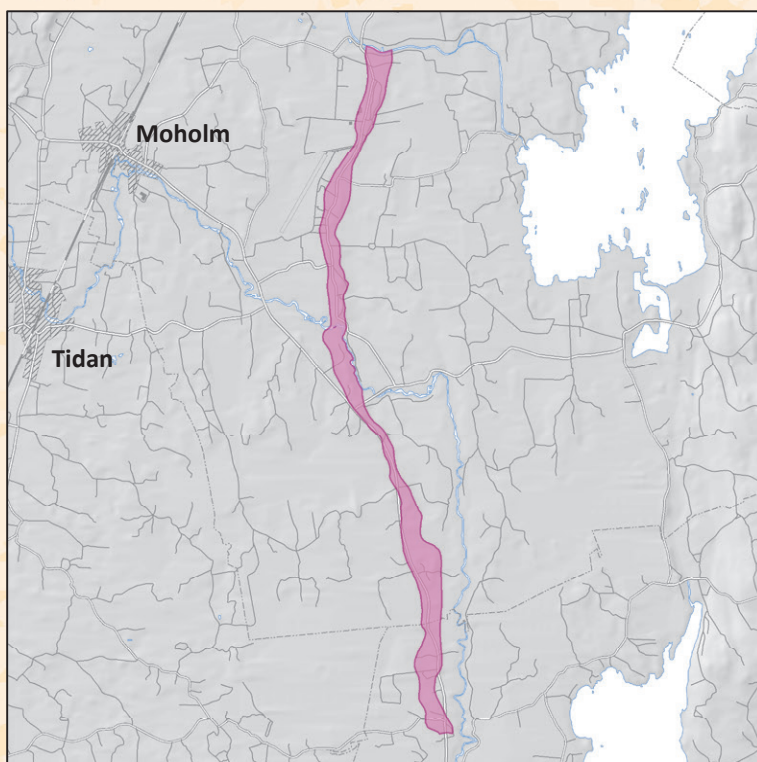


Grundvattenmagasinet Lokaåsen Lagerfors

Lars-Ove Lång & Åsa Lindh



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-89421-08-0

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 Lokaåsen Lagerfors	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Underlag	4
Terrängläge och geologisk översikt	5
Hydrogeologisk översikt	7
Anslutande ytvattensystem	7
Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning	8
Uttagsmöjlighet	8
Grundvattnets användning	8
Grundvattnets kvalitet	9
Klimatförändring och effekten på grundvattenmagasinet	11
Referenser	11

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 LOKAÅSEN LAGERFORS

Författare: Lars-Ove Lång & Åsa Lindh

Kommun: Töreboda och Tibro

Län: Västra Götaland

Vattendistrikt: Västerhavet

Databas-id: 240900003

Grundvattenförekomst: Magasinet är ytmässigt en del av WA85147216 och WA30467056

Sammanfattning

Grundvattenmagasinet Lokaåsen Lagerfors är avgränsat inom en del av Lokaåsens sträckning från Vassbacken vid Göta kanal i norr, till drygt 1 km norr om Hönsa i söder. Den totala sträckningen är ca 15 km och ligger norr om Tibro. Åsens bredd är oftast mellan 200 och 500 m. Under Göta kanal längst i norr finns en grundvattenströmning mot söder till magasinet Lokaåsen Lagerfors från grundvattenmagasinet Lokaåsen Töreboda. Inom hela den norra delen av magasinet har grundvattnet en sydlig strömningsriktning. Vid Möckeltorp skär ån Tidån av grundvattenflödet i åsen. Till grund för bedömning av uttagsmöjligheterna ligger den mättade zonens uppskattade djup, åsens sammansättning, dräneringsförhållandena och möjligheterna till naturlig grundvattenbildning. Uttagsmöjligheterna bedöms vara störst i den norra delen av magasinet och antas ligga i den övre delen av intervallet 5–25 l/s. Den kan vara högre vid god hydraulisk kontakt under Göta kanal. Söder om Möckeltorp bedöms uttagsmöjligheterna variera, men underskrida 5 l/s.

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 borrhningar under ledning av Björn Wiberg, och för de geofysiska undersökningarna ansvarade Johan Söderman. För kompletterande information om arbetsmetoder hänvisas till SGUs kundtjänst.

Underlag

Tidigare undersökningar

Undersökningar avseende grundvattenförhållanden har utförts av VIAK (1954, 1963) och VIAK AB (1978). Befintlig geologisk och hydrogeologisk information från SGU, t.ex. kartor, utredningar och analysprotokoll (bl.a. SGUs brunnarsarkiv, Vattentäktsarkivet, källarkiv och databaser för grundvattennät och miljöövervakning) har använts vid sammanställningen. Bland underlagen ingår den hydrogeologiska översiktskartan (Wikner m.fl. 1991). Grundvattenmagasinet ingår ytmässigt inom båda grundvattenförekomsterna WA85147216 och WA30467056, som är avgränsade i Vatteninformationssystem Sverige, VISS (Länsstyrelsen 2020). Grundvattenförekomsterna kommer att föreslås bli justerade i VISS, så att förekomsternas avgränsningar blir desamma som magasinets.

Kompletterande undersökningar

Följande kompletterande fältundersökningar har utförts av SGU:

- Seismisk refraktionsmätning längs tre 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 två platser.

Lägena för de seismiska mätningarna och de borrhningar som utförts under fältarbetena visas i bilaga 1. Lagerföljder från dessa två 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 Lokaåsen Lagerfors inryms i Lokaåsen och har avgränsats i norr vid Göta kanal, där grundvattenmagasinet Lokaåsen Töreboda (Lång & Lindh 2021a) tar vid mot norr. I söder avgränsas magasinet till grundvattenmagasinet Tibro (Lång & Lindh 2021b) vid en rörlig vattendelare drygt 1 km norr om Hönsa. Grundvattenmagasinet Lokaåsen Lagerfors är 15 km långt och utsträckt i nord–syddlig riktning. Hela magasinet ligger under nivån för den högsta kustlinjen efter en senaste nedisningen. Lokaåsen är inom det avgränsade magasinet oftast tydligt framträdande. Undantag är i den sydligaste delen. I detta område täcks åsen delvis av andra jordarter. Dessa är lera, postglacial sand och torv, vilka också i varierande grad kan överlagra varandra ovanpå åsen. Beskrivningen i följande avsnitt av de jordartsgeologiska förhållandena utmed magasinet sker från norr.

Vid Vassbacken söder om Göta kanal framgår i VIAK AB (1978) att sand och grus förekommer till 14,5 m. Borrhningen avbröts innan block eller berg nåddes. Den seismiska profilen S5_83024_18_8181 (bilaga 1) är utsträckt inom åsen i nordnordvästlig till sydsydöstlig riktning. Jorddjupet anges vara ca 20–30 m, men resultaten är svårtolkade vad gäller jordartsfördelning på djupet.

Borrhningen BMW 185010 utfördes något längre söderut än profilen. Borrhningen är gjord i en grustäkt öster om åschrönet. Den visar att 3 m sand överlagrar 12 m lera på berg. Resultaten indikerar att åsen varit kraftigt svallad inom detta parti, och att sand och grus har omlagrats.

I åsen vid Mockeltorp finns i tre borrhningar i SGUs brunnarsarkiv uppgifter om sand och grus till 18,5 m, 21 m respektive 21 m ovanpå berg. Dessa brunnar ligger i anslutning till åschrönet och lagerföljderna tyder på att det finns en god kontinuitet i åsen inom detta avsnitt. Vid Mockeltorp och 1 km norrut visar flera borrhningar i SGUs brunnarsarkiv ca 10 m djup på sand- och gruslagren. Dessa borrhningar är dock utförda utmed åsens sidor, vilket innebär att åsens totala djup kan vara betydligt större.

I en undersökning av grundvattenförhållandena placerade VIAK (1963) ut 19 observationsrör på sträckan från Göta kanal till Mockeltorp. Rördjupen varierar och vissa av borrhningarna



Figur 1. Öster om åsen sydsydväst om Lagerfors. Vägen följer åsens utsträckning mot norr. SGU utförde här där den seismiska profilen S6_83024_18_8181 samt sondering BMW185018. Foto: Åsa Lindh, SGU.

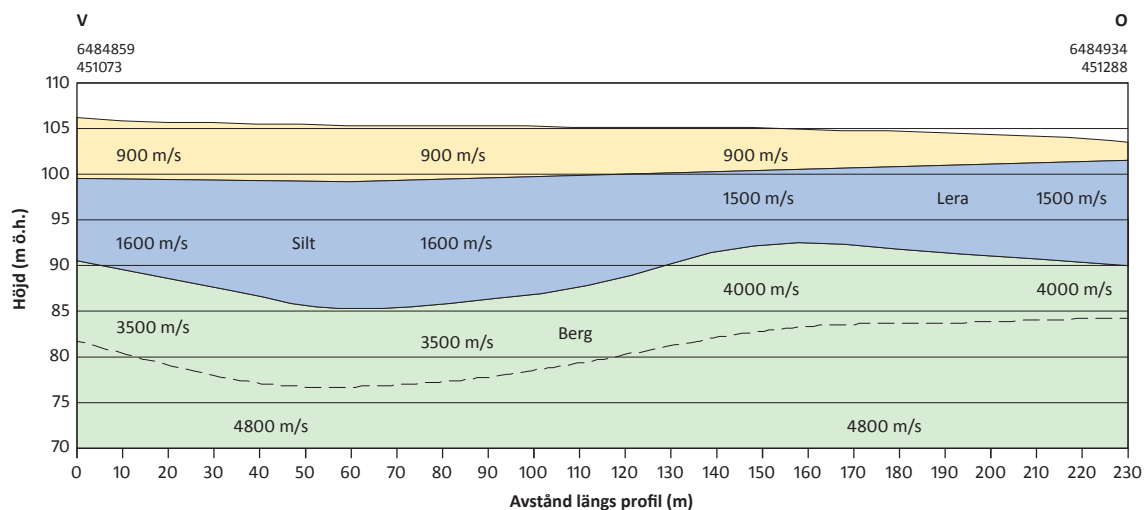
nådde inte fast botten. Generellt visar dessa borrhningar att åsen är mäktigare längst i norr än i söder vid Möckeltorp.

Vid en vattentäcksundersökning av VIAK (1954) installerades bl.a. flera rör i åsen väster om Lagerfors. I samtliga fem rör inom magasinigränsen konstateras förekomst av sand eller grus. Borrhningarna är mellan 5 och 12 m djupa och når inte fast berg. I två av dessa borrhningar täcks sand eller grus av lera.

Den seismiska profilen S6_83024_18_8181 (bilaga 1) utfördes sydsydväst om Lagerfors. Den är utlagd utmed åskantens fot (fig. 1). Jorddjupet är litet, 7–10 m. Profilen är svårtolkad, men bedömningen är att det förekommer finkornig jord och att det är därför som åsen inte kan spåras i profilen. En sondering med beteckning BMW185018 utfördes av SGU på samma plats. Resultatet av borrhningen kan sammanfattas med att 3 m finsand finns ovanpå 8 m silt med lerinslag. Därunder finns 1,5 m friktionsjord på berg. Båda undersökningarna visar att åsen i området söder om Lagerfors inte har någon utbredning i öster utanför själva åsryggen.

Vid Åkullamossen finns stora grustäcker. Åsens mäktighet inom denna del av magasinet är inte känd. I detta område finns en brunnborrning i SGUs brunnarsarkiv på 9 m jord med bedömningen lera och grus. Den seismiska profilen S16_1107801_05 (fig. 2 och bilaga 1) vid Västerhönsa visar på finkornig sammansättning hos jordlagren. Åsens kontinuitet i den södra delen av magasinet bedöms vara klart begränsad.

Vid magasinet Lokaåsen Lagerfors består berggrunden av gråröda gnejsiga graniter, där gnejsigheten är veckade efter öst–västliga veckaxlar. Ett flertal deformationszoner löper i nord–sydliga och nordnordostliga till sydsydvästliga riktningar i Tidans dalgång, och magasinet följer åtminstone delvis dessa (Ulf Bergström, SGU, muntlig kommunikation 2020-10-09).



Figur 2. Den seismiska profilen S16_1107801_05 vid Västerhönsa. Gul färg innebär torra förhållanden i marken (omättad zon), medan blå färg visar var grundvattnet förekommer (mättad zon).

Hydrogeologisk översikt

Grundvattnets strömningsriktning i åsen är mot söder från Vassbacken till Möckeltorp, där Tidan rinner in i magasinet. Strömningsriktningen har dokumenterats av VIAK (1963), som med mätningar i ett antal observationsrör visar att grundvattennivån sjunker söderut från ca 93 m ö.h. vid Vassbacken. Senare mätningar vid Möckeltorp norr om Tidan visar nivåer på ca 87 m ö.h. Tidans nivå är ca 85 m ö.h. och är delvis avskärmande för grundvattenströmningen. Det innebär också att det sker en strömning mot norr till Tidan inom en ca 5 km lång sträcka från Åkullamossen, där en rörlig grundvattendelare bedöms finnas. Grundvattenströmningen i den södra flacka delen är inte klarlagd men antas i huvudsak vara sydlig, till den bäck som korsar åsen från väster ca 200 m norr om Västerhönsa. Till denna bäck sker en nordlig strömning från grundvattenmagasinets sydgräns som utgör en rörlig grundvattendelare.

VIAK (1963) kommenterar för den norra delen att leriga sediment utmed åsens sidor medför att grundvattennivån innesluts och ligger högre än i omgivande slättområden.

Från Göta kanal till Möckeltorp vid Tidan är grundvattennivån relativt jämn och svagt sluttande mot söder. Variationen i den omättade zonens mäktighet i denna del av åsen beror på åsens lokala höjd. I den södra delen kan den omättade zonen antas motsvara höjdskillnaden mellan åsens överyta och nivån för omgivande flacka ytor. Den är oftast några få meter, men över 10 m förekommer också.

Den mättade zonen bedöms vara som störst längst i norr. I detta område täcks åsen delvis av finsediment och 20 m mättad zon förekommer. I åsens fortsatta utsträckning mot söder bedöms den mättade zonen till 10–15 m, för att vid Möckeltorp vara ca 5 m (VIAK 1963). Utmed sträckan Lagerfors till magasinets sydgräns antas den mättade zonen i åsen vanligen vara mindre än 10 m.

Anslutande ytvattensystem

Tidan skär genom åsen vid Möckeltorp och rinner inne i magasinet söderut ner till Lagerfors. Tidan är dränerande för grundvattenmagasinet. Det finns fyra bäckar som rinner från väster till öster och ansluter till Tidan genom magasinet. Bäckarna rinner vid passagen genom maga-

sinet i på torv, svallsediment och delvis lera men har sannolikt mycket begränsad kontakt med magasinet. Den bäck som rinner längst i söder av dessa är mest nedskuren och kan eventuellt dränera magasinet.

Tillrinningsområde och naturlig grundvattenbildning

Grundvattenmagasinet tillförs vatten dels från den nederbörd som faller på avlagringen, dels genom tillrinning från omgivande berg- och moränterräng. Grundvattenmagasinets 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.

Utmärkande är det stora tertiära tillrinningsområdet i sydväst. Det dräneras av flera bäckar som rinner genom magasinet, men på jordlager som till allra största delen antas hindra infiltration till magasinet. Utifrån dessa förhållanden antas en mycket låg andel på endast 2 procent av den effektiva nederbörden nå magasinet.

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 magasinet. Till grund för bedömning av uttagsmöjligheterna ligger den mättade zonens uppskattade djup, åsens sammansättning, dräneringsförhållandena och möjligheterna till naturlig grundvattenbildning.

Vid Vassbacken utfördes provpumpning med 17 l/s (VIAK 1963). Avsänkningen var 0,4 m vid uttagsplatsen vid fortvarighetstillstånd, och ingen riktningsförändring i det södergående grundvattenflödet konstaterades. Hur stort tillskott i strömning som kan komma från åsen under Göta kanal är inte klarlagt. Under Göta kanal finns 2–3 m lera ovanpå den underliggande åsen.

VIAK (1954) genomförde en provpumpning vid Möckeltorp med ett uttag på 3,7 l/s. Grundvattennivåerna i närheten påverkades inte, eller endast obetydligt, av den uttagna vattenmängden. Uttagsmöjligheterna på platsen överskrider betydligt uttaget vid denna provpumpning.

Uttagsmöjligheterna bedöms ligga i den övre delen av intervallet 5–25 l/s från Vassbacken till Möckeltorp, med högst uttagsmöjlighet i norra delen. Med ett betydande flöde under Göta kanal kan 25 l/s överskridas. Grundvattenflödet från norr i åsen (från grundvattenmagasinet Lokaåsen Töreboda och under Göta kanal) dräneras till största delen av Tidan vid Möckeltorp. Från Möckeltorp till den södra magasinsgränsen är den tillgängliga grundvattentillgången betydligt lägre. Mäktigheten hos den mättade zonen är mindre och sammansättningen av jordlagren som kan antas tillhöra åsen är finkornigare än i norra delen av magasinet. Dessutom är ytan för naturlig grundvattenbildning liten. Den sammanvägda bedömningen är att uttagsmöjligheterna därför inte överskrider 5 l/s, men den är sannolikt mycket varierande inom denna del av magasinet.

Grundvattnets användning

Två kommunala vattentäkter finns inom magasinet. Längst i norr sker uttag för samhället Moholm på ca 5 l/s. Uttaget i Lagerfors vattentäkt är under 0,2 l/s. Inom magasinet sker också uttag för enskild vattenförsörjning.

Tabell 1. Tillrinningsområden, grundvattenbildning och bedömd uttagsmöjlighet.

	Yta (km ²)	Effektiv nederbörd *	Naturlig grundvattenbildning (l/s)
Primärt tillrinningsområde	5,58	267 mm/år 8,5 l/s per km ²	47
Sekundärt tillrinningsområde	0,20	204 mm/år 6,5 l/s per km ²	1,3
Tertiärt tillrinningsområde **	16,9	178 mm/år 5,6 l/s per km ²	2**
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 2 % av effektiv nederbörd infiltrerar i magasinet.

Grundvattnets kvalitet

Grundvattenkemiska data redovisas i tabell 2. Tabellen följer i tillämpliga delar SGUs ”Bedömningsgrunder för grundvatten” (SGU 2013). Resultat från sex provpunkter ingår och redovisas från norr till söder i tabell 2. Mer information om aktuella provpunkter och tillgängliga analyser ges i bilaga 7. Vissa 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 Lokaåsen Lagerfors, 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). Det saknas analysresultat från enskilda provpunkter för de flesta redovisade parametrarna, vilket ger ett svagare bedömningsunderlag.

Naturligt förekommande ämnen

För flertalet av de vanligast analyserade parametrarna pH, alkalinitet, kalcium, totalhårdhet och konduktivitet är halterna relativt lika inom magasinet. Det gäller inte minst för de fyra nordligaste provpunkterna. B3 och B4 i södra delen är grunda schaktbrunnar, 3 m respektive 4 m djupa. Vid dessa provpunkter råder sannolikt öppna förhållanden för grundvattenbildning, och brunnarna kan vara anlagda i själva åsen eller i överlagrande postglacial sand. Övriga provpunkter som finns i den norra delen av magasinet, de två vattentäkterna samt B1 och B2 antas i högre grad ha grundvatten som haft kontakt med finsediment. Detta avspelas bl.a. i högre alkalinitet hos dessa fyra provpunkter än i B3 och B4. De likartade halterna från provpunkterna i den norra delen kan också vara ett resultat av att det inte sker någon betydande förändring i grundvattnet för dessa parametrar under grundvattnets strömning i åsen mot söder.

Halterna av aluminium, järn och mangan är mycket låga, undantaget järn i B3. Halterna är låga eller mycket låga i de fall andra metaller med hög densitet analyserats. Detsamma gäller för COD, färg och turbiditet.

Mänsklig påverkan

Nitrathalten är måttlig eller hög i tre av fyra resultat från de norra provpunkterna. Det skulle behövas fler provpunkter för att se om det är lokalt betingade orsaker, eller om grundvattnet i vissa avsnitt inom den norra delen av åsen generellt är påverkat av nitrat. Information om nitrathalter för den södra delen av magasinet finns inte tillgänglig.

Tabell 2. Sammanställning av tillgängliga grundvattenkemiska data från grundvattenmagasinet Lokaåsen Lagerfors. 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 ett prov eller medianvärdet för flera prov ligger under rapporteringsgränsen för parametern.

Parameter	Enhet	Vassbacken vattentäkt	B1	B2	Lagerfors vattentäkt	B3	B4
Provtagningsdatum		1998-02-09 till 2018-08-28	2014-09-09	2018-12-11	1998-02-09 till 2018-08-29	1986-08-05	1986-08-05
Temperatur	T	7,4			8		
pH		7,4	7,2	7,2	7,1	6,4	6,2
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	52	64	56	51	15	31
Kalcium	mg/l	19	23	19	17		
Kalium	mg/l			4			
Magnesium	mg/l	3	6,4	6	6		
Natrium	mg/l		10	9,5	9,1		
Totalhårdhet	mg/l		34	29		5	30
Totalhårdhet	dH	3,2	4,7	4	3,8	0,7	4,2
COD _{Mn}	mg O ₂ /l	<1			<1		
Färg	mg Pt/l	<5	<	<	<5		
Turbiditet	FNU	0,39	0,17	0,19	0,1		
Klorid	mg/l		13	15			35
Konduktivitet	mS/m	14	21	21	20	6,7	24
Sulfat	mg/l		18	14		10	16
Ammonium	mg/l	<0,129	<	<	<0,129		
Nitrat	mg/l	0,32	17	22	17		
Nitrit	mg/l	<0,007		<	<		
Aluminium	mg/l	<	0,003	0,003	<0,01		
Järn	mg/l	<0,035	0,05	<	<0,02	0,9	<
Mangan	mg/l	<	<	<	<0,01	<	<
Arsenik	µg/l		0,098	0,057			
Uran	µg/l		0,19	0,13			
Bly	µg/l		0,87	0,57			
Kadmium	µg/l		<	<			
Koppar	mg/l	<0,02	0,060	0,080	<0,02	0,00005	0,00016
Krom	µg/l		0,11	0,085			
Nickel	µg/l		0,32	1,30			
Antimon	µg/l		<	<			
Selen	mg/l		<	<			
Fluorid	mg/l		0,13	0,1			
Fosfat	mg/l		<	<		<	

Natriumhalterna är på gränsen mellan låga och måttliga i B1, B2 och Lagerfors vattentäkt, och kloridhalterna är mycket låga i B1 och B2. Det indikerar att ingen mänsklig saltpåverkan finns i åsens norra delar, eller i mycket begränsad omfattning. Högre kloridhalt (35 mg/l) i B4 är troligen lokalt betingad.

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

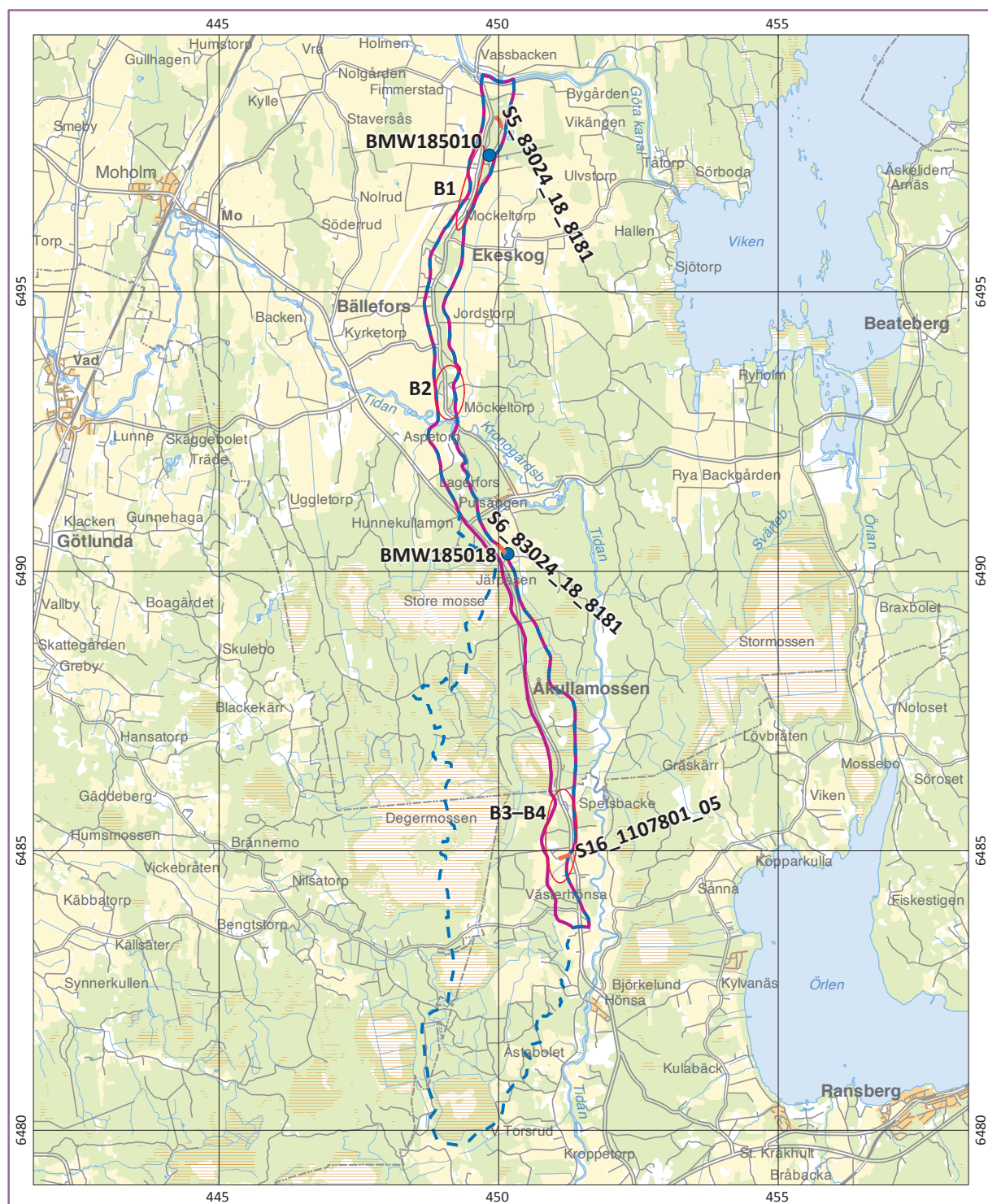
Magasinet ligger i den del av södra Sverige där grundvattenbildningen enligt Rodhe m.fl. (2009) kan komma att öka något i och med bedömda klimatförändringar. Grundvattennivåernas variation över året i området kan komma att ändras i och med att perioden med snötäcke sannolikt kommer att minska. Därmed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

Referenser

- Lång, L.-O. & Lindh, Å., 2021a: Grundvattenmagasinet Lokaåsen Töreboda. *Sveriges geologiska undersökning K 700*, 24 s.
- Lång, L.-O. & Lindh, Å., 2021b: 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, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. *SGU-rapport 2013:01*. Sveriges geologiska undersökning, 238 s.
- VIK, 1954: Yttrande över grundvattenundersökningar i Lagerfors bruk inom Moholms kommun, Skaraborgs län. Jönköping 19 mars 1954. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 4167, 11 s.
- VIK, 1963: Ekeskogsåsen inom Moholms kommun, Skaraborgs län. Undersökning av naturtillgångar och planering av åsens utnyttjande. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 4356, 36 s.
- VIK AB, 1978: Töreboda kommun. Program för utförande av rörbrunn vid Ekeskogsåsen. Beteckning 80.1328. Stockholm 1978-11-16. Referensnummer i SGUs register för grundvattenutredningar: 4310, 5 s.
- Wikner, T., Fogdestam, B., Carlstedt, A. & Engqvist P., 1991: Beskrivning och bilagor till Hydrogeologiska kartan över Skaraborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 9*, 83 s.

BILAGA 1

Undersökningar gjorda i grundvattenmagasinet



- Lagerföljdsinformation finns (bilaga 5)
Stratigraphic information is available (appendix 5)
- Information om grundvattenkemi finns (tabell 2)
Information about groundwater chemistry is available (table 2)
- Seismikprofil
Seismic investigation
- Grundvattenmagasinet's avgränsning
Delineation of groundwater reservoir
- - - Gräns för tillränningsområde
Boundary of catchment area

0 2000 m

Grundvattenmagasinet
Lokaåsen Lagerfors

K 701

Bilaga 2. Grundvattenmagasin

SGU Sveriges
geologiska
undersökning

- 
- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits

Källa
Spring

Rörlig grundvattendelare
Variable groundwater divide in Quaternary deposits

Grundvattenmagasinet avgränsning
Delineation of groundwater reservoir

Gräns för tillrinningsområde
Boundary of catchment area

Krön på isälvsavlagring
Ridge-shaped glaciofluvial deposit

Berg
Rock

Organisk jordart
Peat and gyttja

Lera-silt
Clay-silt

Postglaciala sediment, sand-grus
Postglacial deposits, sand-gravel

Isälvs sediment, sand-grus
Glaciofluvial sediments, sand-gravel

Morän
Till

Tunt jordtäck
Thin soil cover

Berg
Bedrock

Fyllningsmaterial
Artificial fill

Morän omväxlande med sorterade sediment
Till alternating with sorted sediments

Jordartsinformation ur SGUs jordartsgeologiska databas

0 4 km
Skala 1:50 000

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

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

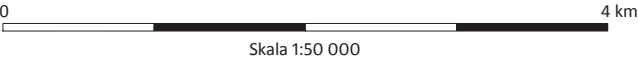
Grundvattenmagasinet Lokaåsen Lagerfors

K 701

Bilaga 3. Bedömda uttagsmöjligheter



- Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
General direction of groundwater flow in Quaternary deposits
- 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
- Tätande lager på grundvattenmagasin
Soil strata with low permeability covering aquifer



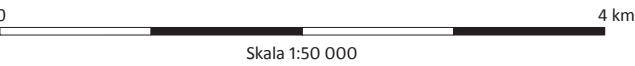
Kartans geologiska information finns digitalt lagrad vid SGU.
Topografiskt underlag: Ur Terrängkartan. © Lantmäteriet.

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

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

- Grundvattenmagasinet
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.

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: BMW185010

Utförare: SGU

Databas-id: BMW185010

Typ: Sondering

Koordinater: N 6 497 440, E 449 837

0–3,2 m sand

3,2–7,0 m lera

7,0–14,0 m sandig lera

14,0–15,4 m finlera

Avslut: stopp mot block eller berg.

Namn: BMW185018

Utförare: SGU

Typ: Sondering

Databas-id: BMW185018

Koordinater N 6 490 309, E 450 166

0–1,5 m finsand

1,5–2,5 m finsandig sand

2,5–3,3 m siltig finsand

3,3–6,5 m silt

6,5–11,0 m lerig silt

11,0–12,5 m sand–block (friktionsjord)

Avslut: stopp mot 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.

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)
Vassbacken vattentäkt	Kommunal vattentäkt	Sand, öppet/slutet	Öppen mark	-	-
B1	Schaktbrunn	Sand, öppet, inströmningsområde	Öppen mark	-	-
B2	Schaktbrunn	Sand, öppet, inströmningsområde	Skog/öppen mark	-	-
Lagerfors vattentäkt	Kommunal vattentäkt	Sand, öppet	Skog/öppen mark	-	-
B3	Schaktbrunn	Sand, öppet	Skog/öppen mark	4	0–3
B4	Schaktbrunn	Sand, öppet	Öppen mark	3	0–3

Grundläggande information avseende tillgängliga analyser per provpunkt

Provpunkt	Antal prov	Tidpunkt	Referens/databas	Anmärkning
Vassbacken vattentäkt	Upp till 24	feb 1998 till aug 2018	SGUs databaser	Temp 24 st. analyser, Al 2 st., övriga mellan 8 st. och 20 st.
B1	1	sep 2014	SGUs databaser	Permanent användning
B2	1	dec 2018	SGUs databaser	SGUs vattentäcksarkiv
Lagerfors vattentäkt	Upp till 17	feb 1998 till aug 2018	SGUs databaser	Varierande antal analyser, 9–17 utom Na 1 st., Al 3 st. och NH ₄ 7 st.
B3	1	maj 1986	Sweco 2018	Provtagning 3 månader efter rödrivning
B4	1	maj 1986	SGUs databaser	Permanent användning enligt protokoll

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 Mälarenregionen) kan höga sulfathalter kopplas till dränering av gyttejeleror.

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. Bergborrade 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.