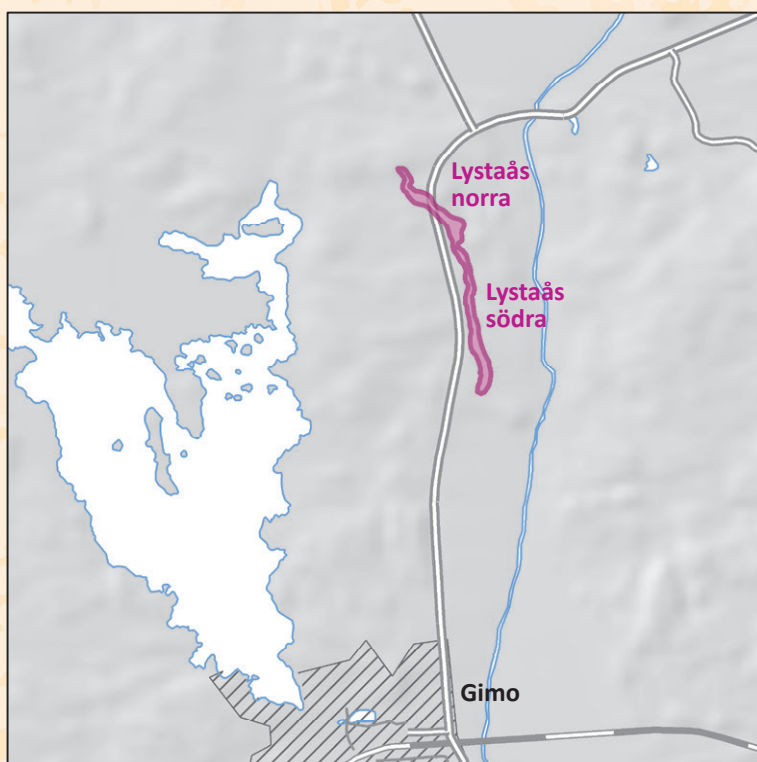


Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra

Paulina Bastviken & Kajsa Bovin



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-462-2

Författare: Paulina Bastviken och Kajsa Bovin
Ansvarig enhetschef: Mats Wallin
Redaktör: Åsa Gierup, SGU och Jeanette Bergman Weihed, Tellurit AB
Utgivningsår: 2020

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

INNEHÅLL

Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	5
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	7
Anslutande ytvattensystem	7
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	9
Uttagsmöjlighet	9
Grundvattnets användning	10
Grundvattnets kvalitet	10
Naturligt förekommande ämnen	12
Mänsklig påverkan	12
Påverkan på akvatiska och terrestra ekosystem	13
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen	13
Referenser	13
Övriga referenser	14

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 LYSTAÅS NORRA OCH LYSTAÅS SÖDRA

Författare: Paulina Bastviken & Kajsa Bovin

Kommun: Östhammar

Län: Uppsala

Vattendistrikt: Norra Östersjön

Databas-id: 250300028 och 250300029

Grundvattenförekomst: WA58803362

Sammanfattning

Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra utgörs av en liten rullstensås som går i nord–sydlig riktning genom byn Lysta, strax norr om orten Gimo. Åsen är en av flera isälvsavlagringar som i området löper på västra sidan av Olandsåns dalgång. Svallning under högsta kustlinjen, efter inlandsisens avsmältning, har gjort att avlagringarna är flacka och delvis överlagras av finsediment.

Grundvattenmagasinet Lystaås norra bedöms vara stabilt vattenförande. Större delar av grundvattenmagasinet Lystaås södra bedöms ligga ovanför grundvattenytan under torra förhållanden. Däremot utesluts inte helt att mindre uttag skulle kunna göras på väl valda platser i Lystaås södra under år med högre grundvattennivåer. I denna rapport redogörs för all information som inhämtats under kartläggningssarbetet, för båda magasinen, men fokus ligger framför allt på att beskriva grundvattenmagasinet Lystaås norra som alltså bedöms vara av störst betydelse för vattenförsörjningen.

Uttagsmöjligheten i Lystaås norra bedöms vara störst i grundvattenmagasinets sydöstra delar och grundvattenbildningen beräknas med viss osäkerhet till strax över 1 l/s. I dag används Lystaås norra som resurs till att försörja det närbelägna samhället Hökhuvud med vatten. Grundvattnet i magasinet Lystaås norra karaktäriseras av höga halter kalcium och hög alkalinitet, vilket är betingat av de kalkrika geologiska förhållandena i området, och vattnet är av en kvalitet som inte behöver behandlas innan distribuering. Enligt Länsstyrelsen i Uppsala län har dock råvattenkontrollen vid vattentäkten påvisat stigande halter av klorid och sulfat, för vilka även utgångspunkter för att vända trend passerats. De stigande halterna bedöms bero på inträngning av djupare liggande salt grundvatten orsakad av överuttag. En hållbar uttagsmängd uppskattas därför ligga i den lägre delen av intervallet 1–5 l/s, under förutsättning att uttaget inte påverkar vattenkvaliteten och att anpassningar görs till rådande grundvattensituation och antalet nödvändiga uttagsbrunnar.

Då grundvattentillgångarna inom regionen generellt är begränsade utgör Lystaås norra, trots sin relativt ringa magasineringsförmåga, en betydelsefull resurs med högt skyddsvärde.

Inledning

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

Undersökningarna har utförts under 2018 inom ramen för SGUs extrasatsning med fokus på områden med risk för brist på grundvatten (projekt-id: 83025). För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

Två grundvattenundersökningar har tidigare gjorts i anslutning till en utbyggnad av vattenförsörjningen för Hökhuvuds samhälle (VIAK 1964 & Scandiaconsult 1983). Hydrogeologin i området har översiktligt beskrivits i skala 1:250 000 i samband med den regionala grundvattenkartläggningen av Uppsala län (Söderholm m.fl. 1983). En översikt av kommunens tillgängliga yt- och grundvattenresurser har sammanställts i en nu aktuell kommunal vattenförsörjningsplan (Kvartär 2016). Jordarterna i området har tidigare kartlagts av SGU (Persson 1985). Under 2018 har en uppdatering av jordartskartan gjorts längs isälvsavlagringarna i området (SGU 2019a).

Befintlig geologisk och hydrogeologisk information, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll, från kommun och myndigheter, privata aktörer och SGUs databaser (bl.a. SGUs brunnsarkiv, vattentäktsarkiv, källarkiv och databaser för grundvattennät och miljöövervakning) har sammanställts. Avstämning har skett mot bedömning i Vatteninformationssystem Sverige, VISS, avseende statusklassning av grundvattenförekomsten Lystaås i förvaltningscykel 3 (2017–2021). Ett urval av lagerföljdsuppgifter har lagrats i SGUs databaser.

Kompletterande undersökningar

Följande kompletterande fältundersökningar har utförts av SGU:

- Georadarmätningar längs en stor del av vägnätet inom kartläggningsområdet.
- Inventering av befintliga grundvattenrör och brunnar inom kartläggningsområdet.
- Jord-bergsondering (av konventionell typ) på fyra ställen inom kartläggningsområdet.

Lägena för mätningarna och ett urval av de borrhningar som gjorts 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 för de två aktuella grundvattenmagasinen har upprättats med den insamlade informationen samt SGUs jordartsdata (SGU 2019a) som grund. I den hydrogeologiska databasen ingår bl.a. information om tillrinningsområden, grundvattenbildning, vattendelare, strömningsriktningar och andra hydrauliska parametrar, samt en bedömning av uttagsmöjligheterna i grundvattenmagasinen. Information om anslutande ytvattensystem lagras också i databasen. Ett urval av denna information redovisas i denna rapport. Övrig information kan fås från SGUs kundtjänst.

Terrängläge och geologisk översikt

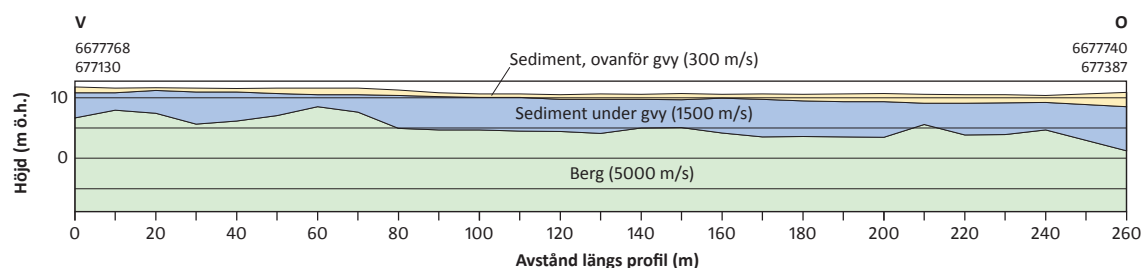
Områdets generella geologiska terräng utgörs av ett flackt moränlandskap under högsta kustlinjen. Landformen domineras av Olandsåns dalgång, där ytvattnet dräneras norrut. I dalgången överlagras moränen av finsediment medan uppstickande bergknallar är vanliga på omgivande höjder. Lösa jordlager med hög vattenförande förmåga är allmänt sällsynt förekommande i området, men längs västra sidan av dalgången löper ett nord-sydligt stråk av isälvsavlagringar. I en av isälvsavlagringarna finns grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra.

Isälvsavlagringen med de två magasinen är ca 1,8 km lång och mellan 15 och 100 m bred. Den går i en svagt böjd, nord-sydlig riktning genom byn Lysta, strax norr om Gimo tätort.

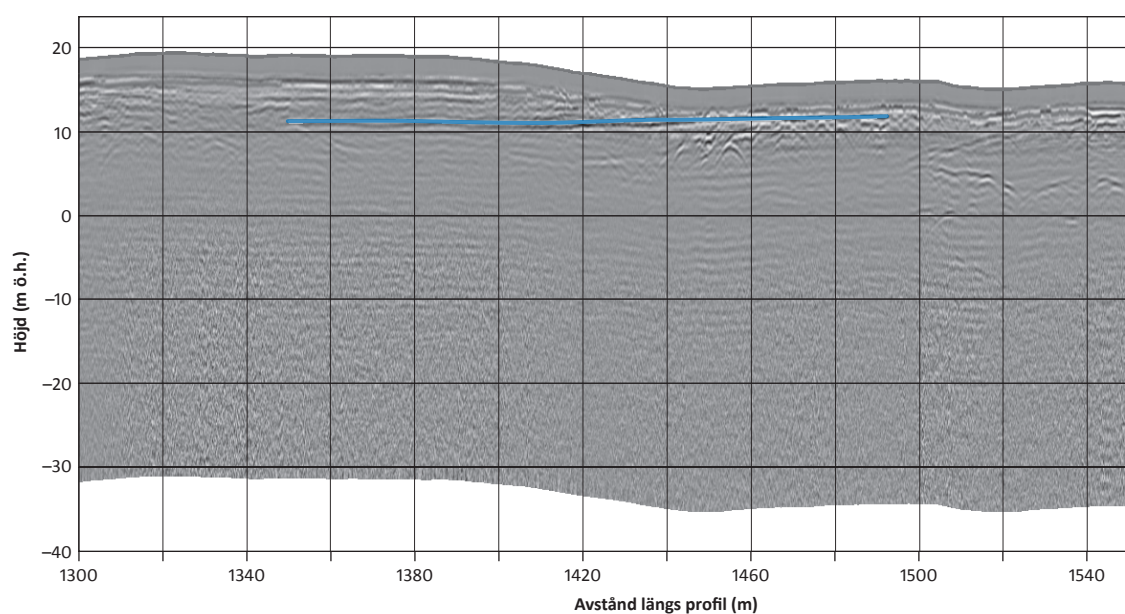
Åsryggen är belägen på en höjd av ca 15–20 m ö.h. och är endast svagt upphöjd över omgivningen. I norr avgränsas avlagringen av berg i dagen medan dess sidor i öst och väst angränsar till sandig morän, bitvis täckt av glaciala finsediment. Gränsen för isälvsaterialets utbredning söderut är bedömd att ligga ca 300 m söder om vägkorsningen i Lysta, eftersom seismikprofil 2 söder om magasinen (fig. 1) och sondering BMW180094 visade en jordprofil av i huvudsak glaciärra (bilaga 1 och 5).

Den dominerande jordarten i åsen är sand och grus i varierande proportioner och jorddjupen är generellt små. Jordlagrens mäktighet bedöms vara störst i norra delen av isälvsavlagringen baserat på en radarregistrerad grundvattenyta på 4–8 m under markytan (fig. 2 och bilaga 1) vid åsens ryggparti, vilket innebär att jorddjupet bör vara större än så. Öster om åschrönet bedöms jorddjupet tunnast ut, baserat på den tidigare borrhningen MLZ2018091704 (bilaga 1 och 5) som visade 1,7 m grusig sand med stopp mot block eller berg (VIAK 1964). Sonderingar i åsens södra delar (BMW190090, BMW190096 och BMW190097, se bilaga 1 och 5) gav information om jorddjup på 2,0–4,5 m och ingen mättad zon. Fyllningsmassor i större mängder förekommer längs åschräckningen på tre ställen där det tidigare gjorts mindre uttag av material.

Berggrunden i området har en ålder av 1,92 till 1,87 miljarder år. Den dominerande bergarten är tonalit–granodiorit som främst består av kvarts, fältspat och glimmer. Bergarten är medelkornig (1–5 mm) och har gnejsig struktur (Stålhös 1991, SGU 2019b).



Figur 1. Seismikprofil 2 visar en jordprofil av i huvudsak lera i området söder om magasinet Lystaås södra.



Figur 2. Radarprofilen R62 visar grundvattenytans läge norr om vattendelaren i augusti 2018.

Hydrogeologisk översikt

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

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

Grundvattenmagasinet Lystaås norra sträcker sig från det uppstickande bergsparti som avgränsar isälvsavlagringen i norr till den fasta vattendelare som åtskiljer magasinen, strax norr om den bäck som skär genom åsen. Vattendelaren utgörs av en svag höjd där isälvsmaterialet i dagen smalnar av till en bredd av ca 15 m. Magasinet är öppet och den huvudsakliga grundvattenströmningen bedöms ha en riktning från norr till söder. Avvattning sker sedan åt öster via ett källflöde mot Olandsån. I södra delen av magasinet, väster om källflödet, registrerades en grundvattenyta vid den radarmätning som utfördes längs med vägen i augusti 2018. Grundvattenytan låg, längs med åsens ryggparti strax norr om vattendelaren, ca 4–8 m under markytan (se fig. 2 och bilaga 1), och ytligare i riktning mot källflödet. Det finns inga borrhningar som verifierar det vattenförande lagrets mäktighet, men utifrån radarmätningen bedöms den mättade zonen uppskattningsvis uppgå till ett par meter.

Grundvattenmagasinet Lystaås Södra

Grundvattenmagasinet Lystaås södra omfattar det område av isälvsavlagringen som sträcker sig från vattendelaren och söderut genom byn Lysta. Utförda sonderingar från det mycket torra året 2018 (BMW190090, BMW190096 och BMW190097) visade inte någon grundvattenyta i isälvsmaterialet. Däremot utesluts inte helt att mindre uttag skulle kunna göras norr och söder om undersökningsplatserna, under förhållanden med högre grundvattennivåer. Längst i söder överlagras grundvattenmagasinet av glaciallera. Utbredningen söderut följer jordartskartans djuplager och sträcker sig ca 300 m söder om väggkorsningen i Lysta. Avvattning av grundvattenmagasinet sker troligen österut mot Olandsån, i norra delen via morän och i södra delen via friktionsmaterial under lera, alternativt täckdikning.

Anslutande ytvattensystem

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

Lystaås norra avvattnas i sin södra del åt öster av ett källutflöde som, via en bäck vid Källgrodan, ansluter till Olandsån vid Hökhuvud. Området vid bäckfåran där källan flödar ut är flackt, och bedömningen är att grundvattenytan, vid höga nivåer, kan ligga marknära över en större areal. Vid fältbesöken hösten 2018 konstaterades att både källan och bäckfåran inom magasinsområdet, som före den varma och nederbördsfattiga sommarsäsongen hade ett tydligt flöde, var torrlagda (fig. 3 och 4). Ytvattensystemet vid Källgrodan tycks alltså stå i nära kontakt med grundvattennivån inom magasinet och ha ett flöde som kan fluktuera mellan säsonger och år. Längre nedstöms övergår bäcken till att rinna på finsediment.



Figur 3. Bäckstart vid Källgrodan 2018-05-15 (till vänster) respektive 2018-10-18 (till höger). Röd linje markerar en rot som är utmärkt för att tydliggöra perspektiven i fotografierna. Foto: Kajsa Bovin, SGU (till vänster) och Paulina Bastviken, SGU (till höger).



Figur 4. Bäckens vid Källgrodan 2018-05-15 (till vänster) respektive 2019-10-18 (till höger). Foto: Kajsa Bovin, SGU.

Grundvattenmagasinet Lystaås södra

Strax söder om vattendelaren i grundvattenmagasinet Lystaås södra finns ett vattendrag som korsar isälvsmaterialen och rinner österut mot Olandsån. I den mån vattenutbyte sker bedöms flödesriktningen vara från vattendraget till grundvattenmagasinet.

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet för Lystaås norra.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	0,043	313,4 mm/år, 9,9 l/s per km ²	0,4
Tertiärt tillrinningsområde	0,293	252,5 mm/år, 8,0 l/s per km ²	0,9**
Bedömd uttagsmöjlighet inom magasinet	1,3 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 40 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

Lystaås norra tillförs vatten i huvudsak från den angränsande moränmark som är belägen mellan uppstickande bergsknallar i nordväst, och genom den nederbörd som faller direkt på avlagringen. Bäckens vid Källgrodan bedöms vara dränerande och bidrar inte till vattenmängden i magasinet.

Grundvattenmagasinet Lystaås södra

Lystaås södra har ett mycket begränsat tillrinningsområde och tillflödet kommer främst från den nederbörd som faller på de ytor där avlagringen går i dagen. Vid torra förhållanden är dock bedömningen att vattnet som tillförs magasinet snabbt dräneras bort, eftersom avlagringen då ligger ovanför grundvattenytan.

Magasinens tillrinningsområden 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 Lystaås norra från primära och tertiära tillrinningsområden redovisas i tabell 1. Eftersom Lystaås södra bedöms ha mycket låg magasineringsförmåga, och till stor del ligga ovanför grundvattenytan under torra förhållanden, redovisas inte någon detaljerad grundvattenbildning.

Uttagsmöjlighet

Den i tabell 1 redovisade uttagsmöjligheten är en grov uppskattning av hur mycket grundvatten som långsiktigt kan utvinna med ett rimligt antal standardmässiga brunnskonstruktioner, fördelade på lämpliga platser inom grundvattenmagasinet Lystaås norra. Eftersom inga hydrogeologiska data kunde samlas in för Lystaås södra under kartläggningssarbetet 2018 görs ingen detaljerad redogörelse för uttagsmängden. Ett antagande om lägsta klass för uttagsmängd, dvs. under 1 l/s, har ansatts för detta magasin. Se bilaga 3 för karta över områdena med de uppskattade uttagsmängderna.

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

Uppskattningen av möjlig uttagsmängd i Lystaås norra har gjorts med stöd av information från en provpumpning som utfördes av VIAK 1963, rapporterad uttagskapacitet för vattentäkten vid Hökhuvud i SGUs vattentäcksarkiv, och beräkningar av grundvattenbildningen. Ingen inducering av ytvatten bedöms förekomma inom magasinet.

Den provpumpning som utfördes av VIAK 1963, i den uttagspunkt i Lystaås norra som senare kom att bli vattentäkt för Hökhuvuds samhälle, visade en stabil avsänkning på 1,2 m när 1,75 l/s pumpades ur brunnen. Denna avsänkning var konstant under provpumpningens 18 dagar. När pumpningen avslutades återkom ursprunglig grundvattennivå inom ett dygn (VIAK 1964).

I den kommunala vattentäkten som ger vatten till det närliggande samhället Hökhuvud finns en maximal uttagskapacitet på 100 m³ per dygn (1,15 l/s) registrerad i SGUs vattentäcksarkiv (SGU 2019c).

Vid beräkning av naturlig grundvattenbildning för grundvattenmagasinet Lystaås norra har 40 procent av nederbörden som faller inom det tertiära tillrinningsområdet antagits infiltrera i magasinet. En sådan hög procentsats motiveras av områdets topografi och moränens höga sandhalt. Det tertiära tillrinningsområdet bedöms också bidra med den största delen av grundvattentillgången i magasinet, eftersom ytan av det primära tillrinningsområdet inte är så stor. Den totala grundvattenbildningen beräknades utifrån dessa antaganden, med viss osäkerhet, till 1,3 l/s. Magasinet är dessutom litet till sin storlek, med relativt snabbreagerande grundvattennivåer som följd, och beläget i en region där relik havsvatten förekommer i berggrunden. En möjlig uttagsmängd uppskattas därmed till den lägre delen av intervallet 1–5 l/s, under förutsättning att uttaget inte påverkar vattenkvaliten i magasinet och att anpassningar görs till rådande grundvattensituation och antalet nödvändiga uttagsbrunnar. Utagsmöjligheterna bedöms vara bäst i magasinets sydöstra delar.

Möjligheten till konstgjord grundvattenbildning inom Lystaås norra bedöms vara begränsad på grund av magasinets ringa utbredning och mäktighet.

Grundvattnets användning

En beskrivning av grundvattnets användning i magasinen vid Lystaås har begränsats till att enbart omfatta grundvattenmagasinet Lystaås norra, eftersom grundvattenmagasinet Lystaås södra inte används.

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

Inom magasinet Lystaås norra finns i närheten av källflödet vid Källgrodan en kommunal vattentäkt som ger vatten till det närliggande samhället Hökhuvud. Enligt uppgifter inrapporterade till SGUs vattentäcksarkiv (SGU 2019c) var 2014 medeluttaget 16,5 m³ per dygn (0,19 l/s) och maxuttaget 33 m³ per dygn (0,38 l/s). Den maximala uttagskapaciteten för vattentäkten är 100 m³ per dygn (1,15 l/s) och antalet anslutna är ca 100 personer. Vattentäkten saknar vattendom och vattenskyddsområde. Enligt Länsstyrelsen i Uppsala län har VA-huvudman bekräftat att uttagsmängder från vattentäkten ökat (VISS 2020).

Grundvattnets kvalitet

En beskrivning av grundvattnets kvalitet i magasinen vid Lystaås har begränsats till att enbart omfatta Lystaås norra, då dataunderlag saknas i Lystaås södra.

Grundvattenmagasinet Lystaås norra

För att beskriva grundvattnets kvalitet i grundvattenmagasinet Lystaås norra har relevanta grundvattenkemiska data i SGUs databaser, från tidigare undersökningar inom magasinet, sammanställts och tolkats. Tillgängliga data var två vattenanalyser inrapporterade 2002 och 2016 till SGUs vattentäcksarkiv (SGU 2019d) från den kommunala vattentäkten i Lystaås norra

(provpunkts-ID 4494), och information i en grundvattenkemisk utredning (VIAK 1964). Underlaget är därför geografiskt begränsat men ändamålsenligt, eftersom Lystaås norra är ett litet magasin och kommunala vattentäkter som provtagningsplatstyp generellt kan betraktas representera stora upptagningsytor.

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Båda tillgängliga provtagningarna (2002

Tabell 2. Sammanställning av samtliga tillgängliga analysresultat på uttagna prover från grundvattenmagasinet Lystaås norra. För mer information om respektive provpunkt och referenser kopplade till denna, hänvisas till bilaga 1, 5 och 8. Sammanställningen följer i tillämpliga delar klassindelningen i SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013) och redovisningen har färgkodats därefter (Klass 1 = blå, Klass 2 = grön, Klass 3 = gul, Klass 4 = orange, Klass 5 = röd). Klassindelningens innebörd skiljer sig åt mellan parametrar. Höga halter representeras i regel av högre klasser, men undantag finns (t.ex. för parametern alkalinitet).

Parameter	Enhet	4494 2002-05-29	4494 2016-02-10
Temperatur	T	6,5	
pH		7,4	7,8
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	260	290
Syre	mg/l		
Kalcium	mg/l	93	110
Kalium	mg/l	2	2
Magnesium	mg/l	3,7	4,4
Natrium	mg/l	19	25
Totalhårdhet	dH	14	16
COD _{Mn}	mg O ₂ /l	4,5	4,3
Färg	mg Pt/l	20	10
Turbiditet	FNU	0,11	0,32
Klorid	mg/l	30	36
Konduktivitet	mS/m	57	61
Sulfat	mg/l	16	30
Ammonium	mg/l	<0,01	<0,02
Ammoniumkväve	mg/l	<0,01	
Nitrat	mg/l	5,8	1,8
Nitrit	mg/l	<0,003	<0,01
Aluminium	mg/l	<0,02	<0,03
Järn	mg/l	<0,05	<0,02
Mangan	mg/l	<0,02	<0,02
Atimon	µg/l	<1	
Arsenik	µg/l	0,4	
Uran	µg/l		9
Barium	µg/l	32	
Bly	µg/l	0,3	
Kadmium	µg/l	0,02	
Kvicksilver	µg/l	<0,1	
Koppar	mg/l	0,02/0,01	<0,02
Krom	µg/l	1,6	
Nickel	µg/l	0,4	
Selen	µg/l	<1	
Silver	µg/l	<1	
Zink	mg/l	0,005	
Bor	mg/l	0,027	
Fluorid	mg/l	0,1	
Fosfat	mg/l	0,006	
Fosfatfosfor	mg/l	0,002	

och 2016) vid vattentäkten i Lystaås norra omfattade analys av standardmässiga grundvattenkemiska parametrar, men 2002 utfördes även en analys av miljögifter såsom tungmetaller, bekämpningsmedel, fenoler, polyaromatiska föreningar, tensider och petroleumprodukter. Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 8, men eftersom provpunkten utgörs av en kommunal vattentäkt redovisas av sekretesskäl inte platsens geografiska läge. En allmän beskrivning av centrala grundvattenkemiska parametrar och processer ges i bilaga 9. Mikrobiologiska analysparametrar har inte beaktats.

Tolkningen av grundvattnets kemiska karaktär i magasinet Lystaås norra, 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

Analysresultaten från vattentäkten i Lystaås norra, som redovisas i tabell 2, uppvisar en kemisk karaktär på grundvattnet som avspeglar de kalkrika jordlagren i området. Vattnet har hög alkalinitet och är rikt på löst kalcium.

Den kemiska syreförbrukningen (COD_{Mn}) är enligt analyserna hög, vilket tyder på att lösta organiska ämnen förekommer i vattnet. Mängden större organiska partiklar tycks däremot vara begränsad utifrån vattnets svaga till måttliga färg och låga turbiditet. Gällande förutsättningen för nedbrytning av organiska ämnen och partiklar, så indikerar den låga järn- och manganhalten, tillsammans med en hög koncentration av sulfat, en hög redoxpotential. En hög redoxpotential innebär att vattnet är väl syresatt och att förutsättningarna för att organiska föreningar ska brytas ner är goda, även utan behandlingsprocess. Att distribuering av vatten från magasinet kan ske utan beredning var också slutsatsen i en utredning gjord av VIAK (1964).

Halterna av oorganiska ämnen (flourid, fosfat och bor) och radioaktivt uran är enligt vattenanalyserna låga.

Mänsklig påverkan

I den kustnära geografiska region som Lystaås norra tillhör, förekommer naturligt höga halter av salter i djupt liggande relikthavsvatten i berggrund och jordlager. Även halkbekämpning av vägar kan tillföra salter till grundvattnet, som därefter sjunker i vattenprofilen på grund av högre densitet. Stigande halter av salter (klorid, konduktivitet och sulfat) kan observeras mellan provtagningstillfällena, tabell 2. I de analysdata Länsstyrelsen i Uppsala län använt för status- och riskbedömning har utgångspunkten för att vända trend passerats för ämnena sulfat och klorid i grundvattenförekomsten Lystaås (Id-nummer WA58803362). Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) har Länsstyrelsen i Uppsala län angett att de höga salthalterna beror på ett överuttag av grundvatten vid vattentäkten (VISS 2020). Grundvattenförekomsten Lystaås är, på grund av denna påverkan, för närvarande (2020) bedömd att ha otillfredställande kvantitativ status och ligga i risk att inte uppnå god status gällande både kvantitet och kemi till 2027. Bedömningarna är klassificerade till att ha hög tillförlitlighet och VA-huvudman har bekräftat ökade uttagsmängder (VISS 2020).

Vid provtagningen 2002 visade analysresultaten en något förhöjd nitrathalt som skulle kunna indikera mänsklig påverkan, men vid provtagningen 2016 återgick koncentrationen till en halt som var normal för skogsmark.

Analysen av miljögifter vid vattentäkten 2002, innefattande tungmetaller, bekämpningsmedel, fenoler, polyaromatiska föreningar, tensider och petroleumprodukter, visade inga halter av dessa ämnen över rapporteringsgräns. Tolkningen av den höga tillståndsklassen som kvicksilver hamnar i begränsas av en hög angiven rapporteringsgräns.

Påverkan på akvatiska och terrestra ekosystem

Källmiljön vid Källgrodan är beroende av utströmmande grundvatten från Lystaås norra och källans ekosystem kan påverkas negativt vid låga grundvattennivåer eller förändrad grundvattenkemi.

Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinen

Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra ligger i den del av Sverige där grundvattenbildningen i grov jord bedöms minska med 0–5 procent som en följd av klimatiförändringarna (Rodhe 2009). Dessutom kan grundvattennivåernas variation över året komma att ändras i och med en sannolikt förkortad period med snötäcke på vintern och en förlängd vegetationsperiod under sommarhalvåret (SGU 2015).

I grundvattenmagasinet Lystaås norra, som används inom den allmänna vattenförsörjningen, förekommer redan i dag förhöjda salthalter i grundvattnet på grund av ohållbara uttag. Med kommande klimatiförändringar kan det finnas risk för en större påverkan på grundvattnet och det är därför extra viktigt att grundvattennivåer och salthalter övervakas löpande.

Referenser

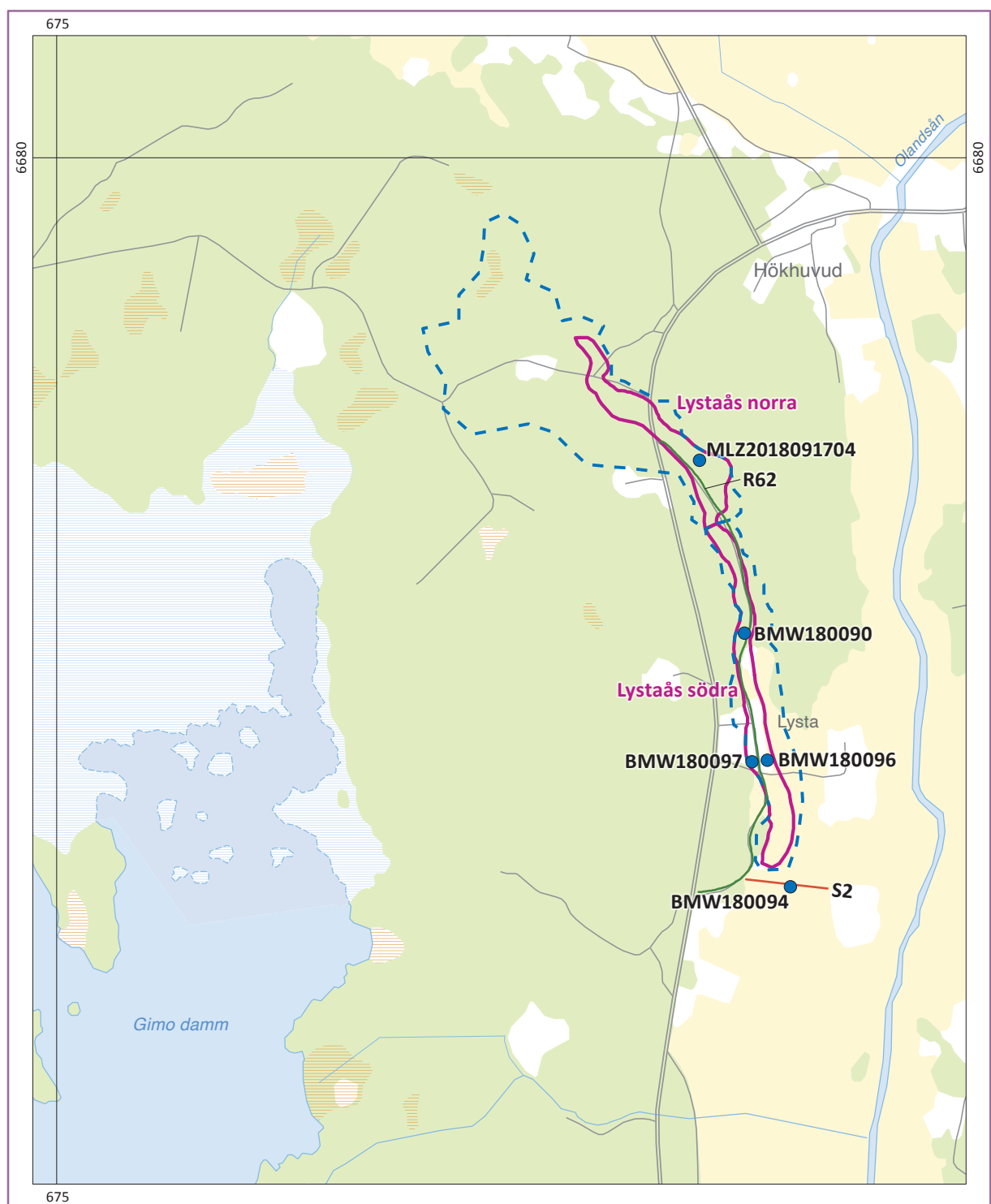
- Kvartär, 2018: Östhammars kommun. Vattenförsörjningsplan. Rapport, Gästrike Vatten AB, 98 s.
- Länsstyrelsen, 2020: VISS, Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsen.
<viss.lansstyrelsen.se> Åtkommen 2020-05-25.
- Persson, C., 1985: Beskrivning till jordartskartan 12I Östhammar NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 73*, 66 s.
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjor­dar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, *Report Series A No. 66*, 20 s.
- Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: *Grundvattennivåer i ett förändrat klimat*. Slutrapport från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 31 s.
- Scandiaconsult, 1983: Östhammars kommun. Gimo vattenförsörjning. PM angående utförande av reservvattentäkt. 1983-11-10. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10106, 8 s.
- SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- SGU, 2015: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. *SGU-rapport 2015:19*. Sveriges geologiska undersökning, 26 s.
- SGU, 2019a: Jordarter – databas 1:50 000, Östhammars kommun, Lystaås. 2019.
- SGU, 2019b: Berggrund – databas 1:50 000, Östhammars kommun, Lystaås. 2019.
- SGU, 2019c: Vattentäktsarkivet – databas, Östhammars kommun, Lystaås. 2019.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO med sammanfattande översikt av basiska gångar, metamorfos och tektonik i östra Mellansverige. *Sveriges geologiska undersökning Af 161*, 166, 169, 172, 249 s.
- Söderholm, H., Müllern, C.-F. & Engqvist, P., 1983: Hydrogeologisk karta över Uppsala län med berggrundskarta. *Sveriges geologiska undersökning Ah 5*.
- VIAK, 1964: Redogörelse för undersökningar avseende vattenförsörjningen inom Hökhuvuds samhälle, Östhammars stad. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 1468, 17 s.

Övriga referenser

- Orrje & Co, Scandiakonsult, 1980: Översiktlig utredning avseende vattenförsörjningen inom Östhammars kommun. Uppdragsnummer: 52.0918-65. 1980-02-15. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10085, 81 s.
- Scandiakonsult, 1978: Översiktlig utredning avseende vattenförsörjningen inom Östhammars kommun, skede 1. Uppdragsnummer 52.0918-55, 1978-05-03. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 10112, 40 s.

BILAGA 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinen



- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
Stratigraphic information is available (appendix 5)
- Seismikprofil
Seismic investigation
- Georadarprofil
Ground penetrating radar investigation
- Grundvattenmagasinets avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- - - Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area

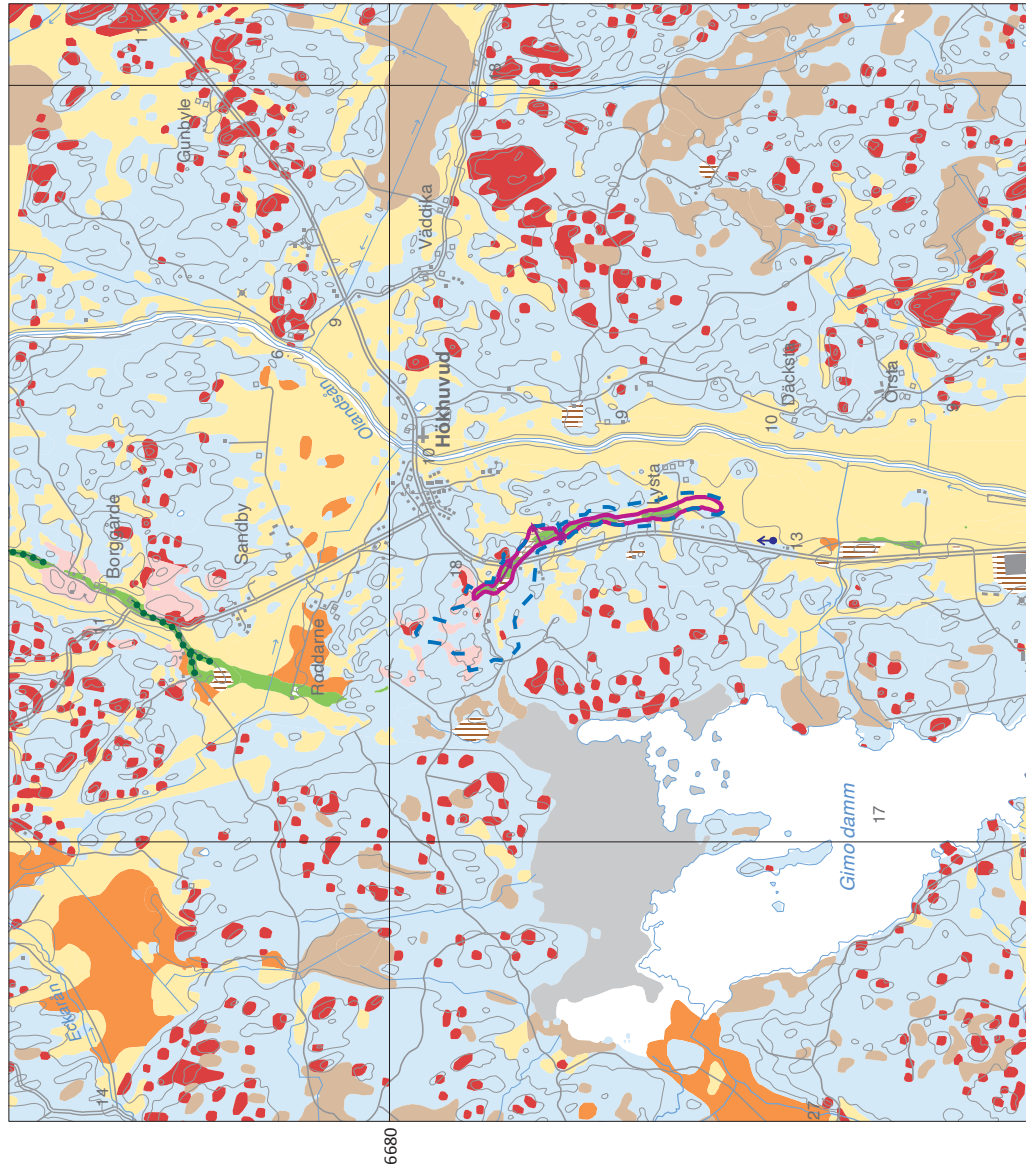
0 1000 m

Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra

Bilaga 2. Grundvattenmagasin

K 655

SGU
Sveriges
geologiska
undersökning



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



Skala 1:50 000

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

Huvudkontor/Head Office:

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

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

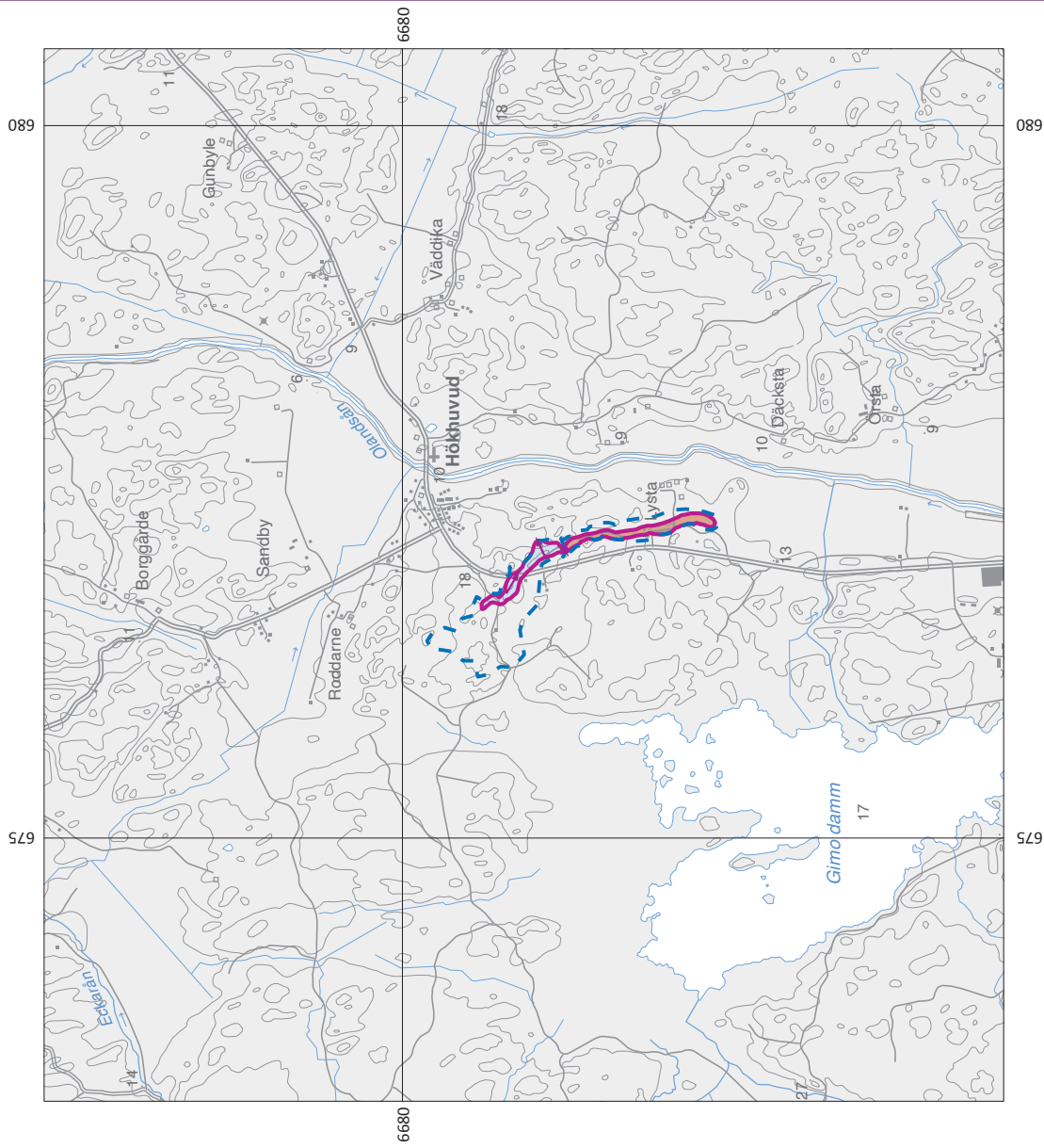
Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra

K 655

Bilaga 3. Bedömda uttagsmöjligheter



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- Fast grundvattendelare
Fixed groundwater divide in Quaternary deposits
- Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area
- Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet <1 l/s
Estimated exploitation potential in the order of <1 l/s
- Bedömd uttagsmöjlighet ur grundvattenmagasinet 1-5 l/s
Estimated exploitation potential in the order of 1-5 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

Grundvattenmagasinen Lystaås norra och Lystaås södra

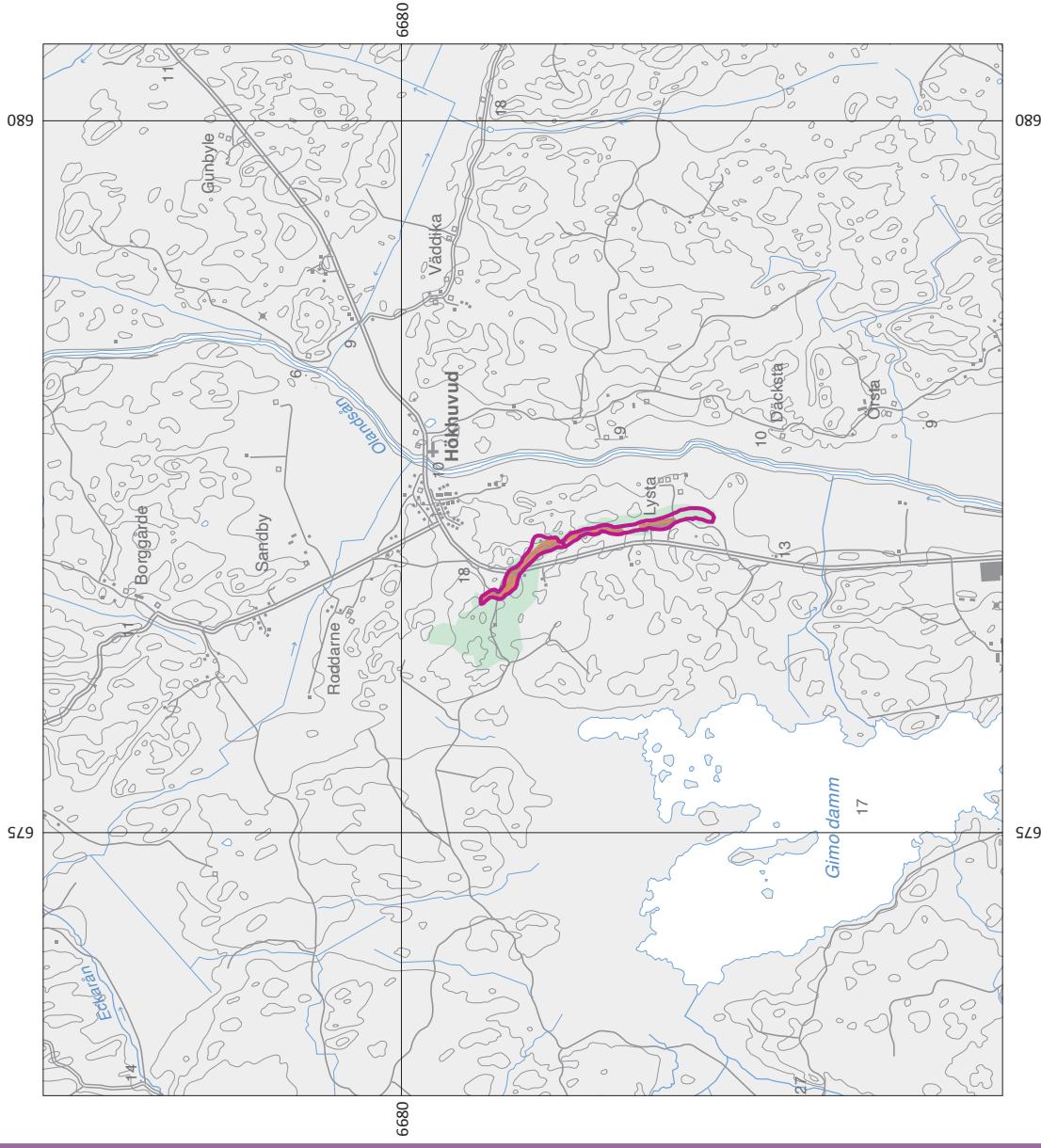
K 655

Bilaga 4. Tillrinningsområden



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

För förklaring av tillrinningsområden se bilaga 6.



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



Huvudkontor/Head Office:

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

BILAGA 5

Exempel på lagerföljder

Koordinater i SWEREF 99TM

Namn: BMW180090

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180090

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 678 529, E 677 128

0–2 m grusig sand

Avslut i berg.

Namn: BMW180094

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180094

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 677 744, E 677 271

0–2,0 m lera

2,0–4,0 m glacial lera

4,0–5,1 m något grusig lera

Avslut i block eller berg.

Namn: BMW180096

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180096

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 678 136, E 677 199

0–4,5 m stenigt grus

Avslut sannolikt i berg.

Namn: BMW180097

Utförare: SGU

Databas-id: BMW180097

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 678 131, E 677 152

0–2 m sand

2–4 m stenigt grus

Avslut ej bedömt.

Namn: Rb 4/63

Utförare: VIAK

Databas-id: MLZ2018091704

Typ: Rödrivning, rör uppdraget

Koordinater: N 6 679 064, E 676 989

0–1,7 m grusig sand

Avslut i block eller berg.

BILAGA 6

Primära, sekundära och tertiära tillrinningsområden

Tillrinningsområde

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

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

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

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

BILAGA 7

Övergripande förutsättningar avseende provpunkter och analyser.

Grundläggande information avseende aktuella provpunkter.

Provpunkts-id	Provtagnings-plats	Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	Markanvändning	Intagsdjup prov (m u.m.y.)	Omättade zonens mäktighet (m)
4494	Kommunal vattentäkt	Sand, öppna förhållanden, utströmningsområde	Skog	-	0–5

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt.

Provpunkts-id	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
4494	2	2002-05-29 2016-02-10	SGUs interna databaser	Varierande parameteruppsättning och rapporteringsgränser

BILAGA 8

Allmän beskrivning av grundvattnets kemiska sammansättning

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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