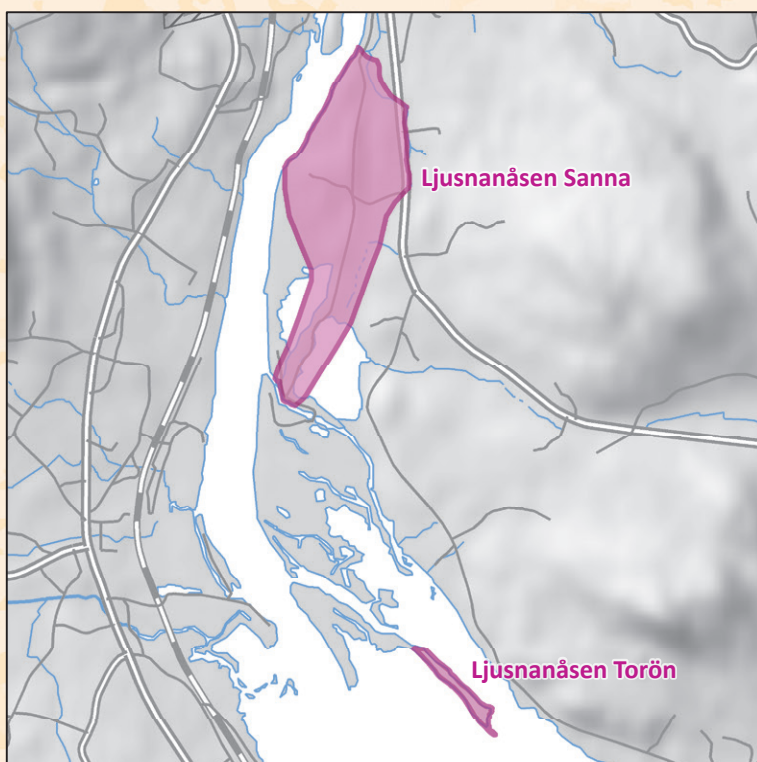


# Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön

Charlotte Defoort, Kajsa Bovin  
& Henrik Mikko



ISSN 1652-8336  
ISBN 978-91-89421-48-6

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

Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön .....	4
Sammanfattning .....	4
Inledning .....	4
Underlag .....	4
Terrängläge och geologisk översikt .....	6
Hydrogeologisk översikt .....	7
Anslutande ytvattensystem .....	8
Tillrinningsområde och tillrinning till magasinen .....	8
Uttagsmöjlighet .....	10
Grundvattnets användning .....	11
Grundvattnets kvalitet .....	11
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen .....	13
Referenser .....	13

### **Bilaga 1**

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen

### **Bilaga 2**

Grundvattenmagasin

### **Bilaga 3**

Bedömda uttagsmöjligheter

### **Bilaga 4**

Tillrinningsområden

### **Bilaga 5**

Exempel på lagerföljder

### **Bilaga 6**

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

### **Bilaga 7**

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

### **Bilaga 8**

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

# GRUNDVATTENMAGASINEN LJUSNANÅSEN SANNA OCH LJUSNANÅSEN TORÖN

Författare: Charlotte Defoort, Kajsa Bovin och Henrik Mikko

Kommun: Ljusdal

Län: Gävleborg

Vattendistrikt: Bottenhavet

Databas-id: 250200067 och 250200066

Grundvattenförekomst: Ljusnanåsen Sanna WA13082547, förvaltningscykel 4, 2022–2027.

## Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön ligger i den stora isälvs-avlagring som löper i nord-sydlig riktning sydöst om Järvsö i Ljusdals kommun. Materialet i åsen är grusigt till sandigt och mycket genomsläppligt. Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna bedöms utgöra en stor grundvattentillgång, cirka 15–35 l/s, med utmärkta uttagsmöjligheter. Den norra delen av magasinet bedöms ha uttagsmöjlighet över 25 l/s. Söder om den rörliga grundvattendelaren i Sanna bedöms uttagsmöjligheten till under 25 l/s.

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön bedöms utgöra en måttlig grundvattentillgång, cirka 1–5 l/s, med goda uttagsmöjligheter.

Grundvattnet i norra delen av grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna har ett måttligt pH-värde, medan det är något lågt i södra änden av magasinet. Alkaliniteten är måttlig i hela magasinet. Uppmätt totalhårdhet visar att magasinet har ett mjukt grundvatten. Norra delen av magasinet visar ett vatten med låg redoxpotential. Förhöjda halter av järn och mangan har uppmätts i norra delen av magasinet.

## 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*

I området vid Sanna har VA-bolaget Ljusdal Vatten låtit utföra undersökningar för att utreda förutsättningarna för vattenförsörjning till Järvsö samhälle och till Ljusdals kommun. Sweva genomförde propumpning 2017 (Sweva 2018) och därpå utförde Sweco ytterligare propumpning 2019–2020 (Sweco 2020). 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. Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön har ingått inom vattenförvaltningen i den utpekade grundvattenförekomsten Ljusnanåsen-Järvsö WA90000793 (Länsstyrelsen 2021). Avstämning har skett mot informationsinnehåll och bedömning i VISS avseende klassning av status och risk för grundvattenförekomsten Ljusnanåsen-Järvsö WA90000793 i förvaltningscykel 3, 2016–2021 (Länsstyrelsen 2021). Grundvattenförekomstens geografiska avgränsning var framtagen utifrån ett översiktligt underlag, så att den inkluderade både grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Järvsö, Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön. Därför har en ny separat grundvattenförekomst (Ljusnanåsen Sanna WA13082547) föreslagits inför cykel 4 inom vattenförvaltningen, utifrån denna grundvattenkartläggning i lokal skala 1:50 000. Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön har inte föreslagits utgöra en grundvattenförekomst inom vattenförvaltningen.

### ***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 en profil. Mätningen 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 två platser längs isälvsavlagringen. Rör (50 mm) sattes vid en av dessa platser för bestämning av grundvattenytans nivå.
- Provtagning av grundvatten i det nyetablerade grundvattenröret i södra änden av grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna. 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).

Lägena för den seismiska mätningen och ett urval av de borrhningar som utförts under fältarbetena och vid tidigare undersökningar visas i bilaga 1. Exempel på lagerföljder från dessa borrhningar 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.



Figur 1. Glaciala finkorniga sediment öster om åskränet vid Sanna. Foto: Charlotte Defoort, SGU.

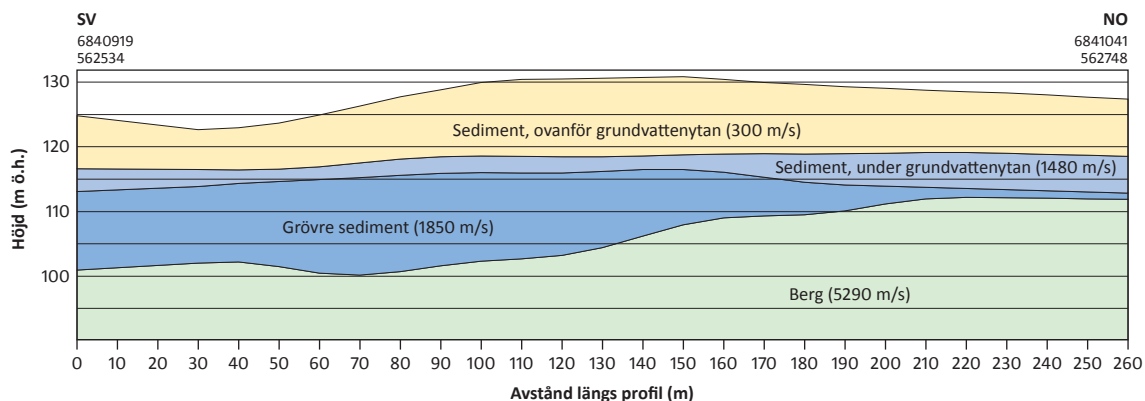
## Terrängläge och geologisk översikt

### *Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna*

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 Sanna ligger i den del av isälvsavlagringen som dyker upp ur Ljusnan vid Sanna, sydöst om Järvsö. Ljusnanåsen är subglacialt bildad och belägen under högsta kustlinjen. Materialet i åsen är grusigt till sandigt och mycket genomsläppligt. Vid Sanna sväller Ljusnanåsen ut till en större åskulle. Åskullen är, på båda sidor om det grusiga centrala åskränet, omgiven av och delvis täckt av glaciala finkorniga sediment, se figur 1.

Åsen försvinner söderut ner under Ljusnans postglacialt avsatta älv sediment vid Storholmen. Strax norr om Storholmen har SGU utfört en borrhning som visar ett jorddjup på 23,7 m med stopp mot block eller berg, med grövre sediment från cirka 3 m (BMW181000, se bilaga 1 och 5). Troligen återfinns den sammanhängande åsen under älv sedimenten som sträcker sig söderut från Storholmen, men själva åskränet syns inte igen förrän den dyker upp vid Torön. Det kan heller inte uteslutas att Ljusnanåsen hänger ihop under Ljusnan med den stora isälvsavlagring som följer dalgången åt nordväst vid Tå (SGU 2021a).

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna är drygt 2 km långt och bredden är cirka 900 m. Markytan inom magasinet varierar från 150 m ö.h. vid åskullen i Sanna till cirka 115 m ö.h. längs Ljusnans strand vid magasinets nordvästra gräns, samt vid Glåmsundet i magasinets södra ände. Mäktigheten av jordlagren är i de centrala delarna av magasinet cirka 25–35 m.



Figur 2. Refraktionsseismisk profil (Profil 5) nordost om Sanna.

Största jorddjup (37 m) har registrerats i en brunn söder om Sanna samhälle (910507377, se bilaga 1 och 5).

Ytvattnet dräneras mot Ljusnan i väster. Bäckar och diken österifrån viker av och rinner norrut respektive söderut då de når åsens fot. Det beror på de finkorniga sediment som täcker åsens sidor. I magasinets södra del finns två sjöar på ömse sidor om åskränet, vilka dräneras söderut mot Glåmsundet.

Ljusnanåsen är belägen under högsta kustlinjen, men omgivande bergstoppar ligger över högsta kustlinjen. Berggrunden i området består av granit (Albrecht & Kübler 2011, SGU 2021b).

### Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön

Grundvattenmagasinet Torön ligger söder om Järvsöholmarna. Torön är en udde, som reser sig ur Ljusnan som en smal åsrygg, cirka 800 m lång och mellan 50 och 130 m bred. Markytan varierar mellan 123 m ö.h. och 115 m ö.h. Det finns inga uppgifter om jordlagrens mäktighet inom magasinet.

## Hydrogeologisk översikt

### Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna avgränsas i nordväst mot Ljusnan som skär igenom åsen mellan Kyrkön och Sanna. Magasinets södra gräns går vid Glåmsundet, som skiljer fastlandet från Järvsöholmarna. Jordartskartan har till stora delar legat till grund för avgränsningen av magasinets utbredning (SGU 2021a). Isälvs materialet har sannolikt en viss utbredning i sidled under lera och silt, och under sjöarna Sannavågen och Vikarvågen. Nordost om Sanna har en refraktionsseismisk profil uppmätts, se figur 2 och bilaga 1. Resultatet visar att det finns en lateral utbredning av vattenmättat grövre sediment under ytliga lager av finkorniga sediment.

Även om isälvsavlagringen är omgiven av och delvis täckt av finkorniga sediment, så dominerar isälvs material i dagen. Magasinet i sin helhet räknas som ett öppet grundvattenmagasin. Den vattenmättade zonen i magasinet är generellt mäktig, cirka 20–25 m. Maximal uppmätt zon är drygt 25 m i centrala delen av magasinet (910507377). En rörlig grundvattendelare bedöms finnas tvärs över åsens högsta del i Sanna. Grundvattennivån är i de centrala delarna någon meter högre än i magasinets norra respektive södra ände, där grundvattennivåerna

korresponderar väl med ytvattennivåerna. Grundvattnets strömningsriktning bedöms vara åt norr i magasinets norra del och mot söder i magasinets södra del.

I grundvattenmagasinets norra del har provpumpningar utförts vid två tillfällen. Den första provpumpningen gjordes 2017 med ett uttag på cirka 14 l/s, där transmissiviteten beräknades till  $1,2 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$  och magasinskoefficienten till 0,25 (Sveva 2018). Den andra provpumpningen gjordes i oktober 2019 till juni 2020. Uttaget var inledningsvis 45 l/s, men sänktes efter cirka fem månader till cirka 34 l/s. Vid pumpning med 43 l/s uppnåddes stationärt tillstånd, en jämvikt i systemet där uttaget balanserades av tillrinningen. Förändringarna i konduktivitet, alkalinitet och kloridhalt vid slutet av provpumpningen (uttag på cirka 34 l/s) gjorde att tillskottet från Ljusnan via inducerad infiltration kunde uppskattas till omkring 30 procent. Provpumpningsresultaten gav en transmissivitet på mellan  $5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  och  $8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ , vilket motsvarar goda vattenförande egenskaper i magasinet. Magasinskoefficienten var 0,12 till 0,17, vilket verifierar att akviferen reagerar som ett öppet grundvattenmagasin (Sweco 2020).

Söder om Sanna försvinner isälvsavlagringen ner under älvsediment. Längre söderut blir åsen åter synlig vid Torön.

### *Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön*

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön avgränsas av Toröns strandlinje. En brunn har inventerats på Torön. Vattennivån i brunnen överensstämmer med Ljusnans nivå. Djupet av den mättade zonen på Torön är inte känt.

## **Anslutande ytvattensystem**

### *Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna*

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna gränsar i norr mot Ljusnan. I strandkanten är materialet mycket grovt, se figur 3. Tidigare provpumpningar visar att kontakten mellan magasinet och älven är god (Sveva 2018, Sweco 2020) och möjligheterna till inducerad grundvattenbildning bedöms därför vara goda.

I de östra delarna av magasinet finns några mindre bäckar och diken som huvudsakligen rinner på de finkorniga sediment som täcker isälvsavlagringens sidor, och därmed inte bedöms stå i kontakt med grundvattenmagasinet. I södra delen av magasinet finns sjöarna Sannavågen och Vikarvågen. Vattennivån i sjöarna överensstämmer med grundvattennivån i närliggande rör och brunnar, och induceringsmöjligheter finns antagligen. Längst söderut gränsar magasinet mot vattendraget Glåmsundet, som är ett biflöde till Ljusnan. Vattennivån i vattendraget överensstämmer med uppmätta grundvattennivåer i närliggande rör och brunnar.

### *Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön*

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön ligger helt omgiven av Ljusnan, se figur 4. Kontakten mellan grundvattenmagasinet och Ljusnan bedöms vara god, eftersom uppmätt grundvattennivå i magasinet överensstämmer med vattennivån i Ljusnan.

## **Tillrinningsområde och tillrinning till magasinen**

Magasinen tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Ett visst tillflöde till grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna 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





**Figur 3.** Grovt isälvsmaterial i Ljusnans strandkant i norra Sanna. Foto: Charlotte Defoort, SGU.



**Figur 4.** Torön och Ljusnan. Foto: Kajsa Bovin, SGU.

vara dränerande och bidrar inte heller under normala och naturliga förhållanden till magasinet i någon större omfattning.

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

Den bedömda tillrinningen till magasinet Ljusnanåsen Sanna uppgår till cirka 13 l/s. En grov uppskattning av tillrinningen till magasinet från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1.

Inom grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön är den bedömda tillrinningen cirka 1 l/s. En uppskattning av tillrinningen till magasinet från primärt tillrinningsområde redovisas i tabell 2.

## 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). De i tabell 1 och 2 redovisade uttagsmöjligheterna är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinnas med ett rimligt antal standardmässiga brunnkonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom magasinen. Uttagsmöjligheten styrs av tillgången på vatten och magasinets egenskaper, framför allt mäktigheten på jordlager med bra lagringsmöjlighet för vatten. Ökad uttagsmöjlighet genom inducering från ytvattensystem har beaktats.

De båda provpumpningar som genomförts 2017 och 2019–2020 i den norra delen av grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna visar på utmärkta uttagsmöjligheter. Den största uttagsmängden var 45 l/s. Vid uttag på 34 l/s bedömdes cirka 30 procent vara ytvatten (Sweco 2020). SGU:s bedömning är dock att andelen inducerad infiltration kan vara större än så, på grund av grundvattenmagasinets goda hydrauliska kontakt med Ljusnan och att tillrinningen till magasinet uppskattas till cirka 13 l/s. Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna bedöms

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

	Yta (km <sup>2</sup> )	Potentiell grundvattenbildning *	Tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,8	308,4 mm/år 9,8 l/s per km <sup>2</sup>	8,2
Tertiärt tillrinningsområde	3,3	233,2 mm/år, 7,4 l/s per km <sup>2</sup>	4,8**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	15–35 l/s		

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

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

**Tabell 2.** Tillrinning till magasinet och bedömd uttagsmöjlighet Ljusnanåsen Torön.

	Yta (km <sup>2</sup> )	Potentiell grundvattenbildning *	Tillrinning till magasinet (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,05	356,7 mm/år 11,3 l/s per km <sup>2</sup>	0,6
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	1–5 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.

utgöra en stor grundvattentillgång, med cirka 15–35 l/s, med utmärkta uttagsmöjligheter. Den norra delen av magasinet bedöms ha uttagsmöjlighet över 25 l/s. Söder om den rörliga grundvattendelaren i Sanna bedöms uttagsmöjligheten till under 25 l/s.

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön bedöms utgöra en måttlig grundvattentillgång, cirka 1–5 l/s, med goda uttagsmöjligheter.

## Grundvattnets användning

Grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna är ett av de områden som undersökts för att säkra den framtida dricksvattenförsörjningen inom Ljusdals kommun. Vid Sanna finns i dag ett mindre antal enskilda brunnar för dricksvattenförsörjning. Inom grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Torön finns en enda enskild brunn.

## Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 3. Tabellen följer i tillämpliga delar SGU:s ”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.

Analysresultat finns från endast tre provplatser och den geografiska spridningen inom grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna är begränsad. En provplats ligger i norra delen och två provplatser ligger i södra delen av magasinet. Platsen i den norra delen provtogs i samband med propvpumpning, och hade en god omsättning av vattnet och många parametrar som analyserades (Sweva 2018). I södra delen av magasinet finns en äldre provtagning i en enskild grävd brunn, med ett mindre antal parametrar. SGU har inom kartläggningen utfört en provtagning i ett nysatt grundvattenrör i magasinets södra ände, som analyserats med ett relativt stort antal parametrar. Sammantaget ger resultaten ändå en fingervisning om karaktären i grundvattnets kemiska sammansättning.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna, 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 Sanna är relativt stabil. Med några undantag uppvisar analyserade parametrar en begränsad variation av halter mellan provpunkter.

Grundvattnet i norra delen av magasinet har ett måttligt pH, medan pH är något lågt i södra änden av magasinet. Alkaliniteten är måttlig i hela magasinet. Uppmätt totalhårdhet visar att magasinet har ett mjukt grundvatten. Kalciumhalten är låg i alla prover. Magnesiumhalten är låg i norra delen av magasinet och måttlig i den södra delen. Kaliumhalten är mycket låg både i de nordligaste och sydligaste delarna av magasinet. Konduktiviteten är låg i hela magasinet, liksom kloridhalten.

Propvpumpningsbrunnen i norra Sanna visade 2017 upp ett vatten med låg redoxpotential (klass 3 enligt SGU:s ”Bedömningsgrunder för grundvatten”). Värdena för de redoxkänsliga ämnena järn, mangan och sulfat visade att vattnet kan ha varit dåligt syresatt. Syrehalten har inte analyserats. Vattnets oxiderbarhet (COD<sub>Mn</sub>) var låg och färgen mycket låg. Turbiditeten var måttlig (Sweva 2018), se tabell 3. Under propvpumpningen 2019–2020 analyserades vattenkvaliteten cirka 25 gånger (Sweco 2020). Järn- och manganhalterna i uttagsbrunnen var höga, och stigande under propvpumpningen. Järnhalten steg från 0,45 till 4,5 mg/l och man-

**Tabell 3.** Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas läsaren till bilaga 1, 5 och 7. För en parameter anges "<" vilket innebär att analysresultatet ligger under rapporteringsgränsen för parametern. 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	B1 (Provpumpningsbrunn norra Sanna)	B2 (Enskild brunn södra Sanna)	Grundvattenrör BMW181000
Tidpunkt		2017-10-19	1985-08-19	2018-10-02
Temperatur ^	°C	5,7		5,9
pH		7,0	6,0	6,2
Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	mg/l	55	34	54
Syre ^	mg/l			4,5
Kalcium	mg/l	13		17
Kalium	mg/l	2,6		2,6
Magnesium	mg/l	4,7		5,7
Natrium	mg/l	12		7,4
Totalhårdhet	mg/l	21	23	27
Totalhårdhet	dH	2,9	3,2	
Kiseldioxid	mg/l			14
COD <sub>Mn</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	0,68	<	
TOC	mg/l			1,5
Färg	mg Pt/l	<5		
Turbiditet	FNU	2,1		
Klorid	mg/l	18	12	14
Konduktivitet	mS/m	18	17	18
Sulfat	mg/l	9,5		9,0
Ammonium	mg/l	0,02		0,05
Nitrat	mg/l	2,2		14
Nitrit	mg/l	<0,007		
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	mg/l	<1,0		3,4
Aluminium	mg/l	0,005		0,01
Järn	mg/l	0,92	20	0,08
Mangan	mg/l	0,17	0,38	0,22
Arsenik	µg/l	<0,2		0,11
Uran	µg/l	0,08		
Bly	µg/l	0,06		0,005
Kadmium	µg/l	<0,02		0,01
Kvicksilver	µg/l	<0,10		
Kobolt	µg/l			0,20
Koppar	mg/l	0,0003	0,0001	0,0015
Krom	µg/l	<0,2		0,08
Nickel	µg/l	0,23		2,2
Vanadin	µg/l			0,07
Zink	mg/l			0,006
Bor	mg/l	0,01		
Fluorid	mg/l	0,83		0,30
Fosfat	mg/l			0,002
Radon	Bq/l	23		
Växtskyddsmedel	µg/l	<0,01		<0,05
1,2-dikloreten	µg/l	<1,0		
Bensen	µg/l	<0,20		
Benso(a)pyren	µg/l	<0,01		
Kloroform (Triklormetan)	µg/l	<1,0		
Sum PAH4	µg/l	<0,10		
Triklloreten + Tetrakloreten	µg/l	<2,0		

ganhalten steg från 0,11 till 0,19 mg/l. Konduktivitet, alkalinitet och kloridhalt sjönk under propumpningstiden, vilket tyder på inducering av ytvatten från Ljusnan. Medianhalterna för proverna från 2019–2020 stämmer relativt väl överens med provet från 2017.

Provtagningen 2018 i grundvattenröret i södra Sanna visade på en mycket låg järnhalt. Den äldre provtagningen från 1985 i en enskild brunn strax intill grundvattenröret visade en orimligt hög järnhalt, vilket sannolikt berodde på någon felkälla, exempelvis rostutfällningar.

### **Mänsklig påverkan**

Mänsklig påverkan på grundvattenkemin i det undersökta magasinet kan skönjas genom de mätligt förhöjda nitrathalterna i magasinets södra del, vilket kan vara kopplat till jordbruk.

Vattentäkten i Järvsö är förorenad av växtskyddsmedlet BAM och grundvattenförekomsten Järvsö har därför otillfredsställande kemisk status (Länsstyrelsen 2021). Behovet av ny vattentäkt har föranlett analyser av växtskyddsmedel även på andra sidan Ljusnan, i Sanna. Dock har inga halter av växtskyddsmedel kunnat detekteras i grundvattenmagasinet Ljusnanåsen Sanna, varken i propumpningsbrunnen i norra Sanna eller i grundvattenröret i södra Sanna (tabell 3).

### **Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen**

Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön 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).

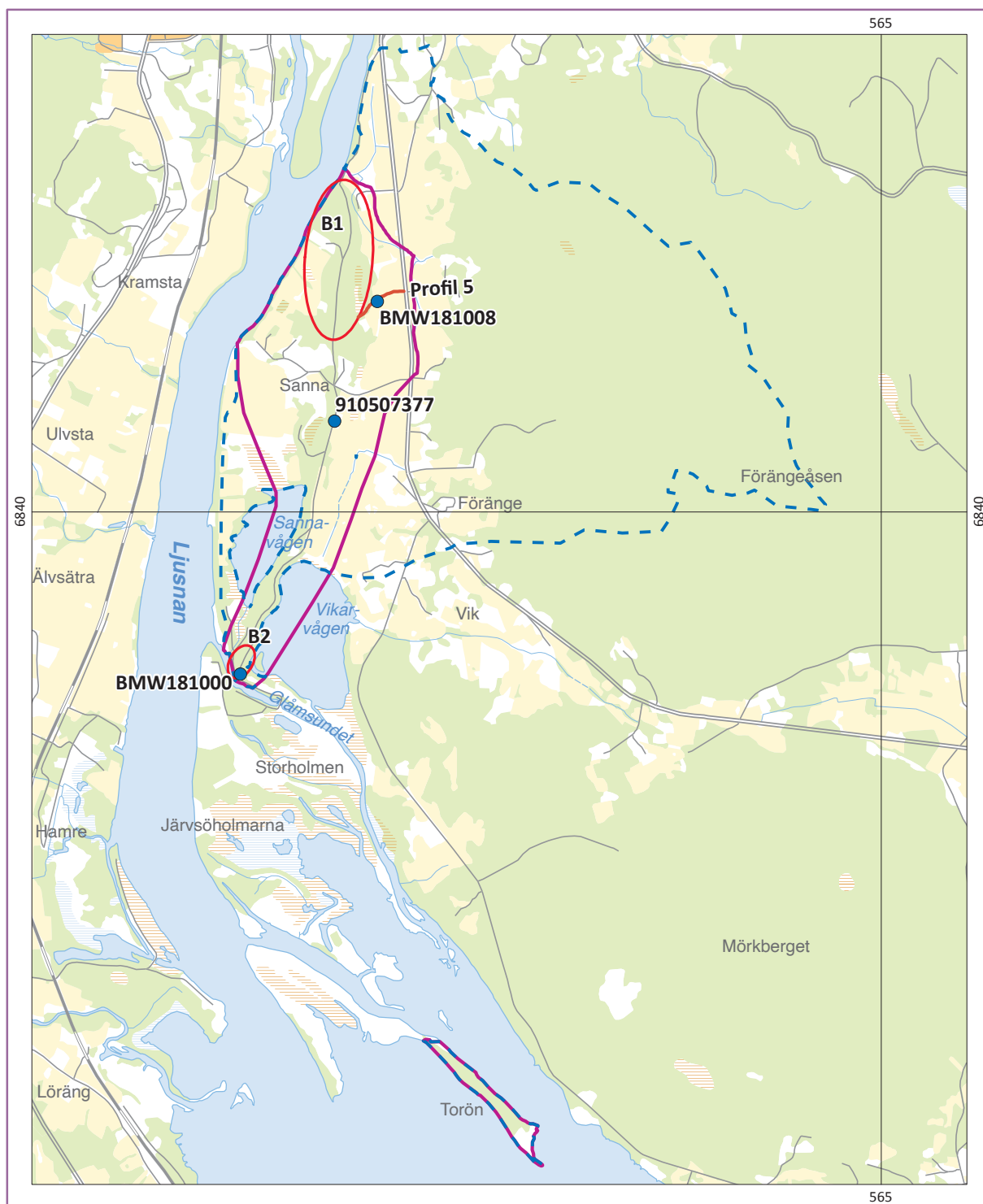
### **Referenser**

- Albrecht, L. & Kübler, L., 2011: Berggrundskartan 15G Bollnäs, skala 1:250 000. *Sveriges geologiska undersökning K 312*.
- 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=WA26438069](http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA26438069)> åtkommen den 17 mars 2021.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. *Report Series A No. 66*, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, 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, 2021a: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas. Järvsö. 2021-02-26.
- SGU, 2021b: Berggrund 1:50 000–1:250 000 – databas. Järvsö. 2021-02-26.
- Sweco, 2020: Utvärdering av propumpning i Sanna, Järvsö. Uppdragsnummer 13002996. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 11080, 99 s. [sekretessklassad]

- Sveva, 2018: Samrådsunderlag avseende tillståndsansökan enligt miljöbalken för Järvsös nya grundvattentäkt. Referensnummer i SGU:s register för grundvattenutredningar: 10949, 25 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.

# BILAGA 1

## Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)  
*Stratigraphic information is available (appendix 5)*
- Information om grundvattenkemi finns (tabell 3)  
*Information about groundwater chemistry is available (table 3)*
- Seismikprofil  
*Seismic investigation*
- Grundvattenmagasinet avgränsning  
*Delineation of groundwater reservoir*
- - - Gräns för tillrinningsområde  
*Boundary of catchment area*

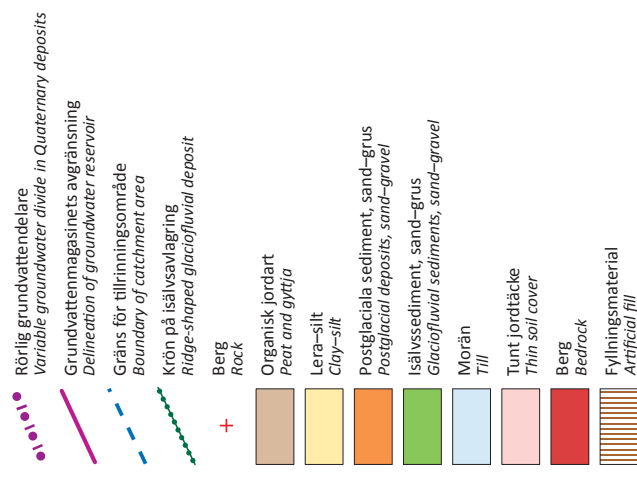
0 1000 m

# Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön

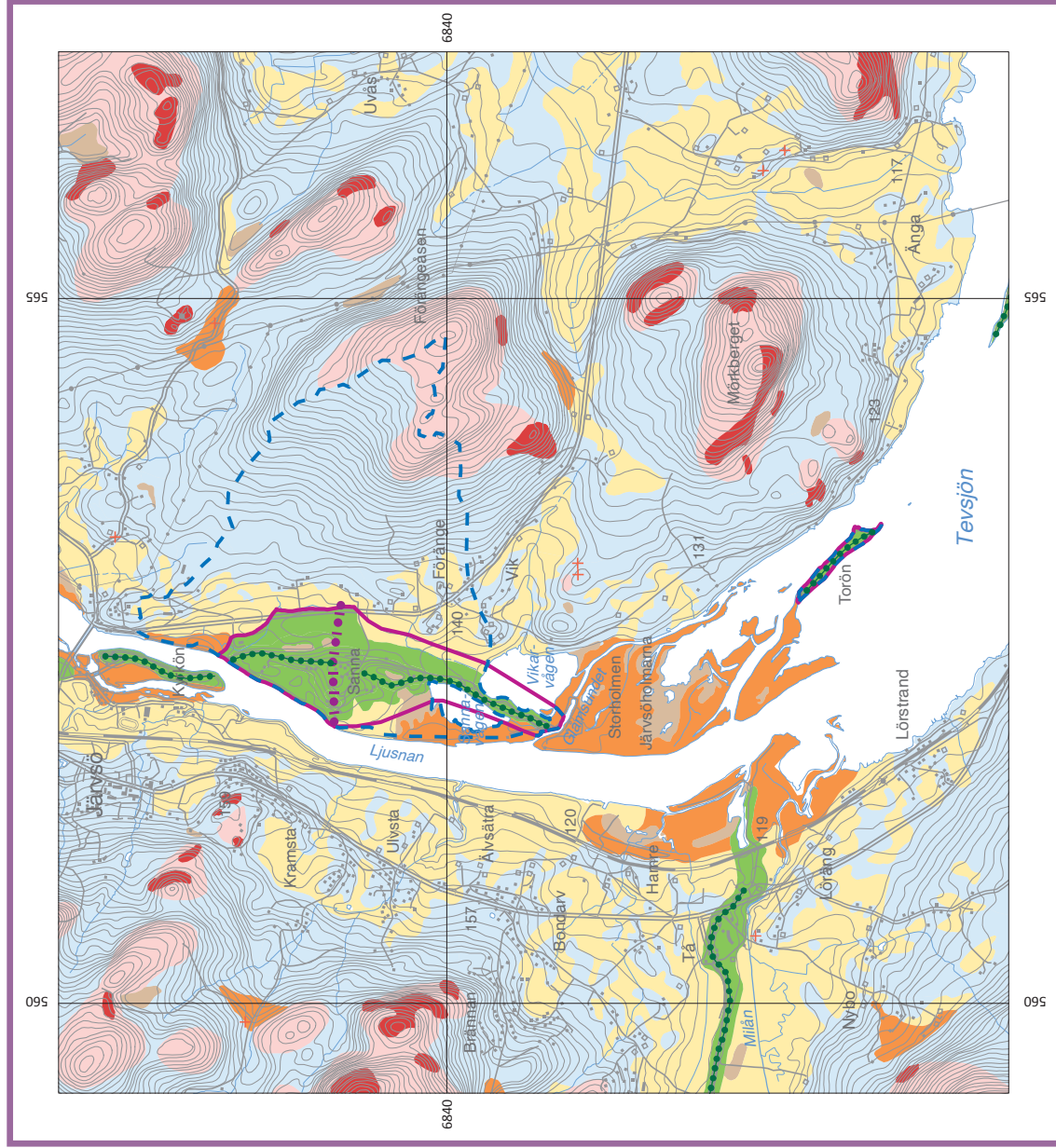
## Bilaga 2. Grundvattenmagasin

K 735

**SGU** Sveriges  
geologiska  
undersökning



Jordartsinformation ur SGU:s jordartsgeologiska databas



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



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

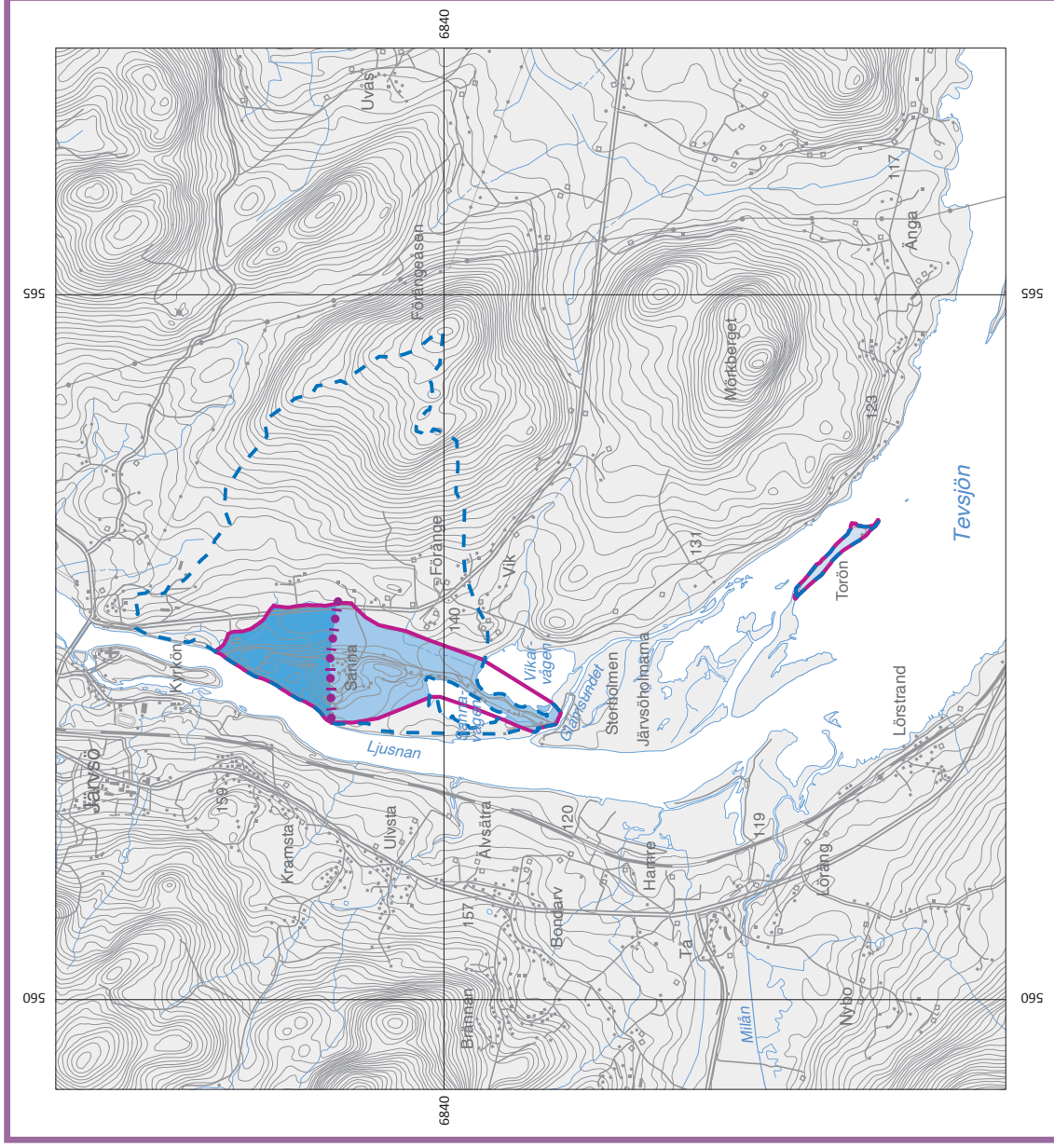


# Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön

## Bilaga 3. Bedömda uttagsmöjligheter

**SGU** Sveriges  
geologiska  
undersökning

-  Rörlig grundvattendelare  
Variable groundwater divide in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning  
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillränningsområde  
Boundary of catchment area
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 1–5 l/s  
Estimated exploitation potential in the order of 1–5 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 5–25 l/s  
Estimated exploitation potential in the order of 5–25 l/s
-  Bedömd uttagsmöjlighet 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. © Lanmäteriet.



**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

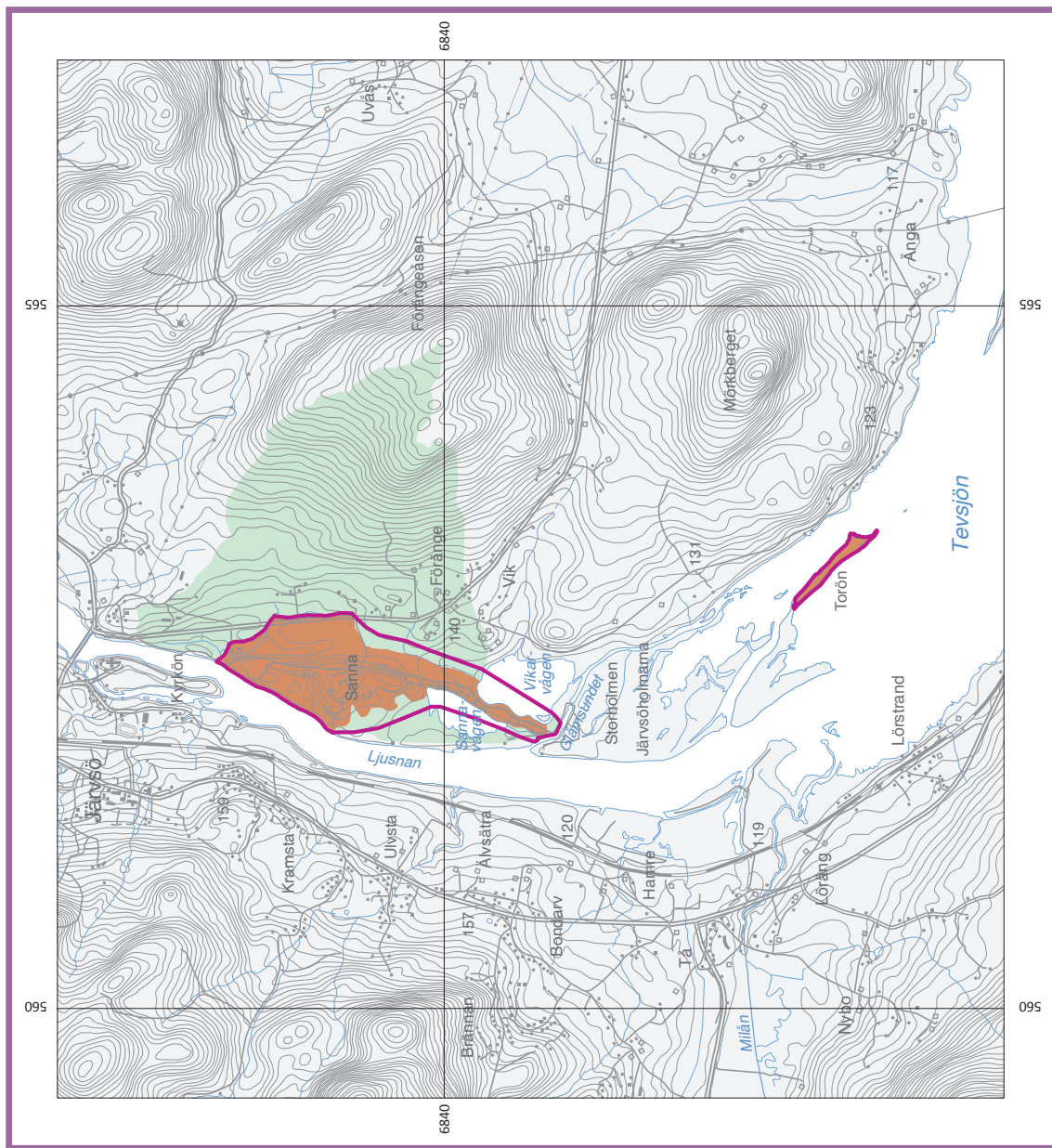
# Grundvattenmagasinen Ljusnanåsen Sanna och Ljusnanåsen Torön

## Bilaga 4. Tillrinningsområden

**SGU** Sveriges  
geologiska  
undersökning

-  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. © Lantrådet.

0 5 km

Skala 1:50 000

**Huvudkontor/Head Office:**

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

## BILAGA 5

### Exempel på lagerföljder

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

#### Namn: B1

Utförare: Sweva

Typ: Undersökningsbrunn

0–2 m	siltig finsand
2–4 m	grovsandig mellansand
4–6 m	fingrusig grovsand, blockigt
4–6 m	fingrusig grovsand
6–11 m	fingrusig mellansandig grovsand
11–12 m	fingrusig mellansandig grovsand
12–13 m	grovgrusig mellansandig grovsand
13–14 m	fingrusig mellansandig grovsand
14–15 m	fingrusig mellansandig grovsand
15–18 m	fingrusig grovsand
18–21 m	fingrusig grovsand
21–22 m	fingrusig grovsand/ mellansand
22–23 m	mellansand

Vidare borrning möjlig.

Kommentar: Lagerföljden hör till grundvattenrör intill brunnen.

#### Namn: BMW181008

Utförare: SGU

Databas-id: HMI2018103101

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 840 992, E 562 625

0–1,0 m	sand
1,0–3,0 m	finsandig sand
3,0–5,0 m	sand
5,0–16,0 m	sand
16,0–23,5 m	sand
23,5–24,3 m	sand-block (friktionsjord)

Stopp mot sannolikt berg.

#### Namn: 910507377

Utförare: Energibrunnar Nord AB

Databas-id: 910507377

Typ: Energibrunn

Koordinater: N 6 840 427, E 562 423

0–37 m sand, grus, sten

Stopp mot berg.

Kommentar: Grundvattennivå vid borrning 2010-01-25: 11 m under markytan.

#### Namn: BMW181000

Utförare: SGU

Databas-id: CDT2018100201

Typ: Rördrivning

Koordinater: N 6 839 234, E 561 979

0,0–1,6 m	grovsilt–finsand
1,6–2,2 m	finsilt
2,2–2,5 m	finsand
2,5–3,0 m	grusig sand
3,0–8,0 m	grovsand
8,0–13,6 m	sandigt grus
13,6–23,7 m	grus

Stopp mot block eller berg

Kommentar: Grundvattenrör till 9,08 m under markytan. Grundvattennivå uppmätt 2018-10-02: 113,963 m ö.h. (2,17 m under markytan).

## 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)
B1 (Provpumpningsbrunn norra Sanna)	Undersökningsbrunn	Isälvsmaterial, öppet	Skog, nära ytvatten	-	ca 3
B2 (Enskild brunn södra Sanna)	Enskild vattentäkt	Isälvsmaterial, öppet	Skog, bebyggelse	ca 10	okänt
BMW181000	Grundvattenrör	Isälvsmaterial, utströmningsområde	Nära ytvatten	ca 9	ca 2

#### Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
B1	1	okt 2017	Sweva 2018	Provtaget i samband med provpumpning.
B2	1	aug 1985	SGU:s databaser	Provtaget i samband med Surbrunnprojektet som pågick under åren 1985–1986.
BMW181000	1	okt 2018	SGU:s databaser	Provtaget i samband med SGU:s kartläggning.

## BILAGA 8

### Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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