

Beskrivning till kartan Grundvattenförekomster i Lerums kommun

Lars-Ove Lång & Torbjörn Persson



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-863-0

Närmare upplysningar erhålls genom
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Södra delen av Östadsavlagringen i förgrunden.
Foto: Torbjörn Persson.

© Sveriges geologiska undersökning, 2011
Layout: Jeanette Bergman Weihed, SGU

FÖRORD

Kartan över grundvattenförekomster i Lerums kommun ingår i en serie kommuninriktade grundvattenkartor med underliggande databaser som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. I SGUs uppdrag ingår att för befolkningstäta områden ta fram behovsanpassad geologisk information. Kartläggningen av grundvattenmagasinen i Lerums kommun har genomförts inom SGUs projekt ”Östra Göteborgsområdet, Grundvatten, lokal” som förutom Lerums kommun även omfattat kommunerna Alingsås, Bollebygd, Borås, Härryda, Kungsbacka, Mark, Mölndal, Partille och Vårgårda.

Syftet med arbetet har varit att kartlägga grundvattenmagasin och sammanfatta annan grundvatteninformation. Kartan är avsedd att i första hand komma till användning inom olika delar av den kommunala verksamheten. Den bör kunna utgöra ett viktigt underlag i kommunens vattenförsörjningsplanering liksom för dricksvattenförsörjningen inom hela Göteborgsregionen. Informationen som tagits fram vid kartläggningen är också avsedd att kunna användas inom arbete med vattenförvaltning och miljömål på kommunal och regional nivå.

Denna beskrivande del redogör kortfattat för undersökningarnas omfattning och resultaten av dessa. Undersökningarna har inriktats mot de större grundvattenmagasinen i jord, vilka beskrivs var för sig. Dessförinnan ges en översiktlig sammanfattning av tillgången på grundvatten i kommunen.

För undersökningens övergripande genomförande och framställning av beskrivning och databaser har Lars-Ove Lång varit ansvarig. Torbjörn Persson har ansvarat för insamling av underlagsmaterial, fältarbetets genomförande och redovisning av resultat från detta samt har medverkat i beskrivningen av grundvattenmagasinen. Geofysiska undersökningar utfördes av Bo Wällberg medan Roger Smedberg ansvarade för borrhningarna. I fältarbetena medverkade även Barbro Aastrup, Emil Gunnarsson, Katarina Hurtig, Tove Karnstedt, Åsa Lindh, Ann-Cathrin Milder, Sune Rurling, Lars Stenberg, Maud Söderström och Patric Tengvall. Åsa Lindh har samordnat och utfört huvuddelen av framställningen av digital information. Jonas Gierup har medverkat vid upprättandet av databaserna samt vid kontroll av dessa. Anna Kjellin utförde sammanställningen av underlag avseende grundvattenmagasinet i Gråbo och har tagit fram utkast till beskrivning av detta. Linda Ahlström, Åsa Gierup, Per Larsson och Magnus Åsman har deltagit vid framställning av karta och beskrivning. Personal vid Lerums kommun har välvilligt bidragit med information vid kartläggningen. Göteborgs VA-verk har bistått med medel för utförande av kompletterande undersökningar i Östad. Värdefulla synpunkter på textbeskrivningen har getts av Jan Pousette. Ramböll AB har granskat text avseende grundvattenmagasinet i Gråbo.

INNEHÅLL

Förord	3
Sammanfattning	7
Grundvatten i jordlagren	7
Grundvatten i berggrunden	8
Beskrivning av grundvattenmagasinen	9
Grundvattenmagasinet Östad	9
Östad – norra delen	11
Östad – södra delen	11
Grundvattenmagasinet Kollanda	15
Grundvattenmagasinet Gråbo	18
Geologisk uppbyggnad	19
Hydrogeologiska förhållanden	19
Grundvattenmagasinet Skallsjö	20
Grundvattenmagasinet Lensjön	22
Referenser	24
Allmän litteratur	24
Ej tryckta utredningar – urval	26

SAMMANFATTNING

Insamling och genomgång av underlagsmaterial har omfattat befintliga hydrogeologiska och geotekniska undersökningar, annat arkivmaterial samt utdrag ur databaser, främst SGUs brunnsarkiv och källarkiv. Kartläggningen baseras på bästa tillgängliga jordartsunderlag (Fredén 1986, Magnusson 1978) samt den hydrogeologiska översiktskartan över Västra Götalands län, mellersta delen, f.d. Älvsborgs län (Engqvist & Müllern 1998). Kompletterande undersökningar i fält har omfattat inventering av brunnar och observationsrör samt avvägning av utvalda sådana, inventering av kända källor samt uppletande av ytterligare källor, geofysiska undersökningar (geoseismik och georadar), sonderingsborrning och drivning av observationsrör samt provtagning av grundvatten ur observationsrör för vattenkemisk analys.

I den underliggande databasen vid SGU avseende grundvattenmagasin i Lerums kommun finns mer information än vad som redovisas på kartan och i denna beskrivning.

På kartan anges uttagsmöjligheter för grundvatten antingen i jordlager eller berggrund. Styrande är var de bedömt bästa uttagsmöjligheterna finns. Vanligen är det ur sand och grus som de största grundvattenuttagen kan ske. Dessa jordlager går i dagen eller täcks av finkorniga sediment, främst lera. I övriga områden, där jordlager saknas eller tillgång på grundvatten i jordlagren bedöms vara mycket liten, anges uttagsmöjligheterna i berggrunden. Kartbilden bygger på ursprungliga jordartsförhållanden såsom de anges på jordartsgeologiska kartor. Bebyggelse, uttag av naturgrus, utfyllnad av täkter och oönskad kemisk sammansättning hos grundvattnet genom lokal förorening är faktorer som kan reducera uttagsmöjligheterna. Informationen är inlagrad i den underliggande databasen med en noggrannhet som huvudsakligen är avsedd att passa en redovisning i skala 1:50 000.

Grundvattenmagasinen i sand- och gruslager (huvudsakligen isälsavlagringar) markeras med olika blå färgtoner beroende på uttagsmöjligheterna (fig. 1). För grundvattenmagasin eller delar av sådana under tätande skikt av lera (slutna förhållanden) anges uttagsmöjligheter med linjeraster i motsvarande färgskala (fig. 1). Områden med bedömt små uttagsmöjligheter av grundvatten i olika grövre jordlager redovisas i brun färg (uttagskapacitet mindre än 1 l/s). Det kan vara isälsavlagringar av sand och grus med liten eller obetydlig grundvattenmättad del, svallavlagringar av viss mäktighet eller israndbildningar med morän och sorterade jordarter i växellagring. Sammanhängande täta jordlager där vattenförande friktionslager eventuellt kan förekomma i eller under de finkorniga sedimenten är markerade med gul färg. På grundvattenkartan och i databasen redovisas även en del övrig information som berör grundvattnet.

Förändringar i den geometriska avgränsningen eller tillägg av annan information om enskilda magasin kan framdeles komma att ske. Uppdatering sker då i SGUs databas över grundvattenmagasin, där den aktuella informationen om grundvattenmagasinen är lagrad.

Grundvatten i jordlagren

I Lerums kommun återfinns de största grundvattenmagasinen i de mest betydande isälsavlagringarna och randbildningarna. Dessa är från norr Östad, Kollanda (även delvis tillhörande Ale kommun), Gråbo, Skallsjö och Lensjön.

I Östad finns en större isälsavlagring. Ny information som har framkommit i denna undersökning har visat på mycket skiftande grundvattenförhållanden. I södra delen av grundvattenmagasinet Östad förekommer ett källflöde på 15–20 l/s. De bästa möjligheterna till grundvattenuttag bedöms i övrigt finnas vid grustäkten söder om Skas mosse samt i området kring Brogården i söder. Uttagsmöjligheterna i dessa båda områden kan förstärkas med konstgjord grundvattenbildning.

Vid Kåretorp, några kilometer väster om Östad, finns en djup isälsavlagring som till allra största delen är vattenmättad. Bildningen är från grundvattensynpunkt relativt litet undersökt. Uttagskapaciteten bedöms vara i intervallet 25–125 l/s, men begränsas av ett relativt litet tillrinningsområde. Grundvattenmagasinet som benämns Kollanda fortsätter i väster vidare in i Ale kommun men den delen beskrivs inte här.

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus, huvudsakligen isälvsvlagringar

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 25–125 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 5–25 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 1–5 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen <1 l/s
	Viktigt grundvattenbildningsområde för en större grundvattenförekomst

Sand- och gruslager under finkorniga sediment

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 5–25 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 1–5 l/s
	Sammanhängande täta jordlager, vattenförande friktionslager kan förekomma i eller under dessa sediment

ORGANISKA JORDARTER

	Mosse, kärr, gytta, utgör ofta utströmningsområde för grundvatten
---	---

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I BERGGRUNDEN

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 600–2 000 l/h
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 200–600 l/h

ÖVRIGA BETECKNINGAR

	Fast grundvattendelare
	Rörlig grundvattendelare
	Strandlinje där förutsättning för inducerad infiltration föreligger
	Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
	Källa eller källhorisont med ett flöde av <0,5 l/s
	Källa eller källhorisont med ett flöde av 0,5–3 l/s
	Grundvattnets trycknivå, m ö.h.
	Georadarmätlinje
	Seismisk profil
	Borrplats: sondering eller rödrivning

Figur 1. Teckenförklaring till kartutsnittet över grundvattenmagasinen i Lerums kommun.

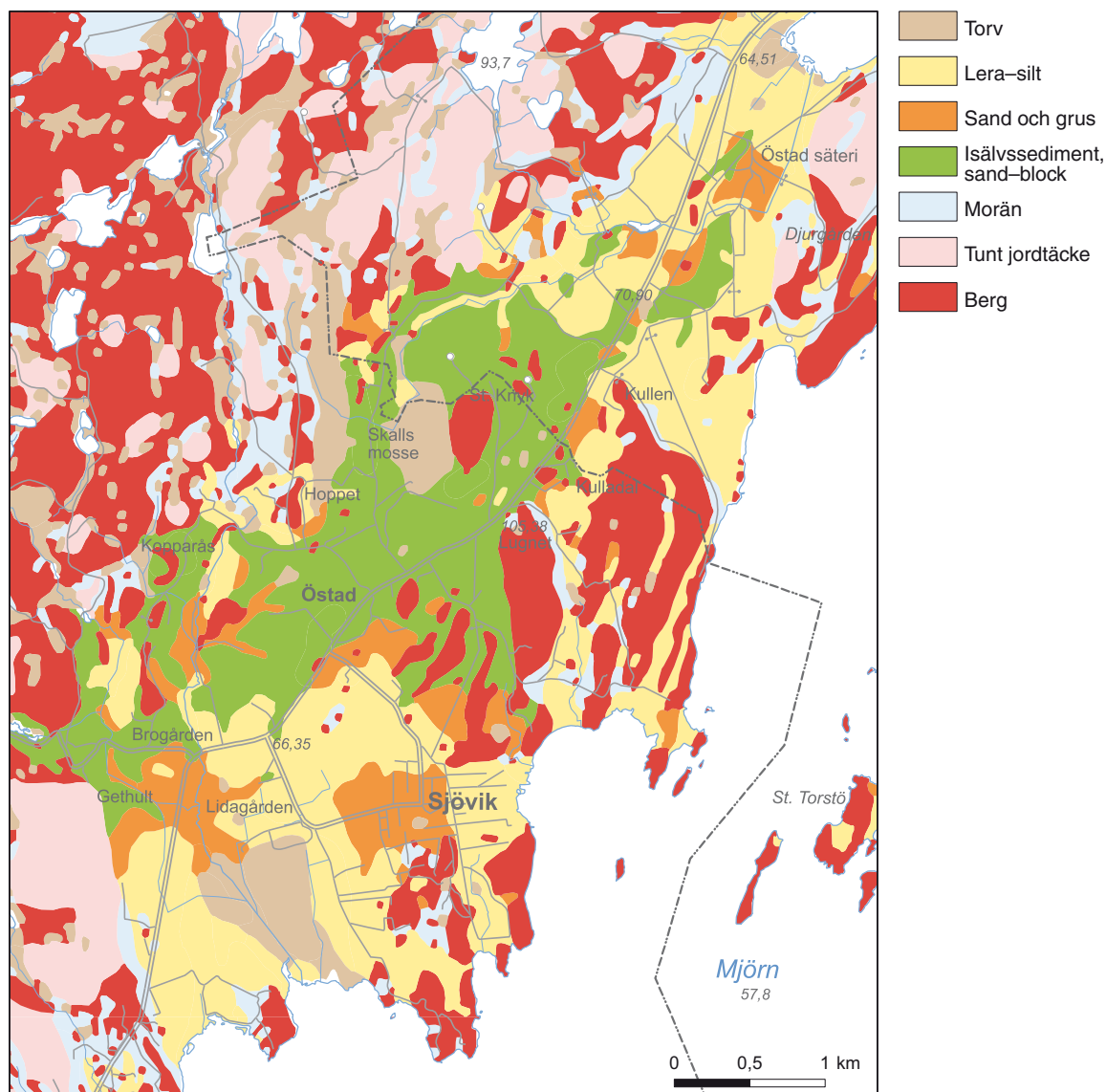
Vid Gråbo finns en stor randbildning nära Mjörn. Där har skett omfattande geologiska och hydrogeologiska undersökningar då intresset för att bedöma dess potential för Göteborgsregionens vattenförsörjning varit stort. Uttagskapaciteten för grundvattenmagasinet Gråbo är satt till 25–125 l/s. Med konstgjord infiltration i ett antal dammar anges möjliga uttag kunna bli av storleksordningen 1 000 l/s.

I Skallsjö finns en deltabildning med isälvssediment där kommunalt grundvattenuttag sker. Källflöden finns i den västra delen av bildningen och bedömningen är att uttag kan ske i den övre delen av intervallet 5–25 l/s ur grundvattenmagasinet.

Mellan sjöarna Lensjön och Uspen finns en isälvsvlagring bestående av sand och grus. Uttagskapaciteten ur grundvattenmagasinet där är satt till 5–25 l/s. Bedömningen tar hänsyn till att infiltration av ytvatten från sjöarna samt från vattendrag som förbinder sjöarna är tänkbart vid eventuella större uttag.

Grundvatten i berggrunden

Kapacitetsdata från bergborrade brunnar i SGUs brunnsarkiv har använts för att genom interpolation indikera varierande möjligheter till uttag av grundvatten ur berggrunden. Beräknade uttagsmöjligheter



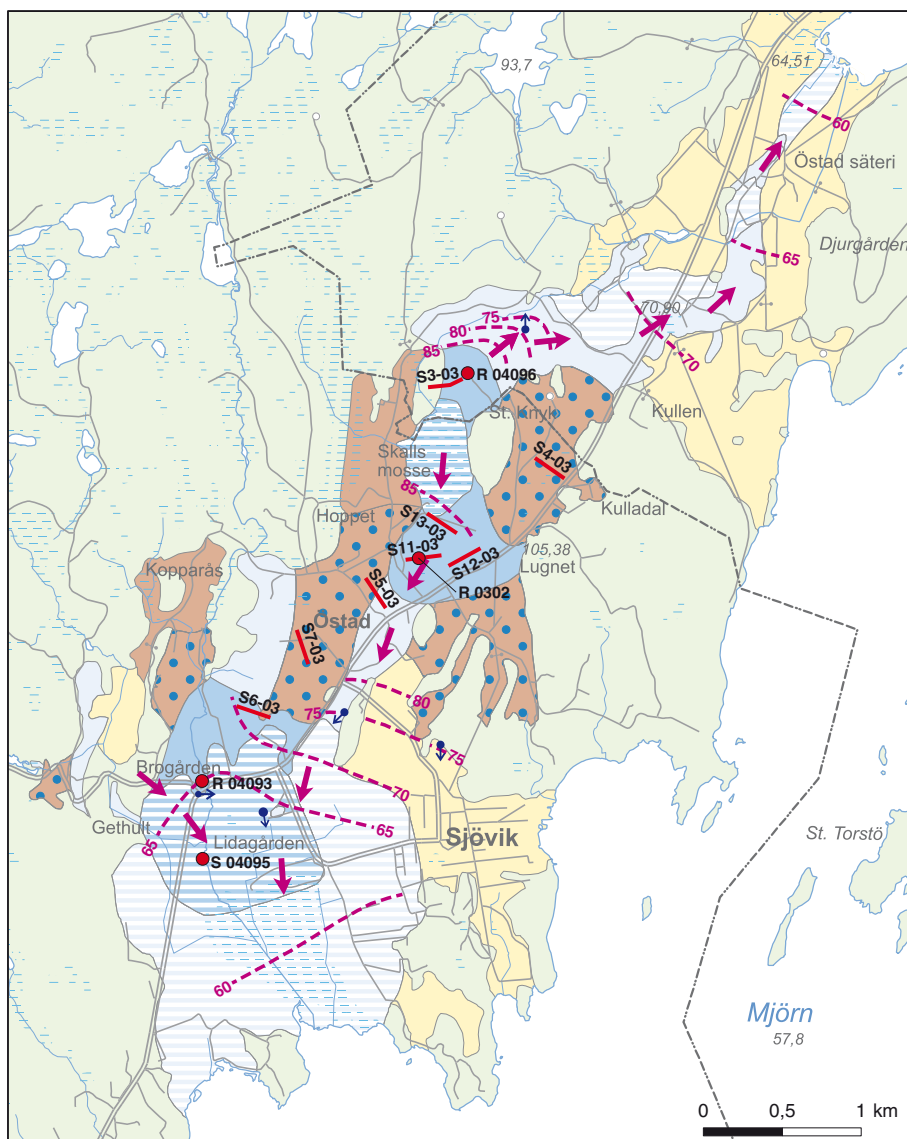
Figur 2. Utdrag ur jordartskartan över isälvavlagringen i Östad (Fredén 1986).

av storleksordningen 600–2 000 l/h dominerar inom kommunen. Två större områden med lägre uttagsmöjligheter, i intervallet 200–600 l/h, finns i höjdområdet mellan Aspen och Stannum samt i Vättlefjäll och Alefjäll norr och nordväst om Gråbo. Även andra små områden med kapaciteter inom detta lägre intervall finns spridda över kommunen.

BESKRIVNING AV GRUNDVATTENMAGASINEN

Grundvattenmagasinet Östad

Östadsavlagringen eller Östadsåsen är belägen i Mjörnsänkans nordvästra partier inom både Lerums och Alingsås kommuner. Dess geologiska uppbyggnad finns beskriven av Hillefors (1992). I figur 2 framgår utbredningen av denna avlagring enligt jordartskartan över området (Fredén 1986). Bedömd avgränsning av grundvattenmagasinet Östad framgår av figur 3. På kartorna över grundvattenförekomster i Lerums och Alingsås kommuner ingår av redovisningsmässiga skäl endast den del av magasinet som tillhör respektive kommun. Beskrivning av hela grundvattenmagasinet Östad ingår dock i beskrivningarna för båda kartorna.

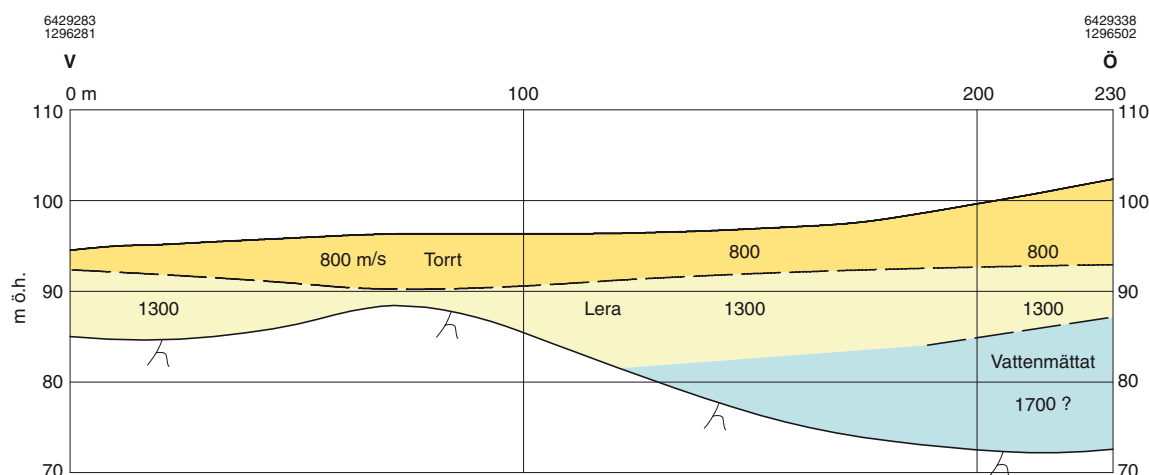


Figur 3. Utsnitt ur grundvattenkartan över grundvattenmagasinet Östad.

Östadsavlagringen består av en serie åsar, åskullar och deltabildningar avsatta nära havets högsta nivå. I en större deltabildning belägen strax norr om Östads kyrka (fig. 3) bedrivs en omfattande grustäcksverksamhet. I nordost återfinns ett åsparti med en serie åskullar med utsträckning mot Östad säteri och vidare till sjön Mjörn. Åspartierna är flankerade och överlagrade av glaciallera. Lerområdena är belägna i landskapets lägre partier och företrädesvis i områdets norra respektive södra delar. Mjörns yta är belägen på ca 58 m ö.h., deltaplanen på ca 100 m ö.h. och de omgivande lerslätterna på ca 65 m ö.h. Berggrundsytan är kraftigt bruten i området. Ett av de större bergsområden som sticker upp ur isälvsavlagringen utgörs av St. Knyk som når ca 140 m ö.h. Totalt uppgår ytan på den del av åsområdet som inte täcks av lera till ca 6 km².

Undersökningar med georadar indikerar att isälvsedimenten i stora delar av området innehåller skikt av finkornigt material. Brunnsinventeringen bekräftar detta förhållande i och med att somliga grävda brunnar ligger i övre, mindre magasin, exempelvis centralt i avlagringen väster och nordväst om Östads kyrka. Sannolikt läcker vatten från de övre magasinerna ned till det undre. Övre små, lokala grundvattenmagasin har inte markerats på grundvattenkartan, utan kartläggningen är inriktad på det underliggande huvudmagasinet.

Totalt bedöms grundvattenbildningen i Östadsavlagringen med anslutande tillrinningsområden uppgå till i storleksordningen 50–70 l/s, varav ca 20 l/s dräneras i nordostlig riktning. Utöver brunnsuttag och förekommande källflöden på 15–20 l/s dräneras resterande grundvatten slutligen ut i Mjörn.



Figur 4. Den seismiska profilen S3-03. Linjens läge i grundvattenmagasinet Östad framgår av figur 3.

De högsta grundvattennivåerna i avlagringen har noterats strax norr om Skas mosse. Här återfinns en rörlig grundvattendelare vars läge inte är säkerställt. Grundvattnet som rör sig mot norr länkas mot ett källflöde samt vidare norrut mot Östad säteri och den närliggande Mjörn. Söder om grundvattendelaren flödar grundvatten sannolikt under Skas mosse och vidare mot söder och sydväst via det stora grustäktsområdet nordost om Östads kyrka. Den rörliga grundvattendelaren ligger i nordvästlig-sydöstlig riktning och återfinns även söder om berget vid St. Knyk i riktning ned mot Lugnet. Grundvattendelaren visar att grundvattnets dränering sker både mot norr till nordost och syd till sydväst inom avlagringen och ut från denna. Då grundvattendelaren inte bedömts vara en fast sådan betraktas grundvattenmagasinet som ett sammanhängande magasin inom hela Östadsavlagringen.

Nedan sammanfattas grundvattenförhållanden och uttagsmöjligheter utgående från utförda undersökningar samt tolkningar. Först beskrivs den norra delen av magasinet med dränering mot norr. Denna del ligger i huvudsak inom Alingsås kommun. Därefter redogörs för den södra delen av magasinet inom Lerums kommun.

Östad – norra delen

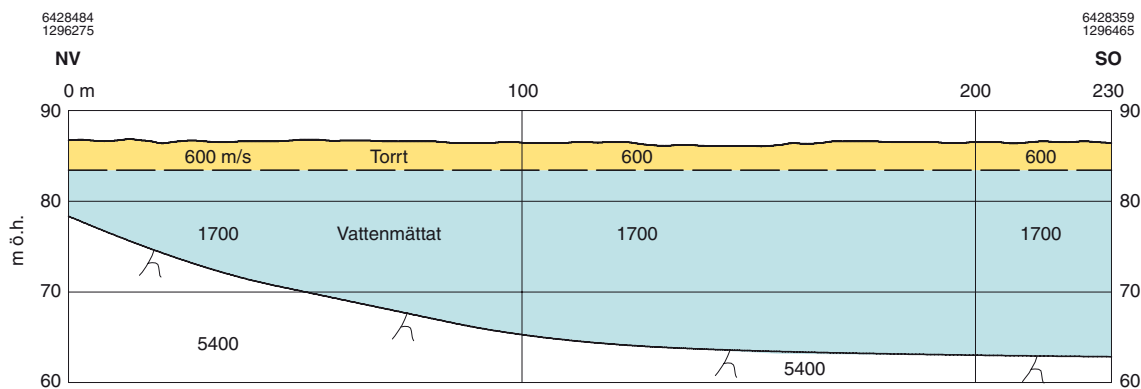
Den norra delen av grundvattenmagasinet Östad definieras som området från vattendelaren vid Skas mosse och vidare norrut. Partier med viss mäktighet på den vattenmättade delen av isälvsavlagringen finns sydost om gården St. Knyk. SGUs borrhning betecknad R04096 (fig. 3) visar på ca 7 m vattenmättad sand- och gruslager, varav ca 3 m är mest gynnsamma från uttagssynpunkt. Grundvattenmagasinet avtar här starkt mot väster enligt den seismiska profilen S3-03 (fig. 4). Det bedöms här ha en uttagskapacitet av 5–25 l/s, sannolikt inom den lägre delen av intervallet.

Inom magasinets norra partier, från St. Knyk i söder till Östad säteri i norr, är den grundvattenmättade delen av isälvsavlagringen måttlig. Borrhningar visar på mindre än 10 m mättad zon och att jordlagren har god genomsläpplighet. Utagskapaciteten i denna del av grundvattenmagasinet bedöms uppgå till 1–5 l/s. Grundvattenströmningen sker i nordöstlig riktning.

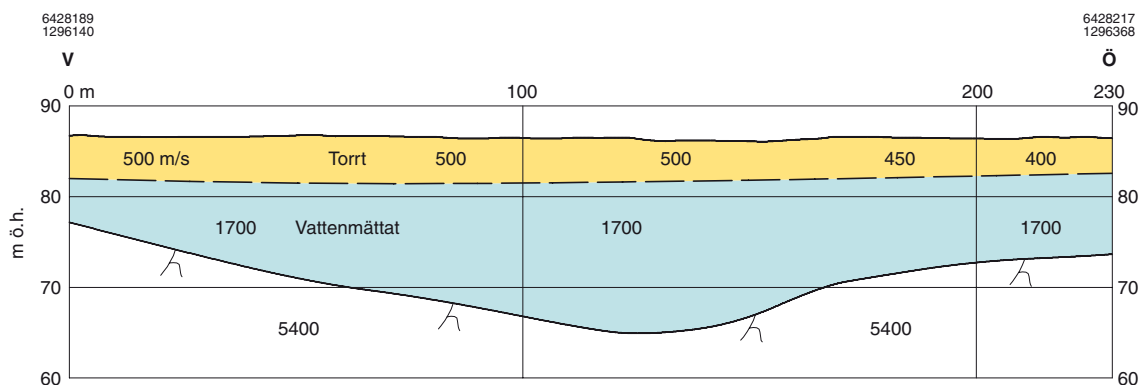
I området mellan St. Knyk och Kulladal är den seismiska profilen S4-03 utlagd (läget anges i fig. 3). Profilen uppvisar ca 10 m mäktiga lager som inte är vattenmättade och denna del av isälvsavlagringen ingår därför inte som en del av grundvattenmagasinet.

Östad – södra delen

Grundvattenmagasinet söder om grundvattendelaren sträcker sig från norr in under Skas mosse till ett berggrundsbäcken beläget i området för den befintliga grustäkten och vidare förbi Östads kyrka i syd-



Figur 5. Den seismiska profilen S13-03 i den norra delen av grustäkten. Profilens läge framgår av figur 3.



Figur 6. Den seismiska profilen S11-03 i sydvästra delen av grustäkten. Profilens läge är angivet i figur 3.

väst. Magasinet har här, i de centrala delarna av Östadsavlagringen, en väsentligt mindre utbredning än isälvsavlagringen i ytan enligt jordartskartan (jämför utbredningarna i fig. 2 och 3). Orsaken är de höga berglägen som frekvent förekommer i Östadsavlagringens centrala partier, varvid den grundvattenmättade delen av isälvsavlagringen i vissa avsnitt är mycket begränsad. Det berggrundsbäcken vari grundvattenmagasinet är beläget begränsas i öster, väster och söder av höga berglägen. De lägsta berggrundsnivåerna finns i sydväst, där grundvattnet sannolikt bräddar ut mot en dränerande källhorisont sydväst om Östads kyrka. Grundvattenmagasinet sträcker sig vidare mot söder in under lera och dräneras vidare mot Mjörn. Nedan sammanfattas, med början norrifrån, resultat från fältundersökningarna som underlag för tolkningen av grundvattentillgångarna i olika partier av den södra delen av grundvattenmagasinet Östad.

I Skas mosse har inga geofysiska undersökningar eller borrhningar kunnat utföras. Jordartskartan (Fredén 1986) och fältobservationer tyder på att mossen underlagras av mer eller mindre tät lera ovanpå sand- och gruslager som inrymmer grundvattenmagasinet.

Borrhningar och geoseismiska undersökningar i grustäkten visar på varierande förhållanden vad gäller grundvattenmättade lager. I den norra delen finns upp till 20 m mäktiga sådana enligt den seismiska profilen S13-03 (fig. 5). I grustäktens sydvästra del är mäktigheten på avlagringen mindre och den vattenmättade andelen ca 10 m, med avtagande mot väster (seismiska profilen S11-03, fig. 6). Ett observationsrör (R0302) drevs i anslutning till profilen S11-03 (fig. 7, läget enligt fig. 3). Borrhningen uppvisar från markytan lagerföljden 6 m sandigt grus, 3 m mellansand och 4 m grovsand på berg. Grundvattennivån låg ca 1,5 m under markytan när undersökningarna utfördes. I en tredje seismisk profil i täkten (S12-03, läget i fig. 3) nära landsvägen är jorddjupet vanligen 5–8 m och en liten del av avlagringen är vattenmättad.

Uttagskapaciteten bedöms i grundvattenmagasinet vara inom intervallet 5–25 l/s i området vid Skas mosse och grustäkten. I grustäktområdet har en eventuell förekomst av ytligt liggande finkornig jord



Figur 7. Drivning av observationsröret R0302 i grustäkten som ansluter till den seismiska profilen S11-03 (profilens läge är angiven i figur 3).

grävts bort. Det finns därför inte något hinder mot att förbättra uttagsmöjligheterna genom att utöka grundvattenbildningen här med konstgjord infiltration.

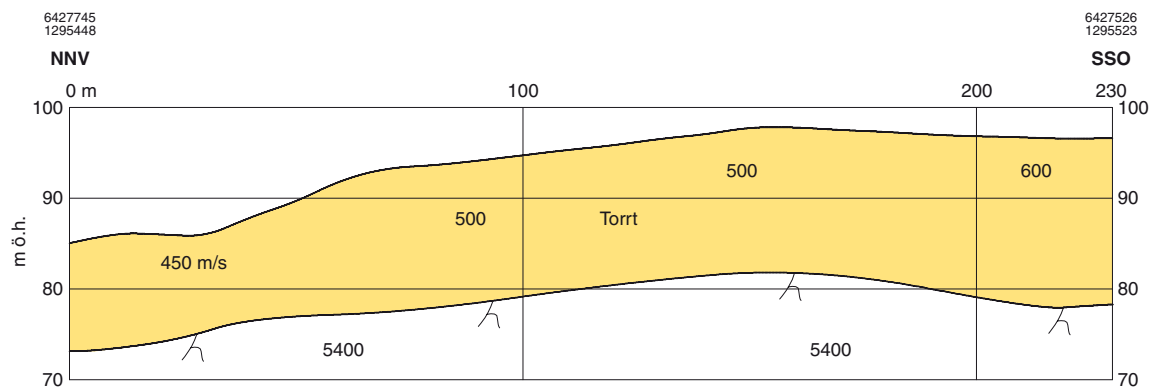
Väster om grustäkten i riktning mot Hoppet finns ett större område med högt liggande berg samt ett begränsat övre grundvattenmagasin som däms upp av finkorniga jordlager i den övre delen av isälvsavlagringen. Detta område erbjuder ringa möjligheter till uttag av grundvatten.

Söder om grustäkten och vidare söder om landsvägen vidtar ett område av isälvsavlagringen med relativt tunna lager och höga berglägen där grundvatten i jord i stor utsträckning saknas. Även väster om grustäkten avtar den vattenmättade andelen av avlagringen. På grundvattenkartan (fig. 3) har dessa områden markerats som viktiga för grundvattenbildning. Den bedömda kapaciteten i områdena är dock låg, mindre än en liter per sekund.

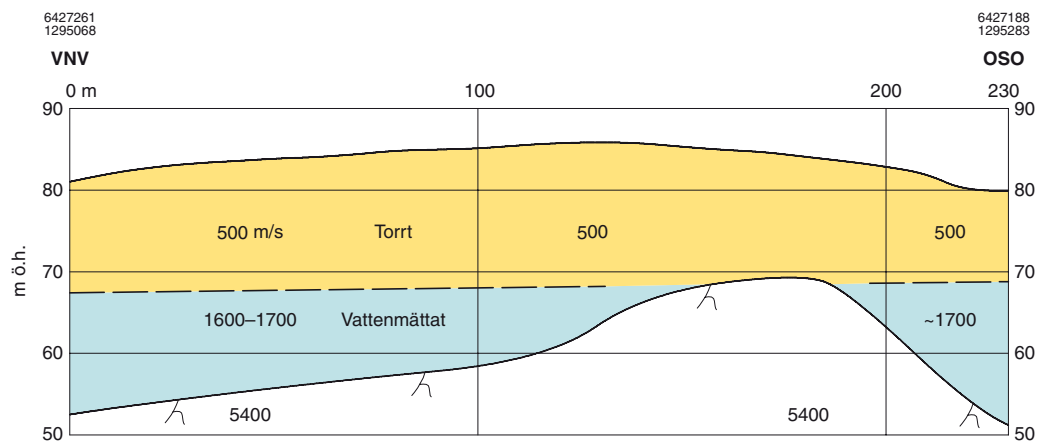
Från grustäkten och Östads kyrka mot sydväst till Kopparås har tre seismiska profiler utförts: S5-03, S6-03 och S7-03 (lägen för dessa anges i fig. 3). Jorddjupet i profil S5-03 är relativt konstant runt 20 m, med en bedömt mycket liten vattenmättnad på maximalt 4 m. I profil S7-03 (fig. 8), längre mot sydväst i höjd med norra avtagsvägen mot Sjövik, har jorddjupet beräknats till mellan 10 och 20 m. Det är endast i den nordnordvästra delen av profilen som grundvatten bedöms uppträda. Dessa resultat tillsammans med kompletterande sonderingar har legat till grund för klassningen av området norr om Kopparås till i höjd med Östads kyrka i figur 3, antingen med uttagskapacitet 1–5 l/s eller som viktigt grundvattenbildningsområde.

I den seismiska profilen S6-03 (fig. 9) längre mot sydväst, omedelbart norr om Kopparås där inte höga berglägen uppträder, verkar en betydligt större andel av avlagringen vara vattenmättad. Profilen ligger i ett läge med övergång mot betydligt bättre grundvattentillgångar söder om Kopparås och mot Brogården. Här återfinns mycket väl vattengenomsläppliga sand- och gruslager enligt borrhning R04093. Figur 10 visar drivningen av detta observationsrör. Mäktigheten på den grundvattenmättade delen av isälvsavlagringen noterades här till ca 30 m.

Grundvattenmagasinet fortsätter mot söder, där det täcks av lera. Grundvattnet rör sig i detta område från norr och väster via Brogården ut under mäktiga lager av lera mot söder och till Mjörn. I en borrhpunkt



Figur 8. Den seismiska profilen S7-03. Profilens läge framgår av figur 3.



Figur 9. Den seismiska profilen S6-03 omedelbart norr om Kopparås, se figur 3.



Figur 10. Drivning av observationsröret Ro4093 nära Brogården. Läget framgår av figur 3.

ca 550 m söder om Brogården (S04095, fig. 3) konstaterades att det finns minst 10 m grovkorniga sediment i isälvsavlagringen under 41 m lera. God hydraulisk kontakt bedöms finnas mellan de grova jordlagren i isälvsavlagringen som går i dagen i norr respektive är täckta av lera i söder. Uttagskapaciteten i grundvattenmagasinet inom detta område bedöms vid Brogården uppgå till 5–25 l/s, både där magasinet är öppet och där det täcks av lera. Grundvattenuttaget bedöms kunna utökas med konstgjord grundvattenbildning uppströms Brogården. Fältarbete med sondering av jordlagerföljder behöver utföras för att man ska kunna bedöma inom vilka delområden i grundvattenmagasinet som förekomsten av finkorniga lager är som minst och därmed var de bästa förutsättningarna för ökad infiltration finns.

Ett källflöde på 7–10 l/s noteras vid Lidagården. Isälvsavlagringen påträffas under lerområdena även väster om Sjöviks samhälle, dock i mera sparsam omfattning i de östliga delarna. Lokalt har goda uttagsmöjligheter konstaterats vid Sjöviks kommunala vattentäkt sydost om Lidagården, där även artesiska grundvattenförhållanden råder, dvs. grundvattnets tryckyta ligger över markytan. Vid provpumpning med 14,5 l/s avsänktes grundvattennivån i brunnen med 1,43 m (Viak AB 1982). Det artesiska flödet i tåktens närområde uppskattades 1980 till i storleksordningen sex liter per sekund (K Norén Konsulterande Ingenjörbyrå AB 1980). Viak AB (1982) har uppskattat grundvattenflödet från Östadsåsen och söderut mot sjön Mjörn till i storleksordningen 20 l/s. SGU bedömer att det totala källflödet med grundvattenuttaget inkluderat uppgår till 15–20 l/s. Därutöver dräneras grundvatten ut bland annat via genomsläppliga lager under lera ut mot Mjörn.

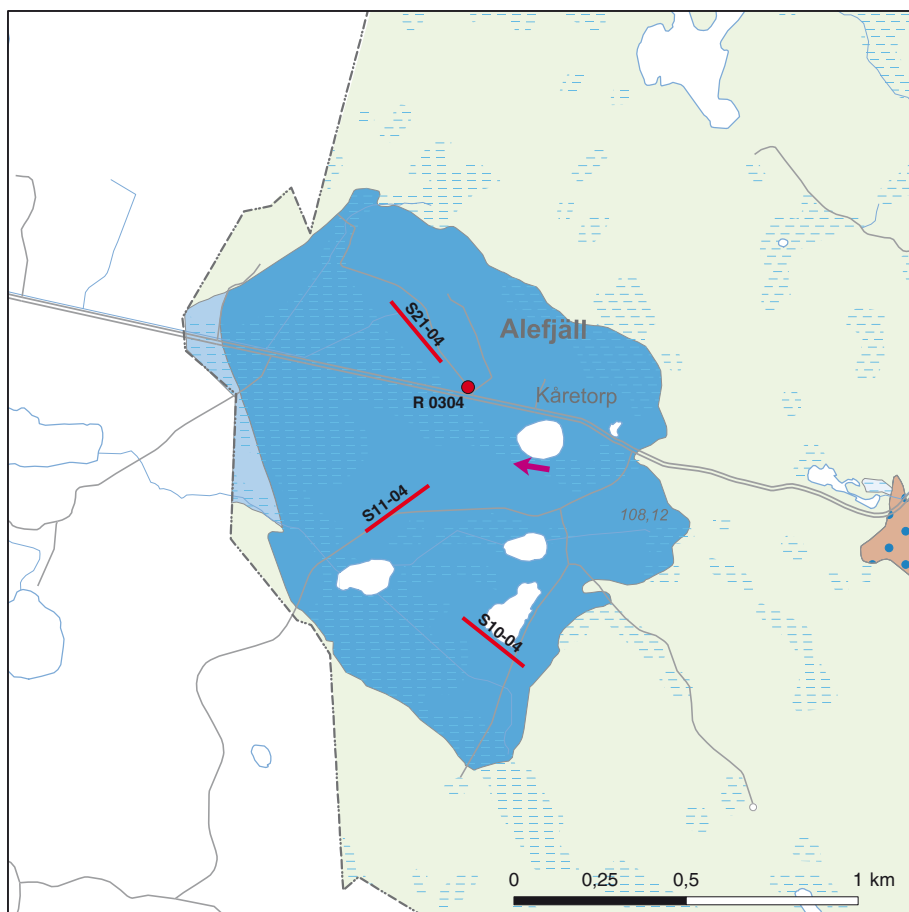
Vid borrningar och sonderingsarbeten i området öster om vattentäkten har skikt med sorterat grovkornigt material påträffats under lera. Dessa arbeten indikerar dock begränsade mäktigheter på ett fåtal meter sand under 20–30 m finsediment (Göteborgs Förorter 1969, Sydsvenska Ingenjörbyrå AB 1970). I omedelbar anslutning till vattentäkten råder goda förutsättningar för uttag av i storleksordningen 8–11 l/s (Viak AB 1982). Några lager med stor vattenförande förmåga har dock inte påträffats i samband med grundvattenundersökningar utförda i slättnområdet mellan Sjöviks kyrka och den nuvarande kommunala vattentäkten samt Backgården, väster om Sjöviks samhälle (Göteborgs Förorter 1969). Vid den kommunala vattentäkten är jorrdjupet ca 18 m, varav 4 m består av grus och sand med mycket goda uttagsmöjligheter (Viak AB 1980, 1982). Trots omfattande sonderingar i området har inte sand- och gruslagrens utbredning under leran kring vattentäkten kunnat fastställas.

På grundvattenkartan har grundvattenmagasinet från Brogården och söderut centralt i slättnområdet mot Mjörn tilldelats uttagskapaciteten 5–25 l/s (fig. 3). I området ingår Sjöviks vattentäkt. Övriga delar av slättnområdet mot Mjörn, där utbredningen av friktionsjord under lera bedöms vara betydligt mindre, har getts uttagskapacitet 1–5 l/s.

Grundvattenmagasinet Kollanda

En av de större isälvsavlagringarna inom Lerums kommun återfinns vid Kåretorp, omedelbart väster om Östadsavlagringen. Avlagringen ligger högt i terrängen inom Alefjäll. Huvuddelen av sedimenten ligger i Ale kommun med utsträckning till Kollanda i väster. Beskrivningen här avser endast underlag och tolkning av den östra delen av grundvattenmagasinet Kollanda, dvs. den del som är belägen inom Lerums kommun (fig. 11). Undersökningar är planlagda även för den västra delen av magasinet.

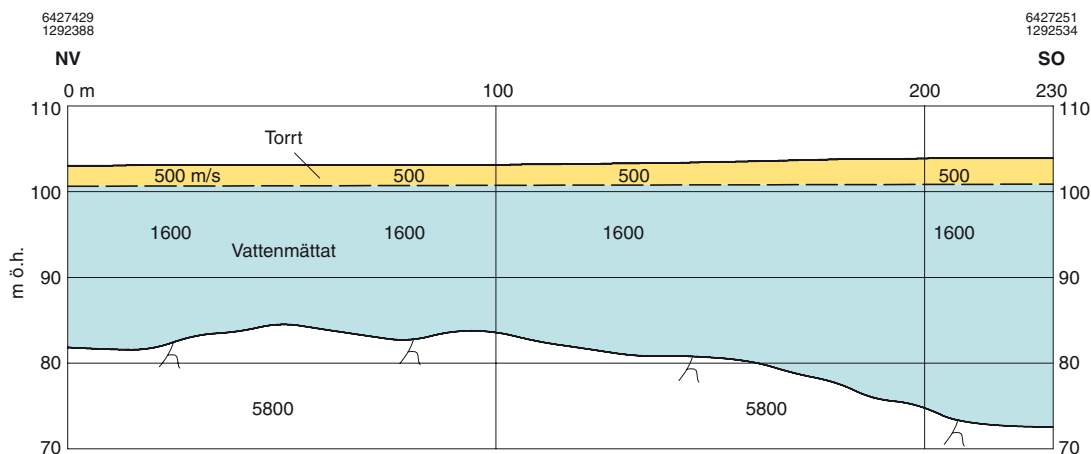
Isälvsavlagringen karaktäriseras av ställvis mäktiga lager av sorterade sediment. Grundvattennivån ligger högt med en omättad zon uppgående till ett fåtal meter. Avlagringen täcks delvis av mossar, och även några mindre sjöar förekommer. Sjöarna och sannolikt stora delar av mossarna underlagras och däms upp av tunna lager av finsediment ovanpå grövre sediment. Genomförda undersökningar med georadar indikerar stora jorrdjup. Överlag bedöms det finnas 10–50 m vattenmättad jord. I de tre profiler där seismiska mätningar utförts uppgår medelmäktigheten på den mättade zonen till 25–30 m. Den seismiska profilen S21-04 (fig. 12) är utlagd på ett plant fält norr om landsvägen vid Kåretorp. Figur 13 visar förberedelse för undersökningen. Profilen visar att den vattenmättade delen av avlagringen här uppgår till 15–25 m. En borrning med beteckningen R0304 som utfördes centralt i området (läget anges



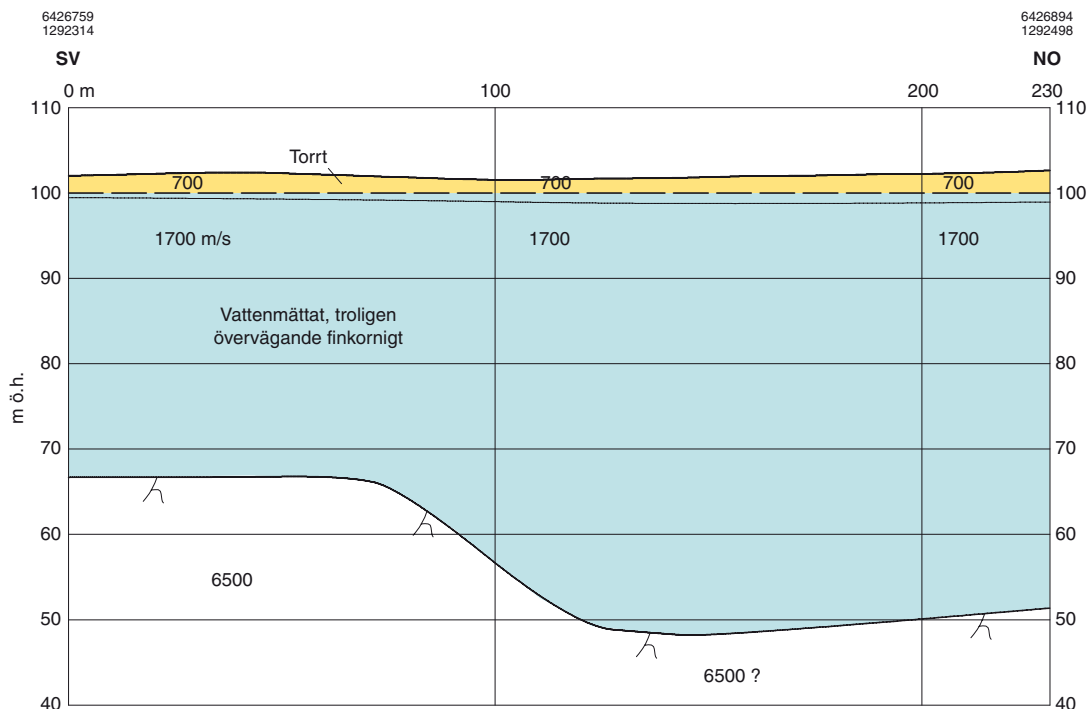
Figur 11. Utsnitt ur grundvattenkartan över den del av grundvattenmagasinet Kollanda som tillhör Lerums kommun. Beskrivningen gäller också endast denna del av magasinet.



Figur 12. Utförande av den seismiska profilen S21-04 på den plana ytan norr om landsvägen vid Kåretorp (figur 11).



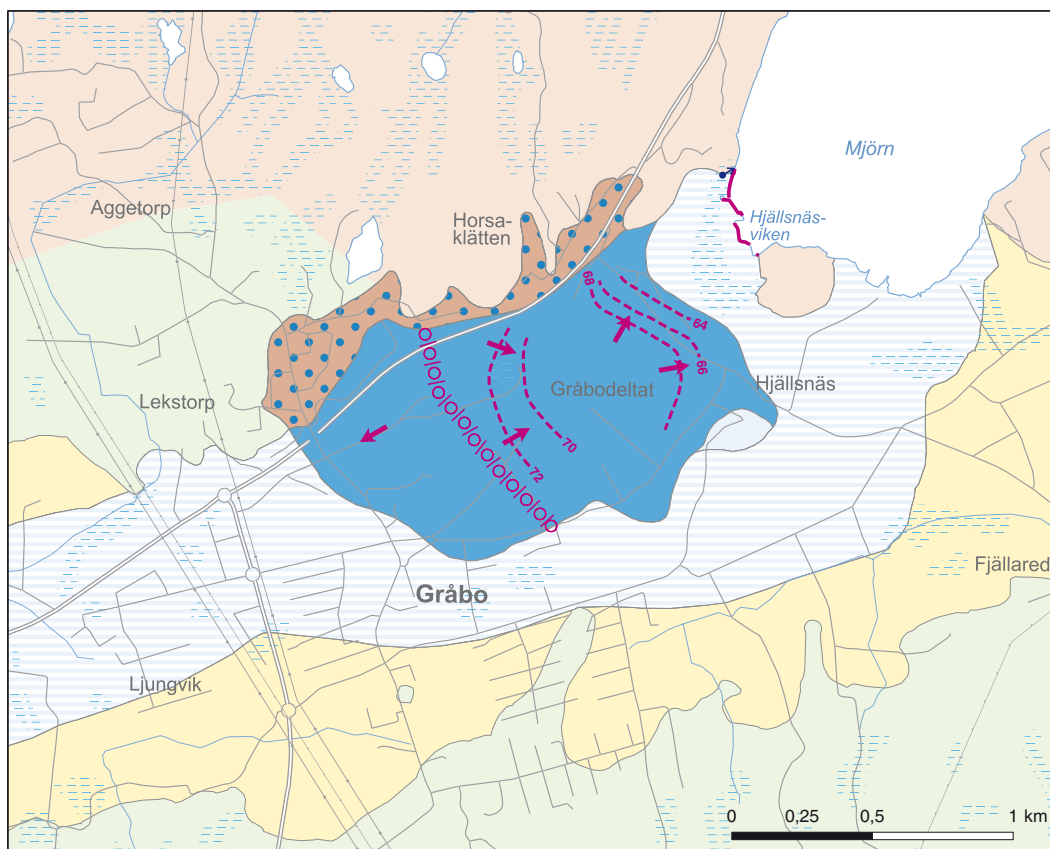
Figur 13. Den seismiska profilen S21-04 norr om landsvägen vid Kåretorp, grundvattenmagasinet Kollanda. Profilens läge är angivet i figur 11.



Figur 14. Den seismiska profilen S11-04 söder om landsvägen vid Kåretorp, grundvattenmagasinet Kollanda (läget framgår av figur 11).

i fig. 11) ligger nära slutänden av profil S21-04 i sydost. Jorddjupet på drygt 30 m i profilen och djupet till grundvattenytan (fig. 12) verifieras av borrhningen. Överst påvisades en 3 m omättad zon med inslag av lera. Därunder genomborrades 32 m jordartsmaterial, huvudsakligen bestående av mellansand och grovsand. Genomsläppligheten för vatten bedöms vara mycket god. Den seismiska profilen S11-04, söder om landsvägen, visar vattenmättade sediment med mellan 30 och 50 m mäktighet (fig. 14).

Det finns mycket goda förutsättningar för vattenuttag inom den del av grundvattenmagasinet Kollanda som tillhör Lerums kommun. Sorterad sand med en betydande mättad zon i den södra delen har motiverat att magasinets uttagskapacitet här lagts i intervallet 25–125 l/s (fig. 11). Den naturliga grundvattenbildningen begränsar dock uttagsmöjligheterna genom att tillrinningsområdet till den östra delen av grundvattenmagasinet är relativt litet. Med tillkommande information från den västra delen av magasinet kommer förutsättningarna för grundvattenuttag att kunna bedömas bättre.



Figur 15. Utsnitt ur grundvattenkartan över grundvattenmagasinet Gråbo.

Grundvattenmagasinet Gråbo

Gråbodeltat omedelbart norr om tätorten Gråbo är en randbildning som ansluter till sjön Mjörn i öster. Dess läge nära Göteborg och bristen på sand och grus i regionen har inneburit stora anspråk på uttag av grus ur randbildningen. I samband med översyn av möjliga grundvattenresurser inom Göteborgsregionen har av samma skäl, nämligen brist på alternativ, Gråbodeltat legat i fokus. Detta har inneburit att en stor mängd undersökningar utförts och diskussioner förts om dess nyttjande och bevarande. I den sydvästra delen av avlagringen ligger den kommunala vattentäkt som försörjer Gråbo tätort.

I denna undersökning ingår inga fältundersökningar i Gråbodeltat. Skälet är att omfattande studier av denna komplexa bildning redan utförts. Resurser har istället lagts på andra isälvsavlagringar i kommunen som är betydligt mindre undersökta avseende grundvatten. Geosigma (2006a) har sammanställt de geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna i Gråbodeltat och utfört kompletterande geofysiska, geotekniska och grundvatteninriktade undersökningar (Geosigma 2006b, 2006c och 2006d). I en rapport (Ramböll 2007) sammanfattas bland annat de hydrogeologiska förhållandena. En rad andra rapporter har framställts av vilka ett urval finns med i referenslistan och några refereras till i texten. I denna beskrivning hålls avsnittet om Gråbodeltat kortfattat och för mer detaljerad information hänvisas till referenserna.

Grundvattnets rörelse i Gråbodeltat kan från olika rapporter översiktligt sammanfattas på följande sätt: Grundvattnet strömmar huvudsakligen mot västsydväst och ostnordost från en grundvattendelare i ett område med flack grundvattenyta i deltats västra del. Det exakta läget i nord-sydlig riktning för vattendelaren, som betraktas som rörlig, är därmed osäkert (fig. 15). Grundvattnet i Gråbodeltat kan därför anses tillhöra ett och samma grundvattenmagasin. En sammanfattning av de geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna i Gråbodeltat ges nedan.

Geologisk uppbyggnad

En omfattande grustäktsverksamhet har förändrat Gråbodeltats topografiska förhållanden. Den naturliga formen är att överytan lutar mot öster. Denna lutning är svag i de västra delarna men relativt kraftig i öster mot Mjörn. Deltat avgränsas i norr av ett bergsmassiv, Horsaklätten. Runt deltat i övrigt sker en övergång från öppna till slutna grundvattenförhållanden genom att finkorniga sediment som lera och silt överlagrar isälvsavlagringen. Ovanpå de tätande skikten finns det på flera håll svallsediment.

Deltats översta lager är ett ca 20 m mäktigt skikt av löst packade sand- och grussediment, på många håll med inslag av finare fraktioner. Under detta lager finns en hårdare packad friktionsjord, som också består av sand och grus, men med ett ökat inslag av finare fraktioner. Under detta hårt packade skikt finns ett utbredd lerlager, vars mäktighet på många håll överstiger 50 m. Leran vilar i allmänhet på berg, alternativt på morän. I de centrala delarna av avlagringen har man i samband med undersökningar med markradar upptäckt ett avvikande avsnitt som löper tvärs över täktområdet i nord-sydlig riktning (Geosigma 2006b). Genom ett provdike i området har man konstaterat att det rör sig om mycket hårt packad friktionsjord, huvudsakligen bestående av sand med inslag av lera, som uppträder i form av skikt, linser eller bollar. Lagret stupar ca 20 grader mot sydväst. Resterna av en trolig dödisgrop har också hittats i de centrala delarna av området. Den lera som avsattes i gropan syns idag i form av en kulle som grävts fram genom täktverksamheten.

Gråbodeltat är en komplex formation avsatt under flera istidsskeden. Geosigma (2006a) presenterar följande konceptuella bildningsmodell, som har stora likheter med den tolkning som SGU tidigare presenterat (Magnusson 1978).

Utgångspunkten är att berggrundstopografin har styrt avsättningen av isälvsavlagringen. En minst 100 m djup, öst-västligt strykande dal med varierande bredd följer Lärjeån västerut en ansenlig sträcka, men begränsas i öster av en tröskel belägen vid det som idag är Hjällsnäsviken. Följande avsättningar har skett från deltats botten till dess överyta:

1. Pre-isälvsavsättning – morän. Äldre avsättningar i form av morän finns kvar under isälvsavlagringen. Möjligen kan även sedimentära bergarter återfinnas.
2. Distalt, depositionsfas 1 – lera. Ett mäktigt lerlager avsattes i vad som bör ha liknat en djup fjord. Detta bör ha skett under ett skede då isranden låg ett stycke österut. Tunnare horisonter av friktionsjord avsattes periodvis, t.ex. vid ökad sedimenttillförsel i smältvattnet, ökad strömningshastighet eller då isranden rört sig västerut.
3. Isframstöt, depositionsfas 2 – sand och grus. Allteftersom isranden närmade sig det aktuella området avsattes allt mer och allt grövre fraktioner. Efterhand utvecklades området till ett storskaligt isälvsdelta. Smältvattentunnelns mynning tänks ha varit subakvatisk.
4. Isframstöt, packning. Vid något skede passerade isranden över dagens täktområde vilket resulterade i en mycket kraftig packning av underliggande jordlager.
5. Isreträtt, erosion. Ojämnheterna i det hårdpackade lagrets överyta tolkas som en indikation på en bortspolning av material under en tid då smältvattentunnelns mynning stod vid eller nära den östra delen av täktområdet. Ojämnheterna kan även bero på glacial erosion vid såväl israndens framryckning som vid dess reträtt.
6. Depositionsfas 3 – mera sand och grus. Ovanpå den delvis eroderade ytan avsattes en ny generation av deltasediment. Detta material är till stora delar bortgrävt i tåkten, men kan ställvis observeras.

Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenmagasinet återfinns i de två översta jordlagren i deltats lagerföljd, dvs. i det översta lagret bestående av ca 20 m av löst packad sand och grus med finjordsinslag samt i det underliggande lagret med hårdare packad friktionsjord, sand och grus, men med större inslag av finjord. Den sammanlagda

mäktigheten på dessa två lager varierar mellan 20 och 50 m. Därtill kommer att svallsediment som kan anses tillhöra magasinet på sina håll överlagrar de två skikten. Geosigma (2006a) anger att dessa grövre och komplexa lager kan sammanföras till en mäktighet av 45–50 m innan det mäktiga underliggande lerskiktet tar vid.

Grundvattennivån ligger numera ytligt efter omfattande täktverksamhet, och skattningar finns att den grundvattenmättade delen utgör i storleksordning 90 % av dessa lager. Den komplexa uppbyggnaden med inslag av finkorniga lager begränsar ställvis grundvattenflödet. Centralt i grustäktområdet i anslutning till vattendelaren har, som ovan angetts, ett hårt packat lager observerats, vilket begränsar den hydrauliska kontakten mellan de östra och västra delarna.

På djupet inträder mer slutna förhållanden i magasinet. Det är inte möjligt att i den översiktliga skala som gäller för denna kartläggning ange utbredning av lokala delmagasin. Därför betraktas allt grundvatten som återfinns inom dessa två lager som tillhörande ett och samma grundvattenmagasin. Öppna förhållanden för grundvattenbildning råder i huvuddelen av deltat. I nedre delen av sluttningen mot Mjörn täcks deltasedimenten av mot öster allt mäktigare lerlager och grundvattenmagasinet är där slutet. Överlagringen av finkorniga sediment skapar artesiska förhållanden. Grundvatten tränger fram i flera källsprång och även diffust, vilket gör att marken är försumpad. De mäktiga lerlagren och nivåförhållandena talar emot att inducering från Mjörn till grundvattenmagasinet skulle vara möjlig. Genom vattenuttag i magasinet kan dock källflödet till Mjörn reduceras (Scandiaconsult 1991).

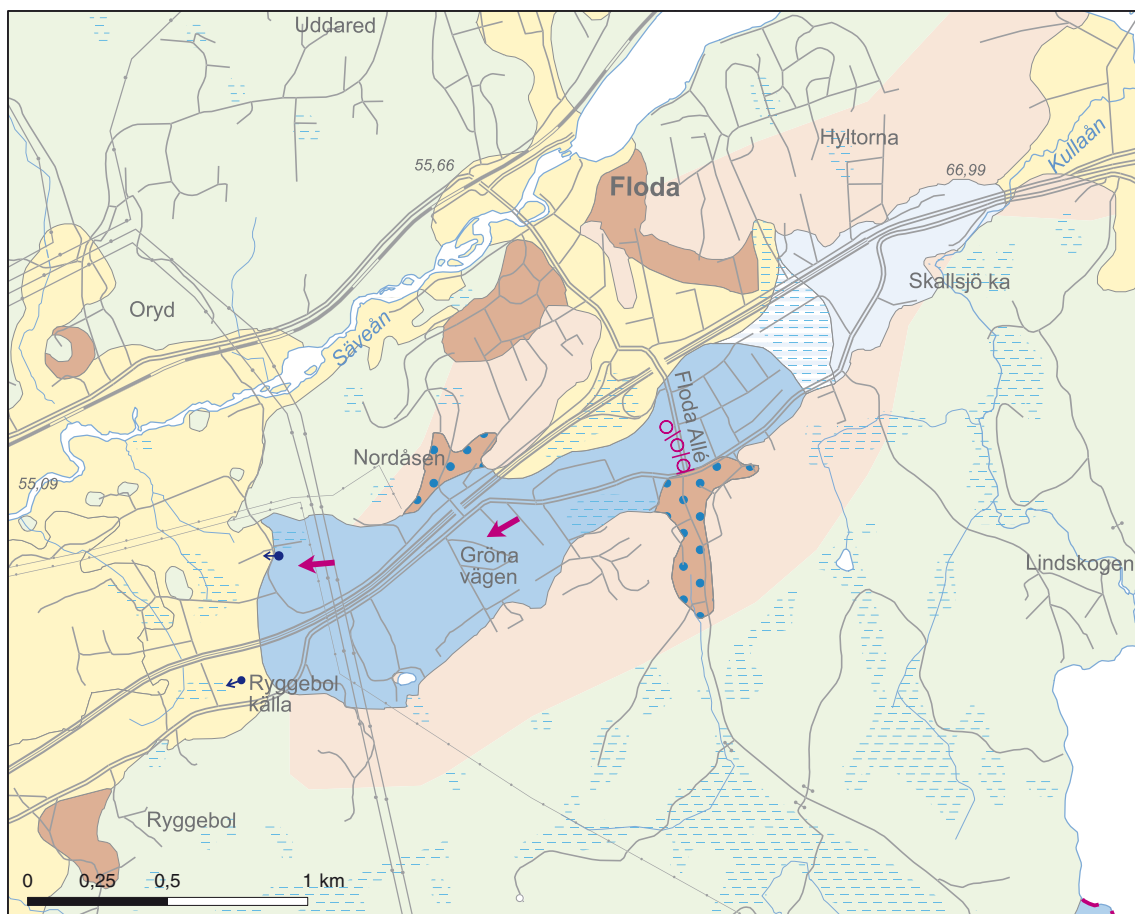
Utifrån tidigare tolkningar och underlagsdata i rapporter om Gråbodeltat har linjer på grundvattennivåer lagts in i kartbilden (fig. 15). Det är främst i den östra delen som uppgifter om nivåer finns. De små nivåskillnaderna gör det svårare att konstruera nivålinjer i den västra delen. Det finns också en osäkerhet kring vattendelarens läge. Det är betingat av dagens hydrogeologiska förutsättningar och kan ha varit annorlunda innan brytningen av grus påbörjades. Även uttaget i Lerums kommuns vattentäkt (ca 10 l/s) i den sydvästra delen av avlagringen kan sannolikt påverka vattendelarens läge (Geosigma 2006a).

Magasinets primära tillrinningsområde utgörs av de markområden inom magasinet där hela den effektiva nederbörden (nederbörd minus avdunstning) infiltreras och bildar grundvatten. Sekundära tillrinningsområden är markområden utanför magasinet där hela eller nästan hela den effektiva nederbörden bedöms tillföras magasinet. Dessa sekundära tillrinningsområden utgörs av bergsluttningarna norr om magasinet och som är avgränsade utifrån ytvattendelare. Den naturliga grundvattenbildningen inom hela avlagringen har i olika utredningar skattats till 15–20 l/s. Från provpumpningar har dock beräknats att 20 l/s kan tas ut enbart i den östra delen av bildningen (Viak 1981). Den totala uttagsmöjligheten har bedömts kunna vara av storleksordningen 20 l/s även i den västra delen. Den totala grundvattenbildningen skulle därmed kunna vara upp emot 40 l/s, dvs. högre än vad de flesta utförda beräkningarna visar. Det förefaller inte osannolikt att så skulle vara fallet, men förutsätter framför allt betydligt mer omfattande tillströmning av grundvatten norrifrån, främst från djupare berggrundslager där grundvattenbildning sker utanför de avgränsade sekundära tillrinningsområdena.

Den totala naturliga grundvattenbildningen är således relativt begränsad. Möjligheterna till förstärkt grundvattenbildning genom bassänginfiltration med vatten från Mjörn är dock mycket goda och frågan har utretts under flera år. Möjliga uttag av så stora volymer som 1 000 l/s har angetts. Klassning av uttagskapacitet på grundvattenkartan ska i första hand bygga på rådande naturliga förhållanden. Goda förutsättningar för inducerad infiltration eller konstgjord grundvattenbildning kan påverka klassningen och därför har grundvattenmagasinet Gråbo tilldelats uttagskapacitet 25–125 l/s.

Grundvattenmagasinet Skallsjö

Skallsjödalen löper parallellt med Säveåns dalgång vid Floda. I dalen vid Skallsjö har en större isälvs-avlagring avsatts. Den sydvästra delen av bildningen utgör ett delta. Två komplext uppbyggda ryggar av isälvs-avlagring, finkorniga lager och morän vid Gröna vägen respektive Floda allé (fig. 16) tolkas som ändmoräner. Hela bildningen bedöms vara en randbildning med tillhörande delta och ingår i det is-



Figur 16. Utsnitt ur grundvattenkartan över grundvattenmagasinet Skallsjö.

randläge som benämns Berghemsmoränen och där även randbildningen i Gråbo ingår. Den geologiska uppbyggnaden av Skallsjöavlagringen är beskriven av flera författare (bl.a. Hillefors 1969, Magnusson 1978 och Ahlin 1987). Bildningen har blivit utsatt för stor påverkan genom grustäktsverksamhet och bebyggelse och även vägbyggnation; europaväg E20 går genom avlagringen.

Skallsjöavlagringen fyller ut den relativt smala Skallsjödalen och ansluter till berg på båda sidor. En omväxlande berggrundstopografi ger betydande variation i mäktighet på sedimenten. Uppgifter från brunnarsarkivet visar på jorddjup på ca 25–45 m centralt i bildningen, hela vägen från Floda allé till avlagringens avgränsning i väster nära Ryggebol källa (fig. 16), en sträcka på ca 1,5 km. Utmed nord- och sydsidorna mot väster från Floda allé avtar djupet markant. Detsamma gäller öster om Floda allé, där avlagringens djup genomgående är mindre än 10 m. Undantag utgör området invid Skallsjö kyrka som ligger på en isälvterrass och där tidigare utförda seismiska undersökningar visar på 20–25 m jorddjup (Magnusson 1978).

Uppgifter om lagerföljder visar att i den mäktiga delen av avlagringen i sydväst dominerar sand av varierande kornstorlek, medan andelen grus är mindre. Det finns även här inslag av lerlager. Grövre sediment förekommer, inte minst som ytbäddar. Den mest detaljerade undersökningen av jordlagerföljder genomfördes i samband med framtagandet av ett nytt brunnsläge för Skallsjö vattentäkt i den sydvästra delen av deltat (Vbb Viak 1993). Ned till ca 22 m under markytan finns sand med en hel del inblandade ler- och siltskikt. Från 22 till 42 m finns siktanalyser från jordprov redovisade, mellan 26 och 42 m för varje meter. Proverna innehöll sand eller grusig sand, i enstaka fall sandigt grus.

Hydrogeologiskt utredningsmaterial finns framför allt från den sydvästra delen av avlagringen som är den viktigaste från grundvattensynpunkt. Inga nya fältundersökningar, utöver källinventering, har gjorts

inom Skallsjöavlagringen i denna undersökning. Grundvattenmagasinet Skallsjö (fig. 16) omfattar huvuddelen av Skallsjöavlagringen och isälvsavlagringarna mot nordost förbi Skallsjö kyrka. Grundvattnets strömningsriktning är mot väst till sydväst i huvudbildningen från Floda allé i öster till Ryggebol källa i väster. Grundvattenströmningen i den östra delen av magasinet sker sannolikt mot norr och nordost. En rörlig grundvattendelare med preliminär utsträckning bedöms återfinnas i höjd med Floda allé. Magasinet öster om vattendelaren är av begränsad omfattning och varierande, med bland annat täckande lerlager. Informationen är begränsad vad gäller hydraulisk kontakt inom denna del av magasinet. Från uttagssynpunkt är delen sydväst om grundvattendelaren mest intressant.

Mäktigheten av den mättade zonen i grundvattenmagasinet är bäst beskriven vid Skallsjö vattentäkt i den sydvästra delen. Resultat av nivåmätningar och borrhningar (främst Vattenbyggnadsbyrån 1961, Vbb Viak 1993) anger att den vattenmättade delen är ca 20 m med sand och grusig sand. Den omättade zonen är drygt 20 m. Markytan vid vattentäkten ligger i storleksordning 20 m högre än nivån vid Ryggebol källa några hundratal meter mot väster (fig. 16). Mycket översiktligt överensstämmer grundvattennivåerna vid vattentäkten och invid Ryggebol källa. Från källan avleds vattnet i en bäck. Vid mätningar åren 1946–47, innan vattentäkten anlades, var enligt Vattenbyggnadsbyrån (1954) flödet 10–20 l/s från källområdet. I samband med provpumpning inför anläggande av vattentäkten gjordes uttag med ca 10 l/s (Vattenbyggnadsbyrån 1961). Flödet i bäcken från Ryggebol källa var av storleksordningen 4–6 l/s. Längre norrut finns även mindre, men tydliga källflöden från avlagringen som bidrar till avrinningen (fig. 16). Sammantaget visar dessa uppgifter att det naturligt sker en grundvattendränning med minst 20 l/s mot väster, varav en del används för vattenuttag i Skallsjö vattentäkt. Grundvattenbildningen på avlagringen kan också skattas till ca 20 l/s. Vatten som tillförs magasinet från omgivande tillrinningsområden tillkommer, främst i söder.

Det har konstaterats att lerlagren skapat olika lokala grundvattennivåer inom magasinet. Det innebär att vatten i grävda brunnar kan få vatten från lokala magasin i ytligare delar av avlagringen. Hela den västra delen av avlagringen klassas dock som öppet magasin för grundvattenbildning med uttagskapacitet i intervallet 5–25 l/s. Den östra delen av magasinet har erhållit den lägre klassen 1–5 l/s.

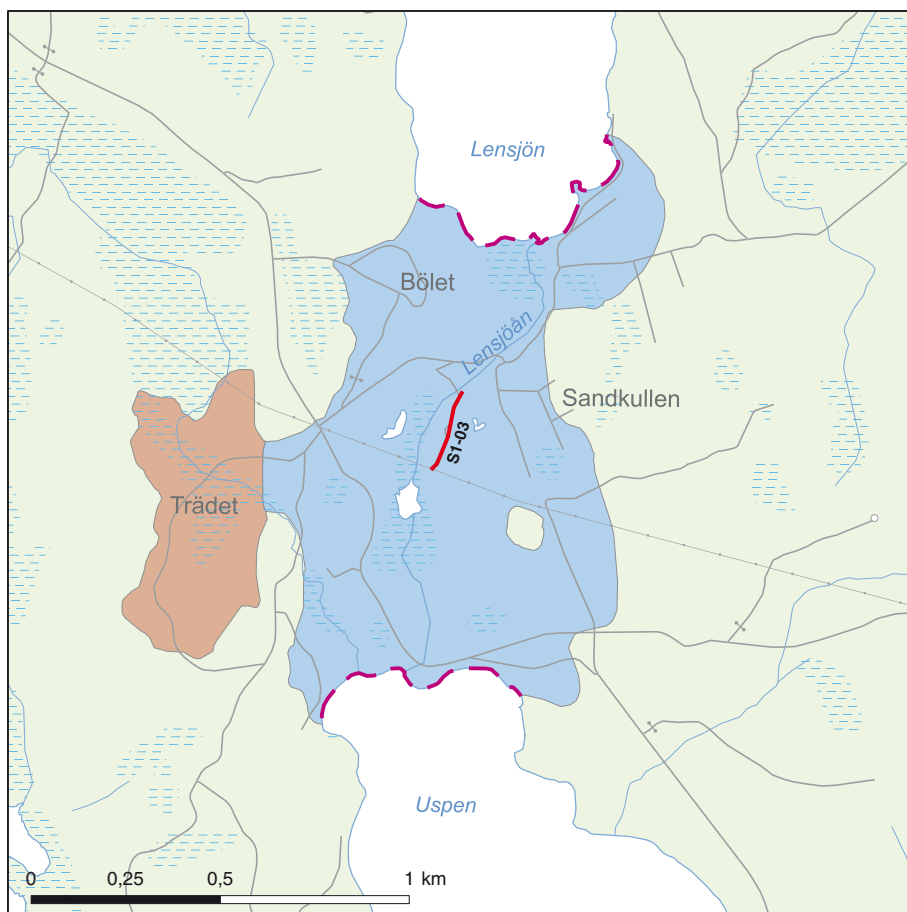
Grundvattenmagasinet Lensjön

Mellan sjöarna Lensjön och Uspen återfinns en isälvsavlagring som liksom Skallsjöavlagringen tillhör randstråket Berghemsmoränen (fig. 17). Avlagringen ligger endast 2–3 km sydsydost om Skallsjöavlagringen. Den har liksom övriga randbildningar i regionen en komplex bildningshistoria (Hillefors 1969), vilket ger utslag i omväxlande sammansättning av isälvsediment och morän. Sand och grus är dock dominerande, och en rätt omfattande täktverksamhet har bedrivits inom olika delar av isälvsavlagringen. Den komplexa bildningsmiljön innebär att finkorniga skikt och lager med osorterat moränliknande material förekommer i täkterna, liksom ibland högt blockinnehåll.

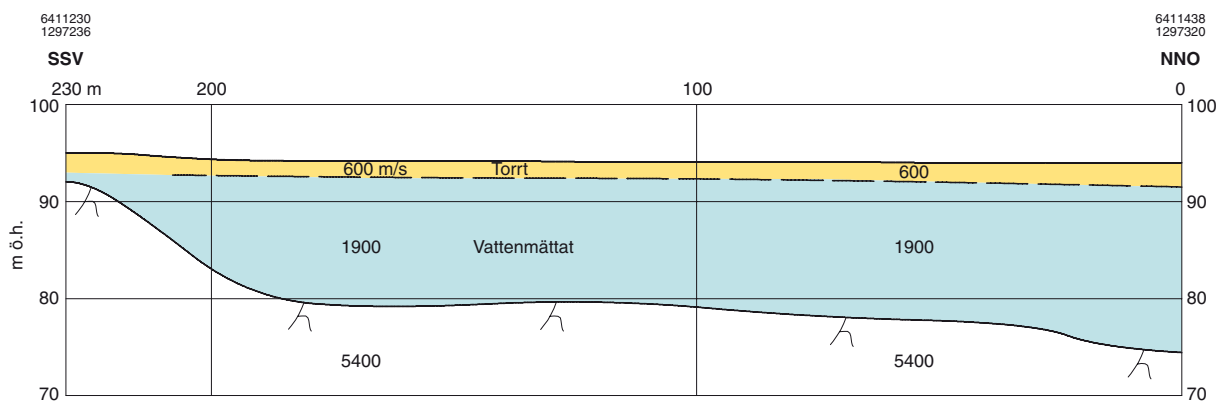
I de sydvästra delarna mot Trädet dominerar vanligen sand (Ahlin 1987). Här visar fyra brunnborrningar på jorddjup mellan 7 och 13 m. Jorddjupet har undersökts med hjälp av en seismisk profil (S1-03, fig. 18) centralt i bildningen. Profilen når i sydsydväst nästan fram till berg i dagen. Inom huvuddelen av sträckningen mot nordnordost är jorddjupet knappt 15 m och ökar något mot slutet. Profilen är utlagd lågt i terrängen, och den omättade zonen ovan grundvattenytan är endast någon meter. Två brunnborrningar på det flacka partiet mellan Sandkullen och Bölet uppvisar också jorddjup kring 20 m.

Vid Sandkullen finns flera uppgifter om jorddjup på 10–20 m. Terrängläget är högre och delar av de genomborrade jordlagren kan utgöras av morän som går i dagen i öster. I en tidigare utförd brunnundersökning avseende grundvattnets kvalitet (Bähler 1985) framgår det att de grävda brunnarna ligger i den västra, lägre belägna delen av Sandkullen.

Från Uspen rinner Lensjöån norrut till Lensjön och därifrån vidare norrut till sjön Sävelången. Det innebär att även grundvattnets strömningsriktning är mot norr. Uppgifterna ovan angående terrängläge, grundvattennivåer och jorddjup indikerar att den vattenmättade delen av avlagringen i den centrala delen



Figur 17. Utsnitt ur grundvattenkartan över grundvattenmagasin Lensjön.



Figur 18. Den seismiska profilen S1-03 i grundvattenmagasinet Lensjön (läget framgår av figur 17).

mellan sjöarna vanligen är 10–18 m. Dess sammansättning är ofta komplex, vilket gör att möjligheterna till större uttag ur en enstaka uttagspunkt kan vara begränsade. Möjligheten till inducerad infiltration från sjöarna och Lensjöån har inte studerats, men kan eventuellt vara rätt god. Genom detta möjliga tillskott av ytvatten begränsas inte den mängd vatten som kan bilda grundvatten till enbart den nederbörd som faller på avlagringens yta och omgivande tillrinningsområden. Mot denna bakgrund klassas uttagskapaciteten i grundvattenmagasinet Lensjön till 5–25 l/s.

REFERENSER

- Ahlin, S., 1987: Grus och berg i Lerums kommun. *Länsstyrelsen i Älvsborgs län*, 1987:6.
- Bähler, S., 1985: Studier av surt grundvatten runt Lensjön, Lerums kommun. Projektarbete. *Chalmers tekniska högskola/Göteborgs universitet, Geologiska institutionen. Publ B 195*, 24 s.
- Engqvist, P. & Müllern, C.-F., 1998: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Västra Götalands län, mellersta delen, f.d. Älvsborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 13*, 55 s.
- Fredén, C., 1986: Beskrivning till jordartskartan Göteborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 40*.
- Geosigma, 2006a: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat. Preliminär design av pilot-infiltrationsanläggning. Förslag till fullskalig infiltrationsanläggning. Grap 05153*.
- Geosigma, 2006b: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat – Rapport Geofysik. Grap 06034*.
- Geosigma, 2006c: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat – Rapport Geoteknik. Grap 06035*.
- Geosigma, 2006d: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat – Rapport Grundvatten. Grap 06036*.
- Göteborgs Förorter, 1969: *Lerums kommun/Stora Lundby. Fortsatt grundvattenundersökning för Sjövik*.
- Hillefors, Å., 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. *Meddelande från Lunds universitet, Geografiska inst., Avhandling nr 60*.
- Hillefors, Å., 1992: Östadsåsen, Jutåsdeltat och Vallåsen. En geovetenskaplig värdering. *Länsstyrelsen i Älvsborgs län*, 1992:3.
- K Norén Konsulterande Ingenjörbyrå AB, Mölndal, 1980: *Lerums kommun. Sjövik vattentäkt. PM avseende utförda undersökningar*.
- Magnusson, E., 1978: Beskrivning till jordartskartan Göteborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 26*, 154 s.
- Ramböll, 2007: Granskning av Länsstyrelsens yttrande över grustäkt i Gråbo – hydrogeologiska aspekter. Uppdrag 61470725329. Göteborg 2007-11-05, rev 2007-12-03.
- Scandiaconsult, 1991: *Värdering av grundvattentillgångarna i Gråbo och Östad. Utredning till Göteborgs VA-verk*, 39125001, Göteborg.
- Sydsvenska Ingenjörbyrå AB, 1970: *Lerums kommuns vattenförsörjning. PM beträffande bedömning av utförda undersökningar kring befintlig grundvattentäkt i Sjövik. Utredning: 1812-70*.
- Vattenbyggnadsbyrå, 1954: *Lerum vattenrätt. PM angående Lerums vattenförsörjning med anledning av förestående laglighetsprövning. W. Winsnes 1954-06-02*.
- Vattenbyggnadsbyrå, 1961: *Lerum. Vattenrätt Skallsjö Ängar. Redogörelse för provpumpning april 1960 – februari 1961*.
- Vbb Viak, 1993: *Lerums kommun. Skallsjö Ängar. Projektering av ny brunn vid Rb9201. Utredning S8303.200*, Göteborg.
- Viak AB, 1980: *Sjövik vattentäkt. 1980-09-18, utredning 5412.403/1098*, Göteborg.
- Viak AB, 1981: *Lerums kommun, Gråbo. Hydrogeologisk undersökning. Utredning 5412.1211-05*, Göteborg.
- Viak AB, 1982: *Lerums kommun. Sjövik. Hydrogeologisk undersökning. Utredning 5412-1277-04*, Göteborg.

ALLMÄN LITTERATUR

- Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. *Naturvårdsverket, Rapport 4415*, 52 s.
- Bengtsson, M.-L., 1996: Hydrogeologisk sårbarhetsklassificering som verktyg i kommunal planering. Med exempel från Lerums kommun. *Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola, Publ. A 81*.
- von Brömssen, U., 1968: *Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt. Särtryck ur Metod -Teknik-Analys. Stockholm*, 33–110.

- Bydén, S., Lind, B. & Carlsson, U., 1997: *Geohydrologisk utredning för fritidshusområde vid Gallvik i Lerums kommun*. Melica miljökonsluter, 1997-06-03, Göteborg.
- Bydén, S. & Nielsen, B., 1998: *Geohydrologisk utredning för Sundetområdet i Norsesund i Lerums kommun*. Melica miljökonsluter, 1998-04-16, Göteborg.
- Bydén, S., 2000: *Geohydrologisk utredning för områdena Stora Bråta och Stålebo i Lerums kommun*. Melica miljökonsluter, 2000-10-03, Göteborg.
- De Geer, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäckets akviferer främst åsarnas. I Eriksson, Gustafsson och Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedts & Söners förlag, Stockholm.
- Flentzberg, A., 1909: Offerkällor och trefaldighetskällor. *Fataburen*, 65–84, 141–149.
- Fredén, C. (red.), 2002: *Berg och jord*. Tredje upplagan, Sveriges Nationalatlas, 208 s.
- Frycklund, C., Jacks, G., Johansson, P.-O. & Lekander, K., 1994: Konstgjord grundvattenbildning – processer vid inducerad infiltration och bassänginfiltration. *VAV, VA-Forsk Rapport nr 1994-08*, 55 s.
- Geosigma, 2006: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat – Rapport Orienterande studie förorenad mark*. Grap 06037.
- Geosigma, 2006: *Kompletterande geologiska och hydrogeologiska undersökningar i Gråbodeltat – Kontrollprogram*. Grap 06042.
- Grip, H. & Rodhe, A., 1988: *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB, Uppsala, 155 s.
- Gustafsson, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. I Eriksson, Gustafsson och Nilsson (red.). *Grundvatten*. Nordstedt & Söners förlag, Stockholm. 15–33
- Göteborgsregionens kommunalförbund, 2003a: *Grusförsörjningsplan för Göteborgsregionen*.
- Göteborgsregionens kommunalförbund, 2003b: *Vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen*.
- Hilldén, A., 1979: Deglaciationen i trakten av Berghemsmoränen öster om Göteborg. *Lunds Universitet, Kvartärgeologiska avdelningen, Thesis 6*, 131 s.
- Horkeby, G., 1996: Ökad säkerhet och beredskap inom vattenförsörjningen. Inventering av befintliga vattentäkter. *Överstyrelsen för Civil Beredskap, forskningsrapport 1996:7*, 81 s.
- Hult, A., 1998: Dricksvattensituationen i Sverige. *VAV, VA-Forsk Rapport nr 1998-15*.
- Hult, A., 1991: *Källan till vattnet*. Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo.
- Jonasson, S. A., Lång, L.-O. & Swedberg, S., 1985: Faktorer som påverkar pH och alkalinitet. En analys av brunnsvatten i sydvästra Sverige. *Statens Naturvårdsverk, Rapport 3021*, 84 s.
- J&W, 2001: *Grundvattenmodell Gråbo*. Uppdragsnummer MI778947.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 1993: *Grundvatten, teori och tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst, Solna, 304 s.
- Livsmedelsverket, 2001: Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. *SLV FS 2001:30*, 33 s.
- Lerums kommun, 2002: *Norra Gråbo. Fördjupning av översiktsplanen för Lerums kommun*. Samrådshandling, Stadsbyggnadskontoret, KS95.465.212.
- Lång, L.-O., Book, S., Bramstång, O., Hellgren, L.-G. & Oscarsson, R., 2000: Groundwater mapping in Göteborg. I T. Nilsson (red.): XXI Nordic Hydrological Conference. *Nordic Association for Hydrology, Uppsala, Sweden, 26-30 June 2000. NHP Report 46:2*, 578–584.
- Maxe, L. & Johansson, P.-O., 1998: Assessing groundwater vulnerability using travel time and specific surface area as indicators. *Hydrogeology Journal* 6, 441–449.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Grundvatten. *Rapport 4915*, 140 s.
- Naturvårdsverket, 1999: Metodik för inventering av förorenade områden. *Rapport 4918*, 150 s.
- Scandiaconsult, 1995: *Lerums kommun. Gråbodeltat*. Uppdrag 392955-01, Göteborg 1995-09-27.
- Scandiaconsult, 1997: *Grundvatten Gråbo. Utredning av förutsättningarna för storskalig grundvattenutvinning med hjälp av konstgjord grundvattenbildning*. Uppdrag: 540084-1, Göteborg 1997-11-26.
- Scandiaconsult, 2001: *Gråbotäkten. Översiktlig massberäkning*. Uppdrag 540558-01, Göteborg 2001-06-26.
- Scandiaconsult, 2002: *Pilotförsök Gråbo. Kostnadsuppskattning fullskaleanläggning*. Uppdrag 540597-01, Göteborg 2002-03-08.

- Scandiaconsult, 2002: *Grundvattenutvinning i Gråbo. Preliminära synpunkter på skyddsområde*. Uppdrag 540597-01, Göteborg 2002-05-21.
- Scandiaconsult, 2002: *Gråbo. Inventering och funktionskontroll av observationsrör och jordbrunnar*. Uppdrag 540597-01, Göteborg 2002-08-29.
- Scandiaconsult, 2004: *Gråboprojektet. Kunskapsläge december 2003*. Uppdrag 540758-01, Göteborg 2004-01-28.
- SGU, 1985: Svenskt vattenarkiv, Grundvattennätet. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 43*, 115 s.
- Stejmar, H., 1995: Hydrogeologisk sårbarhetskartläggning av Sävåns dalgång i Lerums kommun. *Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola, Publ. B 415*, 141 s.
- Tilly, L., Maxe, L. & Johansson, P.-O., 1999: Spårämnesförsök som undersökningsmetodik vid konstgjord grundvattenbildning. *VAV, VA-Forsk Rapport nr 1999-14*.
- VA Ingenjörerna AB, 1999: *Infiltration vid Gråbo – bedömning av reningseffekter. Förstudie etapp 1*. Projekt nr 140 408, Göteborg 1999-08-12.
- Vbb Viak, 2000: Lerums kommun, *Öxeryd – Översiktlig geologisk och geohydrologisk utredning. Etapp 1*. Koncept 2002-02-01, Uppdragsnummer 1310275000. Göteborg.

EJ TRYCKTA UTREDNINGAR – URVAL

1963-06-26	Aspegrens Ingenjörsfirma	5038.28	Redogörelse för mark- och grundundersökningar för Svenska ESSO AB inom Floda 3:798 i Skallsjö kommun i Älvsborgs län.
1964-03-21	Statens Vägverk	2610-939	Väg 939, Gråbo – Stenkullen.
1965-06-16	Geotekniska Byrån	G 324	Betr. Grundundersökning för sjukhem på fastigheterna Hallås Åsen 25 och Lerum Stommen 13 i Lerum.
1965-09-06	AB Brodefors & Mattson	13-18	Utlåtande över rundförhållanden inom planerat bostadsområde Lekstorp 15 m.fl., Lekstorp kommun.
1968-03-11	AB Brodefors & Mattson	26-25	Utlåtande över preliminär grundundersökning inom Backgårdsområdet, Stora Lundby kommun.
1969-06-18	Göteborgs Förorter	57 P25 01	Skallsjö kommun Alléskolan i Floda. Grundundersökning.
1970-10-20	Göteborgs Förorter	32498046234	Lerum kommun Lerums industriområde, industrispår. Geoteknisk undersökning.
1971-06-07	Göteborgs Förorter	32498014231	Lerums kommun / Älka. Del av industriområde. Geoteknisk undersökning.
1972-12-04	Allmänna Ingenjörbyrå	0410-4175.02	Lerums kommun Gråbo. Avloppsreningsverk Grundundersökning PM.
1973-01-29	Göteborgs Förorter	32405032230	Utlåtande betr VA-ledningar i Lillies väg och Cederflychtsvägen. Geoteknisk undersökning.

1979-01-16	Kjessler & Mannerstråle AB	440500	Lerums Centrum, västra delen. Geoteknisk undersökning (kompletterad 1979).
1980-05-21	Kjessler & Mannerstråle AB	4400690	Lerums Kommun Hjällsnäs Hans Larsgården 5:23. Planerad för- och LM-skola. Geoteknisk undersökning.
1984-11-26	Göteborgs Förorter	86024006230	Tillbyggnad på fastigheten Ölslanda Skattegården 1:46 resp 1:12. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1985-06-12	Göteborgs Förorter	99824411230	Segerstad, del av Moledet 2:1 i Gråbo, Geoteknik. PM beträffande markarbeten för gator och ledningar.
1986-07-02	Göteborgs Förorter	32401432230	Stenkullens samhälle, områdesplan. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1987-02-02	Göteborgs Förorter	86024006230	Nybyggnad på fastigheten Ölslanda Skattegården 1:121. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1987-03-16	Göteborgs Förorter	99824522230	Åtorpsudde. Utlåtande betr stabilitet samt förutsättningar för grundläggning av byggnader.
1988-01-14	Konsultföretaget GF	99824567230	Hede 2:3, Ölslanda. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1990-07-02	Konsultföretaget GF	86024006230	Nybyggnad på Fast Stannum 2:18. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1991-01-16	GF Konsult AB	32401693230	Norra Hallås, Bygghälsbedömning. Utlåtande över geoteknisk undersökning.
1991-05-29	Kjessler & Mannerstråle AB	462163	Stenkullen, Ölslanda 1:24 m.fl. Detaljplan för bostadsområde. Geoteknisk undersökning.
1991-10-14	GF Konsult AB	1300123	Fastigheterna Östad 26:1, 3:42 m.fl., Sjövik. Geoteknisk undersökning: Projekt-ringsanvisningar.
2001-03-19	NCC AB, NCC Industri Ballast Syd, Råvaruförsörjning	–	Förslag till miljökonsekvens beskrivning grustakten i Östad, Lerums kommun.
2002-03-05	GF Konsult AB	32429123	Lerums Kommun Lekstorp 1:11 m.fl., Detaljplan. Geoteknisk undersökning: PM beträffande Detaljplan.

