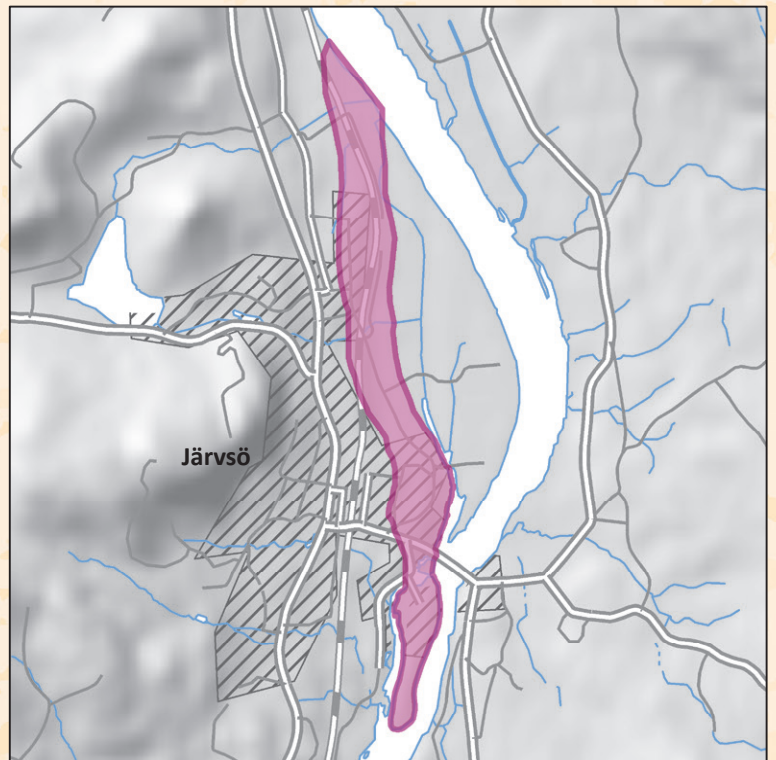


# Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö

Charlotte Defoort, Kajsa Bovin  
& Henrik Mikko



ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-89421-47-9

Författare: Charlotte Defoort, Kajsa Bovin och Henrik Mikko  
Granskad av: Emil Vikberg Samuelsson och Lars-Ove Lång  
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin  
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB  
Utgivningsår: 2023

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö .....	4
Sammanfattning .....	4
Inledning .....	4
Underlag .....	4
Terrängläge och geologisk översikt .....	5
Hydrogeologisk översikt .....	7
Anslutande ytvattensystem .....	9
Tillrinningsområde och tillrinning till magasinet .....	10
Uttagsmöjlighet .....	10
Grundvattnets användning .....	11
Grundvattnets kvalitet .....	11
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet .....	13
Referenser .....	14
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 LJUSNANÅSEN JÄRVSÖ

Författare: Charlotte Defoort, Kajsa Bovin och Henrik Mikko

Kommun: Ljusdal

Län: Gävleborg

Vattendistrikt: Bottenhavet

Databas-id: 250200068

Grundvattenförekomst: Ljusnanåsen Järvsö WA13119355, förvaltningscykel 4 2022–2027.

## Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö ligger i den stora isälvsavlagring som löper genom Järvsö i nord–sydlig riktning. Materialet i åsen är grusigt till sandigt och mycket genomsläppligt. Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö bedöms utgöra en stor grundvattentillgång, cirka 10–40 l/s, med utmärkta uttagsmöjligheter.

Mänsklig påverkan på grundvattenkemin i det undersökta magasinet är tydlig framför allt genom förekomsten av bekämpningsmedlet BAM (2,6-Diklorbensamid). Grundvattenförekomsten Ljusnanåsen Järvsö har otillfredsställande kemisk status enligt vattenförvaltningen (Länsstyrelsen 2021).

## Inledning

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

Sammanställningen har utförts 2018–2021. I arbetet medverkade även Björn Wiberg, Sverker Olsson, Viktor Plevrakis, Hinayo Masaki, Jonas Gierup och Åsa Gierup. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGU:s kundtjänst.

## Underlag

### *Tidigare undersökningar*

Flera grundvattenundersökningar i anslutning till kommunens vattenförsörjning har under de senaste decennierna utförts inom magasinet, främst i området kring Järvsö. Undersökningarna har utförts av bland andra Orrje & Co (1971, 1975), AkvaTerra (1990), Geosigma (2002) och Sweva (2018). Hydrogeologin i området har översiktligt beskrivits i skala 1:250 000 i samband med den regionala grundvattenkartläggningen av Gävleborgs län (Söderholm m.fl. 2001). Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll från kommunen, myndigheter, privata aktörer och SGU (information om brunnar, källor, vattentäkter, grundvattennivåer och grundvattenkemi) har använts vid sammanställningen. Ett urval av lagerföljdsuppgifter och grundvattenkemiska data har lagrats i SGU:s databaser.

Grundvattenförekomsten är tidigare avgränsad i Vatteninformationssystem Sverige, VISS. Avstämning har gjorts mot informationsinnehåll och bedömning i VISS avseende statusklassning av grundvattenförekomsten Ljusnanåsen-Järvsö i förvaltningscykel 3 (2016–2021). Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö har ingått i en utpekad grundvattenförekomst inom vattenförvaltningen (Ljusnanåsen-Järvsö WA90000793) (Länsstyrelsen 2021). Grundvattenförekomstens geografiska utbredning var framtagen utifrån ett översiktligt underlag, så att den inkluderade grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Järvsö, Ljusnanåsen Sanna och delar

av Ljusnanåsen Boda. Därför har en ny separat grundvattenförekomst (Ljusnanåsen Järvsö WA13119355) föreslagits inför cykel 4 inom vattenförvaltningen, utifrån denna grundvattenkartläggning i lokal skala 1:50 000.

### **Kompletterande undersökningar**

Följande kompletterande fältundersökningar har utförts av SGU:

- Fältundersökningar av jordarter för uppdatering av jordartskartan.
- Georadarmätningar längs delar av vägnätet inom magasinet. Mätningarna har gett ett underlag för en översiktlig bedömning av grundvattenytans läge och jorddjup.
- Seismisk refraktionsmätning längs två profiler i magasinets norra del. Mätningarna har visat djupet till bergytan och gett viss information om grundvattenytans läge och jordlagrens egenskaper.
- Inventering av grundvattenrör från tidigare undersökningar och enskilda brunnar, inklusive registrering av vattennivåer.
- Jord-bergsondering (av konventionell typ) på en plats i magasinets norra del, där även rör (50 mm) sattes för bestämning av grundvattenytans nivå och vattenprovtagning.
- Provtagning av grundvatten i ett grundvattenrör i magasinets norra del. Provtagningen genomfördes i oktober 2018 enligt SGU:s rutiner. Påföljande analyser av grundläggande fysikaliska och kemiska parametrar utfördes av ackrediterat laboratorium på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

SGU gav Sweco uppdraget att utföra en bottentopografisk inmätning i Bodasjön och Ljusnan för att undersöka isälvsavlagringens eventuella fortsättning norrut i Ljusnan (Sweco 2019).

Lägena för de seismiska mätningarna och ett urval av de borrningar som utförts under fältarbetena och vid tidigare undersökningar visas i bilaga 1. Exempel på lagerföljder från dessa borrningar redovisas i bilaga 5.

Grunddata från fältundersökningarna har lagrats i SGU:s databaser. En hydrogeologisk databas för det aktuella grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen samt SGU:s jordartsdata som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, 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 SGU:s kundtjänst.

### **Terrängläge och geologisk översikt**

Ljusnanåsen är den stora isälvsavlagring som löper från skärgården utanför Söderhamn, via Mohed och Växbo, och följer Ljusnans dalgång från Arbrå, via Järvsö, Färila och Kårböle upp mot Ytterhogdal. Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö ligger i den del av isälvsavlagringen som löper genom Järvsö i nord-sydlig riktning. Magasinet är drygt 4 km långt, cirka 100–350 m brett och har en yta på drygt 1 km<sup>2</sup>. Åsen dyker upp ur Ljusnan norr om Norrvåga, till en början som en liten rygghöjd, som snabbt antar imponerande storlek söderut. Vid Kyrkbyn i Järvsö sväller åsen ut runt en dödisgrop med lite torv i botten. Strax norr om Kyrkbyn ligger även en gammal soptipp mitt i en gammal täkt i åsen. Åsen fortsätter söderut längs med Ljusnans västra strand. Älven har på två ställen brutit igenom åsen och därigenom skapat Kyrköns åsparti, som omges av Ljusnan på östra sidan och Lillälven på västra sidan, se figur 1. Ljusnanåsen är subglacialt bildad. Materialet i åsen är grusigt till sandigt och mycket



**Figur 1.** På toppen av isälvsavlagringen på Kyrkön. Foto: Kajsa Bovin, SGU.



**Figur 2.** Öjeberget sett från Ljusnan vid Prästnäset. Foto: Charlotte Defoort, SGU.

genomsläppligt. Isälvsavlagringen är omgiven av och delvis täckt av finkorniga glaciala sediment. Ljusnan har avsatt en del omvandlat isälvs-material som postglacialt älvgrus och älvsand (SGU 2020a). Mäktigheten av jordlagren i magasinet är i medeltal cirka 25–30 m. Jorddjup över 40 m har dock registrerats vid Åsgårdsbäcken i norra delen av magasinet och i Kyrkbyn. På Kyrkön finns jorddjup på 37 m.

Markytan inom magasinet varierar från cirka 138 m ö.h. strax norr om Järvsö till cirka 115 m ö.h. invid Ljusnan i magasinets nordligaste och sydligaste delar. Ytvattnets dräneringsriktning inom magasinet är östlig för de bäckar som rinner från höjdområden väster om åsen mot Ljusnan i öster. Ljusnan i sin tur rinner söderut i området vid Järvsö. Inom magasinet är Ljusnanåsen belägen under högsta kustlinjen, men omgivande bergstoppar ligger över högsta kustlinjen. Väster om magasinet reser sig Öjeberget brant till cirka 370 m ö.h. (figur 2). Berggrunden i området består av granit (Albrecht & Kübler 2011, SGU 2020b).



**Figur 3.** Grundvattenrör BMW181005 vid Åsgårdsbäcken nära Ljusnans strand, i magasinets norra del. Foto: Charlotte Defoort, SGU.

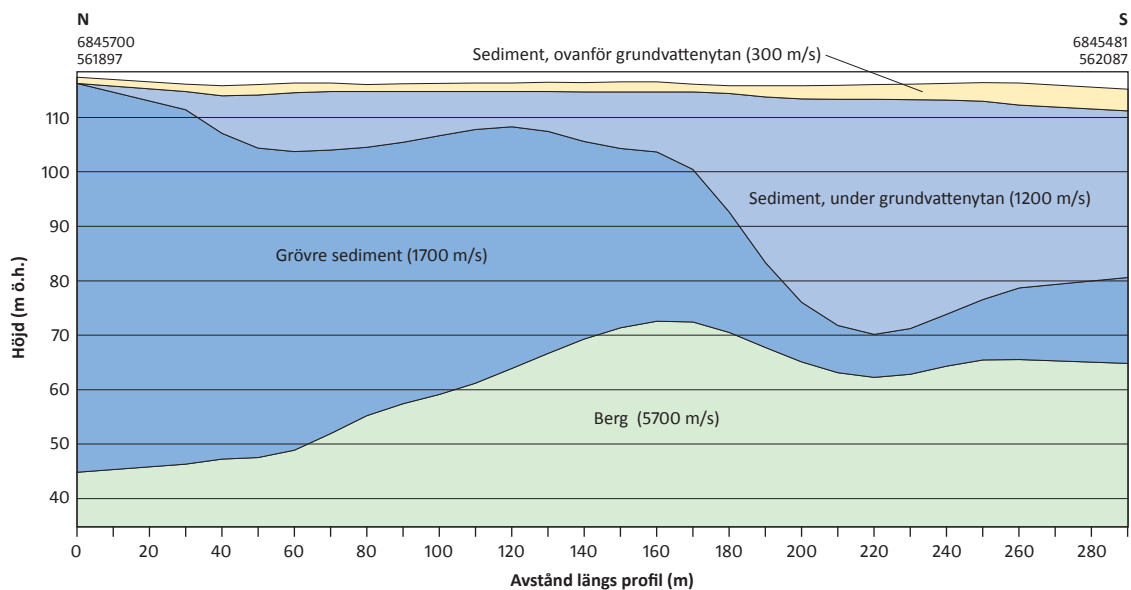
## Hydrogeologisk översikt

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö avgränsas i både norr och söder av Ljusnan. Jordartskartan i skala 1:50 000 har till stora delar legat till grund för avgränsningen av magasinets utbredning (SGU 2020a). Södra halvan av magasinet gränsar i öster mot ytvatten Ljusnan och Kyrkbyvägen. Längst i söder, vid Kyrkön, är magasinet helt omgivet av Ljusnan och Lillälven. Västerut avgränsas magasinet av områden med morän överlagrad av finkorniga glaciala sediment. Även om isälvsavlagringen på vissa ställen är omgiven av och delvis täckt av finkorniga sediment så dominerar isälvsmaterial i dagen. Magasinet i sin helhet räknas som ett öppet grundvattenmagasin.

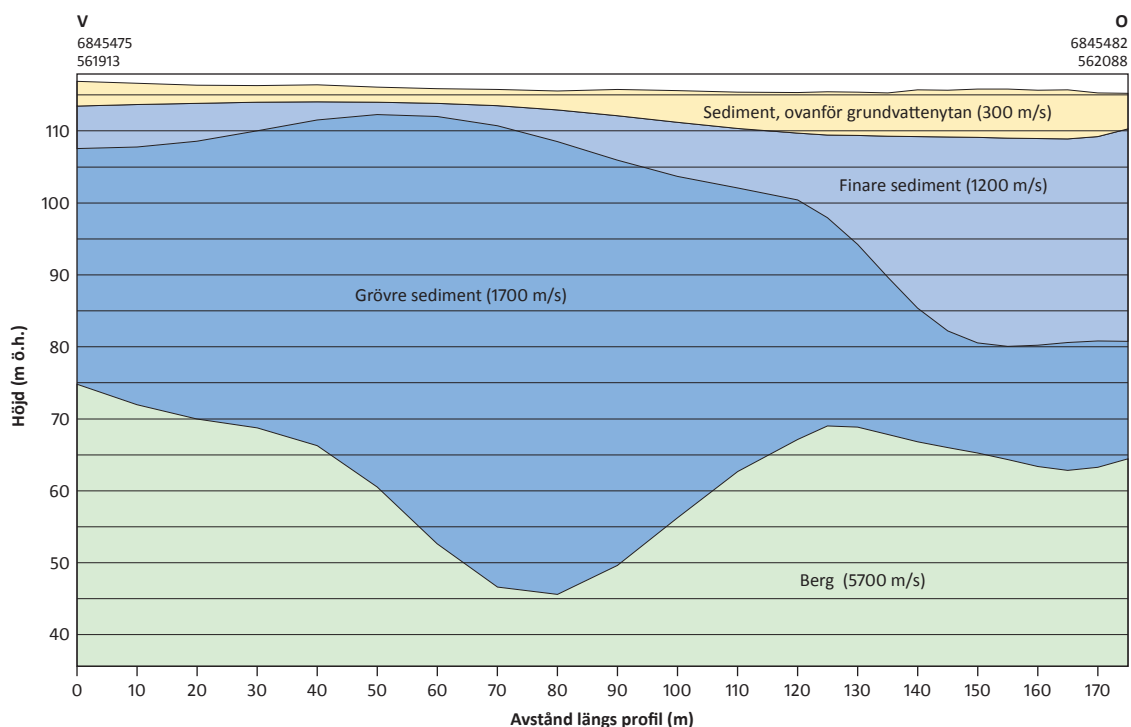
Grundvattenytan är flack och nivåerna varierar mycket lite inom magasinet. Uppmätta nivåer ligger på cirka 114,1–114,5 m ö.h. (beroende på datum för mätningen), vilket är mycket nära Ljusnans nivå. Detta tyder på god hydraulisk kontakt mellan magasinet och Ljusnan. Den mättade zonen ligger generellt på 20–30 m, med en största uppmätt mäktighet på 39 m (borrning BMW181005) i norra delen av magasinet, vid Åsgårdsbäcken nära Ljusnan (figur 3).

I området vid Åsgårdsbäcken har även två seismiska profiler registrerats (fig. 4 och 5). Den ena mätningen har utförts längs med Ljusnans strand i nord–sydlig riktning (fig. 4). Den andra profilen utfördes tvärs över åsen, från väster till öster (fig. 5). Resultaten visar upp till 70 m vattenmättat grövre sediment. Dock är tolkningen av de seismiska mätningarna något osäker.

Vid magasinets norra gräns vid Åsgårdsbäcken går isälvsavlagringen ner i Ljusnan. Avlagringen dyker upp igen vid Skriksvik, cirka 1,4 km norr om magasinensgräsen, där den bildar grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Boda. Undersökningar, i form av borrning (utförd av SGU) och en bottentopografisk inmätning i Bodasjön och Ljusnan (Sweco 2019), har gjorts för att utreda om det kan finnas någon koppling mellan magasinerna, men inga indikationer på detta har kunnat konstateras. Borrningen BMW181006 i Skästra, norr om magasinet, visar siltiga lager på morän (se bilaga 1 och 5). Bottentopografien visar inga tecken på att åsen fortsätter ute i Ljusnan. Bedömningen är att isälvsavlagringen har spolats bort av Ljusnan i detta område. Magasinets södra gräns går där Kyrkön går ut i Ljusnan. På andra sidan älven ligger grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna. Bedömningen är att det inte finns någon kontakt mellan magasinerna.



Figur 4. Refraktionsseismisk profil (Profil 4) längs Ljusnans strand vid Åsgårdsbäcken.



Figur 5. Refraktionsseismisk profil (Profil 7) tvärs över åsen vid Åsgårdsbäcken.

Grundvattnets strömningsriktning i magasinet Ljusnanåsen Järvsö bedöms vara åt norr i magasinets norra del och åt söder i magasinets södra del. Någon tydlig vattendelare har dock inte kunnat identifieras, eftersom grundvattenytan i hela magasinet är mycket flack. En tidigare utredning (Orrje & Co 1975) har indikerat att en vattendelare skulle kunna finnas i åsen i området vid Kyrkbyn. Detta har dock inte kunnat verifieras. Det är också möjligt att en viss del av grundvattenflödet går i östlig riktning, på grund av den markerade topografin med Öjeberget i väster.





**Figur 6.** Grovt isälvsmaterial vid magasinets norra gräns vid Ljusnans strand. Där åskärnan går ut i älven ligger urspolat material med stenar och block kvar. Foto: Kajsa Bovin, SGU.

I grundvattenmagasinets södra del har provpumpningar utförts vid flera tillfällen. Sommaren 1949 gjordes en provpumpning med ett uttag på 6–8 l/s och man fick fortvarighetstillstånd vid ett uttag på 7,3 l/s (Vatten och Byggnadsteknik 1950). År 1971 utfördes en ny grusfilterbrunn som provpumpades under april till augusti (Orrje & Co 1971). Under provpumpningen skedde ett kontinuerligt uttag av 15 l/s och man fick då fortvarighetstillstånd i förhållande till älvens vattenstånd. Efter avslutad provpumpning återhämtade sig nivåerna i magasinet mycket snabbt. Under provpumpningen studerades grundvattennivåerna i förhållande till älvens nivå och man kunde se att grundvattennivåerna fluktuerade utifrån variationer i älvens nivå, med en viss tidsmässig eftersläpning. Geosigma (2002) har utifrån de tidigare undersökningarna gjort en uppskattning av magasinets hydrauliska konduktivitet till  $4 \times 10^{-3}$  m/s och ett transmissivitetvärde på  $6 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s.

### **Anslutande ytvattensystem**

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö gränsar mot Ljusnan i norr, där isälvslagringsen går ut i älven. Längs en sträcka på några meter där åskärnan går ut i Ljusnan ligger urspolat material med stenar och block kvar i strandkanten och kontakten bedöms vara god, se figur 6. Några mindre bäckar och diken förekommer inom magasinet, men dessa bedöms huvudsakligen inte stå i kontakt med grundvattenmagasinet.

Söder om Kyrkbyn skär älven genom magasinet. I området samvarierar grundvattennivån i magasinet med nivåförändringar i älven, och förutsättningarna för inducerad infiltration är goda. Älvens vattenstånd varierar med årstiderna och vattennivån i grundvattenmagasinet kan finna sig både under och över Ljusnans nivå under olika delar av året (Orrje & Co 1971).

Längst söderut i magasinet ligger Kyrkön som helt omges av Ljusnan och Lillälven. Eftersom det förekommer grovt material vid strandkanten på flera ställen, bedöms kontakten vara god.

## Tillrinningsområde och tillrinning till magasinet

Magasinet tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett visst tillflöde kan komma från omgivande moränmark och anslutande vattendrag. De mindre vattendragen bedöms dock till stor del vara isolerade från magasinet genom finkorniga jordlager och bidrar knappast under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större omfattning. Ljusnan bedöms i huvudsak vara dränerande, men beroende på årstid kan grundvattenytan ligga både högre och lägre än älvens yta, vilket innebär att tillflöde från Ljusnan till grundvattenmagasinet i vissa fall kan ske även under naturliga förhållanden.

Magasinets tillrinningsområde har avgränsats översiktligt (bilaga 4) och indelats i kategorierna primärt och tertiärt tillrinningsområde, enligt principer som framgår av bilaga 6. En grov uppskattning av tillrinningen till magasinet från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1. Den bedömda tillrinningen till magasinet Ljusnanåsen Järvsö uppgår till cirka 10 l/s.

## Uttagsmöjlighet

Begreppet ”potentiell grundvattenbildning” avser den grundvattenbildning som skulle ske inom ett område om hela området vore inströmningsområde. Den potentiella grundvattenbildningen är således grundvattenbildningen per ytenhet inströmningsområde (Grip & Rodhe 2016). Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnkonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinet. Uttagsmöjligheten styrs av tillgången på vatten och magasinets egenskaper, framför allt mäktigheten på jordlager med bra lagringsmöjlighet för vatten. Möjlighet till förstärkt grundvattenbildning genom inducering från ytvattensystem har beaktats.

De provpumpningar som utförts i magasinets södra del har visat på en långsiktig uttagsmöjlighet på cirka 15 l/s (Orrje & Co 1971). Vattenbalansberäkningar indikerar att uppemot hälften av uttagen vattenmängd i vattentäkten härrör från intilliggande ytvattendrag via inducerad infiltration (Geosigma 2002). Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö bedöms utgöra en stor grundvattentillgång, cirka 10–40 l/s, med utmärkta uttagsmöjligheter.

**Tabell 1.** Tillrinning till magasinet och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km <sup>2</sup> )	Potentiell grundvattenbildning *	Tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,6	308,4 mm/år 9,8 l/s per km <sup>2</sup>	5,9
Tertiärt tillrinningsområde	2,6	248,0 mm/år 7,9 l/s per km <sup>2</sup>	3,6**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	10–40 l/s		

\* Den potentiella grundvattenbildningen grundas på beräkningar för olika typjordar från perioden 1962–2003 för aktuellt område (Rodhe m.fl. 2006). Osäkerheten i det beräknade värdet är betydande.

\*\*Bygger på antagandet att 10–20 % av potentiell grundvattenbildning tillförs magasinet.

## Grundvattnets användning

Inom grundvattenmagasinet ligger en kommunal vattentäkt som förser Järvsö samhälle med dricksvatten. Vattentäkten har sedan 15 december 1977 tillstånd enligt vattendom (Stockholms tingsrätt, Vattendomstolen Mål VA 63/75) för ett medeluttag på 15 l/s (1 296 m<sup>3</sup> per dygn) och ett maximalt uttag på 22,5 l/s (1 944 m<sup>3</sup> per dygn). Medeluttaget i vattentäkten var under 2017 betydligt lägre än det tillståndsgivna (SGU 2021). Vattentäkten har ett vattenskyddsområde som fastställdes 1977 i samma dom. Ett fåtal enskilda vattentäkter finns också inom magasinet.

## Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 7. Provpunktens geografiska läge framgår av bilaga 1. Läget för den kommunala vattentäkten redovisas inte. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 8. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Underlaget är geografiskt begränsat eftersom analysresultat endast finns från två provplatser i magasinet. I norra delen av magasinet har provtagning skett i ett grundvattenrör. På grund av dålig tillrinning i röret var omsättningen av vattnet otillräcklig vid provtagningen, vilket gör att resultaten kan vara missvisande. Analysresultaten från den kommunala vattentäkten i södra delen av magasinet kommer både från råvattenkontrollen som rapporterats till SGU:s vattentäcksarkiv och från SGU:s nationella miljöövervakning av grundvattenkemi. Vattentäkten utgör en så kallad omdrevsstation som provtas vart sjätte år. Analysdata från vattentäkten bedöms utgöra ett bra underlag eftersom det är god omsättning, provtagningen och provhanteringen är väldokumenterad, och utförda analyser är relativt omfattande avseende antal parametrar. I södra delen av magasinet har även analyser av BAM gjorts i fyra grundvattenrör (Geosigma 2002). Sammanfattningsvis ger tillgängliga analysresultat endast en lokal bild över grundvattenkemin i norra respektive södra delen av magasinet, men resultaten tillsammans ger ändå en fingervisning om karaktären i grundvattnets kemiska sammansättning i magasinet.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö, som följer under avsnitten *Naturligt förekommande ämnen* och *Mänsklig påverkan*, är om inget annat anges gjord med stöd av SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013).

### *Naturligt förekommande ämnen*

Grundvattenkemin i magasinet Ljusnanåsen Järvsö är relativt stabil. Med några undantag uppvisar analyserade parametrar en begränsad variation av halter mellan provpunkter.

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö har på flera platser god kontakt med Ljusnan. Detta har bland annat påvisats vid propvpumpning i vattentäkten då vattenkemiska analyser, tillsammans med nivådata, visade på ett tydligt samspel mellan Ljusnan och grundvattenmagasinet (Orrje & Co 1971).

Analysen från Järvsö vattentäkt från åren 2000–2018 visar att vattnet har en mycket låg halt av järn och mangan, vilket tillsammans med en måttlig sulfathalt visar att redoxpotentialen är hög. En hög redoxpotential innebär att vattnet är väl syresatt och att förutsättningarna för att organiska föreningar ska brytas ner är goda. Grundvattnet har en något hög alkalinitet och måttlig kalciumhalt. Totalhårdheten visar på ett medelhårt vatten och halterna av kalcium, magnesium och natrium är måttliga. Konduktiviteten är måttlig, men uppvisar en signifikant ökande trend under perioden 2000–2018. pH-värdet är måttligt.

**Tabell 2.** Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till bilaga 1, 5 och 7. För vissa parametrar i vattentäkten fanns endast ett fåtal analyser, dessa markeras med samma antal "\*" som antal prov Sammanställningen följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGU:s "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). Tecknet ^ betyder att fältmätning har gjorts.

Parameter	Enhet	Grundvattenrör BMW181005	VT 1706
Tidpunkt		2018-10-04	Medianvärde 2000–2018
Temperatur ^	°C	5,2	7,0**
pH		6,3	6,7
Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	mg/l	57	62
Syre ^	mg/l	3,6	6,2**
Kalcium	mg/l	18	22
Kalium	mg/l	5,1	4,3
Magnesium	mg/l	7,7	8,3
Natrium	mg/l	11	16
Totalhårdhet	mg/l	31	36
Kiseldioxid	mg/l	19	20**
TOC	mg/l	1,3	1,5**
Klorid	mg/l	23	39
Konduktivitet	mS/m	23	30
Sulfat	mg/l	20	14
Ammonium	mg/l	0,005	0,002
Nitrat	mg/l	8,0	13
Nitrit	mg/l		0,002
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	mg/l	1,8	
Aluminium	mg/l	0,05	0,005
Järn	mg/l	0,72	0,005
Mangan	mg/l	0,06	0,001
Arsenik	µg/l	0,12	0,2**
Uran	µg/l		0,08*
Bly	µg/l	0,01	0,09***
Kadmium	µg/l	0,02	0,02**
Kvicksilver	µg/l		0,0001**
Kobolt	µg/l	3,2	0,06**
Koppar	mg/l	0,004	0,005
Krom	µg/l	0,56	0,05**
Nickel	µg/l	0,096	0,23
Vanadin	µg/l	0,04	0,42**
Zink	mg/l	0,06	0,009**
Bor	mg/l		0,011*
Fluorid	mg/l	0,60	0,37
Fosfat	mg/l	0,004	0,01
Radon	Bq/l		23*
Växtskyddsmedel, BAM	µg/l	<0,002	0,26
1,2-dikloretan	µg/l		<0,006**
Bensen	µg/l		<0,2*
Benso(a)pyren	µg/l		<0,01*
Kloroform (Triklormetan)	µg/l		<0,0075**
Trikloretan + Tetrakloretan	µg/l		1,5**

\* Ett prov 2017

\*\* Två prov 2007 och 2013

\*\*\* Tre prov 2007, 2013 och 2017

Analyserna från grundvattenröret BMW181005 från 2018 visar hög halt av järn, vilket bedöms bero på att vattnet i röret var dåligt omsatt vid provtagningen, på grund av igensatt filter.

### **Mänsklig påverkan**

Mänsklig påverkan på grundvattenkemin i det undersökta magasinet är tydlig framför allt genom förekomsten av bekämpningsmedlet BAM (2,6-Diklorbensamid). BAM är svårnedbrytbart och flyktigt och är en nedbrytningsprodukt av diklobenil. Ämnet ingick i bekämpningsmedlet Totex, som tidigare användes för ogräsbekämpning på platser där man ville få bort all växtlighet, t.ex. gårdsplaner, kyrkogårdar, skolgårdar, vägar, järnvägar m.m. Totex är förbjudet i Sverige sedan början på 1990-talet. Föroreningen upptäcktes i den kommunala vattentäkten i Järvsö i början av 2000-talet och reningssteg installerades i vattenverket. En utredning gjordes för att hitta föroreningskällan (Geosigma 2002). Det finns flera potentiella föroreningskällor, men de flesta har kunnat uteslutas. De som kvarstår är industritomter inom magasinet eller användning för husbehov. Utredningen lyckades dock inte utröna varifrån bekämpningsmedlet kom.

I Vattentäktsarkivet finns 56 analyser på BAM från åren 2000–2018. Medianvärdet för hela perioden är 0,26 µg/l, vilket är en mycket hög halt, men halten uppvisar en signifikant minskande trend. Det nationella riktvärdet för grundvatten avseende bekämpningsmedel är 0,1 µg/l för enskilda substanser och 0,5 µg/l för summan av uppmätta substanser, enligt SGU:s föreskrifter om redovisning av åtgärdsprogram för grundvatten (SGU-FS 2008:2). Livsmedelsverket anger i sina föreskrifter Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30) och Livsmedelsverkets föreskrifter om ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten (LIVSFS 2017:2) att halter över 0,1 µg/l för enskilda substanser eller över 0,5 µg/l för summan av substanser innebär att vattnet ska klassas som otjänligt som dricksvatten.

Utöver analysdata från vattentäkten finns även analyser från bekämpningsmedel från fyra grundvattenrör i närheten av vattentäkten, tagna i oktober till november 2001. Dessa analyser visade halter på mellan 0,15 och 1,3 µg/l. Även ytvattnet i Lillälven (som rinner på västra sidan om Kyrkön) provtogs vid samma tillfälle, men där var halterna under detektionsgräns (<0,05 µg/l). Vid SGU:s provtagning i grundvattenröret vid Åsgårdsbäcken i norra delen av magasinet (BMW181005) fanns ingen förekomst av BAM. Vad gäller övriga bekämpningsmedel så har låga halter av diuron påträffats vid en provtagning 2018 (0,01 µg/l).

Två analyser från Järvsö vattentäkt 2007 och 2013 visade måttligt hög halt av summan av trikloretin och tetrakloretin, vilka är klorerade lösningsmedel.

Analysresultaten från både norra och södra delen av magasinet visar måttliga halter av nitrat, vilket skulle kunna kopplas till den agrara markanvändningen i delar av området.

Grundvattenförekomsten Ljusnanåsen Järvsö har otillfredsställande kemisk status enligt vattenförvaltningen (förvaltningscykel 3), vilket främst kan härledas till förekomsten av BAM (Länsstyrelsen 2021). I riskbedömningen har förekomsten klassats till att ligga i risk för att inte uppnå god status 2021 baserat på förekomsten av BAM. En påverkansanalys visar att det finns risk för en förorening med PAH och bly i delar av förekomsten, och att utgångspunkt för att vända trend överskrids för tetrakloretin.

### **Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet**

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen i grovkorniga jordarter kan komma att öka med mellan 5 och 15 procent som en följd av klimatförändringarna. Grundvattennivåernas variation över året kan även komma

att ändras i och med att perioden med snötäcke sannolikt kommer att minska, vilket innebär att grundvattenbildningen kan komma att ske under större delen av vinterhalvåret. I och med att växtsäsongen förväntas förlängas, kan perioder med mindre nederbörd än normalt under vinterhalvåret leda till lägre grundvattennivåer, och en minskad grundvattentillgång (Rodhe 2009).

## Referenser

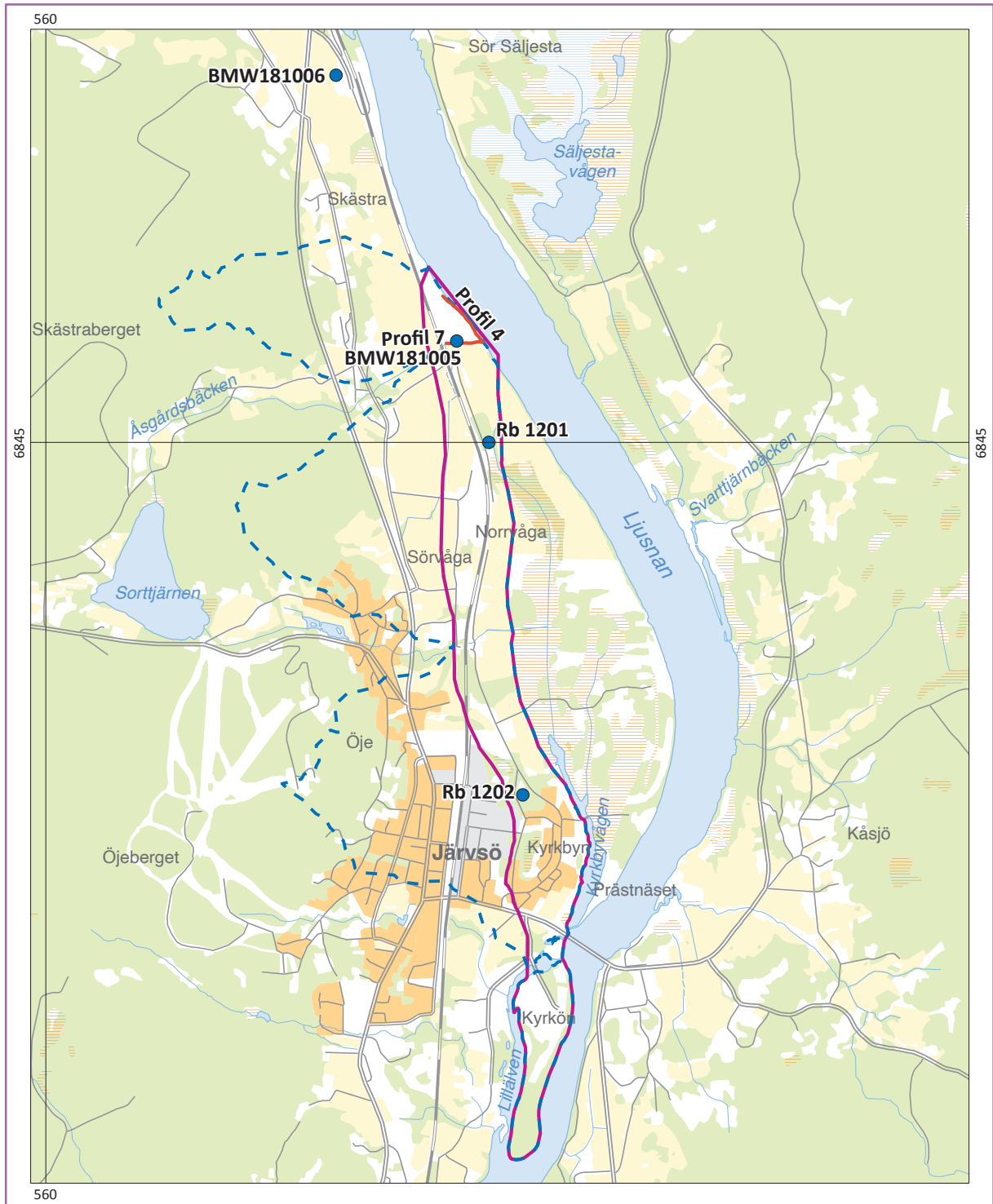
- Albrecht, L. & Kübler, L., 2011: Berggrundskartan 15G Bollnäs, skala 1:250 000. *Sveriges geologiska undersökning K 312*.
- Geosigma, 2002: Utredning rörande förekomst av bekämpningsmedel samt översyn av grundvattenskydd för Järvsö vattentäkt, Ljusdals kommun. 2002-03-10. GRAP-nummer 01063. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 10936, 32 s.
- Grip, H. & Rodhe, A., 2016: *Vattnets väg från regn till bäck*. Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, 156 s.
- Länsstyrelsen, 2021: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen. <viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA90000793> åtkommen den 17 mars 2021.
- Orrje & Co, 1971: Redogörelse för provpumpning av ny brunn för Järvsö samhälle, Ljusdals kommun. Stockholm 1971-09-29. 51.1331-01. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 983, 18 s.
- Orrje & Co, 1975: Ljusdals kommun. Teknisk utredning angående ökat vattenuttag vid och skyddsområde för vattentäkt i Järvsö. Stockholm 1975-01-17. 52.1152-15. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 974, 11 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”, SGU:s diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 31 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2020a: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. Järvsö. 2020-09-02.
- SGU, 2020b: Berggrund 1:50 000–1:250 000 – databas. Järvsö. 2020-09-02.
- SGU, 2021: Vattentäktsarkivet – databas. Järvsö. 2021-06-17.
- Sweco, 2019: Fältrapport. Sjömätning. Bottenscanning Bodasjön och Ljusnan. 2019-02-08. 13007259. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 11078, 9 s.
- Söderholm, H., Thunholm, B., Rurling, S. & Gierup, J., 2001: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ab 16*, 67 s.
- Vatten och Byggnadsteknik, 1950: Förslag till anläggningar för vatten och avlopp inom Järvsö stationssamhälle, Järvsö kommun, Gävleborgs län. Sundsvall 1950-04-25. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 760, 26 s.

## Övriga utredningar

- Akva Terra, 1990: Ljusdals kommun, Järvsö, Brunn 3. 1990-11-13. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 1346, 6s.

# BILAGA 1

## Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet



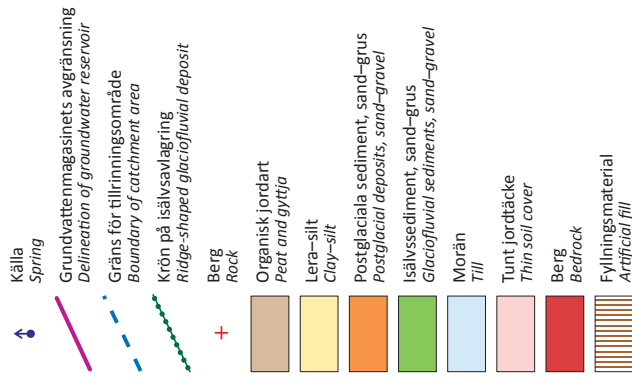
- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)  
*Stratigraphic information is available (appendix 5)*
- Seismikprofil  
*Seismic investigation*
- Grundvattenmagasinet avgränsning  
*Delineation of groundwater reservoir*
- - - Gräns för tillränningsområde  
*Boundary of catchment area*



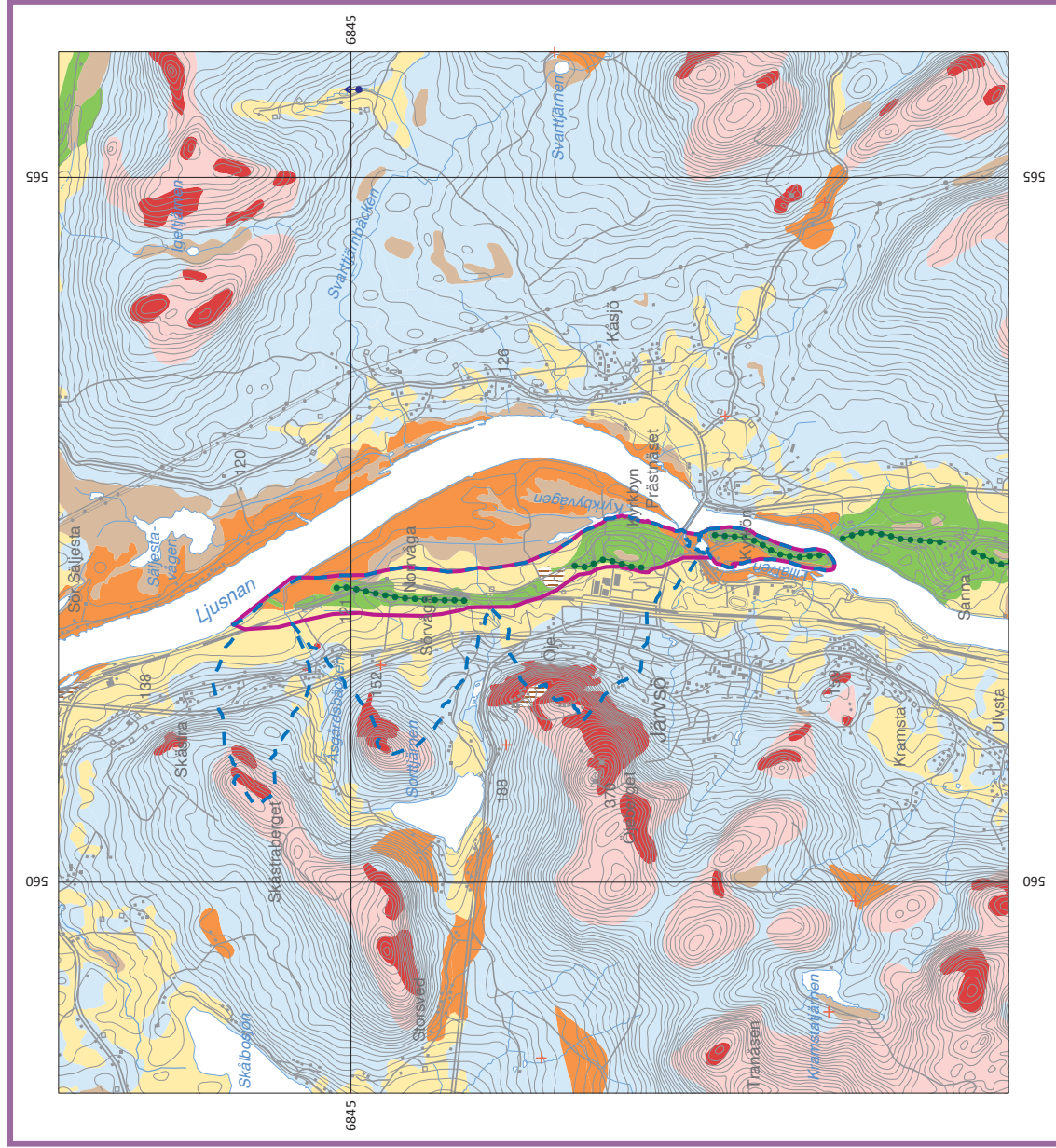
# Grundvattenmagasinet Ljusnanäsens Järvsö

K 734

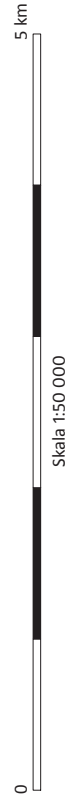
## Bilaga 2. Grundvattenmagasin



Jordartsinformation ur SGU:s jordartsgeologiska databas



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



Skala 1:50 000

Huvudkontor/Head Office:

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






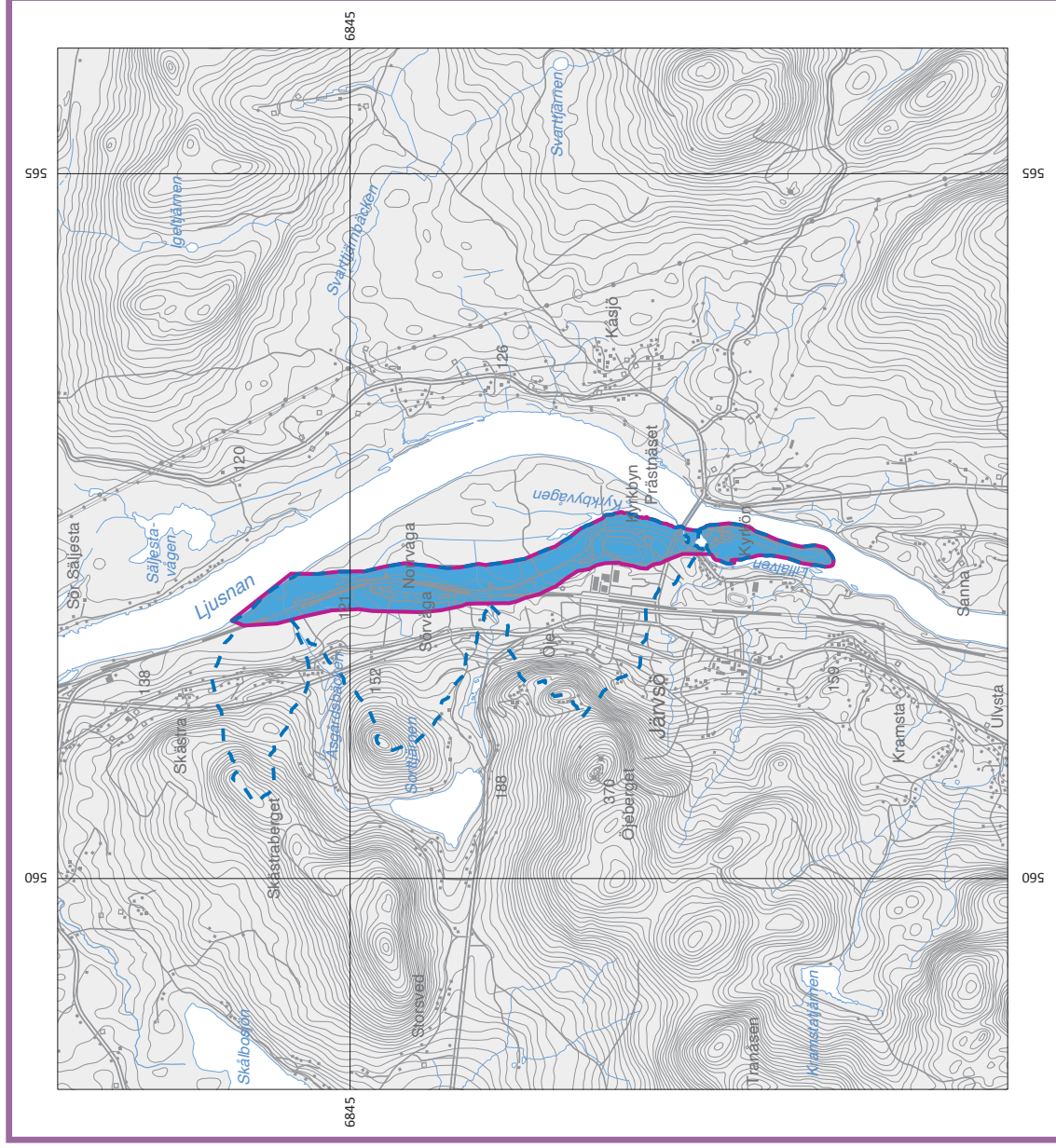
# Grundvattenmagasinet Ljusnanäsens Järvsö

K 734

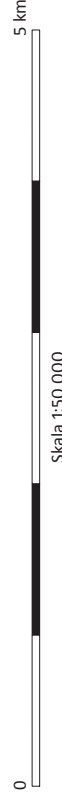
## Bilaga 3. Bedömda uttagmöjligheter

SGU  
Sveriges  
geologiska  
undersökning

-  Grundvattenmagasinet avgränsning  
*Delineation of groundwater reservoir*
-  Gräns för tillränningsområde  
*Boundary of catchment area*
-  Bedömd uttagmöjlighet ur grundvattenmagasinet 25–125 l/s  
*Estimated exploitation potential in the order of 25–125 l/s*



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



Huvudkontor/Head Office:

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

# Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Järvsö

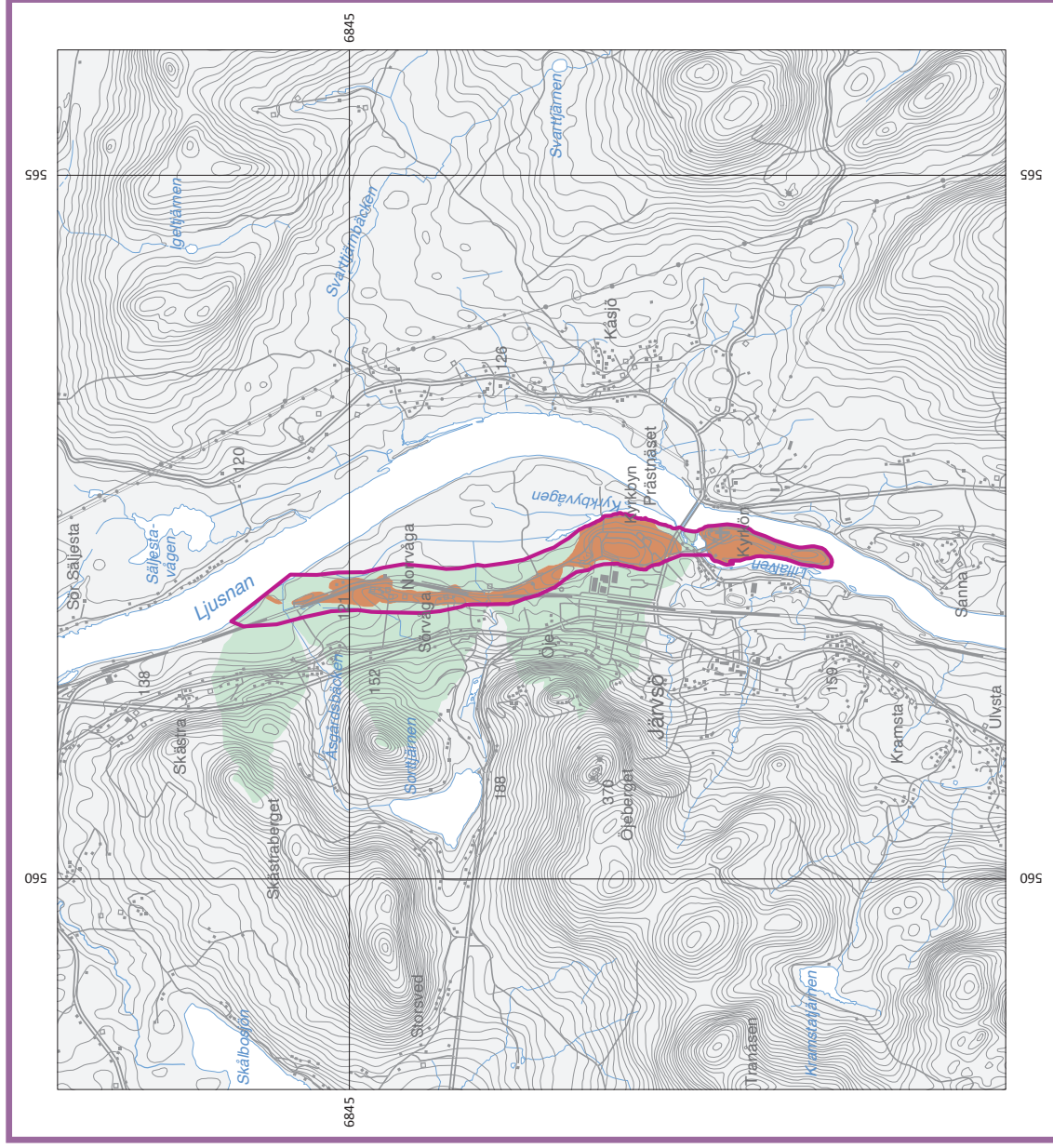
K 734

## Bilaga 4. Tillrinningsområden

Sveriges  
geologiska  
undersökning  
**SGU**

- 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, höjder anges i RH 2000 om inget annat anges.

**Namn: BMW181006**

Utförare: SGU

Databas-id: HMI2018103001

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 846 756, E 561 388

0–6,7 m	siltig finsand
6,7–8,6 m	siltig finsand
8,6–16,0 m	sandig grovsilt
16,0–18,3 m	silt
18,3–23,5 m	sand–block (friktionsjord, ospecificerat)

Stopp mot sannolikt berg.

**Namn: Rb1202**

Utförare: SWEVA

Databas-id: HMI2018070301

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 843 317, E 562 281

0–2,0 m	sandigt grus
2,0–4,0 m	grovsand
4,0–6,0 m	sandigt grus
6,0–7,0 m	grovsand
7,0–8,1 m	mellansand

Kan inte fortsätta.

**Namn: BMW181005**

Utförare: SGU

Databas-id: CDT2018100401

Typ: Sondering/rördrivning

Koordinater: N 6 845 486, E 561 967

0–1,8 m	sandig grovsilt
1,8–5,4 m	finsilt
5,4–8,0 m	siltig finsand
8,0–9,0 m	finsandig mellansand
9,0–10,5 m	finsand
10,5–11,2 m	sand
11,2–16,0 m	grovsand
16 0–26,0 m	sand
26 0–41,5 m	grus

Avslut mot block eller sten.

**Namn: Rb1201**

Utförare: SWEVA

Databas-id: HMI2018070201

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 845 001, E 562 119

0–2 m	grovsand
2–8 m	grusig grovsand

Kan inte fortsätta.

## 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 potentiella grundvattenbildningen 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 potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet.
Sekundärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet utanför grundvattenmagasinet varifrån merparten av den potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet och dränerande ytvattendrag saknas.
Tertiärt tillrinningsområde	Del eller de delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån kontinuerlig ytvattendränning sker och där vanligen endast en mindre del av den potentiella grundvattenbildningen tillförs magasinet. Till det tertiära tillrinningsområdet räknas även 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 zonens mäktighet (m)
BMW181005	Grundvattenrör	Sand-grus, slutet, in-strömningsområde	Jordbruksmark	18	3
VT 1706	Kommunal vattentäkt	Grus, öppet, utströmningsområde	Bebyggelse	-	-

#### Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
BMW181005	1	okt 2018	SGU:s databaser	Provtagning utförd av SGU
VT 1706	1-165	2000-2018	SGU:s databaser	VT 1706 är även en station inom SGU:s grundvattenövervakning med ID 10025_1

## BILAGA 8

### Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

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

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

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

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

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