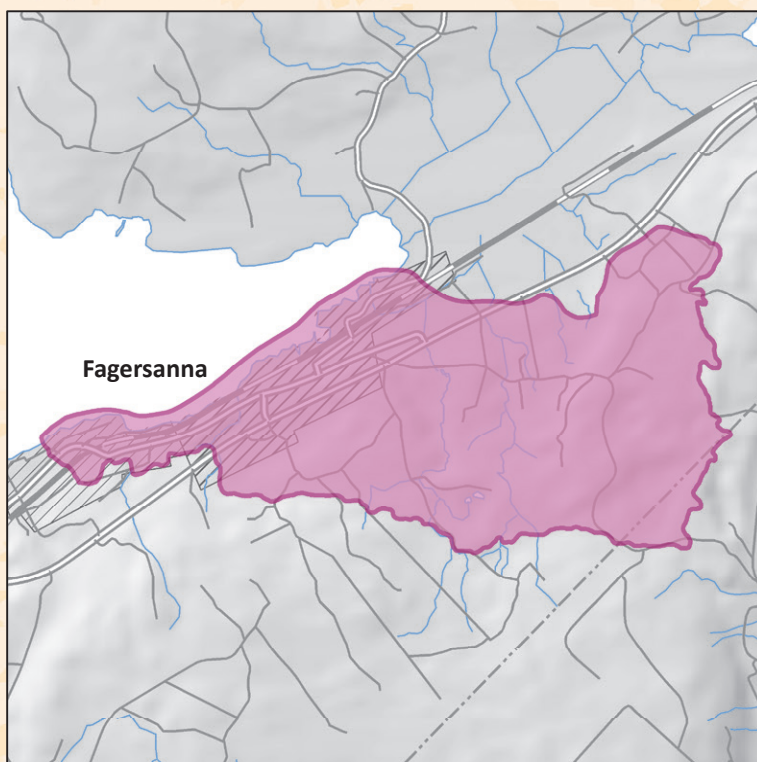


Grundvattenmagasinet Fagersanna

Lars-Ove Lång & Åsa Lindh



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-89421-10-3

Författare: Lars-Ove Lång och Åsa Lindh
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB
Utgivningsår: 2021

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

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinet Fagersanna	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	4
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	7
Anslutande ytvattensystem	9
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	9
Uttagsmöjlighet	9
Grundvattnets användning	10
Grundvattnets kvalitet	10
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet	12
Referenser	12

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 FAGERSANNA

Författare: Lars-Ove Lång & Åsa Lindh

Kommun: Tibro

Län: Västra Götaland

Vattendistrikt: Västerhavet

Databas-id: 240900005

Grundvattenförekomst: WA40564468

Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Fagersanna ligger i en isälvsavlagring som ingår i den mellansvenska israndzonen. Det innebär att jordlagren är komplext uppbyggda. Sand och grus är dominerande fraktioner. Stora topografiska variationer finns inom magasinet, med högst belägna områden i öster och lägst i väster vid sjön Örlen. Det medför att både de omättade och mättade zonerna varierar mycket i mäktighet. Båda zonerna överstiger som mest 20 m. Uttagsmöjligheterna är varierande. Bedömningen är att uttagsmöjligheterna i den östliga delen ligger i den övre delen av intervallet 1–5 l/s. I de centrala och västra delarna bedöms de vara högre och i den översta delen av intervallet 5–25 l/s. Det är också tänkbart att 25 l/s överskrids i de allra västligaste delarna, främst styrt av induceringsmöjligheter vid Örlen.

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 grundvattenmagasin. För många användningsområden, t.ex. vid upprättande av skyddszoner till vattentäkter, krävs som regel kompletterande undersökningar.

Sammanställningen har utförts 2018–2020 inom ramen för SGUs kartläggning av grundvattenmagasin inom Västerhavets vattendistrikt (projekt-id: 83024). Vid fältarbetet genomfördes borrningar under ledning av Björn Wiberg. Dessutom har under åren 2018–2020 geofysiska helikopterburna mätningar med ATEM-metoden genomförts av SGU (Dahlqvist m.fl. 2020) inom den sydöstra delen av magasinet. SGU har även 2004–2006 utfört undersökningar inom grundvattenmagasinet under ledning av Hans Söderholm, SGU (projekt-id: 1107801). Informationen resulterade i en databas och utkast till beskrivning togs fram, men någon rapport publicerades inte i samband med projektets avslut. Resultaten från undersökningarna 2004–2006 har utgjort en värdefull grund för sammanställningen. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

VIAK (1958) och VIAK AB (1973) har utfört undersökningar av grundvattenförhållandena vid vattentäkten i samhället Fagersanna. Befintlig geologisk och hydrogeologisk information från SGU, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll (bl.a. SGUs brunnsarkiv, Vattentäcksarkivet, källarkiv och databaser för grundvattennät och miljöövervakning) har använts vid sammanställningen. Bland underlagen ingår den hydrogeologiska översiktskartan (Wikner m.fl. 1991). Ett urval av lagerföljdsuppgifter och grundvattenkemiska data har samlats in från olika utredningar och lagrats i SGUs databaser. Grundvattenförekomsten är tidigare

avgränsad i Vatteninformationssystem Sverige, VISS (Länsstyrelsen 2020). Magasinets nya avgränsning avviker från grundvattenförekomstens. Grundvattenförekomsten kommer att föreslås bli justerad i VISS, så att förekomstens avgränsning blir densamma som magasinets.

Kompletterande undersökningar

Följande fältundersökningar har utförts av SGU:

- Seismisk refraktionsmätning längs två profiler. Mätningarna har visat djupet till bergytan och gett viss information om grundvattenytans läge och jordlagrens egenskaper.
- Grundvattenrör från tidigare undersökningar har inventerats och vattennivåer har registrerats.
- Jordsondering har utförts på tre platser inom magasinet 2018.
- Geofysiska helikopterburna mätningar har genomförts inom delar av magasinet med ATEM-metoden 2018 (Dahlqvist m.fl. 2020).

Lägena för de seismiska mätningarna 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 SGUs databaser. En hydrogeologisk databas över det aktuella grundvattenmagasinet har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartsdata som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområde, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinet. Information om anslutande ytvattensystem lagras också i databasen. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

Grundvattenmagasinet Fagersanna ligger invid sjön Örlens sydöstra strand. Det sträcker sig från orten Fagersanna och ca 5 km österut. Magasinets area är 7 km². De lägst belägna delarna i väster ligger ca 95 m ö.h., medan de högst belägna når ca 160 m ö.h. i magasinets sydöstra och södra del. Högsta kustlinjen ligger på ca 150 m ö.h., så delar av sydöstra och södra delen av området når över denna nivå. I söder gränsar magasinet till en moränhöjd vars högsta delar ligger ca 250 m ö.h. I väster, utmed en kort sträcka nära Örlen, gränsar grundvattenmagasinet Fagersanna mot grundvattenmagasinet Tibro (Lång & Lindh 2021).

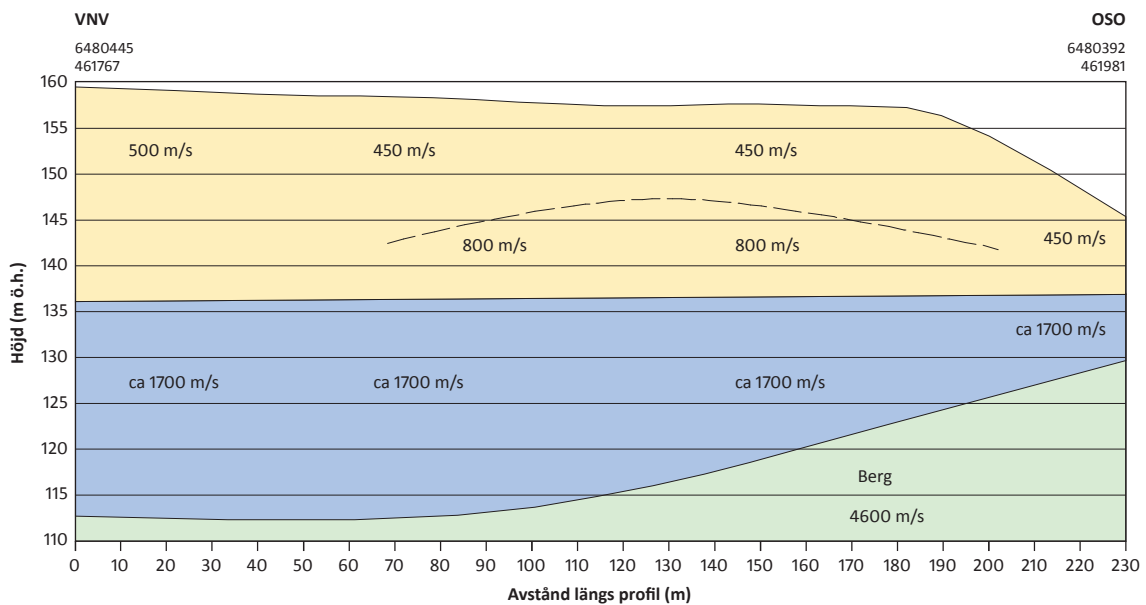
Avlagringen vid Fagersanna där grundvattenmagasinet återfinns ingår i de mellansvenska israndbildningarna och uppvisar därmed en komplex jordartsgeologisk sammansättning. Isens avsmältningsförlopp innebar avsättning av sand och grus, men även mer osorterade sediment. Inom magasinet Fagersanna kan det därför förväntas finnas stora variationer i jordlagrens sammansättning, både areellt och på djupet.

Jorrdjupet är stort inom huvuddelen av magasinet. I den västra delen av samhället Fagersanna finns flera uppgifter från Brunnsarkivet vid SGU som visar jorrdjup på ca 40 m. Det största kända djupet i denna del är 46 m. I magasinets östra del (fig. 1) visar den seismiska profilen S11_1107801_05 (fig. 2 och bilaga 1) på maximalt jorrdjup på upp mot 50 m. I den södra delen av magasinet vid Stenbäcken finns en uppgift om 38 m jorrdjup.

SGU har utfört tre jordsonderingar i östra delen av magasinet för att studera jordlagrens sammansättning (bilaga 1). Sonderingen BMW185007 visar på en grov sammansättning av jordlagren ner till 11,7 m, då borrhningen avslutades utan stopp mot block eller berg. Det är



Figur 1. Isälvsavlagringen inom den östra, högre belägna delen av magasinet, ca 1 km öster om Björkhult.
Foto: Åsa Lindh, SGU.



Figur 2. Den seismiska profilen S11_1107801_05 i den östra delen av magasinet. Sammansättningen är främst sand. Gul färg innebär torra förhållanden i marken (omättad zon), medan blå färg visar var grundvattnet förekommer (mättad zon).

svårbedömt vilken jordart som dominerar här. Sonderingen är utförd vid den västra startpunkten för den seismiska profilen S11_1107801_05, som visar ett jorddjup på knappt 50 m. Jorddjupet i den 230 m långa profilen avtar åt öster och är ca 16 m vid profilens avslut.

Drygt 1 km åt nordnordost från BMW185007 utfördes sonderingen BMW185005 som hade lagerföljden 1 m sand på 9 m finsand som underlagras av 4,5 m morän. Sonderingen nådde ner till block eller berg. Den tredje sonderingen BMW185006 utfördes längre västerut i magasinet, ca 400 m sydost om Ljungbacken. Lagerföljden här visar 1 m grusig sand på 10 m sandig diamikton och därunder block eller berg. Resultaten från undersökningarna centralt i magasinet visar på de skiftande förhållanden som råder vad gäller djup och sammansättning hos jordlagren. Därför har också några delytor med blandad sorterad och osorterad sammansättning, som kartlagts som morän, medtagits inom magasinet.

Vid vattentäkten i Fagersanna samhälle utfördes nio borrhningar av VIAK (1958) och ytterligare två borrhningar av VIAK AB (1973). I tre av dessa nåddes block eller berg på djupen 7, 8 respektive 12 m. I de övriga borrhningarna var fortsatt neddrivning möjlig, och den djupaste sonderingen utfördes till 13 m. Drygt hälften av borrhningarna hade liknande lagerföljder, där 3–6 m sand och mo (grovsilt) överlagrar grus och sand.

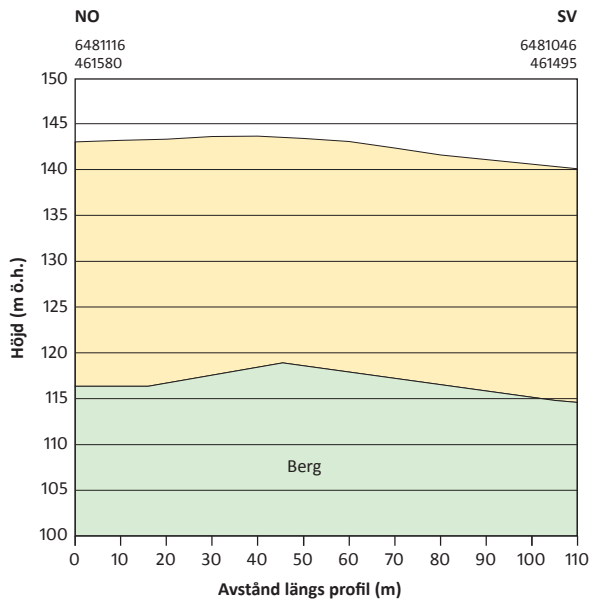
Grundvattenmagasinet Fagersanna ligger på en berggrund som består av en gråröd, grovt medelkornig, ojämnkornig granit. Bergarten kan på vissa håll vara deformerad och uppvisa en svag gnejsighet i ungefärligt nordnordostlig–sydsydvästlig riktning. Väster om magasinet löper en större deformationszon i samma riktning (och genom sjön Örlen). Åt öster gränsar bergarten till en mer finkornig, rödare granit (Ulf Bergström, SGU, muntlig kommunikation 2020-10-09).

Hydrogeologisk översikt

Grundvattenmagasinet är i söder främst avgränsat utifrån utbredningen av isälvsavlagringen enligt uppdaterat jordartsunderlag. Isälvsavlagringen gränsar mot morän. I öster har magasingränsen satts utifrån topografisk ytvattendelare inom isälvsavlagringen. Den antas kunna representera läget för en grundvattendelare inom höjdområdet, men underlag saknas för att bättre kunna ange grundvattendelarens läge. Det förekommer även isälvs sediment öster om magasingränsen. Grundvattensituationen har inte undersökts där. I norr bygger avgränsningen på bedömning av isälvsavlagringens utbredning och mäktighet. I nordväst och väst avslutas magasinet mot sjön Örlen. Magasinet Fagersanna gränsar i väst också mot magasinet Tibro. Avgränsningen är utförd främst på topografiska grunder som är styrande för grundvattenströmningen.

Grundvattenmagasinet kan i sin helhet betraktas som öppet för grundvattenbildning. Det finns inslag av finkorniga skikt bestående av främst silt i isälvsavlagringen, som annars domineras av sand och grus. Dessa finkorniga skikt bedöms inte uppträda i sådan omfattning av slutna grundvattenförhållanden uppträder.

Terrängläget, samt generellt stora jorddjup på tiotals meter, medför att området kan indelas i några olika typområden vad gäller mättade och omättade zonen mäktighet. Längst i öster i höjdområdet är topografin varierande, men med en relativt jämn högsta nivå. Här antas den omättade zonen vara cirka 10–20 m. Bedömningen bygger på att grundvatten inte uppträder i botten på äldre grustäkter, där täktväggarna har den minsta mäktigheten av den omättade zonen på platsen (10 m). Dessutom visar profil S11_1107801_05 (fig. 2) att 20 m med omättad zon finns i profilens utsträckning. De geofysiska mätningarna som utförts här med helikopterburen ATEM-metod visar också på i stort sett torra jordlager (Dahlqvist m.fl. 2020). Den mättade zonen kan också ha ett stort djup, som i profil S11_1107801_05 där mer än en 20 m



Figur 3. Den seismiska profilen S9_83024_18_8181. Gul färg innebär torra förhållanden i isälvssedimentet (omättad zon). Enligt tolkningen saknas grundvatten (mättad zon) inom profilen.



Figur 4. Skärning i grustag 500 m sydost om Björkhult. Foto: Åsa Lindh, SGU.

mättad zon konstaterats. Lokala variationer i framför allt den mättade zonens mäktighet kan förväntas uppträda. Främsta orsak är topografin hos den underliggande berggrunden, som i området ofta överlagras av morän.

I området ca 500 m sydost om gården Björkhult finns en relativ brant sluttning där en mättad zon saknas. I den seismiska profilen S9_83024_18_8181 (fig. 3 och bilaga 1) tycks det inte finnas någon mättad zon inom det 25–27 m djupa jordlagret. Dräneringen av grundvatten

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	8,03	330 mm/år 10,5 l/s per km ²	84
Sekundärt tillrinningsområde	1,60	268 mm/år 8,5 l/s per km ²	13
Tertiärt tillrinningsområde	4,52	268 mm/år 8,5 l/s per km ²	4 **
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	1–5 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.

förväntas dock ske i botten av jordlagren med utströmning av grundvatten i väster nedanför sluttningen. I detta område ligger också ett äldre grustag med en hög skärning (fig. 4). Vid Björkhult och mot sydväst finns källor med utströmmande grundvatten. Källan Björkhult finns i SGUs källarkiv och är beskriven som en källhorisont med flöde 3–10 l/s. Den ligger 250 m ostsydost om gården Björkhult. Även flera bäckar börjar i detta område och de lokala topografiska förhållandena avgör var utströmningen sker. Men även lägre ner i terrängen mot väster kan den omättade zonen vara betydande. En brunnsuppgift vid Ljungbacken i söder på en mindre plåtå visar 18 m omättad zon.

Väster om utströmningslägena i Fagersanna samhälle fortsätter markytan slutta mot väster. Grundvattenytan varierar mycket, liksom den omättad zonen mäktighet som ofta är flera meter. Den mättade zonen är här i väster betydande och överstiger i flera brunnar 20 m. Utströmning av grundvatten sker mot Örlen, något som bl.a. omnämns av SGU (1989).

Anslutande ytvattensystem

Ett antal mindre bäckar har sitt ursprung centralt i magasinet och de dränerar höjdområdet i öster. Därefter sker vidare dränering av grundvatten utmed rinnsträckorna till utloppen i Örlen. Bäckarna dränerar grundvattnet, och möjligheten till inducerad infiltration är från dessa mindre bäckar marginell. Inducerad infiltration från Örlen är trolig invid strandzonen, men har inte kunnat fastställas med tillgängliga data.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Magasinet tillförs vatten i huvudsak från den nederbörd som faller på avlagringen. Här sker grundvattenbildning direkt till magasinet. Dessutom sker viss tillrinning främst från omgivande moränterräng. Tillskott av vatten till magasinet kan även komma från den underliggande berggrunden.

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

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. 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 Örlen finns, men har inte beaktats.

Styrande för uttagsmöjligheterna i magasinet är den mättade zonens mäktighet och jordlagrens sammansättning. Enligt de översiktliga beräkningarna i tabell 1 är den naturliga grundvattenbildningen ca 100 l/s.

Det finns sparsamt med information från de östra delarna av magasinet för bedömning av uttagsmöjligheterna. De uppgifter som finns, inte minst från de utförda undersökningarna med helikopterburen geofysik (ATEM) av Dahlqvist m.fl. (2020), visar generellt på en mycket begränsad mäktighet av den mättade zonen. Bedömningen har därför gjorts att uttagsmöjligheterna är lokalt varierande, men ligger inom den övre delen av intervallet 1–5 l/s inom den mest östliga delen.

Även i övriga delar av magasinet bedöms uttagsmöjligheterna variera. Källorna och bäckarna som startar i utströmningslägen centralt i magasinet visar att det sker en relativt stor avrinning. Nära sjön Örlen i väster görs grundvattenuttag i den kommunala grundvattentäkten. Provpumpning utfördes 1973 med upp till 660 m³ per dygn (VIAK AB 1973), vilket motsvarar 7,6 l/s. Sammantaget är bedömningen att uttagsmöjligheterna är betydligt större i de centrala och västra delarna av magasinet än i öster. Uttagsmöjligheterna bedöms till den översta delen av intervallet 5–25 l/s. Grundvattenbildningen inom detta delområde överstiger kraftigt bedömningen av uttagsmöjligheterna, som i stället begränsas av var lagring av grundvattnet kan ske. Jordlagren är komplext uppbyggda, vilket i varierande grad innebär reducerande uttagsmöjligheter. Dessutom har undersökningarna visat att det finns områden som sannolikt saknar mättad zon inom detta delområde. Det är dock tänkbart att 25 l/s överskrids i de västligaste delarna, framför allt med goda induceringsmöjligheter vid Örlen.

Grundvattnets användning

Den kommunala grundvattentäkten i Fagersanna försörjer samhället med dricksvatten. Uttaget är ca 2 l/s. Vattenskyddsområde finns fastställt sedan 1975. Därutöver finns brunnar för enskild vattenförsörjning anlagda inom magasinet.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Totalt ingår i redovisningen resultat från fyra provpunkter inom magasinet. Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 7. De flesta av 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.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i grundvattenmagasinet Fagersanna, 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

Generellt karaktäriseras grundvattnet av låg halt av lösta joner. Det återspeglas bl.a. av låg konduktivitet. Öppna förhållanden för grundvattenbildning råder. Vattnet transporteras i omättad och mättad zon i en geokemisk miljö med en relativt låg aktivitet i vittring och jon-

Tabell 2. Sammanställning av tillgängliga grundvattenkemiska data från grundvattenmagasinet Fagersanna. För mer information om respektive provpunkt se bilaga 7. Angivna värden motsvarar, om det finns flera analyser, beräknad medianhalt. Sammanställningen följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGUs "Bedömningsgrunder för grundvatten" (SGU 2013) och redovisningen har färgkodats därefter (Klass 1 = blå, Klass 2 = grön, Klass 3 = gul, Klass 4 = orange, Klass 5 = röd.). Klassindelningens innebörd skiljer sig åt mellan parametrar. Höga halter representeras i regel av högre klasser, men undantag finns (t.ex. för parametern alkalinitet). För några parametrar anges "<" vilket innebär att analysresultatet ligger under rapporteringsgränsen för parametern.

Parameter	Enhet	20014_2510	B1	B2	Fagersanna vattentäkt
Provtagningsdatum		1999-09-23 till 2005-09-29	1986-07-23	1986-07-23	1998-03-04 till 2018-12-04
Temperatur	T				8,3
pH		6,9	6,1	6,3	6,8
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	19	12	24	40
Syre	mg/l	9			
Kalcium	mg/l	7,8			15
Kalium	mg/l	1,5			2
Magnesium	mg/l	1,4			3,2
Natrium	mg/l	5,2			12
Totalhårdhet	mg/l	10	12	10	20
Totalhårdhet	dH	1,4	1,7	1,4	2,8
Kiseldioxid	mg/l	17			
COD _{Mn}	mg O ₂ /l		10	4	0,655
Färg	mg Pt/l				7
Turbiditet	FNU				0,1
Klorid	mg/l	5,7	6	7	18
Konduktivitet	mS/m	8,4	11	11	18
Sulfat	mg/l	12	9	13	11
Ammonium	mg/l	0,021			<0,01
Nitrat	mg/l				10
Nitrit	mg/l	0,0035			<0,007
NO ₂ + NO ₃	mg/l	0,53			
Aluminium	mg/l	0,090			<0,01
Järn	mg/l	0,093	<	0,36	<0,02
Mangan	mg/l	0,006	<	0,2	<0,01
Arsenik	µg/l	0,39			<0,2
Uran	µg/l				0,57
Bly	µg/l	0,06			0,16
Kadmium	µg/l	0,005			<0,02
Kobolt	µg/l	0,029			
Koppar	mg/l	0,00018	0,0027	0,0033	<0,02
Krom	µg/l	0,23			<0,2
Nickel	µg/l	0,20			0,66
Zink	mg/l	0,0044			
Bor	mg/l				7,8
Fluorid	mg/l				0,29
Fosfat	mg/l		<	<	<0,15

byte, eftersom kontaktytorna mellan vatten och markpartiklarna är begränsade. Dessutom saknas kalkhaltigt geologiskt material.

Det är skillnader i resultat mellan källan 20014_2510, B1 och B2 jämfört med Fagersanna vattentäkt som ligger nära Örlen. Halterna för alkalinitet, kalcium, magnesium och konduktivitet är nästan dubbelt så höga i Fagersanna vattentäkt. Orsakerna kan vara den högre andelen finkornigt sediment med finsand och grovsilt längs Örlen, och att djupare grundvatten tas i vattentäkten än i de grunda brunnarna B1 och B2 och i källan 20014_2510.

Halterna av järn och mangan är mycket låga med undantag för måttliga halter i B2. Tillgängliga analyser av andra metaller med hög densitet visar mycket låga halter, förutom att nickelhalten i Fagersanna vattentäkt är låg.

Mänsklig påverkan

Måttlig halt av nitrat finns i sammanställningen av data från Fagersanna vattentäkt, i övrigt är kvävehalterna mycket låga. Högt respektive mycket högt halt av COD förekommer i de 5 m djupa brunnarna B1 och B2 med provtagning under 1986. Lokala källor kan förväntas vara orsak till denna påverkan.

Analys av miljögifter såsom bekämpningsmedel, läkemedel och petroleumprodukter har inte funnits tillgängliga, och det går därmed inte att bedöma om dessa typer av ämnen förekommer i grundvattenmagasinet.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet

Magasinet ligger i den del av södra Sverige där grundvattenbildningen enligt Rodhe m.fl. (2009) kan komma att öka något i och med bedömda klimatförändringar. Grundvattennivåernas variation över året i området kan komma att ändras i och med att perioden med snötäcke sannolikt kommer att minska. Därmed skulle grundvattenbildningen kunna ske under större delen av vinterhalvåret.

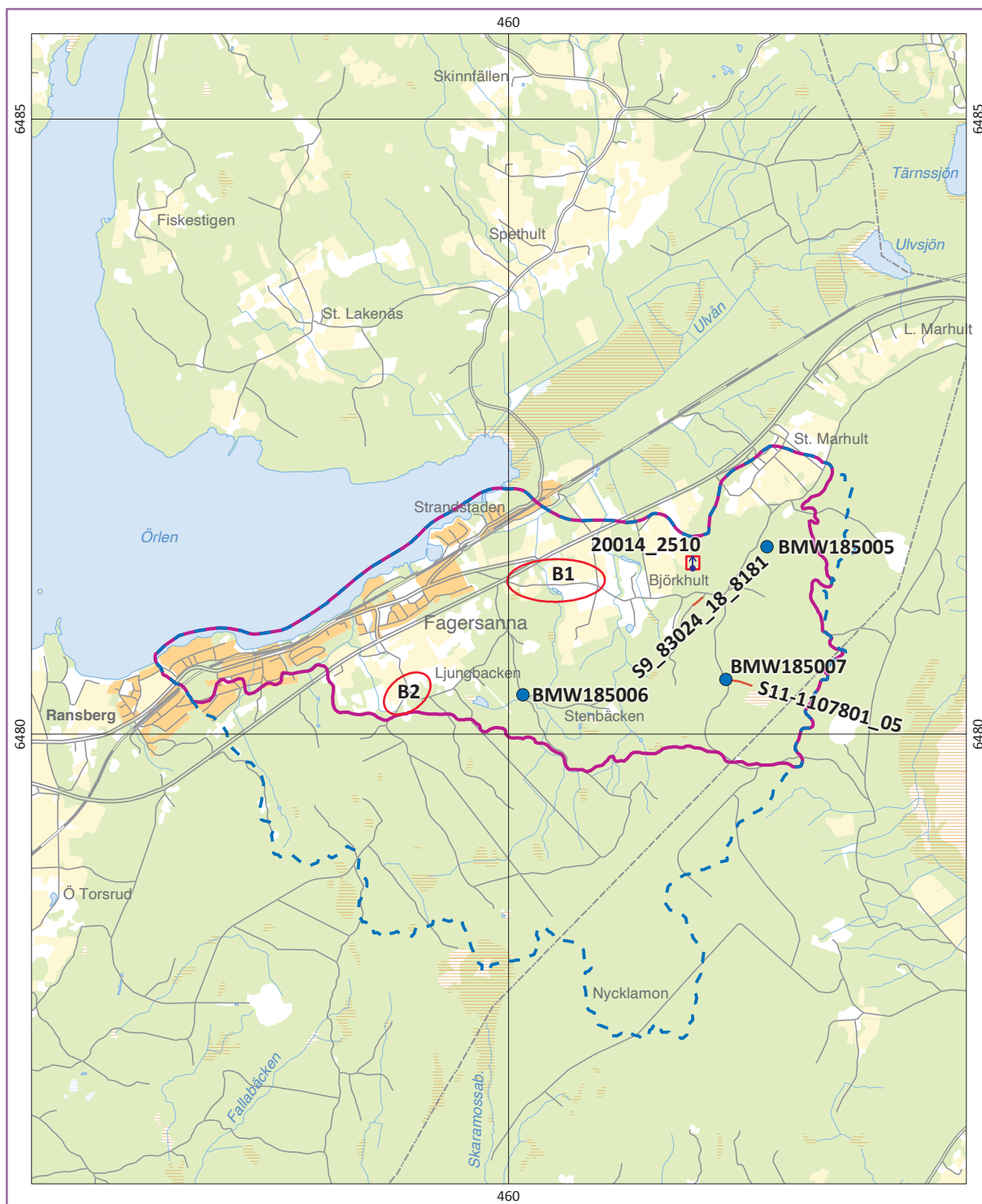
Referenser





- Dahlqvist, P., Henriksson, O., Pile, O., Lång, L.-O., Lindh, Å., Gustafsson, M., Leroux, V. & Andersson, J., 2020: Helikopterburna TEM-mätningar vid Vätterns nordvästra strand. Geologiska tolkningar och hydrogeologisk tillämpning. *SGU-rapport 2020:24* Sveriges geologiska undersökning, 71 s.
- Lång, L.-O. & Lindh, Å., 2021: Grundvattenmagasinet Tibro. *Sveriges geologiska undersökning K 702*, 25 s.
- Länsstyrelsen, 2020: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen. <viss.lansstyrelsen.se> åtkommen den 15 oktober 2020.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar - översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, *Report Series A No. 66*, 20 s.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrapport från SGU-projektet "Grundvattenbildning i ett förändrat klimat", SGUs diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 31 s.
- SGU, 1989: Golfstaden vid Fagersanna, Tibro kommun. Hydrogeologisk besiktning med anledning av eventuella risker för påverkan av den kommunala vattentäkten vid Fagersanna. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 6986, 21 s.




- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- Wikner, T., Fogdestam, B., Carlstedt, A. & Engqvist P., 1991: Beskrivning och bilagor till Hydrogeologiska kartan över Skaraborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ab 9*, 83 s.
- VIAK, 1958: Yttrande över grundvattenundersökning i Fagersanna samhälle i Mölltorps kommun, Skaraborgs län. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 4160, 9 s.
- VIAK AB, 1973: Tibro kommun, Fagersanna. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkt i Fagersanna. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 8354, 6 s.

BILAGA 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet



-  Källa
Spring
-  Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
Stratigraphic information is available (appendix 5)
-  Information om grundvattenkemi finns (tabell 2)
Information about groundwater chemistry is available (table 2)
-  Information om grundvattenkemi finns (tabell 2)
Information about groundwater chemistry is available (table 2)

-  Seismikprofil
Seismic investigation
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area

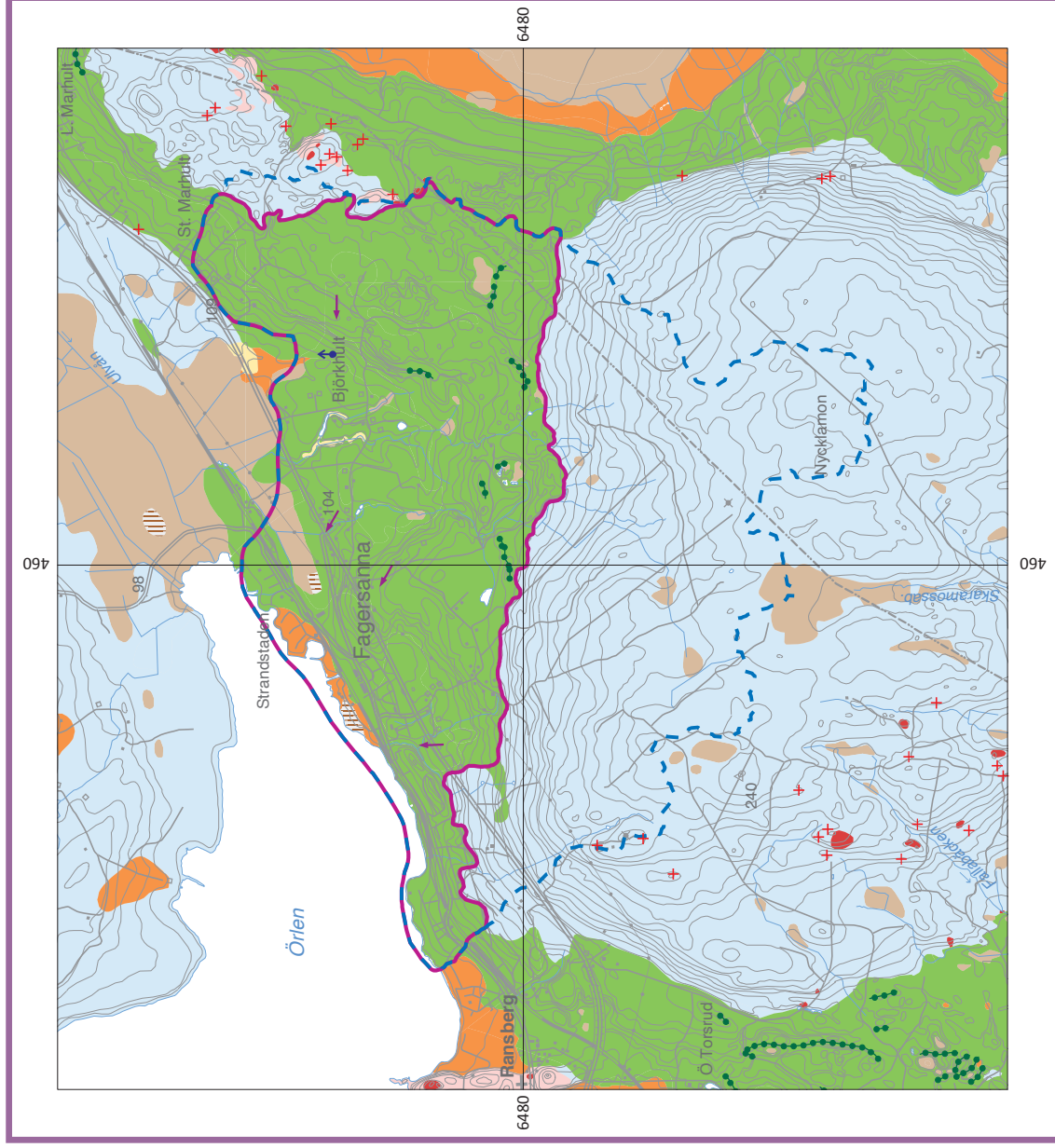
0 1000 m

Grundvattenmagasinet Fagersanna

K 703

Bilaga 2. Grundvattenmagasin

SGU Sveriges
geologiska
undersökning



Grundvattnets huvudriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits

Källa
Spring

Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir

Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area

Krön på isälvsavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit

Berg
Rock

Organisk jordart
Peat and gyttja

Lera-silt
Clay-silt

Postglaciäl 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

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

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

0 5 km






Skala 1:50 000

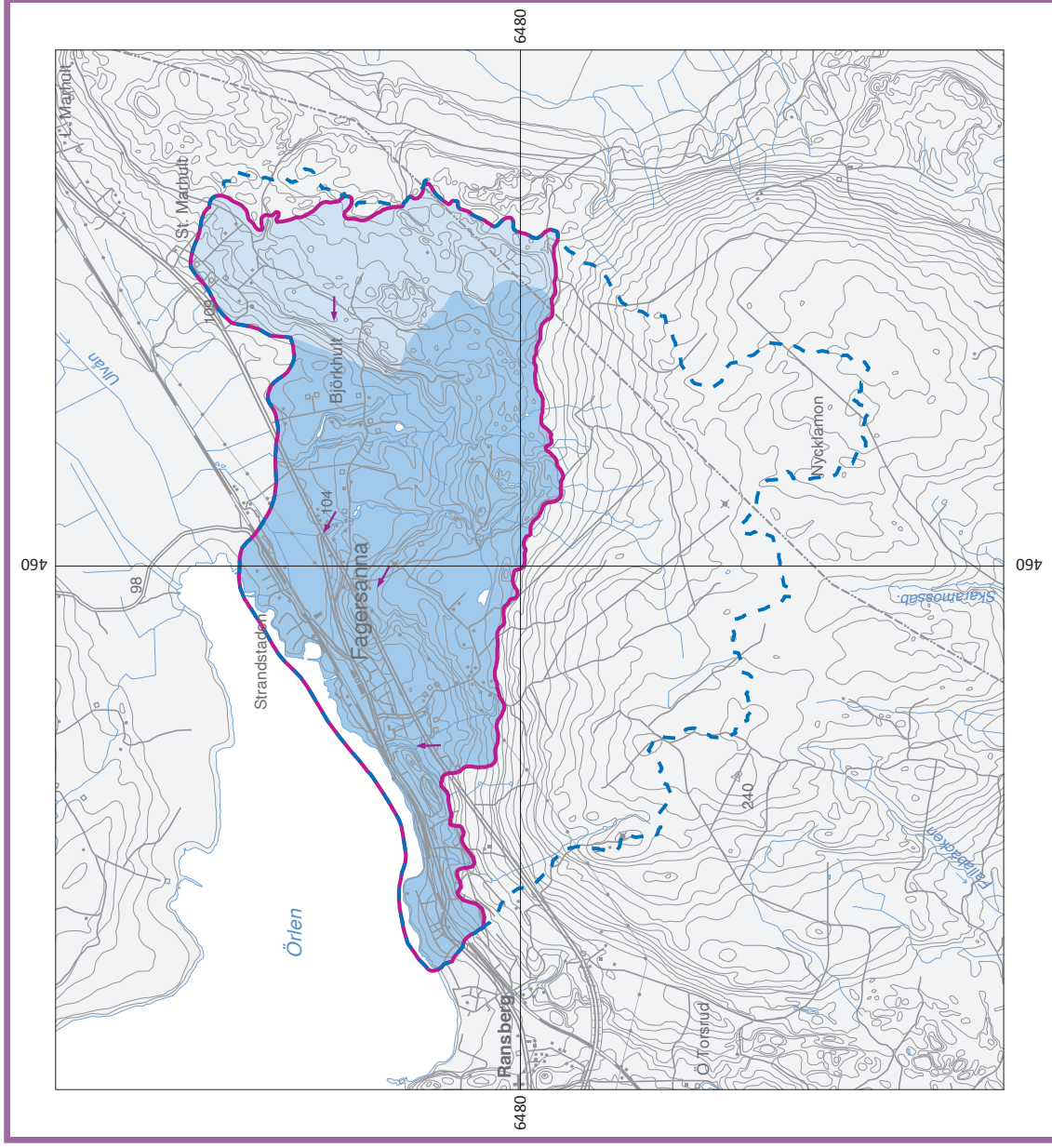
Grundvattenmagasinet Fagersanna

K 703

Bilaga 3. Bedömda uttagmöjligheter

SGU Sveriges
geologiska
undersökning

-  Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
-  Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
-  Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area
-  Bedömd uttagmöjlighet ur grundvattenmagasinet 1–5 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 1–5 l/s
-  Bedömd uttagmöjlighet ur grundvattenmagasinet 5–25 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 5–25 l/s



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

0 5 km

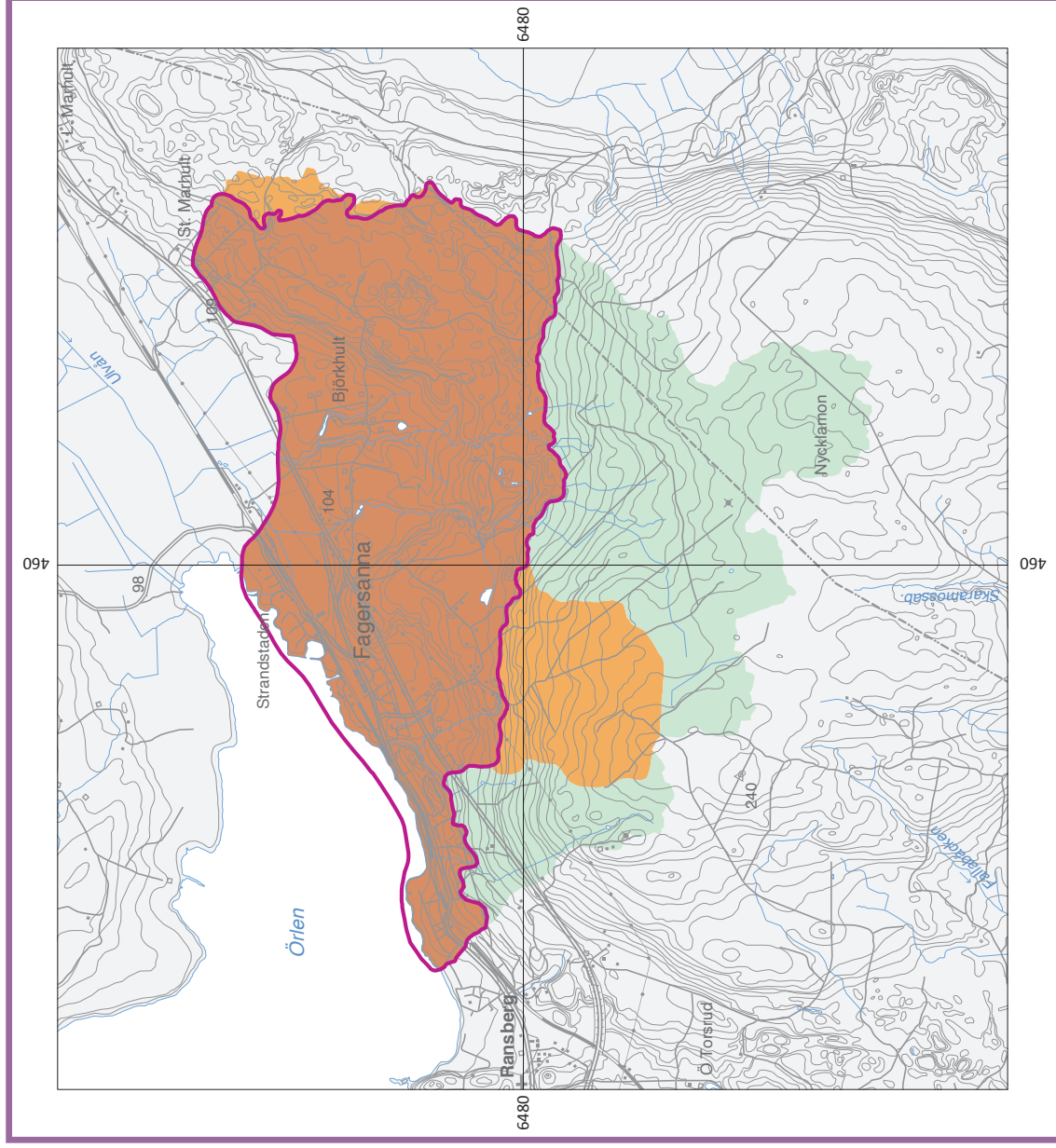
Skala 1:50 000

Huvudkontor/Head Office:

Box 670 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 avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- Primärt tillrinningsområde
Catchment area (primary)
- Sekundärt tillrinningsområde
Catchment area (secondary)
- Tertiärt tillrinningsområde
Catchment area (tertiary)

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



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

0 5 km

Skala 1:50 000

Huvudkontor/Head Office:

Box 670
Besök/Visit: Villavägen 18
SE-751 28 Uppsala
Sweden

Tel: +46(0) 18 17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

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

Namn: BMW185005

Utförare: SGU

Databas-id: BMW185005

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 481 522, E 462 103

0–1,0 m sand

1,0–4,0 m finsand

4,0–10,0 m siltig finsand

10,0–14,5 m diamikton (morän)

Avslut: block eller berg.

Namn: BMW185006

Utförare: SGU

Databas-id: BMW185006

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 480 317, E 460 117

0–1,0 m grusig sand

1,0–11,3 m sandig diamikton

Avslut: block eller berg.

Beteckning: BMW185007

Utförare: SGU

Databas-id: BMW185007

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 480 442, E 461 768

0–11,7 m sandig diamikton

Avslut: ej bedömt.

BILAGA 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Tillrinningsområde

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

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

Tillrinningsområdet kan delas upp i primära, sekundära och tertiära delar, bl.a. beroende på om hela eller endast en del av den effektiva nederbörden kan tillföras magasinet.

Primärt tillrinningsområde	Den del av tillrinningsområdet där grundvattenmagasinet (den grundvattenförande formationen) går i dagen och hela eller den helt dominerande delen av den effektiva nederbörden tillförs magasinet.
Sekundärt tillrinningsområde	De delar av tillrinningsområdet utanför grundvattenmagasinet varifrån merparten av den effektiva nederbörden tillförs magasinet.
Tertiärt tillrinningsområde	Del eller de delar av tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin varifrån kontinuerlig ytvattendränering sker och där vanligen endast en mindre del av den effektiva nederbörden tillförs magasinet. Till det tertiära tillrinningsområdet räknas t.ex. markområden ovan eller vid sidan av grundvattenmagasinet, varifrån läckage av vatten till magasinet sker eller bedöms kunna ske under särskilda betingelser (avsänkning av grundvattennivån eller punktering av tätande lager genom markarbeten eller dylikt).

BILAGA 7

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter

Provpunkt	Provtagningsplats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup (m u.m.y)	Omättade zonens mäktighet (m)
20014_2510	Källa	Sand, öppet, utströmningsområde	Skog	0	0
B1	Schaktbrunn	Sand, öppet	Öppen mark/skog	5	0–5
B2	Schaktbrunn	Sand, öppet	Öppen mark/skog	5	0–5
Fagersanna vattentäkt	Kommunal vattentäkt	Sand, öppet	Bebyggelse		

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
20014_2510	2–3	sep 1999 till sep 2005	SGUs databaser	Tidigare regional övervakning, 2 eller 3 analystillfällen per parameter
B1	1	juli 1986	SGUs databaser	
B2	1	juli 1986	SGUs databaser	SGUs vattentäktsarkiv
Fagersanna vattentäkt	Upp till 46	mars 1998 till dec 2018	SGUs databaser	Antal analyser per parameter 9–46 st., undantag PO ₄ 2 st. och färg 1 st.

BILAGA 8

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

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

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

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

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

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

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. 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.