

Beskrivning till kartan

Grundvattenförekomster i Örkelljunga kommun

Carl-Fredrik Müllern



**Beskrivning till kartan över
Grundvattenförekomster i
Örkellunga kommun**

Carl-Fredrik Müllern

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-688-9

För mer detaljerad information om jordarter och berggrund hänvisas till SGUs jordartskartor och berggrundskartor.

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: Vid borrningarna vid golfbanan söder om Eket påträffades rikligt med vatten. Foto: C.-F. Müllern.

FÖRORD

Kartan över grundvattenförekomsterna i Örkelljunga kommun ingår i en serie kommuninriktade grundvattenkartor, serie An och K, som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är framtagen i visst samarbete med kommunen, och är avsedd att i första hand komma till användning i den kommunala verksamheten. Den kan givetvis brukas även i andra, grundvattenrelaterade sammanhang.

Kartan är speciellt anpassad för att utgöra ett av de beslutsunderlag som krävs i samband med kommunal planering enligt miljöbalken, PBL och Agenda 21 för t.ex. markanvändning, vattenförsörjning, grundvattenskydd samt grundvattenrelaterade tillstånds- och tillsynsfrågor.

Den föreliggande kartan över grundvattentillgångarna i Örkelljunga kommun är digitalt framställd. Informationen är inlagrad i databasen, vilken levererats till kommunen, med en noggrannhet som huvudsakligen är avsedd att passa en framställning i skala 1:50 000. Framställningar av analoga kartor över hela eller delar av kommunen från kartdatabasen kan göras i såväl större som mindre skala, vilket emellertid kräver insikt i att noggrannheten inte alltid överensstämmer med den förändrade kartskalen.

Bedömningarna av grundvattentillgångarna i de kvartära avlagringarna, i första hand sand- och grusavlagringarna, har grundats på de hydrogeologiska fältarbeten som utförts inom ramen för SGUs grundvattenundersökningar i Örkelljunga kommun. Dessa har innefattat geofysiska mätningar med georadar, seismik och geoelektrik samt sonderingsborrningar och drivning av observationsrör. Utgångspunkt för arbetena har varit den hydrogeologiska översiktskartan över Skåne län i skala 1:250 000, SGU serie Ah 15, vilken är en syntes av äldre grundvattenundersökningar och utredningar.

De undersökningar som utförts för kartläggningen av grundvattentillgångarna i Örkelljunga kommun har givetvis lett till nya insikter om grundvattenförhållandena, varför kommunkartan i flera avseenden skiljer sig från länskartan. Det gäller t.ex. grundvattnets strömningsriktningar, torra åsavsnitt m.m. Arbetena med den nya kartan har även inneburit en avsevärt säkrare kvantifiering av grundvattentillgångarna och grundvattenmagasinen genom bl.a. de geofysiska mätningarna och borrningarna, varvid grundvattenmagasinens faktiska storlek uppmäts.

Textbidrag har lämnats av Bo Thunholm: grundvattennivåer och grundvattnets kemi i allmänhet; Bo Wällberg: metodbeskrivningar – georadar och seismik; Leif Eriksson: metodbeskrivning – elektriska motståndsmätningar; Magnus Åsman: metodbeskrivningar – Kriging och variogramanalys samt kartorna över kemiska parametrar. Seismogram och radargram har utförts av Bo Wällberg. Det digitala arbetet har letts av Magnus Åsman. Kvalitetsgranskning och bearbetning av den digitala beskrivningen har utförts av Linda Ahlström, Jan Pousette och Åsa Gierup.

Kartläggningen genomfördes 2001–2002. De geofysiska arbetena har letts av Bo Wällberg, borrningarna av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade även Barbro Aastrup, Eva Elsmark, Jan Lundqvist, Anders Lundström, Torbjörn Persson, Sune Rurling och Lars Stenberg.

INNEHÅLL

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	6
Utförda arbeten	6
Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Örkelljunga kommun	7
Grundvatten i jordlagren	7
Grundvatten i berggrunden	9
Större sprickzoner i berggrunden	11
FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA	13
GRUNDVATTENTILLGÅNGAR	19
Allmänna förutsättningar	19
Naturresursen grundvatten	19
Vattnets kretslopp	20
Grundvattenbildning	21
Tidsmässiga variationer i grundvattennivå	21
Årstidsvariationer	22
Dricksvatten	22
Inducerad infiltration	24
Konstgjort grundvatten	26
Grundvattentillgångar söder om Hjälmjön	26
Grundvattenförhållanden vid Örkelljunga	26
Grundvattenförhållanden i området Ljungaskog–Sånnestorp	27
Grundvattenförhållanden i området Eket–Ingeborrarp	30
Grundvattentillgångar från Hjälmjön till Skånes Värjö	33
Grundvattenförhållanden i området Hjälmjön–Östra Spång	33
Grundvattenförhållanden i området Lärkesholm–Åsljunga	34
Grundvattenförhållanden vid Skånes Värjö	36
Grundvattenförhållanden vid Fedingesjön, Store sjö och övriga större grundvattentillgångar	38
Grundvattenförhållanden vid Fedingesjön	38
Grundvattenförhållanden vid Store sjö och övriga större grundvattentillgångar	41
GRUNDVATTNETS KEMI	43
Grundvattnets kemi i allmänhet	43
Grundvattnets kemi i Örkelljungatrakten	44
GRUNDVATTNETS SÅRBARHET	48
Allmänt om grundvattnets sårbarhet	48
Grundvattenpåverkan	48
Konsekvens- och riskanalys	48
Grundvattnets strömningsriktning	48
Skydd av grundvattnet	49

METODBESKRIVNINGAR	50
Georadar	50
Geologiska förutsättningar	50
Tillämpningsområden	50
Seismik	51
Grundläggande principer	51
Mätförfarande	51
Geologiska förutsättningar	52
Tillämpningsområden	52
Elektriska motståndsmätningar	52
Kriging och variogramanalys	54
DOKUMENTATION AV GEOFYSISKA MÄTNINGAR OCH BORRNINGAR	56
Lägen för geofysiska mätningar och borrhningar	56
Utförda borrhningar (serierna SGU 01 och 02) samt inventerade borrhningar med uppgifter på lagerföljd	57
LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR	61
Allmän litteratur	61
Ej tryckta utredningar	64
SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel	65
Grundvattenkartor	66
SGU serie Ag	66
SGU serie Ah	66
SGU serie An	67
SGU serie K	67

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

De fältarbeten som genomförts i samband med kartläggningen av grundvattentillgångarna i Örkelljunga kommun har bl.a. omfattat brunnsinventering, georadarmätningar, seismiska mätningar, sonderingsborrningar, observationsrörborrningar med provtagning av jordarter och grundvatten samt avvägningar. Flertalet avvägningar har utförts av kommunen.

Figur 1 visar en principbild av hur det kan se ut på djupet i en sand- och grusavlagring. De arbeten som genomförts i detta sammanhang har huvudsakligen syftat till att utreda frågor om grundvattenmagasinens storlek och grundvattnets strömningsriktningar. För att utreda sådana frågor är det av största vikt att ta reda på hur berggrundsytan ser ut under sand- och grusmaterialet. Höga berglägen innebär små eller inga grundvattenmagasin. Höga berglägen kan också innebära grundvattendelare. Låga berglägen medger stora grundvattenmagasin och så vidare.

I områden med höga berglägen kan vissa grundvattenytor representera helt isolerade, mer eller mindre obetydliga hållkar. Nivån på sådana grundvattenytor faller ofta helt utanför ramen för vad som ger rimliga gradienter för sammanhängande grundvattenytor i sand- och gruslager.

Arbetet har haft sin utgångspunkt i SGUs jordarts- och berggrundskartor samt grundvattenkartan över Skåne län och har sedan, sammanfattningsvis, bestått av följande moment:

- Genomgång av äldre utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av 144 brunnar och 14 äldre observationsrör.
- Eftersökning av källor bl.a. längs Pinnån hela vägen från Hjälsjön till kommungränsen i söder.
- Georadarmätningar i 19 profiler med en sammanlagd längd av 17 090 m.
- Seismiska mätningar i 18 profiler med en sammanlagd längd av 6 470 m.
- Sonderingsborrningar och drivning av observationsrör på 24 platser med en sammanlagd längd av 325 m.
- Inlagring i databaser av:
 - brunnsgata
 - georadar- och seismiska data, även äldre
 - borrhingsdata, även äldre grundvattennivådata
- Upprättande av kartdatabaser över:
 - grundvattentillgångar i berggrunden
 - grundvattentillgångar i jordlagren
 - större sprickzoner i berggrunden
 - grundvattnets strömningsriktningar
- Sammanställning av dessa databaser med Lantmäteriverkets digitala topografiska karta (T5) till en karta över Grundvattenförekomster i Örkelljunga kommun.
- Sammanställning av föreliggande beskrivning.

Brunns- och källinventeringar har utförts i anslutning till de större isälvsavlagringarna (sand- och grusavlagringarna). De geofysiska mätningarna, sonderingsborrningarna och observationsrördrivningarna har i regel genomförts på ställen som varit viktiga för att utreda grundvattnets strömningsmönster och lägen för grundvattendelare etc.

Grundvattenprover har tagits, och analyserats kemiskt, i sådana delar av sand- och grusavlagringarna som i dag inte utnyttjas, men som med avseende på sin potential skulle kunna utnyttjas i framtiden.

Grundvattennivåerna som anges på kartan över grundvattentillgångarna i Örkelljunga kommun och i beskrivningen är uppmätta vid ett gemensamt tillfälle, kring månadsskiftet maj–juni 2002. Nivåerna är angivna i höjdsystemet RH00 och tillhör med få undantag det primära åsmaterialets grundvattenmagasin. Angivna nivåkurvor och strömningsriktningar tillhör alltid det primära åsmaterialets grundvattenmagasin.

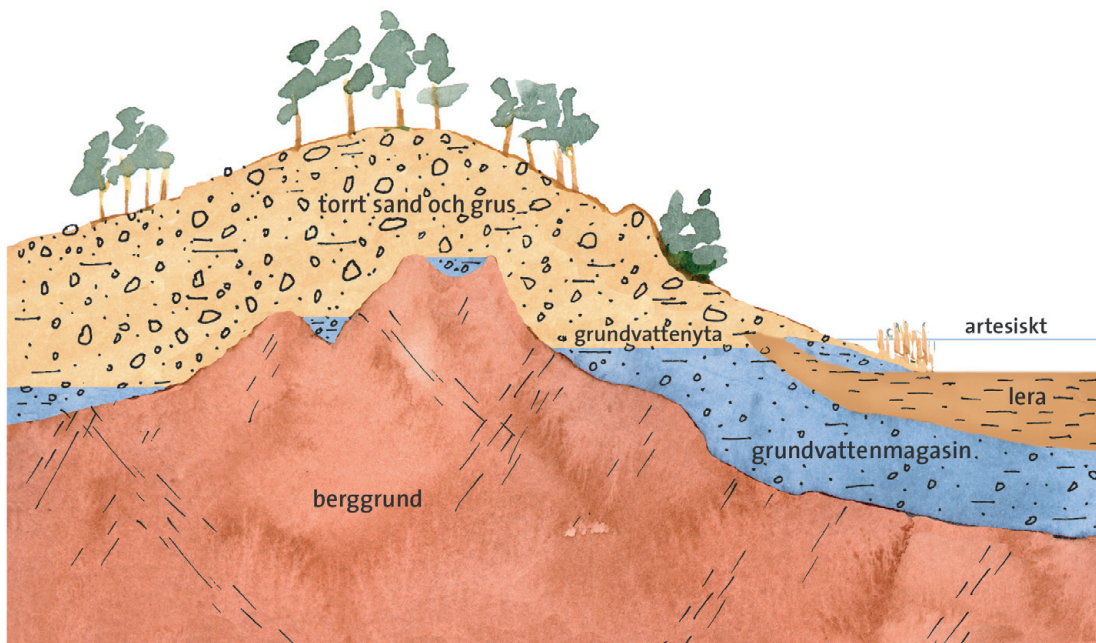


Fig. 1. Principbild av höga och låga berglägen – stora och små grundvattenmagasin i en grusavlagring. Lägg märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst. Illustration: Anna Jonsson, ArtAnna.

Översiktlig beskrivning av grundvattenförekomsterna i Örkelljunga kommun

Grundvatten i jordlagren

I allmänhet förekommer de största grundvattentillgångarna i de stora isälsavlagringarna, vilka utgörs av mer eller mindre välsorterad sand och grus. Inom Örkelljunga kommun finns ett flertal isälsavlagringar av vilka några har mycket stor utbredning. Norr om Hallandsås mellan Fasalt och Bjärabygget uppträder en något splittrad men mycket utbredd avlagring av sand och grus. I denna avlagring förekommer dock inga större grundvattentillgångar. Grundvattentillgången torde inte överstiga 1 l/s annat än kring Vemmentorpasjön och vid Hultasjön.

I det utpräglade dalstråket som sträcker sig i sydsydvästlig–nordnordöstlig riktning genom kommunen från trakten av Ingeborrarp till norr om Fedingesjön förekommer en sammanhängande isälsavlagring med sand och grus men även med förhållandevis mycket, mer finkornigt, siltigt material. Det är i denna avlagring som de största grundvattenförekomsterna i kommunen påträffas. Fördelningen av mer välsorterat sandigt–grusigt material, ur vilket mycket grundvatten kan utvinnas, och material med silt, där möjligheterna är betydligt mer begränsade, är emellertid oregelbunden.

De hydrogeologiska och geofysiska undersökningar som utförts inom ramen för SGUs grundvattenkartering har i första hand inriktats på de grundvattenförekomster som bedömts vara störst och som inte redan nu utnyttjas.

Det kan i detta sammanhang nämnas att en grundvattentillgång kan utnyttjas på andra sätt än genom förbrukning och bortledning av vattnet. Större grundvattenförekomster i genomsläppliga sand- och gruslager kan t.ex. utnyttjas för kylning sommartid och uppvärmning vintertid. Detta åstadkoms med en kombination av uttagsbrunnar och infiltrationsbrunnar, så att inget nettouttag av grundvatten sker, och därmed inte heller några stora grundvattensänkningar.

Lägen för följande angivna områden med grundvattenförekomster framgår av figur 2.

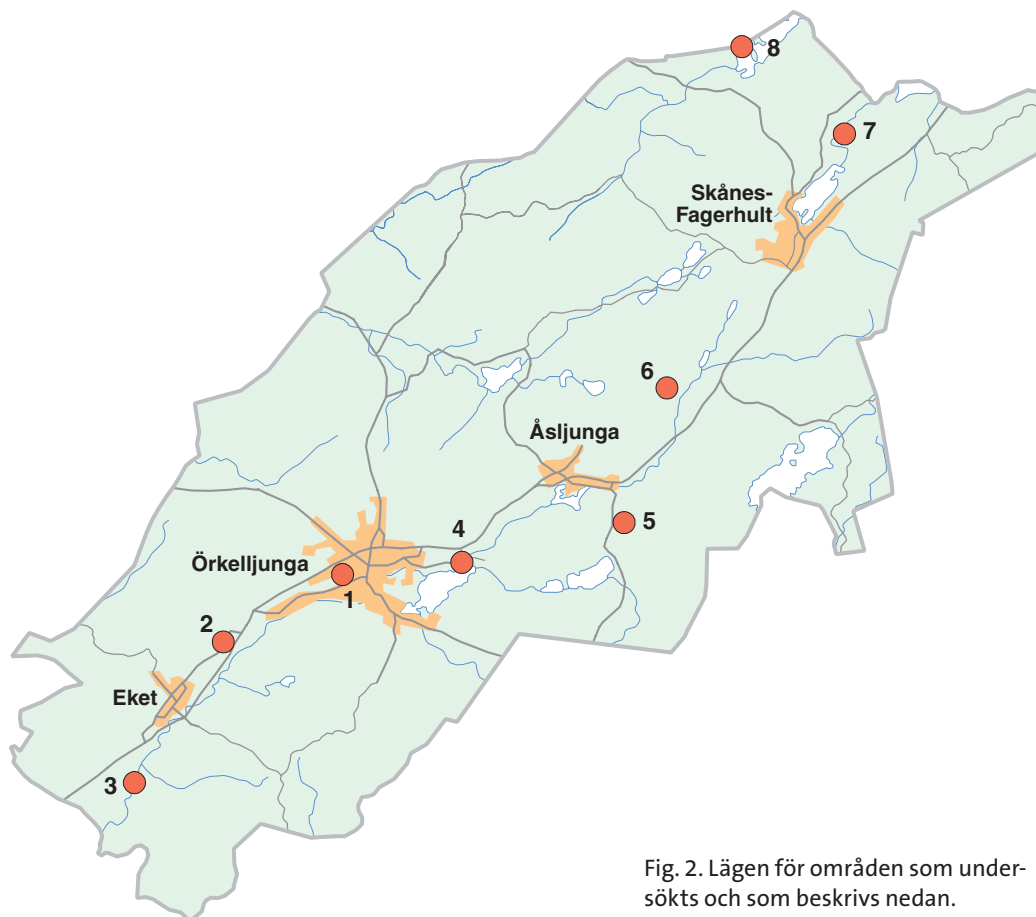


Fig. 2. Lägen för områden som undersökts och som beskrivs nedan.

1. Örkelljunga centralort. Centralorten Örkelljunga är till största delen belägen på en vattenförande sand- och grusavlagring. Kommunens huvudvattentäkt är belägen intill Pinnån, och med uttagsbrunnar på båda sidor om ån, drygt 1 km från centrum. För närvarande tar man ut sammanlagt ca 15 l/s från dessa brunnar.

Den ursprungliga grundvattentillgången i detta område kan bedömas ha varit av storleksordningen 40 l/s. Samhällets utbyggnad med bl.a. hårdgörning av stora markytor har inneburit att den ursprungliga grundvattentillgången har minskat. Bortledningen av dagvatten har minskat mängden nederbördsvatten som tidigare infiltrerade ner i sand- och gruslagren och bildade grundvatten. Hur stor minskningen har varit är svårt att säga men det kan röra sig om så mycket som 20–40 %.

2, 3. Ljungaskog–Sånnestorp, Eket–Ingeborrarp. Detta är ett ganska stort avsnitt med en grundvattenbildning, som totalt uppgår till mer än 100 l/s. Stora delar av sand- och grusavlagringen är emellertid inte särskilt mäktiga, i första hand partiet norr om Björkliden och Flinka, se den seismiska profilen S5-01, figur 29. I sådana områden är det svårt att anlägga brunnar med någon större kapacitet. Det är svårt att tillgodogöra sig allt grundvatten, som i och för sig finns där.

Ett annat förhållande som gör det svårt att tillgodogöra sig allt grundvatten är att det naturliga grundvattenflödet i huvudsak rör sig från dalgångens sidor, närmaste vägen ut i Pinnån. Detta medför att någon enstaka vattentäkt inte kan styra allt grundvattenflöde till sig.

Sannolikt måste man fördela ett större grundvattenuttag i detta område på fler platser, exempelvis söder om Ljungaskog, vid Björkliden, vid golfbanan och kanske någon plats till. Det kan emellertid inte uteslutas att något ställe kan ge betydligt mer vatten, om det uppstår inducerad infiltration av vatten från Pinnån.

4. Hjälmjön. Stora partier av isälvsavlagringarna kring Hjälmjön saknar större grundvattentillgångar. Det torde endast vara avlagringarna närmast sjön, och då i första hand de på norra sidan, som kan bedömas vara vattenförande i någon större omfattning. Här finns det uppgifter från brunnborrningar med mellan 30 och 60 m mäktiga jordlager med inslag av sand och grus. Omfattningen av dessa lagers vattenföring är emellertid inte känd. Närheten till sjöstranden torde ge vissa förutsättningar för inducerad infiltration.

Grundvattentillgången kan bedömas vara av storleksordningen 15 l/s, kanske det dubbla om det verkligen skulle uppstå inducerad infiltration vid större grundvattenuttag.

5. Åsljunga–Lärkesholm. I detta avsnitt tar kommunen nu ut knappt 3 l/s vid vattentäkten centralt i Åsljunga. Tidigare har provpumpningar vid Jälla, drygt 1 km väster därom, visat på uttagsmöjligheter av 7–9 l/s men med höga järn- och manganhalter.

Dessa undersökningar har visat att förhållandena vid Lärkesholm är liknande, varför den totalt uttagbara vattenmängden torde röra sig om 15–20 l/s. Här är det i första hand bristen på tillräckligt mäktiga, grovkorniga lager, som begränsar uttagsmöjligheterna.

6. Skånes Vårsjö. I detta område är avsaknaden av tillräckligt grovt och uthålligt material i jordlagren än mer uttalad, vilket begränsar möjligheterna till uttag av grundvatten.

7. Fedingesjön. I isälvsavlagringen i södra änden av Fedingesjön har kommunen täcker för vattenförsörjningen till Skånes Fagerhult. Här är uttaget av storleksordningen 3 l/s. På udden som i form av en ås skjuter ut mot norr är en av vattentäktena belägen. Denna ås har sin fortsättning i Fedingesjöns norra ände där den tydliga åsformen sedan upphör. Undersökningarna pekar mot att isälvsavlagringens mer grovkorniga och vattenförande delar fortsättningsvis är belägna relativt centralt i avlagringen, se figur 17 samt de seismiska profilerna S5–02 och S6–02, i kapitlet ”Grundvattentillgångar vid Fedingesjön, Store sjö och övriga större grundvattentillgångar”.

Grundvattentillgångarna norr om Fedingesjön torde vara av storleksordningen 20 l/s, vilket sannolikt kan fördubblas eller göras ännu större genom inducerad infiltration eller konstgjord grundvattenbildning, se avsnitten ”Inducerad infiltration” och ”Konstgjort grundvatten”.

8. Store sjö. I nordligaste delen av kommunen, i anslutning till Store sjö, förekommer en större isälvsavlagring. Grundvattentillgången kan här uppskattas till ca 20 l/s vilket sannolikt kan bli betydligt större genom inducerad infiltration eller konstgjord grundvattenbildning.

Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Örkelljunga kommun utgörs till helt övervägande del av kristallint urberg. Den domineras av äldre, omvandlade bergarter av sedimentärt eller magmatiskt ursprung. Mer basisk berggrund i form av relativt små brottstycken av amfibolit förekommer spridd i området. Ett större, ca 5 km² stort, amfibolitmassiv förekommer strax norr om Ljungaskog. Granodiorit, kemiskt sett en intermediär bergart, förekommer i tre större massiv: söder om Örkelljunga–Lärkesholmssjön, öster om Ingeborrarp–Årröd och vid Björnamossa, ca 3 km väster om Lemmeshult.

Vid Östra Spång är en mindre rest bevarad av den sedimentära berggrund som karaktäriserar större delen av Skåne. Det är sandsten och lerskiffer från Trias–Jura som ligger kvar i skydd av Hallandsåsens södra gränsförkastning. Dessa bergarter bildar ett ca 3 km långt, 1 km brett och några tiotal meter mäktigt parti ovanpå urberggrund och under morän, sand och grus. De seismiska profilerna S1–01 och S2–01 (fig. 38 och 39) pekar på att dessa bergarter har en något större utbredning mot söder än vad som tidigare varit känt.

För övrigt karaktäriseras berggrunden i området av att den är genomslagen av en omfattande svärm av diabasgångar. Dessa utgörs av stelnad magma från jordskorpan inre, som har trängt upp i brant stående, västnordvästliga–ostsydostliga sprickor, parallella med Hallandsåsen och dess förkastningar.

De uppträder som ofta flera mil långa, mer eller mindre sammanhängande gångar, vanligen mindre än 50 m breda och med ett inbördes avstånd av mestadels mindre än 500 m.

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnsborrning i berg, kan man rent allmänt säga att berggrunden i Örkelljunga kommun i genomsnitt ger större vattenmängder än vad som är vanligt i svenskt urberg. Det beror på att berggrunden är relativt starkt uppsprucken i samband med förkastningarna och diabasgångarna. En dominerande sprickriktning är den som representeras av diabasgångarnas riktning.

Då de flesta brunnar borrar vertikalt är chanserna relativt sett små att man ska träffa vattenförande sprickor i områden med vertikalt eller brant stupande sprickplan. I områden med flackt stupande sprickor är chanserna att få vatten naturligtvis betydligt större. Möjligheterna är proportionella mot stupningsvinkeln. Störst möjlighet har man om man borrar med så rät vinkel som möjligt mot sprickplanen. Sådana borrningar som avsiktligt avviker från vertikalplanet brukar kallas gradade borrningar. Hur möjligheterna att få vatten ökar vid gradade borrningar åskådliggörs i figur 3.

Detta kan vara viktigt att ta hänsyn till i områden med små grundvattentillgångar, t.ex. där tillgängligt markområde inte inrymmer några egentliga sprickzoner – dvs. de flesta villa- och sommarstugedomter. Man kan därför rekommendera borrning med gradning mot sydsydväst eller nordnordost i detta område.

Vill man söka mer vatten genom borrning i berg än vad genomsnittsvärdena anger – de gröna och ljusbruna bottenfärgerna på grundvattenkartan – är det i allmänhet nödvändigt att borra på en större, vattenförande sprickzon. De större sprickzonernas lägen framgår av grundvattenkartan. Sprickzonernas mer exakta lägen i naturen bör då lokaliseras i förväg med särskilda geofysiska metoder.

För närmare information om förhållandena i berggrunden hänvisas till berggrundskartorna SGU serie Af 148 och 181 i skala 1:50 000. De tillhörande flygmagnetiska kartorna visar mycket detaljerat läge och utsträckning av diabasgångar, som ju är tillkomna i större sprickor, vilka även i dag kan ha en viss grad av öppenhet och därmed stor vattenföring.

Information från brunnsborrningar såsom vattenmängd, totalt brunnsdjup och jorddjup finns i SGUs brunnsarkiv, se figur 4.

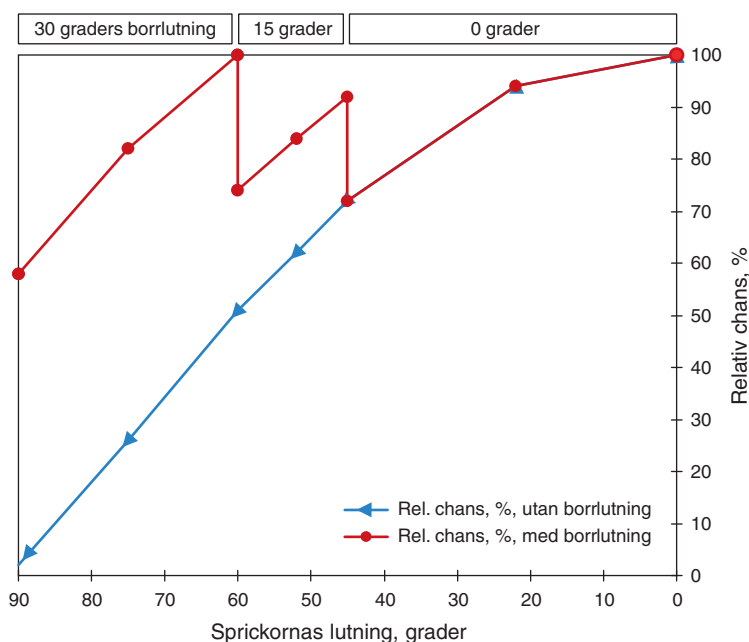


Fig. 3. Bilden visar hur den relativa chansen ökar om man vid brunnsborrning tar hänsyn till vilken riktning sprickorna har (strykning och stupning) och därvid riktar borringen åt rätt håll. (Diagrammet förutsätter att man alltid borrar till ett visst djup och att sprickavståndet inte överstiger detta.)

I denna databas finns bl.a. uppgifter om jorddjup, vilka är till god vägledning i samband med borrning av energibrunnar för utvinning av bergvärme. Jordlagren är i relation till berggrunden närmast improduktiva från energisynpunkt. Borrning i jord är också betydligt dyrare per meter än borrning i berg, varför stora jorddjup kan få kraftigt negativ inverkan på lönsamheten på en sådan energianläggning.

Kartbilden (huvudkartans bild) över variationerna i möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden är framtagen med data ur Brunnsarkivet med hjälp av statistiska bearbetningar med s.k. variogramanalys och Kriging. Dessa metoder beskrivs i kapitlet "Metodbeskrivningar".

Större sprickzoner i berggrunden

Örkellunga kommun berörs av ett flertal större sprickzoner. De största utgörs av Hallandsåsens förkastningar, och andra framträder i form av långa dalgångar. Dessa sprickzoner framgår mycket tydligt på höjdreliëfkartan över Örkelljungatrakten, figur 5. Denna karta har tagits fram med hjälp av Lantmäteriverkets höjddatabas, där uppgift finns på markytans höjd för var femtionde längdmeter.

Grundvattentillgången i förkastningarna och sprickzonerna är vanligen betydligt större än i omgivande berggrund. Under gynnsamma omständigheter kan vattenmängder kring 20 000–30 000 l/tim eller t.o.m. mer erhållas.

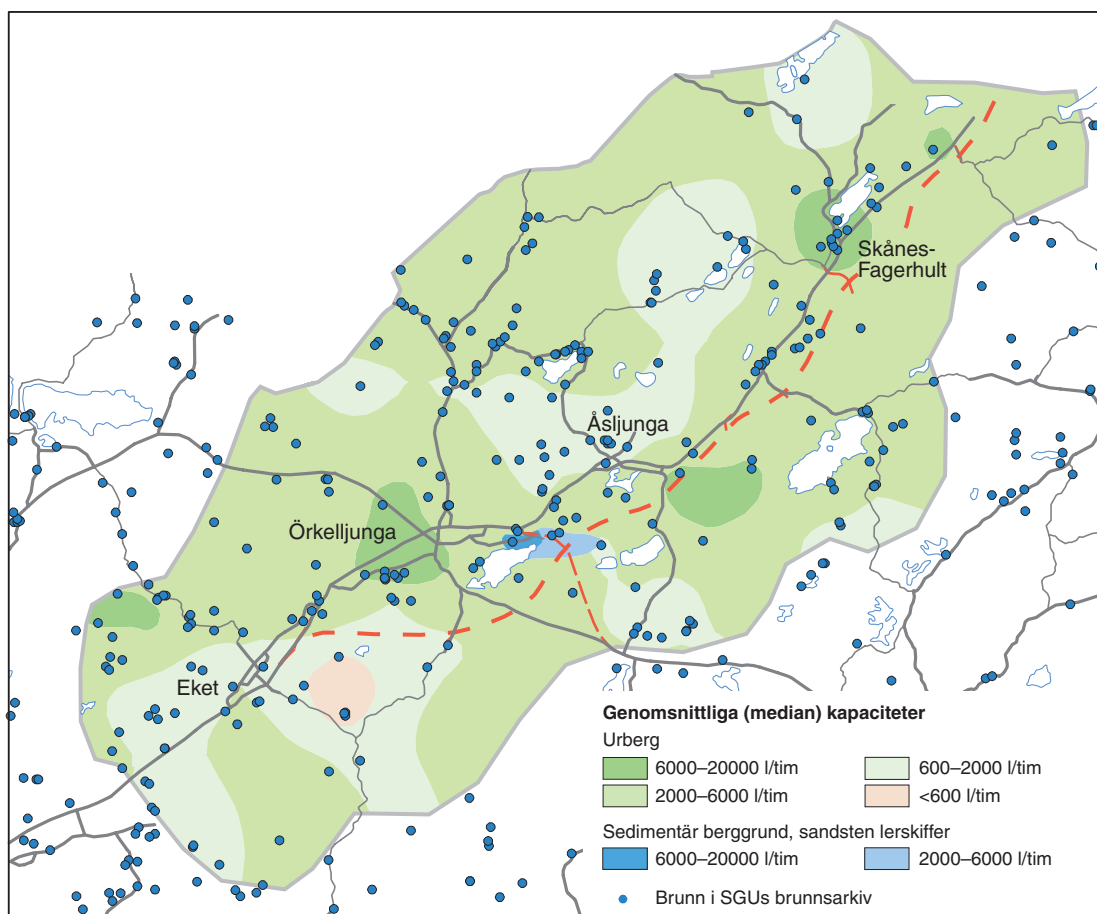


Fig. 4. Kartan visar brunnar registrerade i SGUs Brunnarsarkiv, varav 208 inom Örkellunga kommun. Kapaciteten i dessa har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångarna i berggrunden. Den västra delen av området med sedimentär berggrund ger mer vatten än den östra. De rödstreckade linjerna i figuren är väg E4 med anslutningsväg.

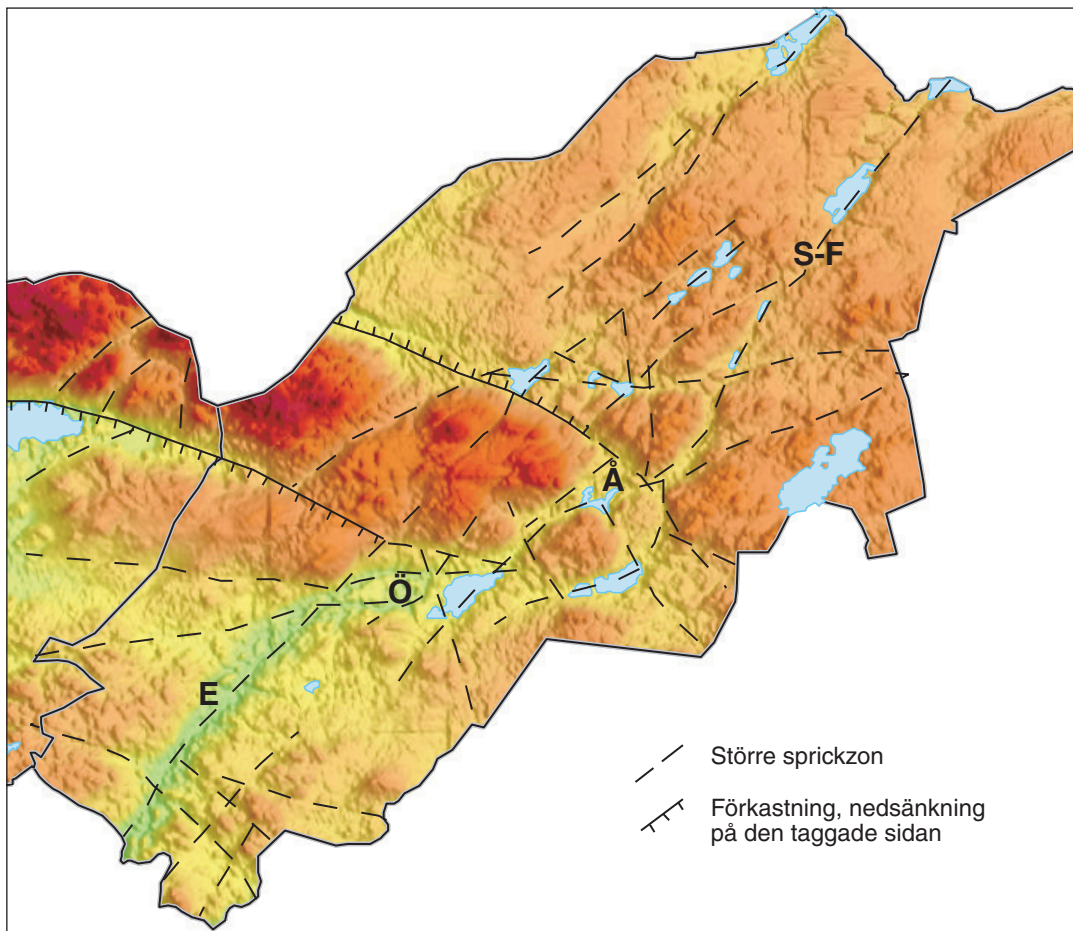


Fig. 5. Höjdreliëfkarta med större sprickzoner i Örkelljunga kommun. Allra tydligast framträder Hallandsåsens norra och södra gränsförkastningar. För att inte överbelasta kartbilden har inte alla sprickzoner markerats. Lantmäteriverkets höjddatabaskarta bildar underlag.

FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA

I figurerna 6–17 visas fotografier från fältundersökningarna.



Fig. 6. Georadarmätningar ger information om lagerstrukturer och grundvattenytor. Antenn för sändning och mottagning är placerad framför de små hjulen. Utrustning för registrering och en bildskärm med samtidig visning av mätresultat finns inne i bilen. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 7. Vid seismiska mätningar detoneras en mindre dynamitladdning och ljudvågorna som fortplantar sig i marken registreras av geofoner vid A, B och C. D är en seismograf som ritar upp och lagrar kurvor för ljudvågornas utbredning. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 8. Från källinventeringen längs Pinnån. Bilden är tagen intill vattentäkten vid Eket.
Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 9. På vissa ställen längs Pinnån kan man se ett diffust grundvattenutflöde i form av järnutfällning på botten. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 10. Vid borrhningen norr om Björkliden uppmättes järnhalten i grundvattnet till mellan 2 och 5 mg/l och kloridhalten till 20 mg/l. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 11. Seismisk mätning längs gamla järnvägsspåret vid golfbanan, Rya. Jämför med mätresultaten i figurerna 34 och 35. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 12. Vid golfbanan bestod de översta lagren av gyttja. Se även figur 13. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 13. Fortsättningen av borrhningen R 0110 visade allt bättre grundvattenförhållanden. Mellan 14 och 24 m var vattengenomsläppligheten mycket god. Allra bäst var förhållandena mellan 20 och 24 m med snabb vattenklarning, vilket visar på mycket liten mängd finkornigt material i dessa lager. Borrpunktens läge visas i figur 32. Foto: C.-F. Müllern.

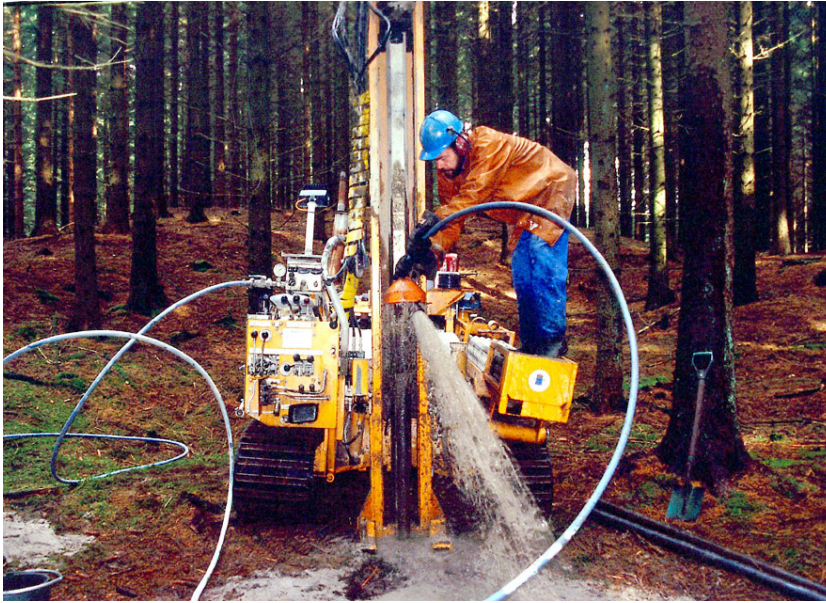


Fig. 14. Borrningen vid Lärkesholm, R0103, visade en grundvattentillgång, som var förhållandevis begränsad och med en järnhalt av ca 5 mg/l. Borrpunktens läge visas i figur 40. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 15. Från borrningen av R 0204 vid 120 m i den seismiska profilen S6–02 norr om Fedingesjön. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 16. Sedimenten vid R 0204 utgörs huvudsakligen av mellansand.
Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 17. Healtebäcken har eroderat ett avsnitt med mycket grovt material
mellan de seismiska profilerna S9–02 och S6–02, se kartutsnittet i figur 47.
Foto: C.-F. Müllern.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR

Allmänna förutsättningar

Naturresursen grundvatten

Av allt vatten på jorden är bara några få procent sötvatten. Resten finns i haven. Större delen av sötvattnet är lagrat som grundvatten och nästan hela återstoden är bundet i form av is och snö, mestadels i polartrakterna. Ytvatten – sjöar, floder och mindre vattendrag – innehåller bara en obetydlig del av jordens sötvattenförråd, mindre än en promille.

När nederbördsvattnet infiltrerat i markytan passerar det först genom den luftade eller omättade zonen. I den finns både luft och vatten i markens por- och sprickutrymmen, och flödet kallas för perkolation. Djupare ner i marken, i den mättade zonen, fyller enbart vatten porerna och sprickorna. Det är det vattnet som kallas grundvatten.

Strömningen ned till grundvattenytan kan ta allt ifrån mindre än en timme till flera år. I sand och grus och i stora sprickor i berg sker transporten snabbare än i finkorniga jordarter och småsprickigt berg.

En geologisk bildning som är så genomsläpplig att grundvatten kan utvinnas ur den i användbara mängder kallas för en akvifer. I den kan finnas ett eller flera grundvattenmagasin. Magasinen är skilda åt i sidled genom grundvattendelare, som kan vara rörliga, dvs. de ändrar läge om vatten förs till eller tas bort från magasinen. Från vattendelarna strömmar grundvattnet åt motsatta håll. Akviferer och magasin kan också finnas ovanpå varandra, skilda åt av täta eller svårgenomträngliga lager.

I den mättade zonen (grundvattenzonen) sker vattenströmningen betydligt långsammare än i den omättade. Det beror på att lutningen hos grundvattnets tryckyta vanligen är liten. Ytligt grundvatten kan nå markytan och bilda ytvatten efter någon dag, medan djupare strömning kan ta många år.

Vanligen har grundvattnet en låg, jämn temperatur, är fritt från organiska föroreningar och innehåller ämnen som lösts ut ur marken och som är nyttiga för människor, djur och växter. Från borrade eller grävda brunnar kan vattnet vanligen användas helt utan rening. Eftersom nästan allt ytvatten är bildat av grundvatten beror vattenbeskaffenheten i sjöar och vattendrag till stora delar på det tillrinande grundvattnets kvalitet.

En grundvattentillgång kan ökas på konstgjord väg genom att man infiltrerar ytvatten i sand- och grusavlagringar.

Grundvattnet har överlag god beskaffenhet. Kvaliteten kan variera något under året och från år till år, liksom grundvattennivåerna eller trycknivåerna. Förändringar i trycknivåerna beror främst på variationer i nederbörd och temperatur.

De största vattentillgångarna förekommer i de stora isälvsavlagringarna – sand- och grusavlagringar – som bildades under avsmältningen av den senaste inlandsisen.

Enskilda hushåll, som använder vatten från egna grävda eller borrade brunnar för sin vattenförsörjning, omfattar drygt en miljon människor i vårt land. Lika många utnyttjar grundvatten för sitt fritidsboende.

Grundvatten har många användningsområden. Några sådana är:

- för vattenförsörjning, både kommunal och enskild,
- som avlopp, där vattnet fungerar som transportmedel och lösnings- och spädningsmedel,
- i jordbruket för djurhållning och konstbevattning,
- som processvatten i vissa industrier,
- för trädgårdsbevattning,
- som energikälla genom värmeutvinning och
- för kylning i t.ex. industriprocesser.

Vattnets kretslopp

Grundvattnet ingår i vattnets kretslopp och är därför en förnybar naturresurs, se figur 18. Det som driver kretsloppet är solens värmeenergi, tyngdkraften och jordrotationen.

Av den nederbörd som faller avdunstar ungefär hälften och återförs direkt till atmosfären genom inverkan av solenergin. Nästan hela återstoden infiltrerar i marken. Det gäller också nederbörd som tillfälligt eller under längre perioder lagras som snö eller is. Bara en liten del rinner av från markytan som ytvatten till sjöar och vattendrag. Det kan t.ex. vara regn eller snö som faller på hårdgjorda ytor såsom gator, vägar och hustak. Under den varma årstiden används mycket av det vatten som sipprar ned i marken av växtligheten, som återlämnar en del till atmosfären genom transpiration.

När de övre marklagren har nått en viss vattenmättnad kan överskottet sjunka vidare ned i marken och bilda grundvatten. Genom tyngdkraftens inverkan rör sig grundvattnet från högre terrängavsnitt mot lägre. Vilka vägar det tar och hur fort transporten går beror på grundvattenytans lutning och marklagrens genomsläpplighet.

Där grundvattnets trycknivå når upp till eller ligger högre än markytans nivå kan ett utströmningsområde bildas. Om jordlagren (i vissa fall berglagren) är genomsläppliga flödar grundvatten ut. Det uppstår källor och våtmarker. Grundvatten kan också strömma ut i botten av sjöar och vattendrag. Eftersom det bara är en liten del av den nederbörd som faller över land som rinner direkt ut i ytvatten är källflöden och långsam utströmning av grundvatten på bred front det som bestämmer vattentillgången i vattendrag och sjöar.

Från vattenytorna i sjöar och hav avdunstar vatten som tillsammans med vattenångan från markavdunstning och växternas transpiration bildar moln. Ur molnen faller nederbörd, och på så sätt fullbordas vattnets kretslopp.

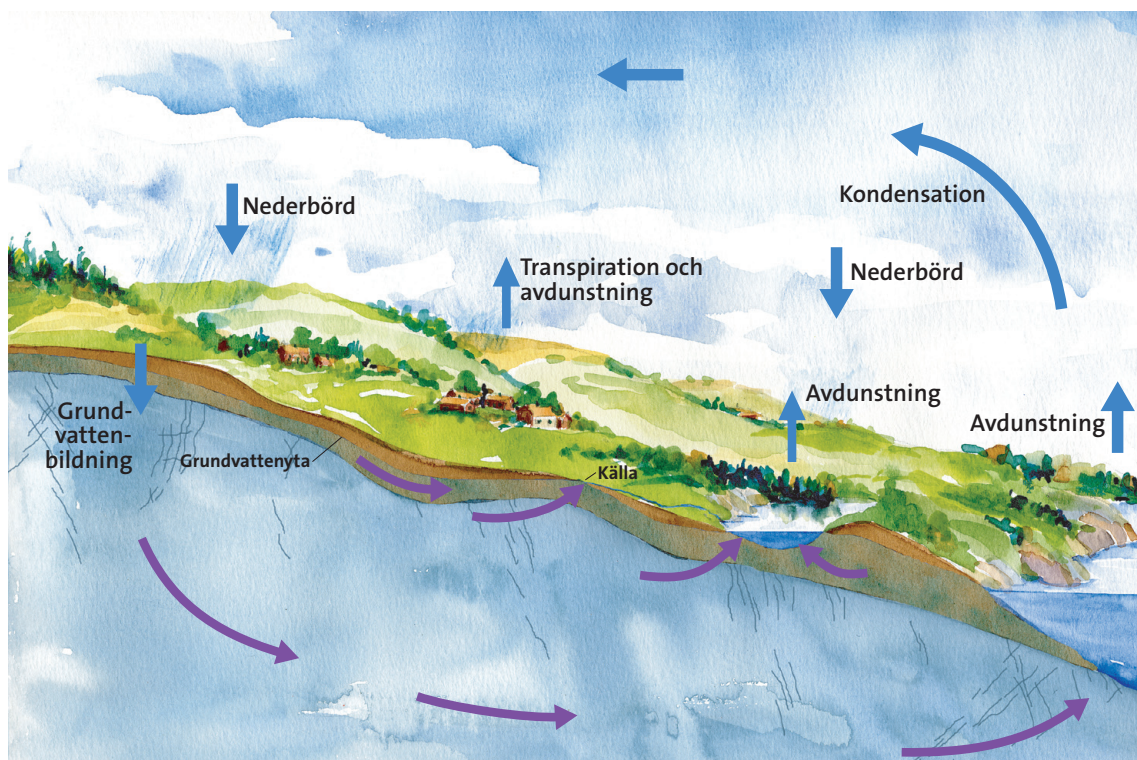


Fig. 18. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten av bäckar, åar och sjöar samt i källor.

Grundvattenbildning

För att nytt grundvatten ska kunna bildas, fordras att de övre marklagren är så fuktiga att ett vattentillskott får vatten att rinna vidare nedåt och fylla på grundvattenmagasinet. Hur det fungerar kan man se när man vattnar en krukväxt. Först fylls markfuktigheten på, och efter en stund börjar vatten rinna ut ur hålet i blomkrukans botten.

Hög markfuktighet råder under den kyliga delen av året, då avdunstningen är liten och växterna vilar. I samband med regn och snösmältning under denna period sker också den mesta grundvattenbildningen. Omvänt är markfuktigheten ofta låg på sommaren, och därför bildas det inget eller bara litet grundvatten, trots tämligen riklig nederbörd. Juli och augusti är vanligen de regnrikaste månaderna på året. Grundvattennivåerna sjunker och ytavrinning i vattendragen av utläckande grundvatten minskar, men upphör vanligen inte helt.

Vattentillskotten består av regn och smältvatten. Underskottet i markfuktighet beror på avdunstning och växternas transpiration. Efter upptag av fuktighet i marken kvarstår den effektiva nederbörden, dvs. den som bidrar till grundvattenbildningen.

Tidsmässiga variationer i grundvattennivå

I figurerna nedan redovisas information från en av stationerna i SGUs grundvattennät, Liatorp, station 4:2, som är den mest näraliggande station som har nederbördsförhållanden liknande Örkelljunga kommun. Den ligger ca 6 mil nordost om Skånes Fagerhult. Stationen visar grundvattnets nivåvariationer i en isälvsavlagring liknande de i Örkelljunga. Beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI visas för området som motsvarar det topografiska kartbladet 3C Helsingborg NO, vilket är det kartblad som berör större delen av kommunen.

Figur 19 visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd för perioden 1961–1990. Figur 20 visar grundvattennivåns månadsvisa min-, medel-, och max-värde (röd, grön resp. blå linje) för perioden från och med 1984 till och med 2003. Grundvattennivån är normalt lägst under september–oktober som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under november–januari återspeglas i årets högsta medelnivå under februari–maj.

I figurerna 21 och 22 redovisas uppmätt grundvattennivå respektive grundvattennivåns avvikelse från månadsmedelvärdet. Variationerna är relativt regelbundna, men med huvudsakligen underskott 1987–1993 förutom 1988 och största överskott 1994–1995.

Hur stora skillnaderna är mellan högsta och lägsta grundvattennivå under ett år beror förutom på tillförda vattenmängder på jordlagrens och berggrundens porositet respektive sprickvolym. I ett litet grundvattenmagasin i morän eller urberg kan variationerna vara stora och snabba, eftersom por- eller

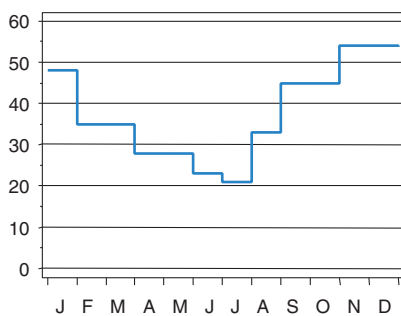


Fig. 19. Effektiv nederbörd (mm/mån.), 30-års medelvärden enligt SMHI, för topografiska kartbladet 3C NO.

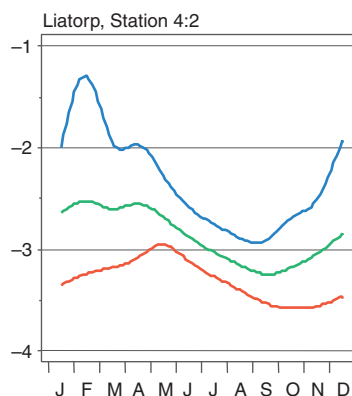


Fig. 20. Grundvattennivåns månadsmedelvärden, meter under markytan, vid station 4:2, Liatorp, i SGUs grundvattennät.

sprickvolymen är liten, 0,01–5 %. De flesta av de privata brunnarna i Sverige är nedförda i sådana magasin. Ett stort magasin t.ex. i en isälvsavlagring med sand och grus och därmed med stor porvolym, 5–25 %, reagerar långsamt och med små nivåförändringar, även om förhållandevis stora vattenvolymer tillförs eller avlägsnas.

Årstidsvariationer

Grundvattenmagasin i t.ex. morän och urberg reagerar med liten tidsförskjutning på förändringar i vattentillskott. I sådana följer nybildningen av grundvatten mönster eller regimer som är olika i olika delar av Sverige. Det beror på skillnader i nederbörd och avdunstning. I stora akviferer, som t.ex. grusåsarna, är årstidsvariationerna utjämnade och något mönster syns vanligen inte.

Regimerna kan utläsas i kurvor över grundvattennivån i olika landsändar. I figur 23 har fyra av SGUs mätstationer valts ut som exempel på de fyra huvudmönster som finns i Sverige. Höjdskalorna är ungefärliga och visar endast storleksordningen på variationerna.

Dricksvatten

Det vatten som pumpas upp ur en vattentäkt kallas för råvatten. Dricksvatten är det vatten (yt- eller grundvatten) som efter eventuell beredning är avsett för dryck, matlagning eller beredning av livsmedel samt vatten som används vid livsmedelsproducerande företag. Grundvattnet i Sverige är på många håll så bra att det kan användas utan beredning.

Ett bra dricksvatten ska vara fritt från mikroorganismer, ha en temperatur på 12 grader eller lägre, vara klart och färglöst samt vara lukt- och smakfritt. Grundvattenkvalitetsproblem i Sverige beror ofta på låga pH-värden, hög hårdhet eller höga järn- och manganhalter, vilket kan medföra smakproblem, korrosion eller utfällningar på ledningar och installationer. Lågt pH kan även medföra ökade metallhalter i vattnet.

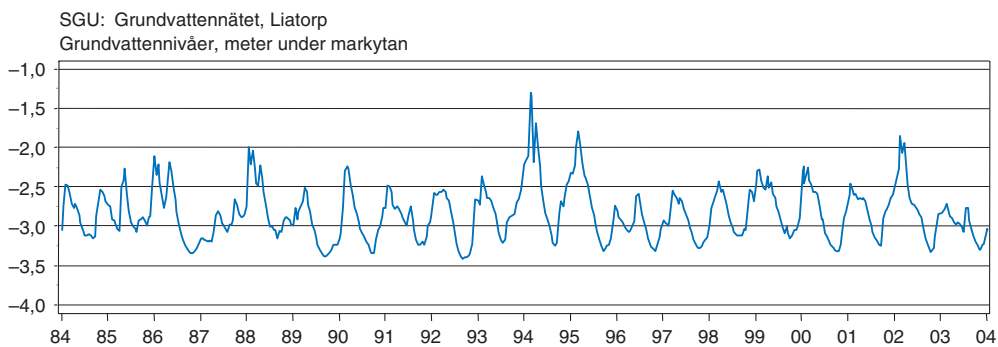


Fig. 21. Grundvattnets nivåvariation 1984–2004, vid station 4:2, Liatorp, i SGUs grundvattennät.

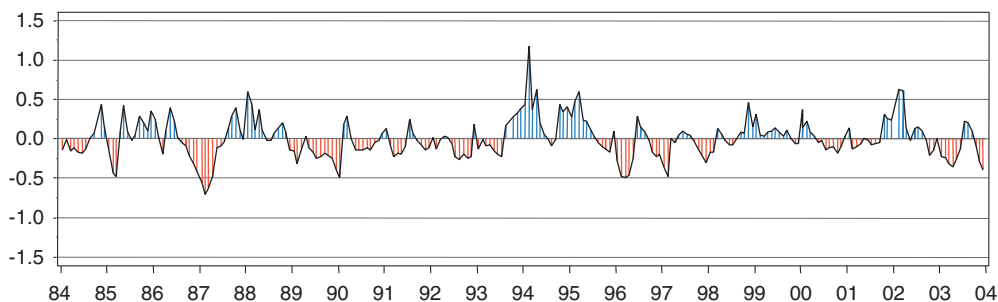
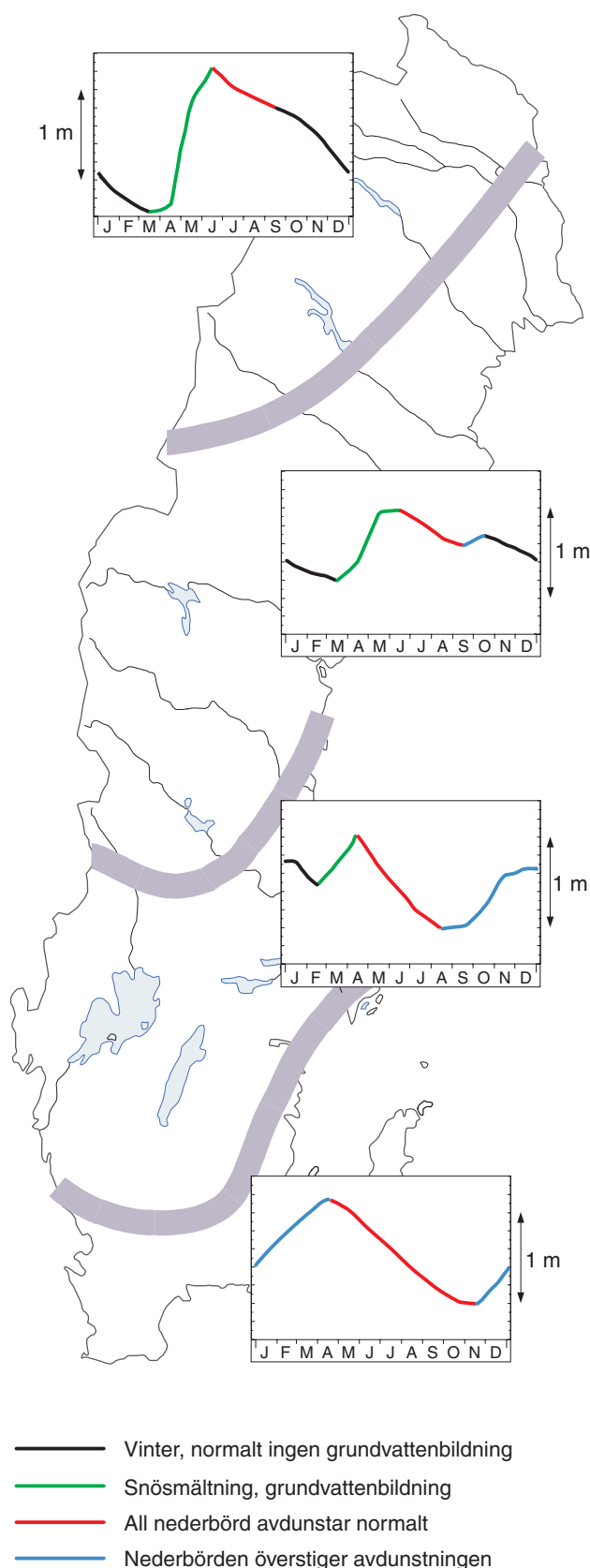


Fig. 22. Grundvattennivåernas avvikelser från månadsmedelvärde i meter, 1984–2004, vid station 4:2, Liatorp, i SGUs grundvattennät.



Arjeplog

Den huvudsakliga grundvattenbildningen i norra Sveriges inland sker i samband med snösmältningen på sensvåren. Grundvattennivåerna stiger snabbt och når sitt maximum på försommaren. Sedan kommer vanligen inget tillskott till grundvattenmagasinet. En snabb övergång från sommar till vinter gör att nivåerna sjunker kontinuerligt, och de når sitt minimum strax före snösmältningen.

Sveg

I ett område som omfattar större delen av Norrlands kustland, södra Norrlands inland och fjälltrakter och norra Svealand sker nybildning av grundvatten förutom vid snösmältningen också under en kort period på hösten. Då är avdunstningen låg och nederbörden faller som regn på otjälad mark. Det gör att nivåkurvan får två maxima och två minima. De högsta grundvattennivåerna finns på våren och de lägsta under sensvintern.

Sigtuna

I södra Sveriges inland och upp mot Gävlebukten förekommer de lägsta grundvattennivåerna på sensommaren. Under hösten börjar nybildningen av grundvatten, och efter ett kort uppehåll med sjunkande nivåer när nederbörden mest faller som snö fortsätter stigningen vid snösmältningen. När den är avslutad står grundvattnet som högst.

Vellinge

I Svealands och Götalands kustområden och i det inre av sydligaste Sverige är snöperioden så kort, om den ens förekommer, att den inte nämnvärt påverkar grundvattenbildningen. Från en lägsta grundvattennivå tidigt på hösten sker därför en kontinuerlig stigning, och nivån är som högst på våren.

Fig. 23. Grundvattennivåer i Sverige.

Livsmedelsverket är den myndighet som lämnar föreskrifter om dricksvatten. Livsmedelsverkets författning SLVFS 2001:30 (2001) har tillämpats från och med 25/12 2003. För att främja en enhetlig tillämpning av föreskrifterna i denna författning har Livsmedelsverket även tagit fram en vägledning som regelbundet förnyas. Föreskrifterna och vägledningen återfinns på Livsmedelsverkets webbplats. De nya föreskrifterna gäller hanteringen av och kvaliteten på dricksvatten, oavsett om denna ingår i yrkesmässig verksamhet eller inte. Livsmedelsverkets föreskrifter gäller dricksvatten från vattenverk som i genomsnitt tillhandahåller mer än 10 m³ dricksvatten per dygn eller försörjer fler än 50 personer, samt för vatten som tillhandahålls eller används som en del av en kommersiell eller offentlig verksamhet.

För vattenverk och enskilda brunnar som tillhandahåller mindre än 10 m³ dricksvatten per dygn eller försörjer färre än 50 personer har Socialstyrelsen tagit fram allmänna råd, SOSFS 2003:17 (2003), som gäller från och med 5/12 2003. Den som har egen brunn har möjlighet att mot avgift få vattenkvaliteten undersökt. Hur ofta detta bör ske och vilka parametrar och riktvärden som gäller framgår i Socialstyrelsens allmänna råd som hittas på Socialstyrelsens webbplats.

I tabell 1 ingår några av de ämnen som brukar undersökas vid vattenanalys och de gräns- och riktvärden för dricksvatten som gäller enligt Livsmedelsverkets föreskrifter och Socialstyrelsens allmänna råd.

Inducerad infiltration

En brunn som anläggs i en sand- och grusavlagring, t.ex. en grusås intill en sjö (eller annat ytvatten), kan tillgodogöra sig ett ofta mycket betydande vattentillskott från sjön. Inducerad infiltration uppstår genom att pumpningen i brunnen sänker av grundvattenytan intill sjön så att sjövattnet infiltrerar genom sjöbotten och in i åsen (om inte sjöbotten utgörs av tätande lera). Infiltrationen kan ske på större eller mindre avstånd från stranden och på flera olika ställen, se figur 24.

Vid passagen genom sand- och gruslagren kan sjövattnet renas och övergå till ett grundvatten med mycket god kvalitet från såväl kemisk som bakteriologisk och temperaturmässig synpunkt.

Sjövattnets temperatur kan variera mer än 20 grader under året, men när det har infiltrerat i grundvattenmagasinet blir temperaturvariationerna mycket små. Temperaturen på vattnet i brunnen håller sig kring 7–9 grader, om inte uttagsmängden är för stor i förhållande till avståndet till sjön så att temperaturen inte hinner stabiliseras.

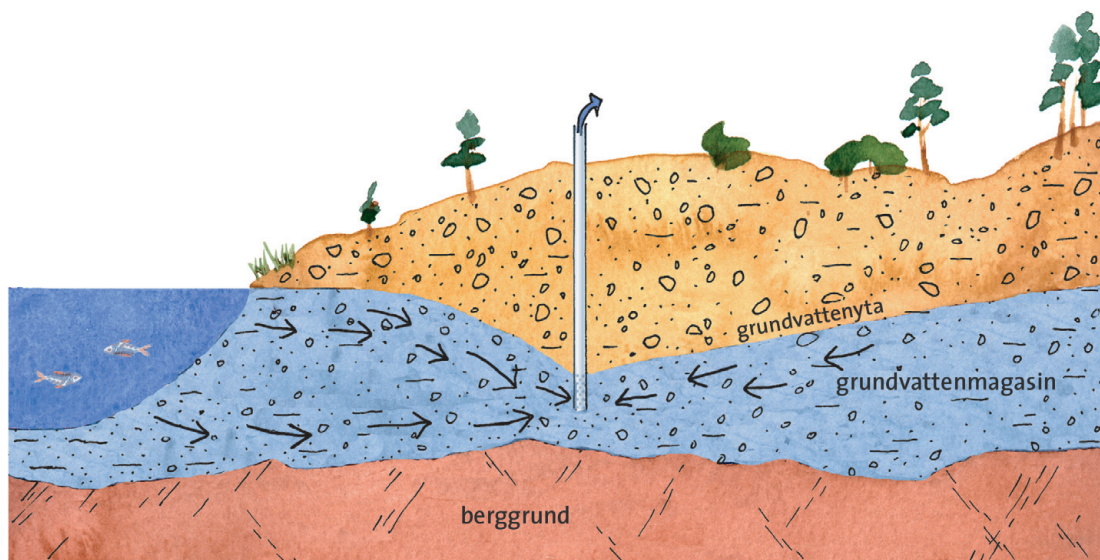


Fig. 24. Principbild på inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Vid passagen genom sand- och gruslagren renas sjövattnet.

Tabell 1. Gräns- och riktvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverket (2001) och Socialstyrelsen (2003). Listan omfattar ett antal kemiska och fysikaliska parametrar som är vanligt förekommande vid analys av dricksvatten.

Parameter	Enhet	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Tjänligt med anmärkning	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Otjänligt	Socialstyrelsen (2003): Riktvärde Tjänligt med anmärkning	Socialstyrelsen (2003): Riktvärde Otjänligt
Aluminium	mg/l Al	0,100**		0,5	
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5		0,5 (t) 1,5 (h, t)	
Arsenik	µg/l As		10		10 (h)
Bekämpningsmedel enskilda	µg/l		0,1		0,1
Bekämpningsmedel totalhalt	µg/l		0,5		0,5
Bly	µg/l Pb		10		10 (h)
Cyanid	µg/l CN		50		50 (h)
Fluorid	mg/l F		1,5	1,3 (h)	6,0 (h)
Färg	mg/l Pt	15/30*		30 (e)	
Järn	mg/l Fe	0,100/0,200*		0,50 (e, t)	
Kadmium	µg/l Cd		5	1,0 (h)	5,0 (h)
Kalcium	mg/l Ca	100		100 (t)	
Klorid	mg/l Cl	100		100 (t) 300 (e, t)	
Konduktivitet	mS/m	250		-	
Koppar	mg/l Cu	0,2	2	0,20 (e, t)	2,0 (h, e, t)
Krom	µg/l Cr		50		50 (h)
Kvicksilver	µg/l Hg		1		1,0 (h)
Lukt		Svag	Tydlig eller mycket stark	Tydlig (e)	Tydlig (h) Mycket stark (e)
Magnesium	mg/l Mg	30		30 (e)	
Mangan	mg/l Mn	0,050**		0,30 (e, t)	
Natrium	mg/l Na	100		100 (t) 200 (e, t)	
Nickel	µg/l Ni		20		20 (h)
Nitrat	mg/l NO ₃	20	50	20 (t)	50 (h, t)
Nitrit	mg/l NO ₂	0,10**	0,5	0,1 (t)	0,5 (h)
Oxiderbarhet (permanganatindex)	mg/l O ₂	4			
pH (vätejonkoncentrationen)		<7,5 >9,0	10,5	<6,5	10,5 (h)
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	µg/l		0,1		0,1 (h)
Smak		Svag	Tydlig eller mycket stark	Tydlig (e)	Tydlig (h) Mycket stark (e)
Sulfat	mg/l SO ₄	100		100 (t)	250 (h, e, t)
Turbiditet	FNU, NTU	0,5/1,5*		3	

Enligt Livsmedelsverket (2001): Gränsvärden gäller för prov från dricksvatten hos användaren och förpackat dricksvatten om inget annat anges. * = utgående dricksvatten resp. dricksvatten hos användaren och förpackat dricksvatten, ** = utgående dricksvatten

Enligt Socialstyrelsen (2003): (h) = hälsomässig grund för anmärkning, (e) = estetisk grund för anmärkning, (t) = teknisk grund för anmärkning

Konstgjort grundvatten

Det är inte ovanligt att den naturliga nybildningen av grundvatten i ett område är mindre än den vattenmängd man vill ta ut för t.ex. kommunal vattenförsörjning.

Vattentillgången i en sand- eller grusavlagring kan då, under vissa förutsättningar, förstärkas genom konstgjord grundvattenbildning. Det tillgår vanligen så att man leder ytvatten till bassänger eller gropar i avlagringen, där det får infiltrera. Ibland byggs särskilda infiltrationsbrunnar.

På liknande sätt som vid inducerad infiltration renas sjövattnet vid passage genom sand- och gruslagren. Det vatten som erhålls i uttagsbrunnarna har övergått till ett vatten med grundvattenkaraktär, med hög och jämn kvalitet.

Vid planering för och användande av en grundvattentäkt med konstgjord grundvattenbildning i naturliga jordlager måste förhållandevis omfattande och detaljerade hydrogeologiska undersökningar genomföras. De hydrogeologiska förutsättningar som krävs kan kortfattat beskrivas enligt följande:

- Vid infiltrationsläget bör sand- och gruslagren ha en relativt homogen sammansättning och vara tillräckligt genomsläppliga för att tillåta en infiltration av mellan 2 och 5 m³/m² och dygn.
- Den omättade zonens mäktighet under naturliga förhållanden bör vara minst 3–5 m.
- Grundvattenmagasinets mäktighet måste vara så stor vid läget för uttagsbrunnarna att tillräckliga avsänkningsmöjligheter föreligger med hänsyn till de önskade uttagsmängderna.
- God hydraulisk kommunikation måste föreligga mellan infiltrationsläget och uttagsbrunnarna.
- Strömningsriktningen från infiltrationsläget ska vara så entydigt att huvuddelen av det infiltrerade vattnet kan utvinnas.
- För att säkerställa jämn och god grundvattenkvalitet måste grundvattnets uppehållstid i marken vara tillräckligt lång, minst 14 dygn, vilket medför att uttagsbrunnarna måste placeras på ett tillräckligt stort avstånd från infiltrationsläget, cirka 200–300 m.
- En fördel är om grundvattenmagasinet har en så stor magasinering förmåga att uttag kan ske under längre tid – flera veckor – utan infiltration.

Naturligt grundvatten med ursprungligen höga halter av järn, mangan eller humus kan ofta förbättras genom att det luftas i vattenkaskaden i infiltrationsbassängen. En sådan anläggning kan se ut som figur 25 visar med den skillnaden att råvattnet kommer från en grundvattenbrunn i stället för från en sjö.

Ett annat användningssätt för metoden är att återcirkulera kylvatten för luftkonditioneringsanläggningar. Infiltrationstekniken kan också användas när man vill upprätthålla grundvattentrycket i tätorter som är belägna på grundvattenförande avlagringar. Sjunker trycket genom dränering via kabelgravar, schakt för vatten- och avloppsledningar och tunnlar etc. kan sättningsskador uppstå på byggnader, gator och vägar.

Grundvattentillgångar söder om Hjälsjön

Grundvattenförhållanden vid Örkellunga

I samband med kartläggningen av grundvattenförhållandena i kommunen företogs en noggrann källinventering, särskilt längs Pinnåns dalgång från Hjälsjön till kommungränsen i söder. Därvid kunde konstateras att det inte finns några större källor som på ett samlat sätt avleder vattnet från grundvattenmagasinet. Däremot förekommer på flera platser en viss järnutfällning där grundvattnet når ån. Men inte heller järnutfällningen sker särskilt koncentrerat, se figur 9. Man kan därför säga att det som är betecknande för grundvattnet i isälvsavlagringen i Pinnåns dalgång är att det för det mesta rör sig från dalgångens sidor, närmaste vägen, ner mot ån. Detta förhållande gäller även motsvarande lägen i andra delar av kommunen.

Kartutsnittet i figur 26 visar förenklade uppgifter på jordlagren i detta grundvattenmagasin. De anger mäktigheten i meter av de lager som karakteriserar respektive borrhälsplats. Dominerande jordarter

i grundvattenmagasinet är mo och finsand, dvs. silt, vilket är alltför finkornigt och alltför lite vattenomsläppligt för att möjliggöra några större grundvattenuttag. Mindre vanligt förekommande är mellansand, grovsand och grus, som är de jordarter som är tillräckligt grovkorniga, och ur vilka det är möjligt att pumpa mycket grundvatten.

Grundvattenbildningen sker genom infiltration av nederbörd på sandyterna i dalgången, men även en bit upp på dalsidorna. Höjderna vid sidan av dalen är bergbetingade. Det medför att bergytan i dessa områden är så högt belägen att den ligger nära markytan och alltså ännu närmare grundvattenytan eller t.o.m. högre än denna. I sådana områden sker lika stor grundvattenbildning per ytenhet men det är svårare eller omöjligt att pumpa upp grundvattnet ur jordlagren. Sådana ytor är betecknade med brun bottenfärg (som betecknar dåliga uttagsmöjligheter) med blå prickar (som betecknar stor grundvattenbildning). Sett från förorenings synpunkt är sådana ytor lika känsliga som de med blå färg.

Grundvattenbildningen har i detta område påverkats negativt av att stora ytor blivit hårdgjorda genom bebyggelsen i samhället och att det s.k. dagvattnet leds bort. Man kan bedöma att grundvattenbildningen ursprungligen var av storleksordningen 30–50 l/s och att den i dag har minskat med 10–30 %. Vid de kommunala grundvattentäkterna nära Pinnån har grundvattenuttaget varit omkring 15 l/s.

Det är säkert möjligt att finna andra platser i detta grundvattenmagasin för att ta ut något mer vatten än man gör i dag. Närheten till samhället innebär dock en förhöjd föroreningsrisk, samtidigt som en grundvattentäkt i detta läge innebär vissa restriktioner för samhällets utbyggnad.

Grundvattenförhållanden i området Ljungaskog–Sånnestorp

I området mellan Ljungaskog och Sånnestorp finns förhållandevis stora områden med tunna isäls-avlagringar, där grundvattenbildningen i och för sig är betydande, men där det inte går att utvinna vattnet i någon större omfattning, se figur 28. Detta illustreras tydligt i de seismiska profilerna S5–01 och "A" som visas i figur 29 och i figur 30.

Den relativt nya dragningen av E4:an är markerad med svart streckad linje. Den påtagliga närheten (50–150 m) till de kommunala grundvattentäkterna i Sånnestorp och i det söder därom belägna Eket innebär en påtaglig risk för den kommunala vattenförsörjningen.

Uppgifter i SGUs brunnsarkiv visar att grundvattenmagasinet på flera ställen är 20–30 m. Detta har också visats vid sonderingsborrningen S 0105 vid Ljungaskog – 19,6 m sand. Den seismiska profilen "B" indikerar en 50 m mäktig isälsavlagring, varav som mest 35 m är vattenmättat, se figur 31. Borrningen Rb 0201, som utförts av Malmberg Water, vid 175 m i profilen visade 30 m

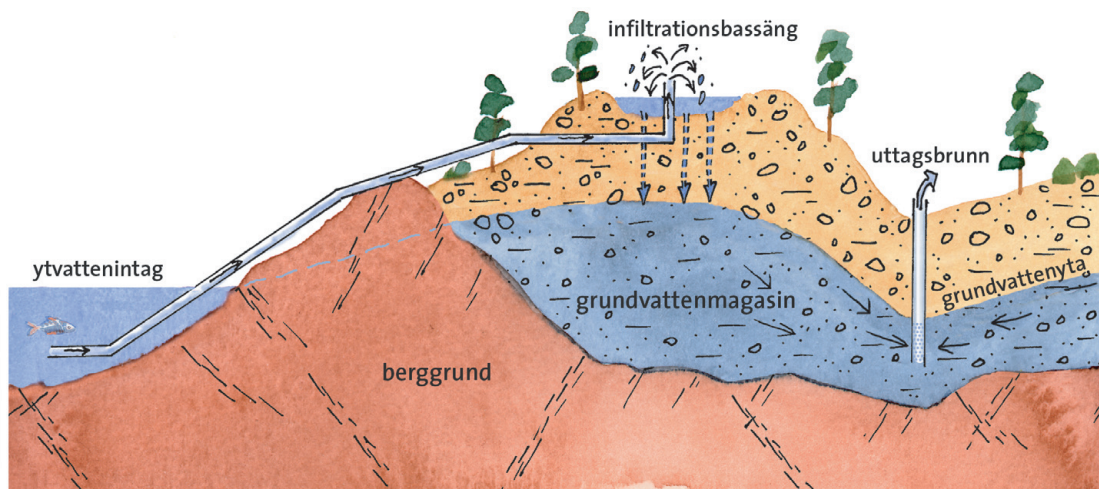


Fig. 25. Principbild på konstgjord grundvattenbildning. Sjövattnet leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omättade zonen renas vattnet.

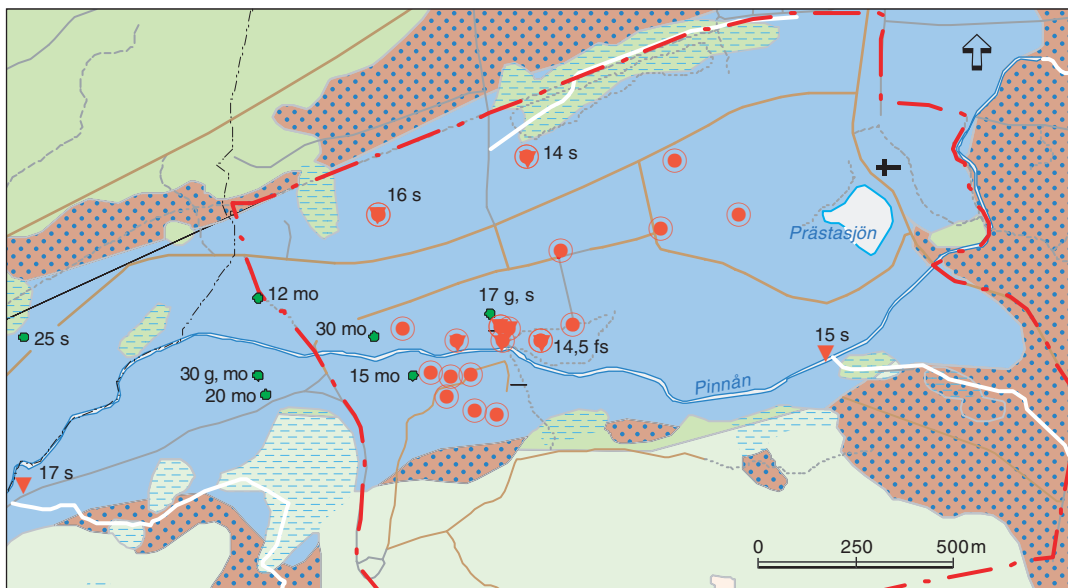


Fig. 26. Grundvattenmagasinet vid Örskelljunga är beläget i en markerad dalgång. Teckenförklaring visas i figur 27. Borrpunkter med jordlager.

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus, huvudsakligen isälvsvlagringar

	Stor grundvattentillgång, med mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter, storleksordningen 5–25 l/s (ca 400–2000 m³/d)
	Måttlig grundvattentillgång, med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 1–5 l/s (ca 80–400 m³/d)
	Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen <1 l/s (< ca 80 m³/d)

Organiska jordarter

	Mosse, kärr, gyttja, utgör ofta utströmningsområden för grundvattnet
--	--

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

Områdena är klassade genom interpolering av brunnskapacitetsdata från SGUs brunnarkiv

Urberg

	Mycket goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 6000–20000 l/h
	Goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 2000–6000 l/h
	Tämligen goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 600–2000 l/h
	Mindre goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet <600 l/h

Sedimentär berggrund (lersten, sandsten m.m.)

	Mycket goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 6000–20000 l/h
	Tämligen goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 600–2000 l/h

ÖVRIGA BETECKNINGAR

	Fast grundvattendelare
	Rörlig grundvattendelare
	Grundvattnets huvudrörelseriktning
	Grundvattenfall
	Grundvattnets trycknivå, m ö.h. (sommaren 2002)
	Seismisk profil
	Georadar profil
	Observationsrör eller sonderingsborrning
	Sonderingsborrning
	Lagerföljdsuppgift från SGUs brunnarkiv
	Kommunal grundvattentäkt i jord
	Inre skyddsområde
	Yttre skyddsområde
	Planerad sträckning, ny E4

Fig. 27. Teckenförklaring till kartutsnittet i denna beskrivning.

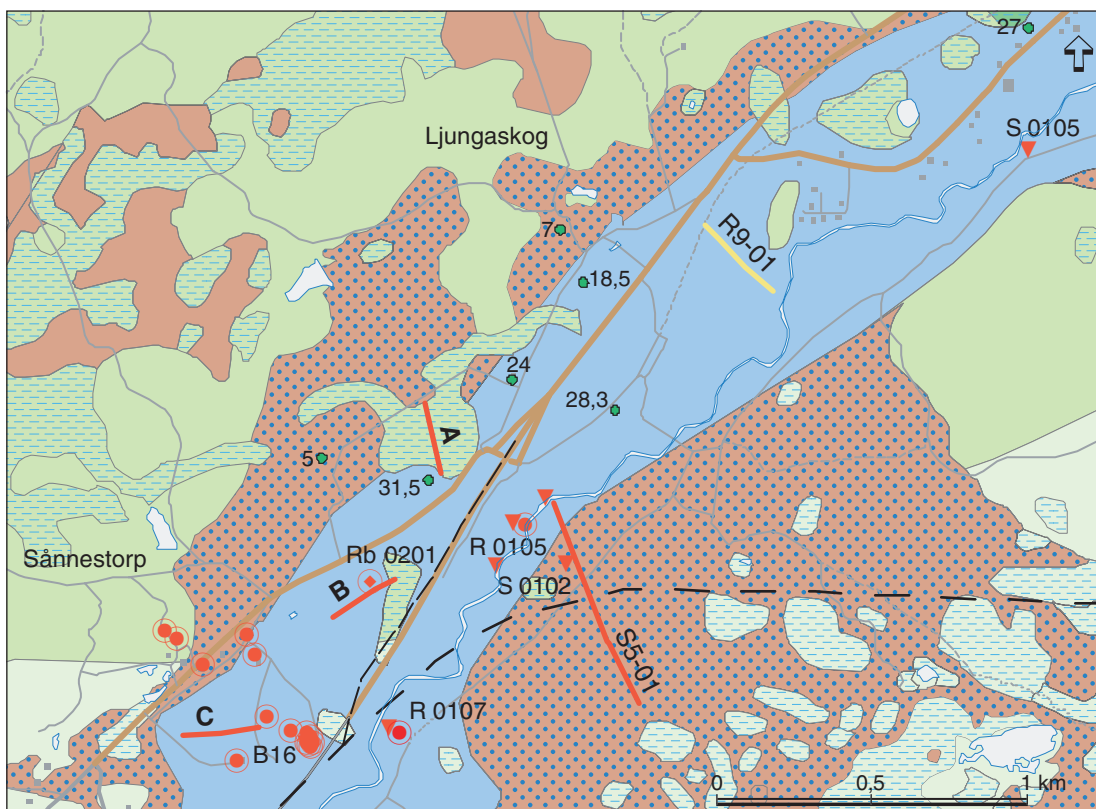


Fig. 28. Georadar (gula) och seismiska (röda) mätlinjer samt borrhäls (röda) och uppgifter från SGU:s brunnarsarkiv (gröna) prickar. E4:s sträckning är markerad med svart streckad linje.

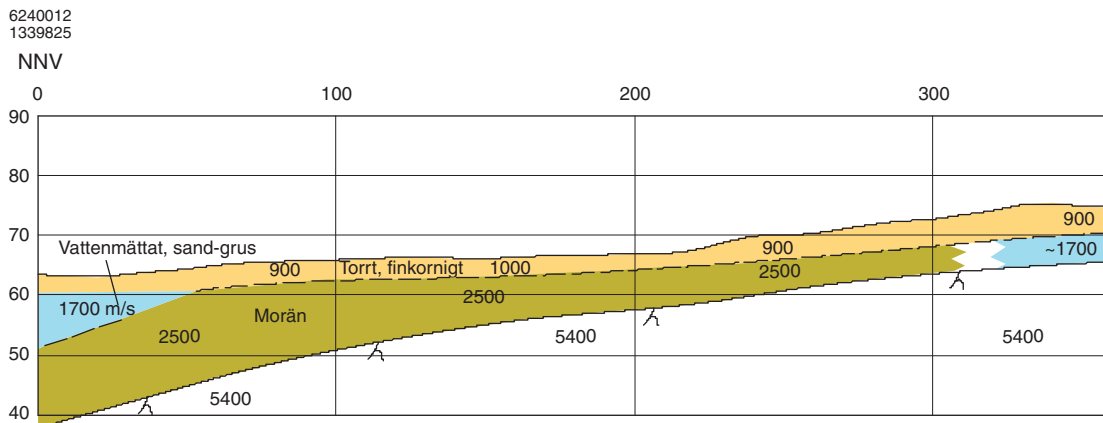


Fig. 29. Den seismiska profilen S5-01, Grytåsa. De seismiska mätningarna visar att grundvattenmagasinet mycket snabbt tunnar ut upp i sluttningen på östra sidan av Pinnåns dalgång.

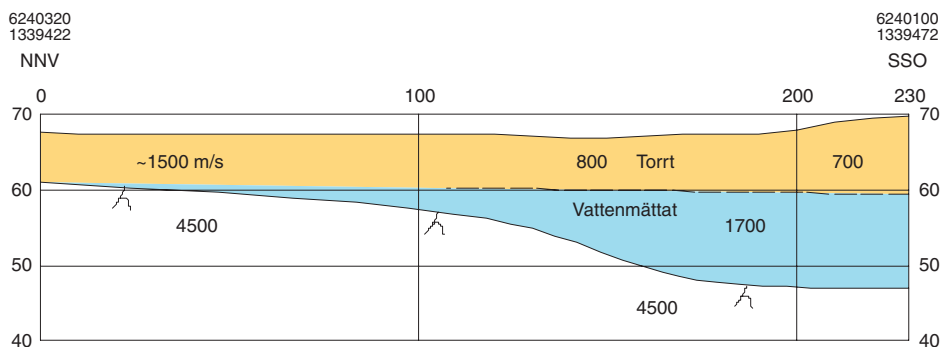


Fig. 30. Den seismiska profilen A-02, Eket. Även på den västra sidan av dalgången tunnar grundvattenmagasinet relativt snabbt ut så att dess bredd är ca 500 m medan isälvsavlagringen som sådan har en bredd på mer än 2 km på detta ställe. Jämför även med jordarts-kartan SGU Ae 42. Grundvattenytan ligger på 60 m ö.h.

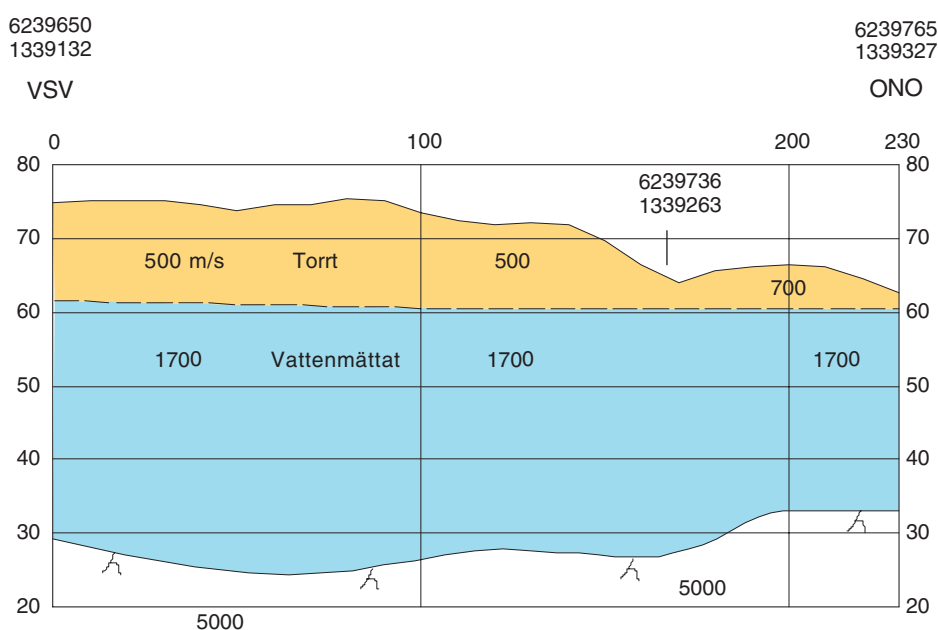


Fig. 31. Den seismiska profilen B-02, Eket. Den seismiska profilen är uppmätt mellan vägarna vid Sånnestorp. Den uppvisar en mycket mäktig isälvsavlagring med ett grundvattenmagasin som är upp emot 35 m mäktigt. Grundvattenytan ligger på ca 60 m ö.h., vilket är i nivå med Pinnån och antyder kommunikation med ån.

vattenmättat sand och grus. Vid borrhningen R 0107 omedelbart norr om Björkliden var lagerföljden 0–6 m mellansand och 6–13 m grusig grovsand.

Grundvattenbildningen i detta avsnitt kan totalt beräknas till mellan 40 och 50 l/s. Men uttags-möjligheterna är sannolikt sådana, att uttaget måste fördelas på flera platser, bl.a. beroende på att de grovkorniga partierna inte är så uthålliga.

Grundvattenförhållanden i området Eket–Ingeborrarp

Även söder om Eket är grundvattenmagasinet begränsat till partierna nära Pinnån, se figur 32. Ett visst tillskott av grundvatten kan möjligen komma från ett mindre grundvattenmagasin vid Västrarp. Detta magasin har sin avrinning mot magasinet vid Pinnån, men det är inte känt hur stor del av det totala flödet, som tvingas ut som ytvatten och därmed inte bidrar till grundvattentillgången.

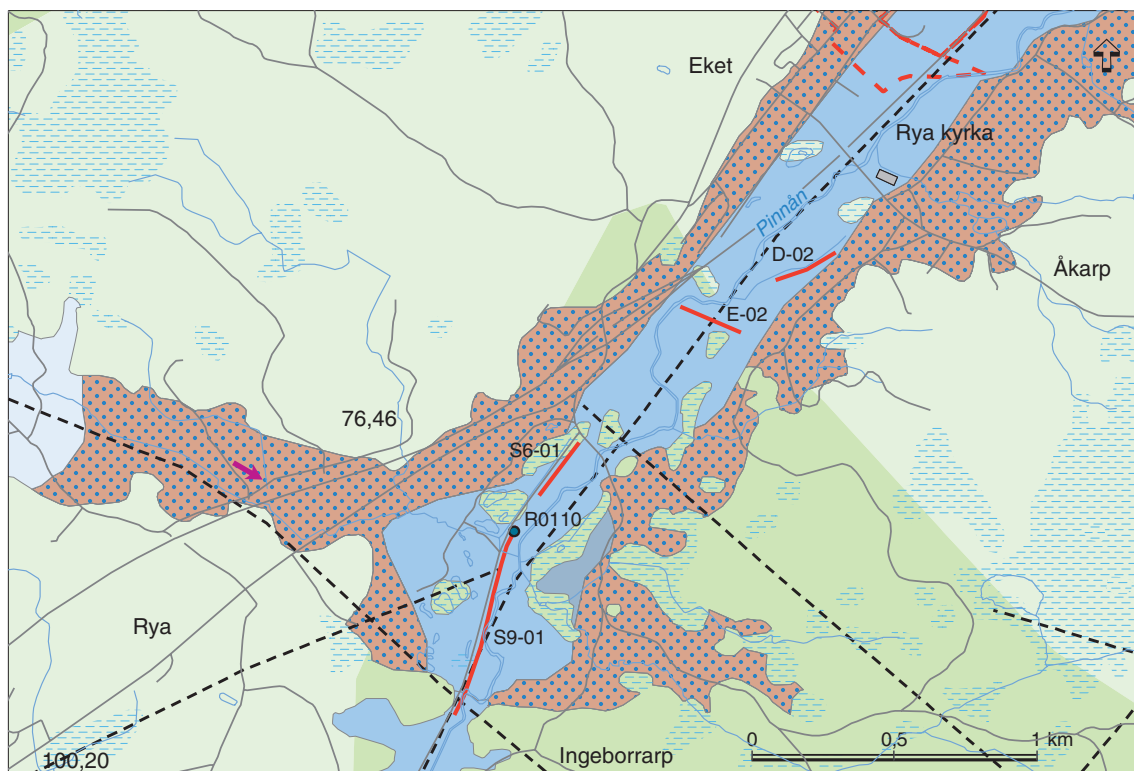


Fig. 32. Seismiska mätningar och borrhningar på grundvattenmagasinet söder om Eket.

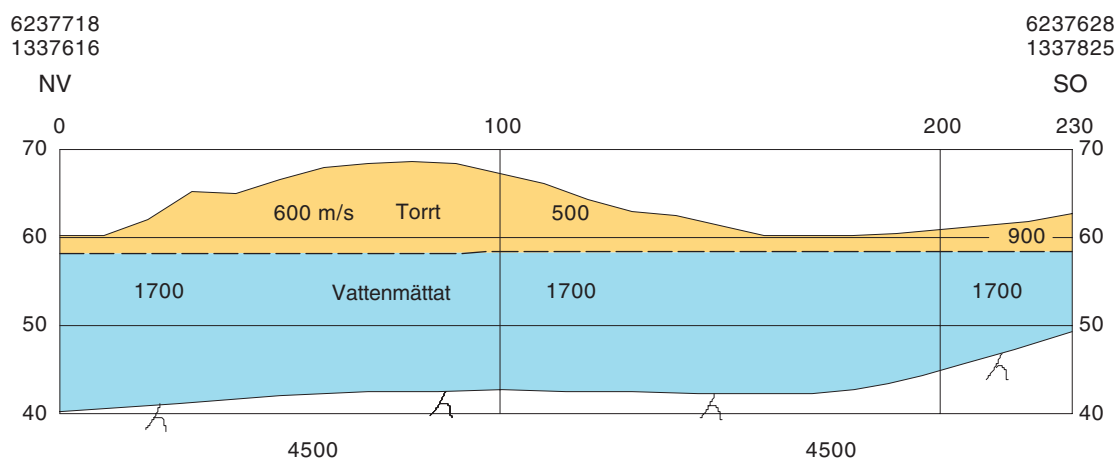


Fig. 33. Den seismiska profilen E-02 uppvisar ett grundvattenmagasin som i huvudsak är 16–18 m mäktigt.

De seismiska mätningarna har visat att grundvattenmagasinet på många ställen har en mäktighet som varierar mellan 10 och närmare 20 m, se de seismiska profilerna i figurerna 33–36.

Borrningen R 0110 gav följande resultat: 0–5 m torv, 5–9 m lergyttja, 9–11 m siltig lera, 11–12 m siltig sand, 12–14 m finsand, 14–18 m mellansand, 18–19 m finsand, 19–21 m mellansand, 21–24 m grusig mellansand, 24–25,5 m stenig, grusig sand och 25,5–26 m morän.

Av dessa lager var de mellan 19 och 25,5 m starkt vattenförande och gav ett vatten som klarnade och blev rent mycket snabbt, se figur 13.

Grundvattenbildningen kan beräknas vara av storleksordningen 20 l/s plus ett eventuellt tillskott från Västrarp.

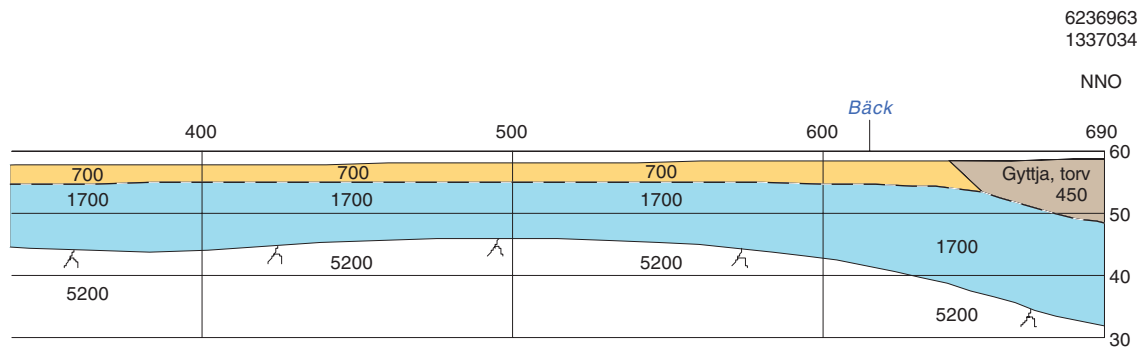


Fig. 34. Den seismiska profilen S9-01. Fortsättningsvis mot SSV avtar grundvattenmagasinet i mäktighet och vid 50 m i profilen är det helt uttunnat, se figur 35. Borrningen R 0110 är utförd vid 650 m.

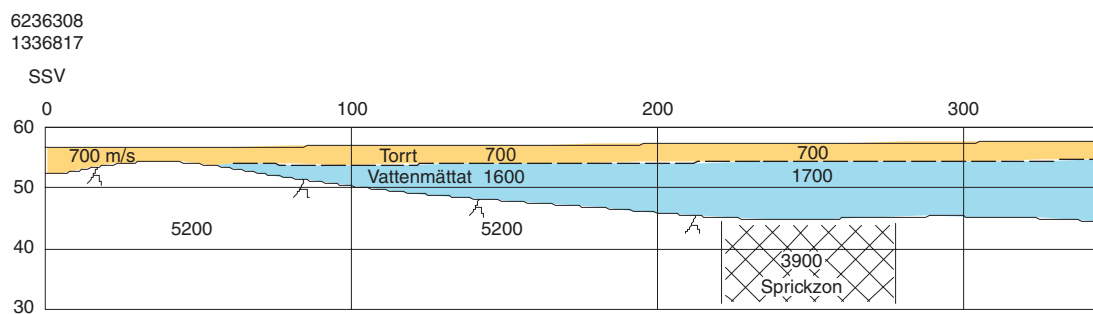


Fig. 35. Forts från fig 34. Längst i SSV är grundvattenmagasinet helt uttunnat p.g.a. högre bergläge.

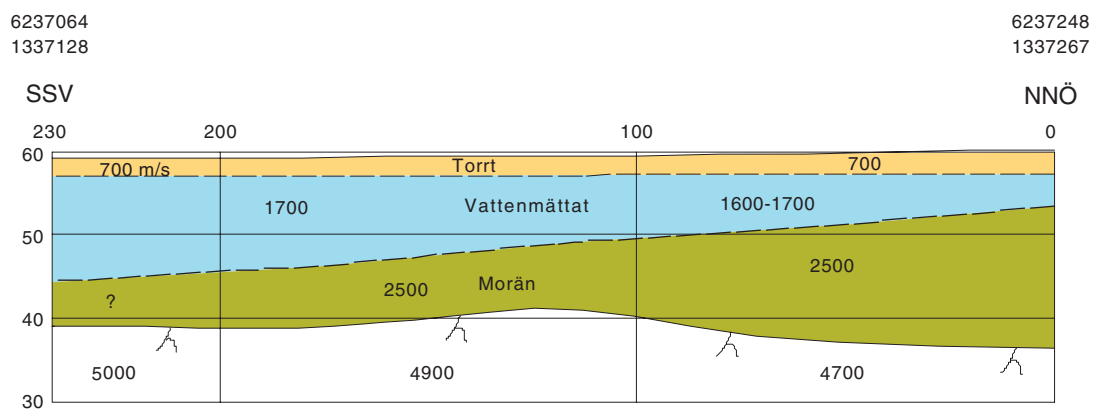


Fig. 36. Den seismiska profilen S6-01. Moränen når i denna seismiska profil en mäktighet av mer än 15 m. Detta är relativt mycket, och möjligtvis kan rester av sedimentär berggrund dölja sig här, dvs. man kan inte med dessa mätningar säkert avgöra om sådan finns eller inte.

Grundvattentillgångar från Hjälmjön till Skånes Värjsjö

Grundvattenförhållanden i området Hjälmjön–Östra Spång

I området vid Hjälmjöns norra strand och Östra Spång har brunnborrningar (gröna markeringar) visat att det förekommer en rest av de sedimentära bergarter (Trias–Jura), som förekommer längre söderut i Skåne och som en gång har haft betydligt större utbredning än idag. I Örkelljungaområdet har nästan all sedimentär berggrund eroderats bort, men här är en liten del bevarad, se figur 37. Siffrorna intill borrpunkterna i figuren anger djup till urberg och innefattar både jordlager, varav en avsevärd del i vissa borrhningar uppges vara sand och grus, och sedimentärt berg. Gränsen mellan sedimentärt berg och jordlager är svår att fastställa i dessa borrhningar.

Vid de seismiska mätningarna för att undersöka grundvattenförhållandena i isälvsavlagringen, har det visat sig att de sedimentära bergarterna förekommer längre söderut än vad som tidigare var känt (jämför berggrundskartan SGU Af nr 184). Det är möjligt att dessa bergarter har en ännu större utbredning, i första hand mot söder och väster kring Hjälmjön, se figur 38 och 39.

Som framgår av de seismiska profilerna är de vattenförande lagren mellan Hjälmjön och Lillsjön 10–20 m mäktiga. Vid borrhningarna har det emellertid visat sig att lagren mestadels är ganska finkorniga, hårt packade men kan ställvis ha god vattenföring.

Enligt uppgifterna i SGUs brunnarsarkiv har man vid borrhningarna i området norr om och kring Hjälmjön på flera ställen påträffat flera tiotal meter sand och grus ovanpå de sedimentära bergarterna. I sådana lägen nära sjön är det möjligt att det uppstår inducering vid större grundvattenuttag varvid grundvattentillgången förstärks med tillströmmande sjövattnet. Se kapitlet ”Inducerad infiltration”. Av denna anledning bedöms grundvattentillgångarna vara betydligt bättre i närheten av Hjälmjön.

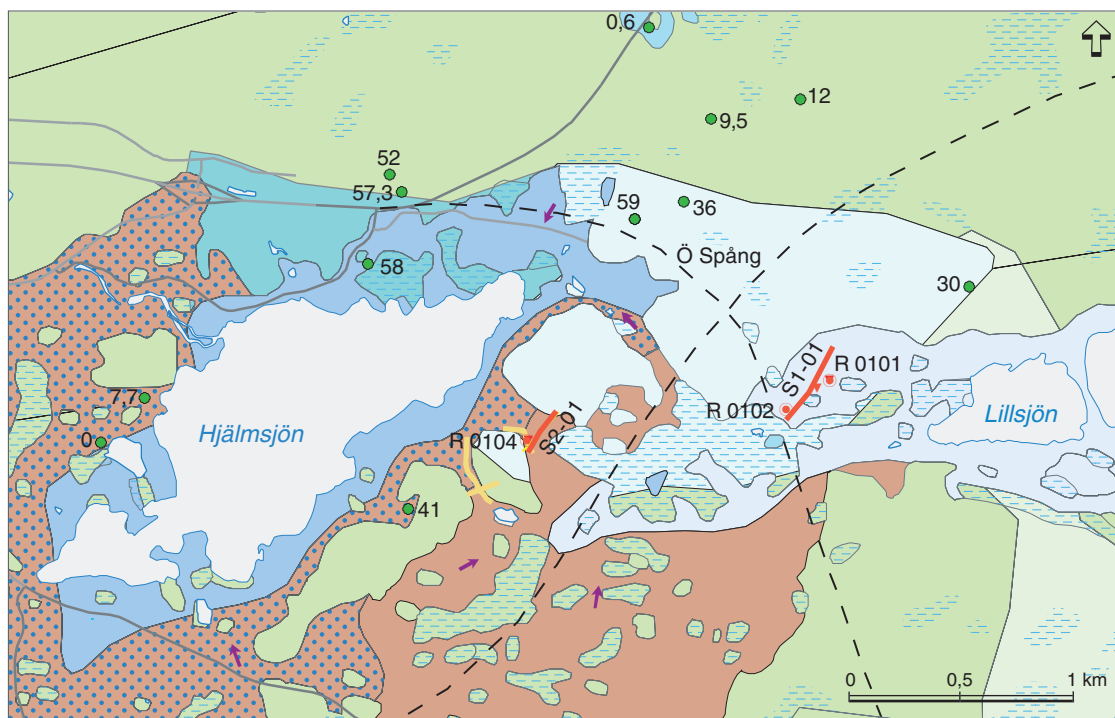


Fig. 37. Vid Östra Spång förekommer grundvattnet i urberget (gröna färgnyanser), i ett begränsat område med sedimentära bergarter norr om sjöarna och i de partier av isälvsavlagringens sand och grus som har blå färgnyanser. Områdena med kraftiga bruna nyanser är sand- och grusavlagringar som saknar större grundvattentillgångar. I ett begränsat område kring Östra Spång förekommer sedimentära bergarter vilka särskilt i den västra delen är starkt vattenförande.

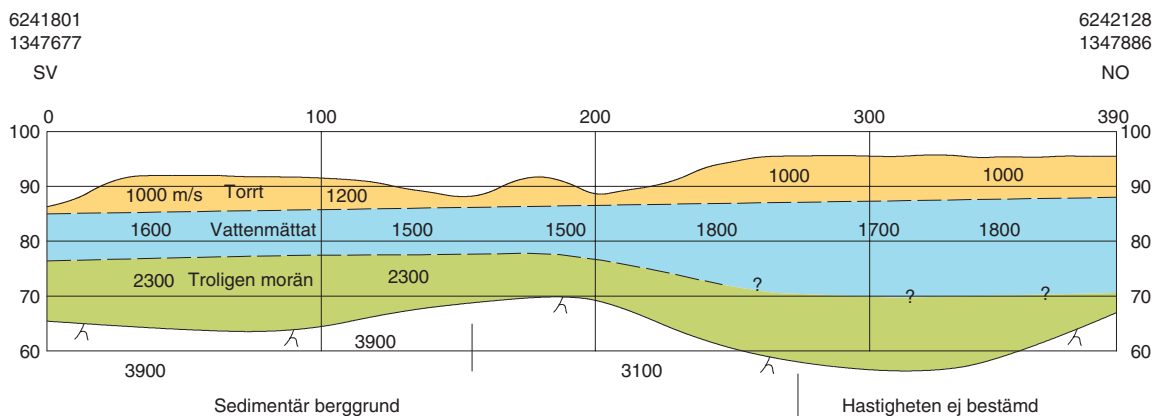


Fig. 38. Den seismiska profilen S1-01. Mellan Hjälsjön och Lillsjön har de seismiska mätningarna påvisat sedimentär berggrund (3 100 och 3 900 m/s). Avsnittet är något svårtolkat med hög seismisk gånghastighet i det översta lagret och relativt små hastighetsskillnader mellan lagren. Vid 250 m i profilen gjordes ett borrhäls försök, men en alltför hårt packad finsand ner till 5 m hindrade vidare borrhäls. Det 15–20 m mäktiga, vattenförande skiktet mellan 250 och 390 m är därför inte påborrat. Det kan utgöras av ett grovt, grusigt material eller ett hårdpackat finkornigt. Vid profilens början utgörs de understa 3 m av det vattenmättade partiet av grusblandad silt med relativt god vattenföring.

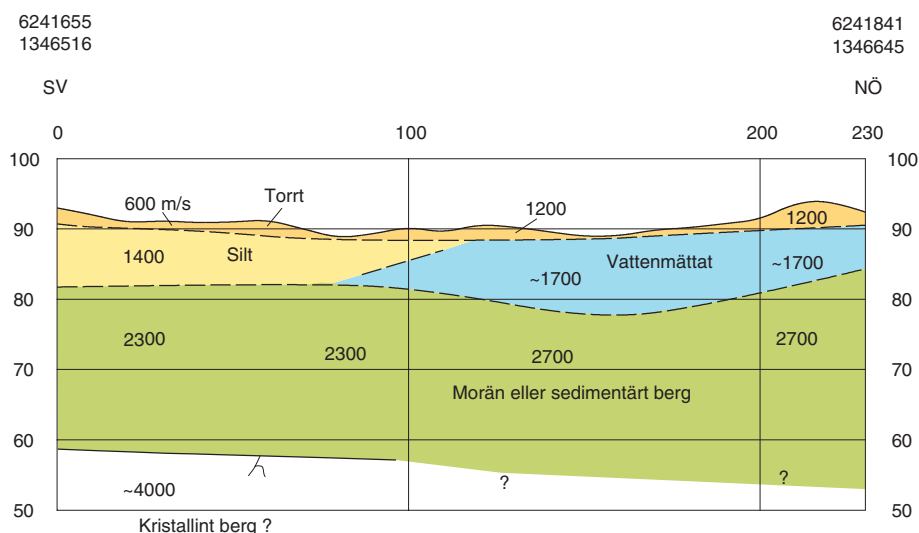


Fig. 39. Den seismiska profilen S2-01, Östra Ringarp. På samma sätt som föregående profil är denna något osäker. 20–30 m morän är ovanligt mycket och gränsen mellan morän och sedimentärt berg är osäker. Det vattenförande partiet är förhållandevis begränsat.

Grundvattenförhållanden i området Lärkesholm–Åsljunga

Vid den kommunala vattentäkten i Åsljunga uppges isälsavlagringens mäktighet uppgå till ca 25 m. Vattenuttaget ur brunnarna är nu mellan 2,5 och 3 l/s. I en av brunnarna har kloridhalten stigit från 25 mg/l på 1960-talet till över 70 mg/l på 1980-talet. En sådan ökning av kloridhalten är ganska typisk för brunnar som ligger nära vägar som saltas. Det visar klart på en direkt påverkan av föroreningar från vägen, vilka sannolikt inte enbart utgörs av vägsalt.

Ungefär halvvägs mellan Lärkesholmsjön och Pinnån förekommer en grundvattendelare, se figur 40. Denna är inte betingad av höga berglägen utan är en rörlig grundvattendelare. Det innebär att den skulle förflyttas vid större grundvattenuttag i dess närhet. Se närmare om detta i kapitlet ”Grundvattnets strömningsriktning”.

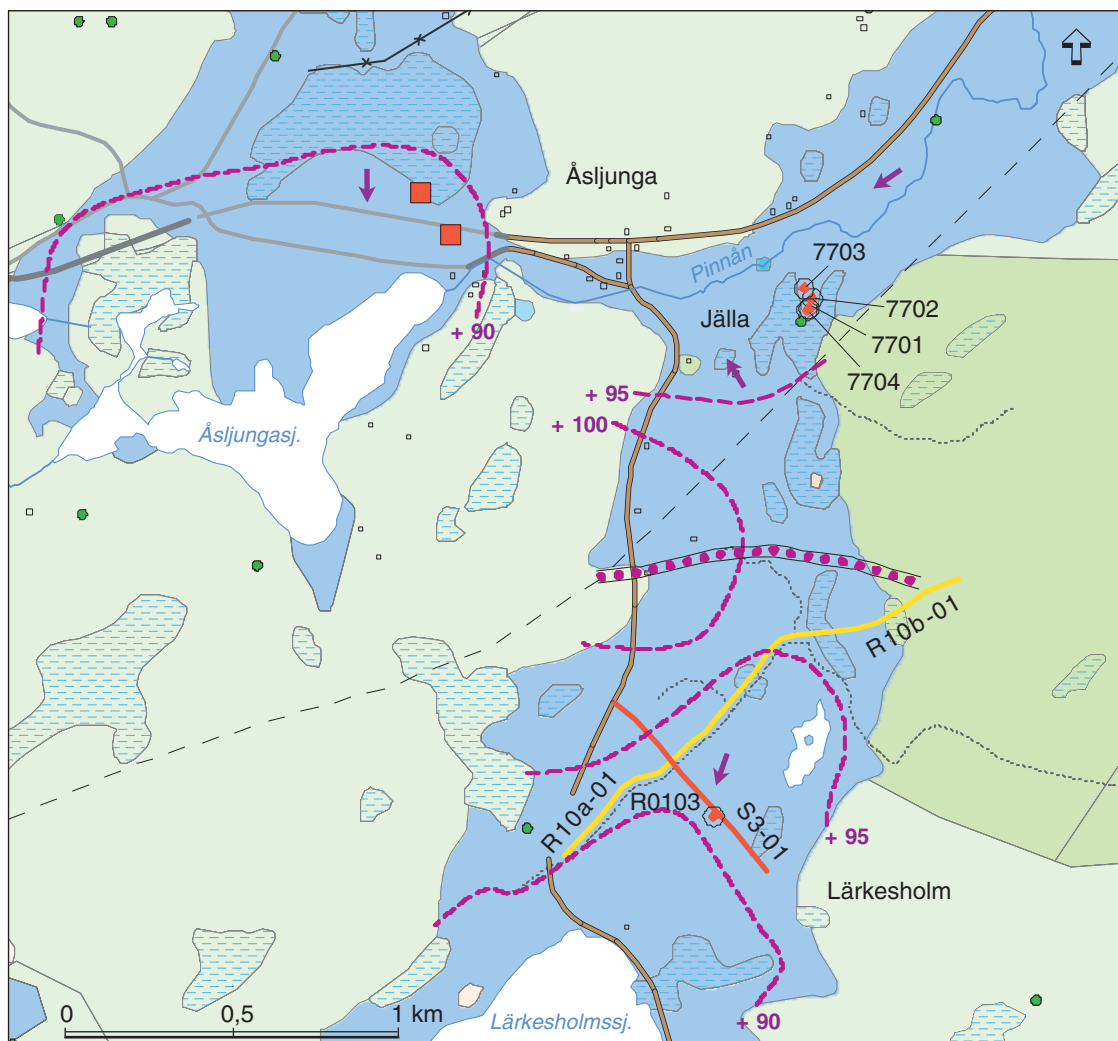


Fig. 40. Grundvattnet i området rör sig från grundvattendelaren vid grundvattennivån +100, dels till Lärkesholmssjön och dels till vattentäkten i Åslunga och till Åslungasjön.

Vid Jälla finns en äldre, mindre brunnsanläggning, som ursprungligen använts av försvaret, och som 1977 på kommunens uppdrag undersöktes av Kjessler & Mannerstråle. Därvid framkom att järn- och manganhalterna var låga vid ett uttag av 3 l/s men blev alltför höga vid uttag av 7–9 l/s, som var maxkapacitet.

Borrningen 7701 visade ca 15 m sand och grus. De övriga borrhningarna visade större inslag av finkornigt material.

Den seismiska profilen S3–01, se figurerna 41 och 42, som uppmätts på andra sidan grundvattendelaren visar att grundvattenmagasinets största mäktighet är ungefär densamma som vid Jälla.

De georadarmätningar som gjorts i området har inte kunnat penetrera jordlagren, vilket indikerar att de generellt är förhållandevis finkorniga. Man kan dock inte utesluta att det någonstans kan förekomma grövre material.

Borrningen R0103, vid ungefär 450 m i den seismiska profilen, visade överst 11 m finsand och finmo, sedan 2 m mellansand med inslag av finare material ovanpå berget.

Grundvattenytan har en gradient (lutning) som i stort sett är 5 m på 500 m, eller 10 promille. En så brant gradient tyder på att det inte finns några sammanhängande lager med stor vattenföring.

6243433
1350340
NV

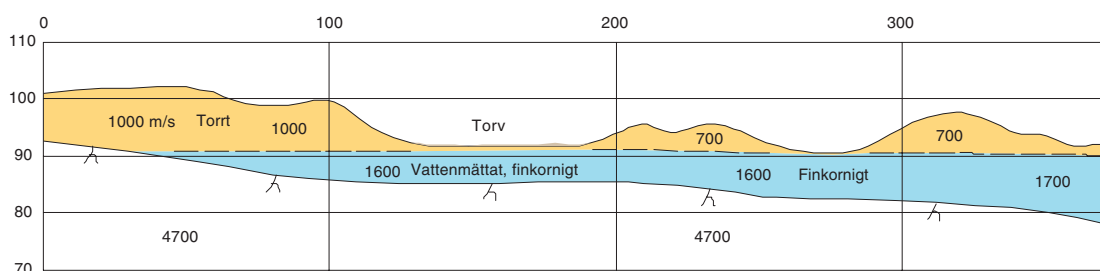


Fig. 41. Den seismiska profilen S3-01, Lärkesholm. Ett ca 600 m brett grundvattenmagasin med en maximal mäktighet av ca 15 m. Borrningen vid 450 m i profilen visade dock ett alltför finkornigt material för större grundvattenuttag. Forts i figur 42.

6242921
1350805

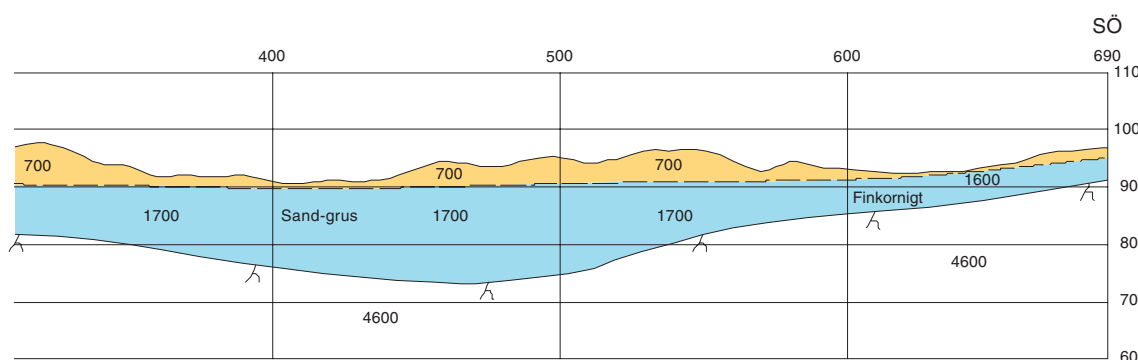


Fig. 42. Forts från figur 41. Seismisk profil S3-01, Lärkesholm. Ett ca 600 m brett grundvattenmagasin med en maximal mäktighet av ca 15 m. Borrningen vid 450 m i profilen visade dock ett alltför finkornigt material för större grundvattenuttag.

Grundvattenförhållanden vid Skånes Värjsjö

Grundvattnet öster och söder om grundvattendelaren går mot Pinnåns avrinningsystem, se figur 43. Grundvattnet väster om grundvattendelaren rör sig mot Stensåns, och grundvattnet norr om vattendelaren rör sig mot Lagans avrinningsystem.

Denna grundvattendelare är till övervägande del bergbetingad och fast. I den sydligaste delen är den emellertid rörlig. Denna slutsats kan man dra av det förhållandet att grundvattenmagasinet här är 10–12 m mäktigt, och att grundvattenmagasinets underkant ligger 5–10 m lägre än sjöytorna i väster till ett avstånd av mer än 5 km, och Pinnån i öster på ett avstånd av drygt 700 m. Se den seismiska profilen S8-01, figur 44.

Den låga seismiska hastigheten i berggrunden tyder antingen på starkt uppsprucket urberg eller sedimentär berggrund. Då detta är läget för Hallandsåsens nordliga gränsförkastning är det svårt att avgöra vilket.

Området vid S8-01 är svårtillgängligt för borrning, varför någon sådan inte har kunnat utföras på denna plats inom ramen för denna kartläggning.

Den seismiska profilen S7-01, se figurerna 45–46, visar upp till 25 m mäktiga jordlager, men grundvattenmagasinet når som mest 10 m mäktighet och är i stora delar betydligt tunnare. Vid borrningarna

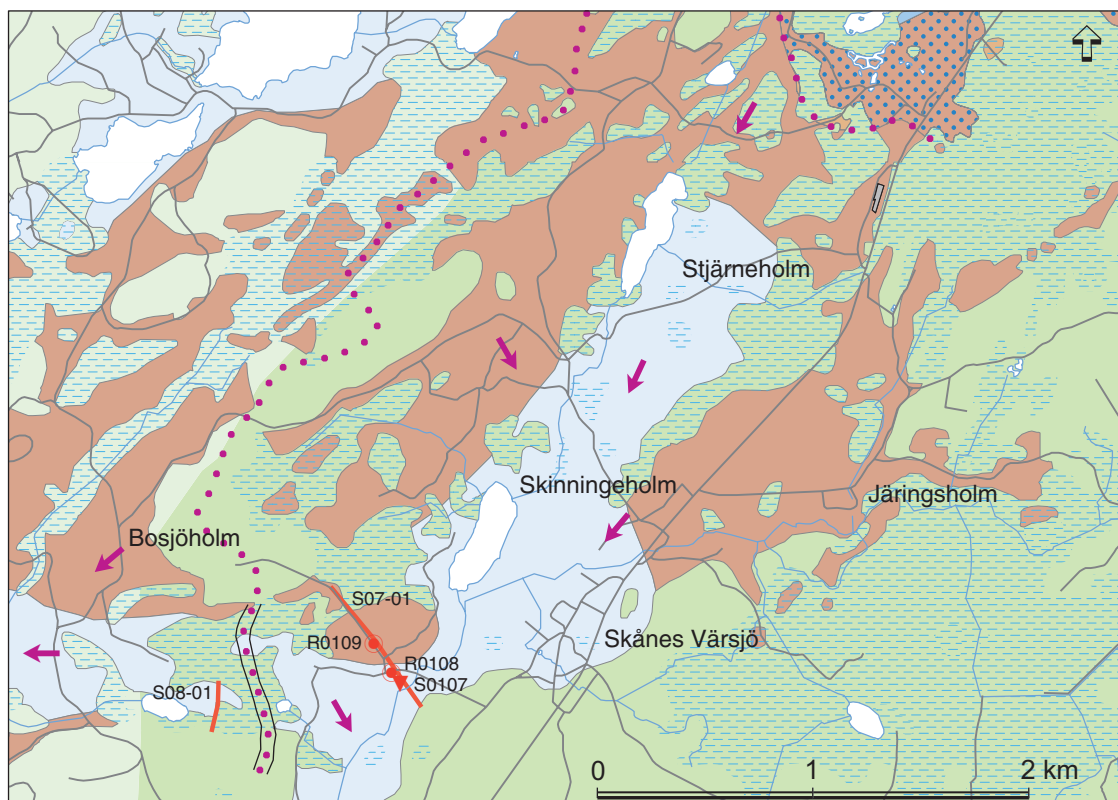


Fig. 43. Isölsavlagringarna i trakten av Skånes Värnsjö är mycket utbredda, men stora delar är finkorniga med förhållandevis små grundvattentillgångar.

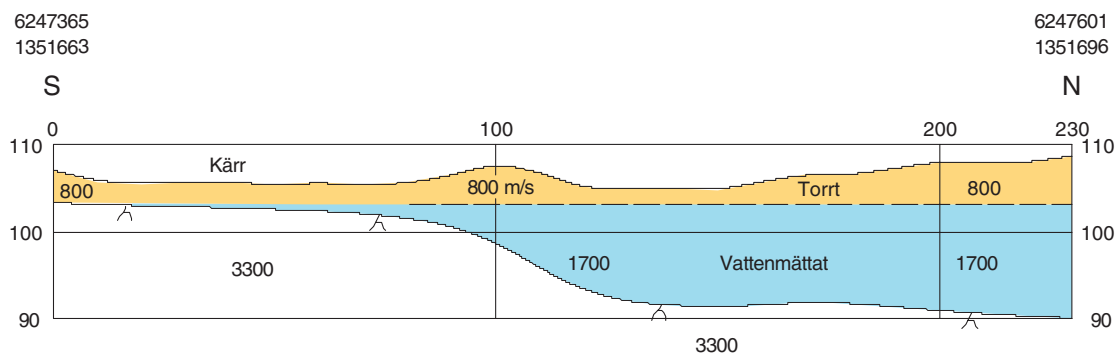


Fig. 44. Den seismiska profilen S8-01, alldeles intill grundvattendelaren mellan Stensåns och Pinnåns vattensystem, visar att grundvattenmagasinet är förhållandevis mäktigt, vilket betyder att grundvattendelaren i detta avsnitt är rörlig.

har det visat sig att isölsmaterialet mestadels är finkornigt. Vid R 0109 påträffades mest finsand. Då borrhningen inte nådde berg (eller morän) kan det finnas några meter grövre material i botten på detta ställe. Borrhningen R 0108 påträffade sand till 9,2 m, därpå 0,8 m grusig sand på morän. Detta tyder på att grundvattentillgången är ganska begränsad i området.

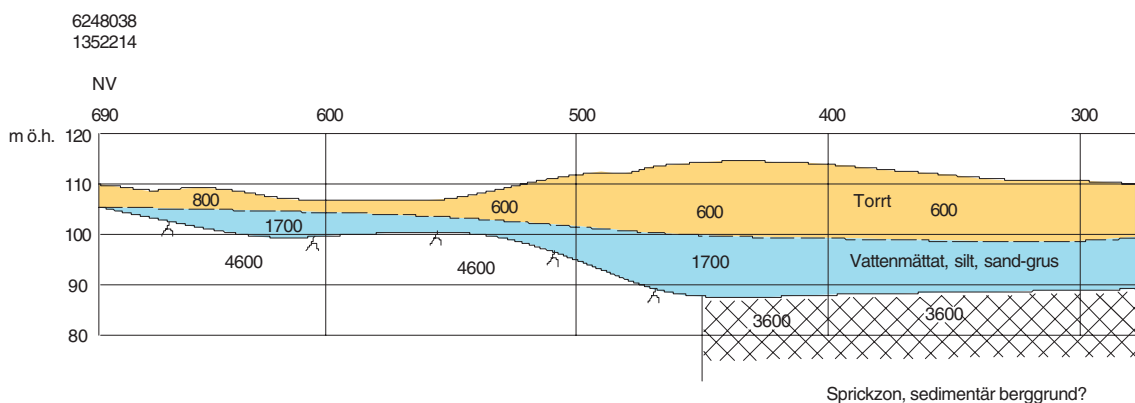


Fig. 45. Den seismiska profilen S7-01, Sandsjöholm. Grundvattenmagasinet är delvis mycket tunt och huvudsakligen ganska finkornigt. Forts. i figur 46.

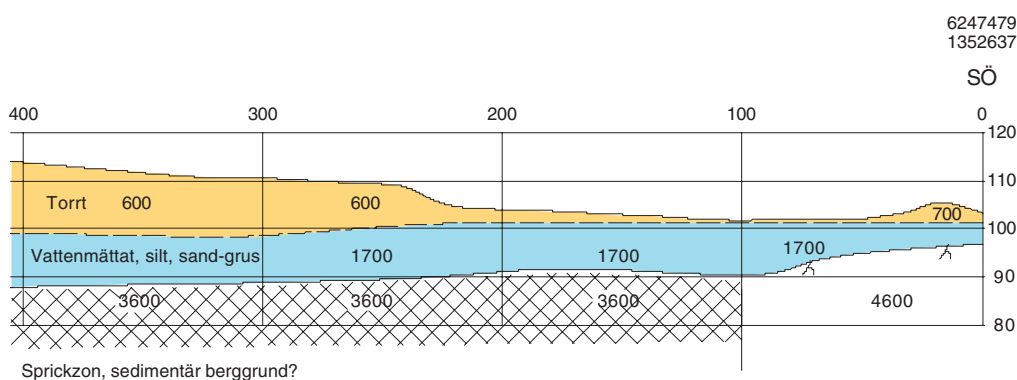


Fig. 46. Forts. från figur 45. Även i denna profil förekommer ett utbrett parti med låg seismisk hastighet i berget. Detta kan tyda på att det här i området är fråga om en rest av sedimentär berggrund på samma sätt som vid Ö. Spång.

Grundvattenförhållanden vid Fedingesjön, Store sjö och övriga större grundvattentillgångar

Grundvattenförhållanden vid Fedingesjön

Den nordligaste delen av stråket med isälvsavlagringar som går tvärs igenom kommunen står i kontakt med Fedingesjön och Köphultasjön, som är relativt stora. Mellan sjöarna och genom isälvsavlagringen rinner Healtbäcken, se figur 47.

Tre seismiska profiler och en borrhning har utförts i området, som är förhållandevis stort, varför det mycket väl kan finnas bättre lägen för grundvattenuttag än de nu undersökta.

Vid de seismiska profilerna S6-02 och S9-02 är grundvattenmagasinet ca 10 m mäktigt eller något mindre, se figur 48 och 49. Materialet som påträffades vid borrhningen av R 0204, vid ungefär 120 m i profil S6-02, utgjordes av mellansand och grusig mellansand med inslag av finsand. Vattenföringen var måttlig. Vissa vattenprov uppvisade en järnhalt på 4–5 mg/l.

Fotot i figur 17, som är taget vid Healtbäcken mellan de två seismiska profilerna, visar ett mycket grovt material i strandkanten.

Vid den nordligaste profilen, S5-02, vid Healt (fig. 50), är grundvattenförhållandena att döma av denna profil bättre. Grundvattenmagasinet är här något mäktigare än vid de förra platserna. Den

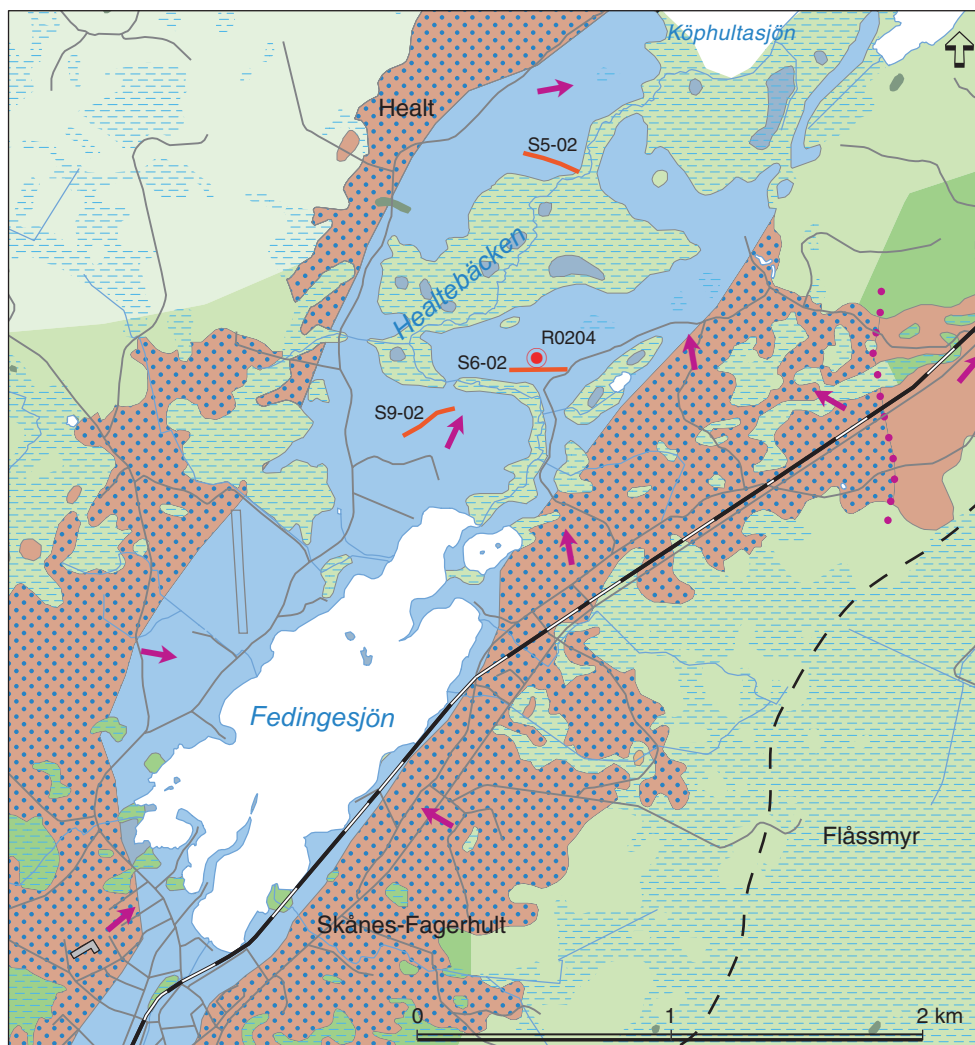


Fig. 47. Isälvsavlagringen i södra änden av Fedingsjön utnyttjas för vattenförsörjningen till Skånes-Fagerhult. Norr om sjön finns vissa förutsättningar för större grundvattenuttag, alternativt med konstgjord grundvattenbildning.

ca 10 m mäktiga, omättade zonen med torrt sand och grus ger anledning att förmoda att förutsättningarna kan vara goda för att förstärka grundvattentillgången och sänka eventuellt höga järnhalter genom infiltration av ytvatten, dvs. konstgjord grundvattenbildning. Därmed inte sagt att detta skulle vara det enda stället i område där konstgjord grundvattenbildning skulle vara möjlig.

Grundvattenbildningen i isälvsavlagringen vid Fedingsjön kan beräknas till mellan 20 och 30 l/s. Det som i första hand kan begränsa uttagen är att isälvsavlagringen i stora delar kan vara alltför finkornig för att tillåta större uttag. Å andra sidan kan förhållandena, som nämnts, lokalt vara sådana att såväl konstgjord grundvattenbildning som inducerad infiltration kan ge möjligheter till ännu större uttag.

6254325
1356916

6254329
1357148

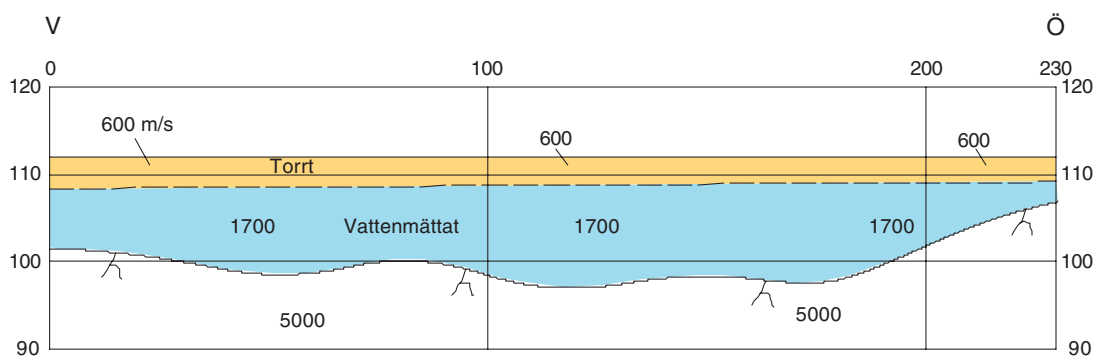


Fig. 48. Den seismiska profilen S6-02, Fedingshult. Grundvattenmagasinet är ca 10 m mäktigt. Vid 120 m finns observationsrör R 0204, där kompletterande vattenprover kan tas.

6254070
1356480

6254180
1356682

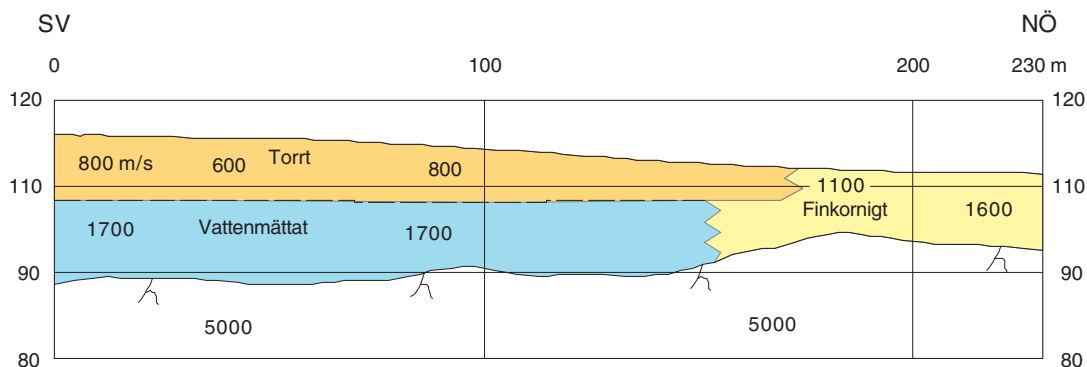


Fig. 49. Den seismiska profilen S9-02, Fedingshult. I detta avsnitt är grundvattenmagasinet knappt 10 m mäktigt. Materialet är delvis finkornigt.

6255185
1356974

6255110
1357194

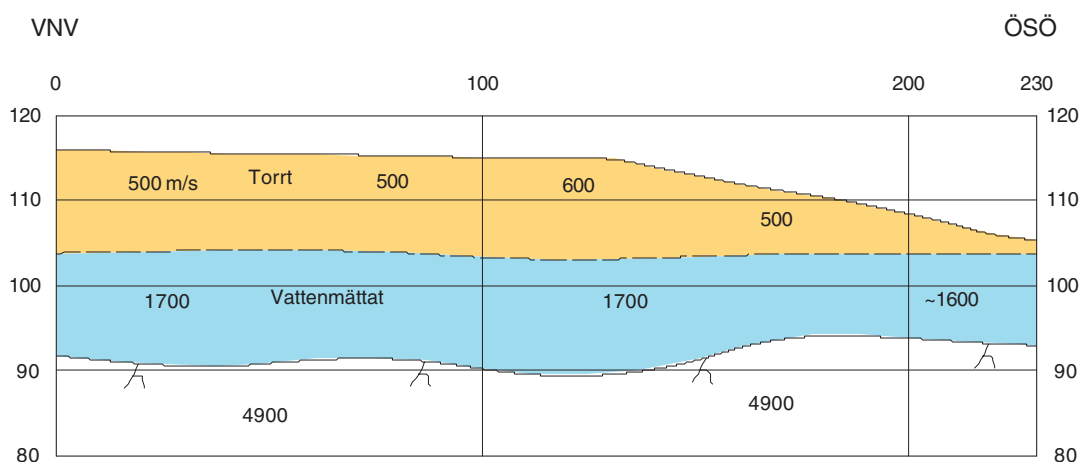


Fig. 50. Den seismiska profilen S5-02, Healt. Vid Healt är grundvattenmagasinet i stora partier 10–15 m mäktigt. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning och kanske även inducerad infiltration kan bedömas vara goda. Den vattenrika Healtbäcken rinner vid profilens slutpunkt.

Grundvattenförhållanden vid Store sjö och övriga större grundvattentillgångar

Utöver grundvattenförekomsterna i den isälvsavlagring som löper centralt genom kommunen, bedöms vissa förekomster, huvudsakligen av storleksordningen 1–5 l/s, finnas i isälvssediment vid Västrarp och Persköp samt kring Vemmentorpa- och Hultasjöarna, Vita, Svarta och Store sjö. Se kartan över grundvattentillgångar i Örkelljunga kommun. Det har inte varit möjligt att inom ramen för dessa karteringsarbeten närmare undersöka mer än förekomsten vid Store sjö (se figur 51), vilken bedömdes kunna vara störst.

Ett av skälen till att förekomsten vid Store sjö bedöms ha bättre förutsättningar än de övriga områdena är avlagringens läge i och kring sjön. Detta ger förutsättningar för större grundvattenuttag genom inducering och genom konstgjord grundvattenbildning, se kapitlen ”Inducerad infiltration” och ”Konstgjort grundvatten”.

Ett annat skäl är att uppgifterna i SGUs Brunnarsarkiv från områdena kring de andra sjöarna uppger endast 5–6 m jorddjup, medan jorddjupen kring Store sjö anges till 14–17 m.

Isälvsavlagringen vid Store sjö har undersökts med 3 500 m georadar, 2 seismiska profiler och 5 sonderingsborrningar. Det mesta har utförts på andra sidan gränsen till Laholms kommun beroende på tillgången till befintliga vägar, som gjort det möjligt att utföra undersökningarna.

Figur 52 visar de sista ca 500 m av georadarprofilen R57-02. Som framgår av profilen är bergytan relativt starkt kuperad och sjunker undan mot slutet. Detta ger uppslag att genomföra eventuella fortsatta undersökningar i denna riktning.

Den seismiska profilen S8–02, figur 53, är uppmätt intill georadarprofilen ovan. Den bekräftar att jorddjupet och grundvattenmagasinet tilltar i östlig riktning. I slutet av profilen blir grundvattenmagasinet omkring 20 m mäktigt och sannolikt tilltar mäktigheten ytterligare åt detta håll.

I detta område har endast sonderingsborrningar utförts, som inte medger någon provtagning av jordarterna. Därför är de kornstorlekar som ingår i grundvattenmagasinet endast bedömda. Den

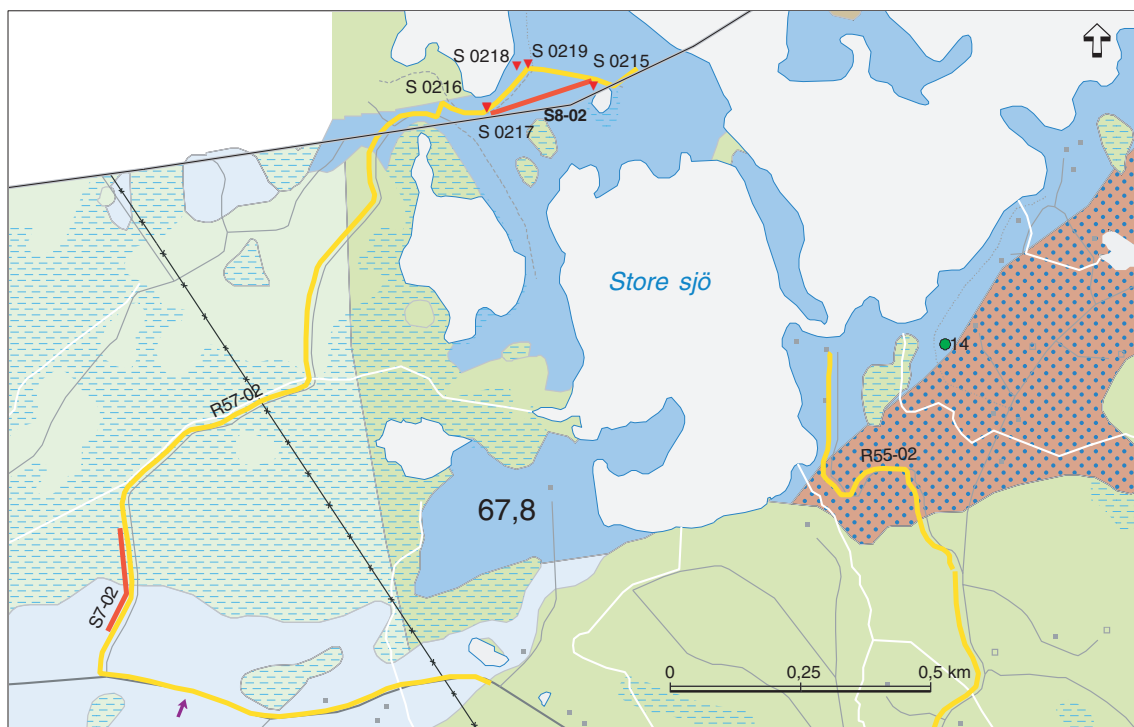


Fig. 51. Vid Store sjö, i nordligaste delen av Örkelljunga kommun, bedöms förutsättningarna goda för konstgjord grundvattenbildning och inducerad infiltration.

dominerande jordarten i sonderingsborrningarna är sand. Flera borrningar visar några meter grusig sand, företrädesvis mot botten.

I närheten av vägen mellan Skånes-Fagerhult och Hishult har den seismiska profilen S7-02 uppmätts, figur 54. Där är grundvattenmagasinet betydligt tunnare med en mäktighet av mellan 5 och 10 meter.

En betydande del av isälvsavlagringen är belägen längs sydöstra kanten av Store sjö. Detta avsnitt är undersökt med endast en georadarmätning, R55-02, i den södra delen, se figur 51. Mätningen visar visserligen inte på några stora jorddjup, men det är mycket troligt att det kan finnas flera ställen längs stranden där isälvsavlagringen har ett betydande grundvattenmagasin. Längre från stranden bedöms bergytan stiga så mycket att något större grundvattenmagasin inte kan finnas.

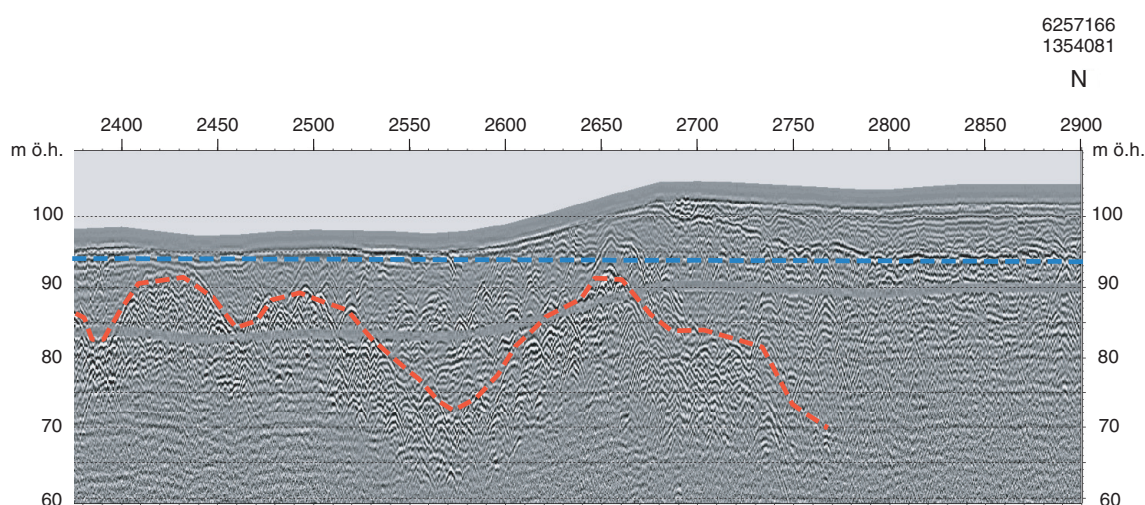


Fig. 52. I georadarprofilen R57-02 är bergets överyta markerad med röd linje och grundvattenytan med blå. I slutet av profilen tilltar jorddjupet och bergytan ligger för djupt för att kunna nås med radarmätningarna.

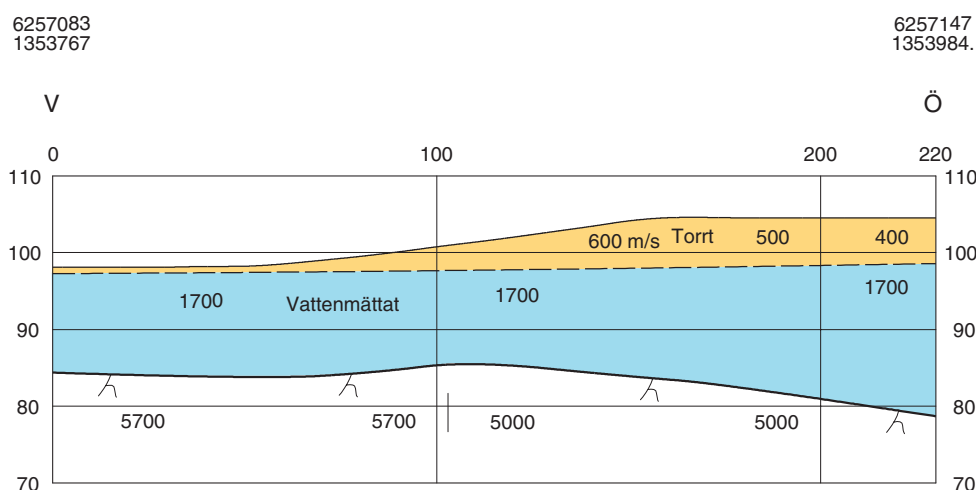


Fig. 53. Den seismiska profilen S8-02, Landön. Grundvattenmagasinet på Landön har en mäktighet av mer än 10 m och tilltar mot öster till mer än 20 m (jämför georadarprofilen, figur 52).

GRUNDVATTNETS KEMI

Grundvattnets kemi i allmänhet

Grundvattnets kemiska sammansättning är ett resultat av de kemiska egenskaperna hos nederbörden och de processer som vattnet utsätts för på sin väg genom marken ner till grundvattnet. Jonkoncentrationen ökar genom avdunstningen i de övre marklagren. Förändringar i jonsammansättningen sker genom att joner i det nedsipprande vattnet byts ut mot joner som är bundna till markpartiklar, jonbyte, och genom sönderdelning av mineral, vittring. Jonbytesprocessen är speciellt intensiv när vattnet är i kontakt med organiskt material och lerpartiklar som har stor kontaktyta. Intensiteten av vittringen är beroende av mineralens vittringsbenägenhet och kontaktytan mellan vatten och mineral. I grova jordar som grus, sand och grovkorniga moräner är vittringsintensiteten låg, medan den är hög i finkorniga jordar, som t.ex. lera och lerig morän. Vittringen "drivs" under naturliga förhållanden av humussyror och kolsyra som bildas genom nedbrytning av växtrester. Genom förbränningen av fossila bränslen har nederbörden tillförts svavelsyra som bidrar till ökad sulfathalt och tillskott av vätejoner som bidrar till ökad vittring.

Kalcit är det mest lättvittrade mineralet, och kalkhaltiga jord- och bergarter har mycket stor betydelse för grundvattnets kemiska sammansättning. Lättvittrade mineral, som i allmänhet innehåller stor andel kalcium och magnesium, i kombination med finkorniga jordarter och lång uppehållstid ger grundvattnet hög totalhårdhet, liksom hög elektrisk konduktivitet som är ett mått på den totala halten lösta salter.

Vid normal kolsyrevittring bildas lika mycket kalcium och magnesium (totalhårdhet) som alkalinitet, medan det vid vittring med en stark syra som t.ex. svavelsyra bildas förhållandevis mer kalcium och magnesium än alkalinitet. 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. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar. Vatten från grävda brunnar har i allmänhet lägre pH-värde (är surare) än vatten från borrade brunnar.

Sulfatjoner som tillförs grundvatten från nederbörden har både mänskligt och marint ursprung. Riktigt höga halter i grundvatten har dock i allmänhet geologiskt ursprung och bildas genom oxidation av sulfider i såväl berggrund som i jordlager.

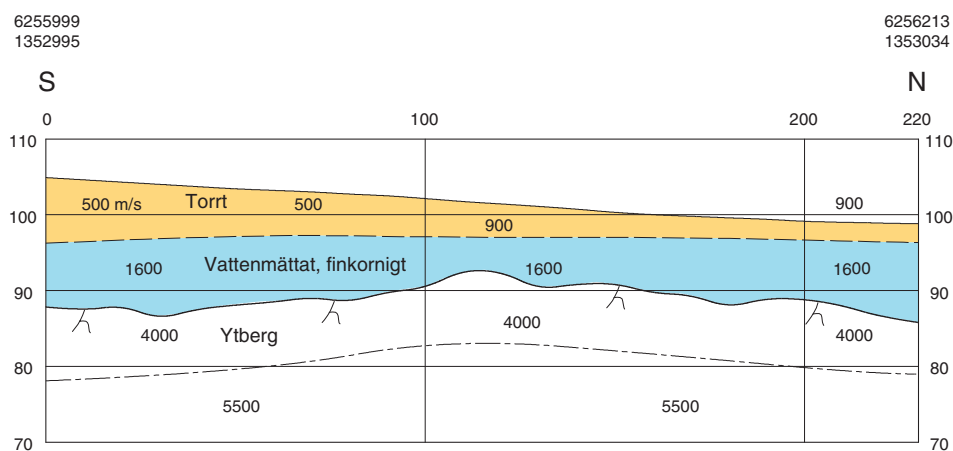


Fig. 54. Den seismiska profilen S7-02, Jännaholm. Intill stora vägen mellan Skånes-Fagerhult och Hishult är grundvattenförhållandena sämre än på Landön, med ett grundvattenmagasin som endast är omkring 5 m mäktigt.

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 på det geografiska läget, marknivå och avstånd till havsstrand. Nederbörden bidrar med högre kloridmängder i Sydvästsverige än på andra håll i landet p.g.a. det marina inflytandet. I delar av Sverige som tidigare har varit täckta av hav kan saltvatten finnas kvar i jordlager och berggrund och ge höga kloridhalter. Även andra orsaker till förhöjda kloridhalter i grundvattnet förekommer. Vanligast är påverkan av vägsalt och påverkan från avlopps- och avfallsanläggningar.

Höga nitrathalter beror praktiskt taget enbart på mänsklig påverkan. Problem med höga halter i grundvatten förekommer i jordbruksområden med genomsläppliga jordar, särskilt i jordgrundvatten.

Grundvattnets kemi i Örkelljungatrakten

Kartorna över olika kemiska parametrar, som visas i figurerna 55–62, är utsnitt ur SGUs och NVs Rapport 4415, "Grundvattnets kemi i Sverige". Brunnarna som ingår i sammanställningen som visas här får sitt vatten från berggrunden. Totala antalet kemiska analyser som kartutsnittet grundar sig på är endast ett trettioital, vilket är ett litet antal i förhållande till det stora området. Därför måste kemikartorna betraktas som mycket översiktliga.

Kartorna är framställda med hjälp av linjär interpolation. Detta medför att man kan se om speciellt höga eller låga värden är koncentrerade till ett visst område. Interpoleringsmetoden tar inte hänsyn till om data är riktningsberoende. I områden där brunnar saknas eller där det endast finns enstaka brunnar är kartbilderna naturligtvis mycket osäkra.

Totalhårdhet: Grundvatten med "normal" totalhårdhet är vanligt i merparten av området. Inflytande av kalkrikare sedimentbergarter, i området vid Ö. Spång och kanske väster om Skånes Vårsjö (se kapitlet "Grundvattentillgångar från Hjälmjön till Skånes Vårsjö"), kan ge relativt hög totalhårdhet i dessa områden.

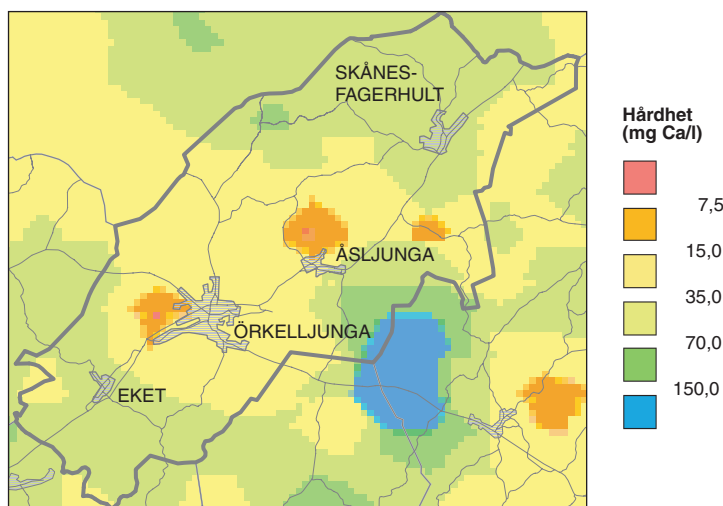


Fig. 55. Totalhårdhet, Ca+Mg angivet som mg Ca/l.

Alkalinitet: Alkaliniteten i berggrundens vatten är ganska varierande. Man kan se en samvariation med totalhårdenheten och pH-värdet på flera håll i kommunen.

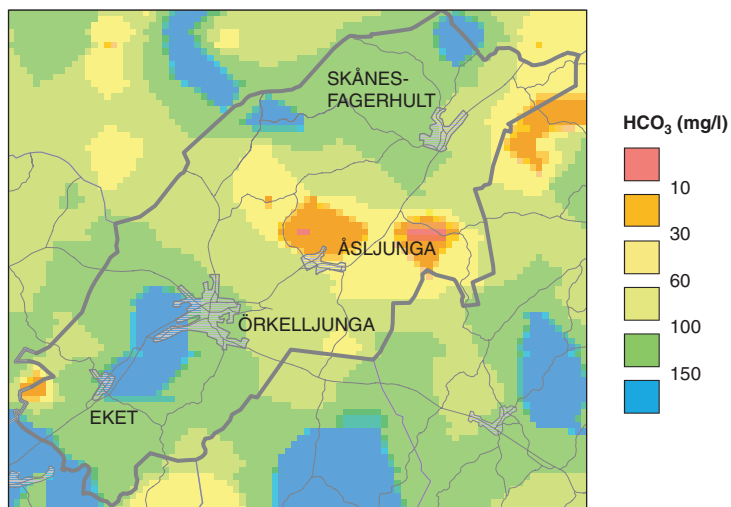


Fig. 56. Alkalinitet.

Surhet: pH-värdena i bergbrunnarnas vatten varierar förhållandevis mycket i kommunen. Surt brunnsvatten förekommer företrädesvis i trakten kring Åsljunga.

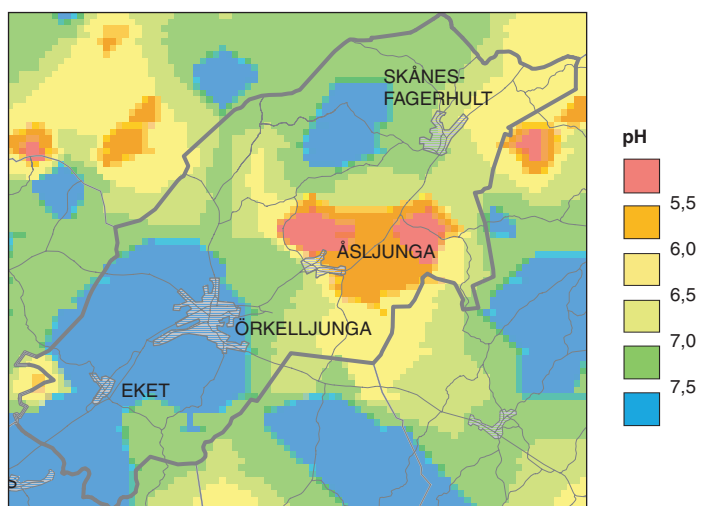


Fig. 57. Surhet.

Sulfat: Sulfatvärdena är generellt sett låga i kommunen.

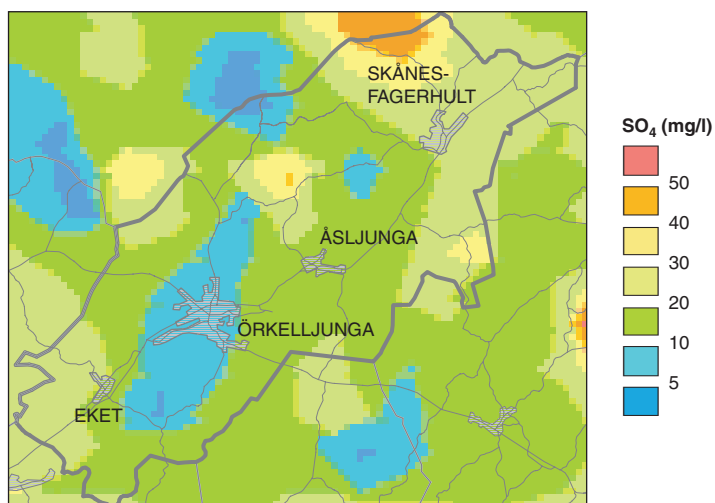


Fig. 58. Sulfat.

Fluorid: Fluoridhalterna är mestadels mycket låga i kommunen. Höga fluoridhalter i bergbrunnar orsakas vanligen av fluorhaltiga mineral i yngre graniter och pegmatiter. Berggrunden i området saknar sådana bergarter, men den är delvis ådergnejsomvandlad, vilket möjligen kan ge upphov till de högre fluoridhalterna i kommunens södra delar.

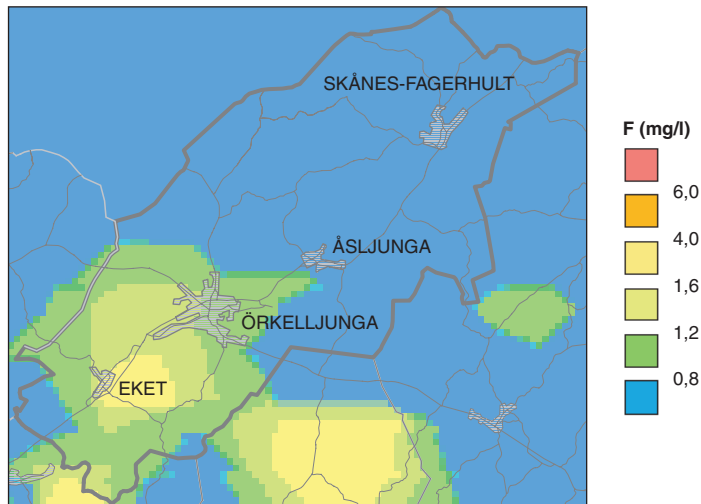


Fig. 59. Fluorid.

Klorid: Kloridhalterna är genomgående låga i kommunen. Området är i sin helhet beläget ovanför den högsta kustlinjen och har således aldrig berörts av havsvatten efter den senaste istiden. Detta förhållande innebär dock inte att det är uteslutet att träffa på salt grundvatten i området, särskilt i mycket djupa borrhningar. Dessa frågor behandlas närmare i beskrivningen till kartan över grundvattentillgångar i Nynäshamns kommun, SGU serie An 12. De förhöjda kloridhalter som i normaldjupa brunnar kan påträffas i kommunen är sannolikt av antropogent ursprung, t.ex. vägsalt.

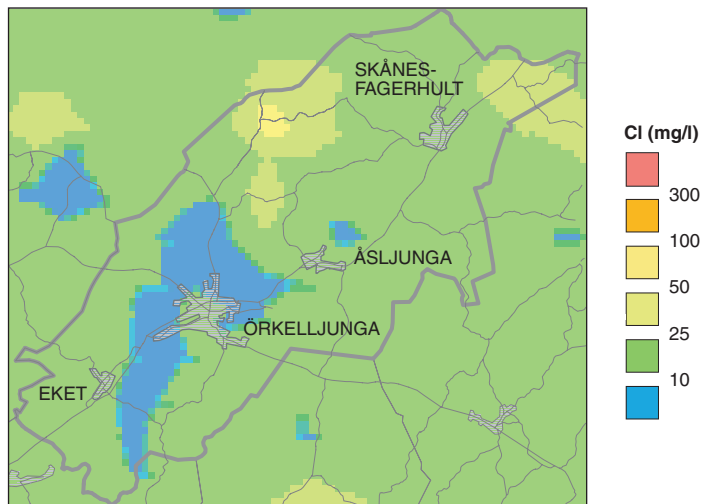


Fig. 60. Klorid.

Nitrat: Det djupa grundvattnet i berggrunden är oftast mindre sårbart och vattnet i bergbrunnar har vanligen lägre halter än vattnet i jordbrunnar. Höga halter brukar sammanfalla med områden som utgör jordbruksmark som gödslas men så tycks inte fallet vara här. Höga halter kan emellertid orsakas av påverkan från avlopp och liknande.

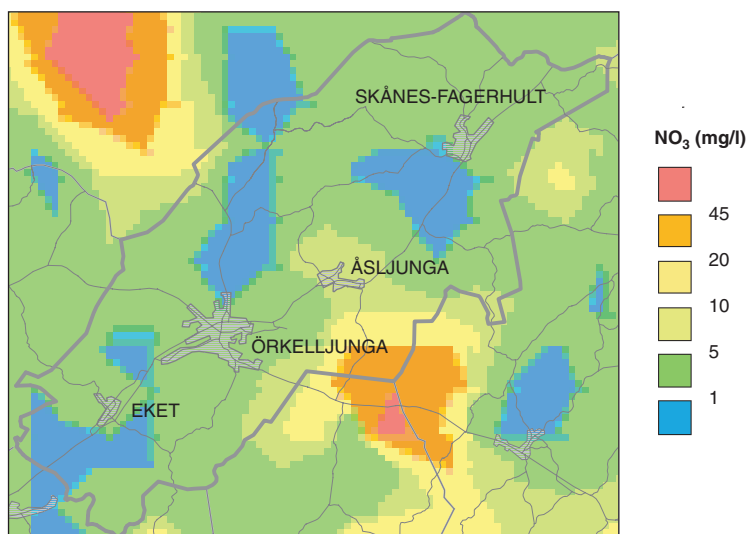


Fig. 61. Nitrat.

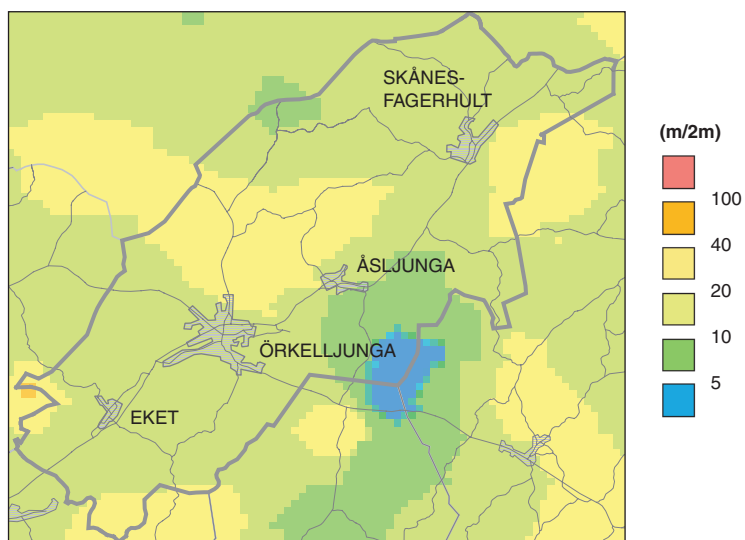


Fig. 62. Elektrisk ledningsförmåga

GRUNDVATTNETS SÅRBARHET

Allmänt om grundvattnets sårbarhet

Grundvattenpåverkan

Påverkan på grundvattnet kan vara av kvantitativ art, t.ex. i form av dränering och bortledning av vatten vilket medför en avsänkning av grundvattennivåer, eller av kvalitativ art, dvs. i form av infiltration och spridning av föroreningar med grundvattnet. Följande huvudtyper av föroreningskällor kan sägas utgöra en risk för påverkan på grundvattnet:

- Diffusa läckage till grundvattnet av t.ex. dagvatten från vägar och samhällen, anläggningar för avloppsinfiltration, avfallsdeponier och via luftdeposition.
- Tillfälliga utsläpp vid en olyckshändelse där förorenande ämnen kan spridas med och kontaminera yt- och grundvattnet.
- Byggnations- och grundläggningsverksamhet medför en ökad risk för föroreningsspridning till grundvattnet.

Vid utsläpp av miljöfarliga ämnen är risken för allvarliga skador på grundvattnet störst i de områden som markerats med blå färg på grundvattenkartan. Här kan det vara nödvändigt att agera mycket snabbt för att förhindra omfattande och kostsamma skador.

Konsekvens- och riskanalys

Konsekvensen för grundvattnet vid ett föroreningsutsläpp till marklagren kan beskrivas som en sammanvägning av grundvattnets värde och sårbarhet. Grundvattnets värde beror bl.a. på grundvattenmagasinets storlek och hydrauliska egenskaper, grundvattnets kvalitet samt betydelsen för naturmiljö och vattenförsörjning. Sårbarheten beror i huvudsak på jordlagrens genomsläpplighet, förekomsten av skyddande skikt, avståndet till grundvattenytan, grundvattnets strömningsriktning och hastighet samt närheten till privata och kommunala vattentäkt.

På samma sätt kan risken för att grundvattnet förorenas beskrivas som en sammanvägning av sannolikheten att en olyckshändelse verkligen inträffar och den konsekvens händelsen får, se figur 63.

Med utgångspunkt i grundvattenkartan över Örkellunga kommun och dess databaser kan en särskild Underlagskarta för grundvattenskydd (sårbarhetskarta) tas fram. En sådan karta (och databaser) kan användas som underlag för risk- och konsekvensanalyser vid t.ex. förebyggande planering i händelse av olyckor, lokalisering av miljöfarliga verksamheter eller framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningar (MKB).

Grundvattnets strömningsriktning

Föroreningar i flytande form och vattenlösliga föroreningar förflyttas i grundvattenströmmens riktning. Uppgifterna om grundvattnets strömningsriktningar grundar sig på avvägda nivåer i observationsrör och brunnar. De har angivits endast i områden med större grundvattentillgångar.

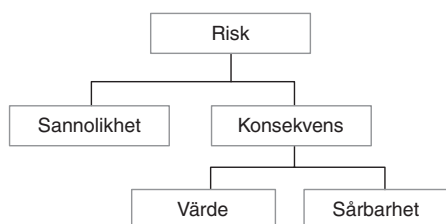


Fig. 63. Risk- och konsekvensanalys.

Grundvattendelare utgör de högsta grundvattennivåerna i grundvattenmagasinen. En grundvattendelare utgörs av en gränslinje mellan två intill varandra liggande grundvattenmagasin. I princip rör sig grundvattenströmmen vinkelrätt från grundvattendelaren in mot och igenom det ena grundvattenmagasinet och med motsatt riktning genom det andra.

Grundvattendelare kan vara fasta eller rörliga. Fasta grundvattendelare är vanligtvis betingade av höga berglägen, bergklackar som bildar fasta barriärer mellan två grundvattenmagasin. Grundvattendelaren vid Skånes Vårsjö är till största delen fast, förutom i den södra delen mellan de seismiska profilerna S7-01 och S8-01, se kartutsnittet figur 43.

Rörliga grundvattendelare i t.ex. en ås är betingade av att nederbörden, som faller över hela åsens yta, fyller på grundvattenmagasinen varvid grundvattennivån i åsen stiger. Någonstans kommer då grundvattnet att läcka ut. Detta utläckage sker vanligtvis koncentrerat i källor, där grundvattennivån sänks. Vid källorna är grundvattennivån som lägst. Detta betyder att det någonstans mellan två källor finns ett ställe där grundvattennivån är högst. Detta är definitionsmässigt grundvattendelaren. Om sanden och gruset i åsen är någorlunda jämnt fördelade utan några bergklackar eller andra barriärer kommer detta att vara en rörlig grundvattendelare.

Om man vid en av källorna skulle anlägga en brunn och pumpa ut mer vatten än vad som normalt rinner ut i källan, dvs. sänka grundvattennivån ytterligare, kommer detta att påverka grundvattendelarens läge på så sätt att den förskjuts längre bort från den källa där man anlade brunnen. Detta kan jämföras med hur ett skred i lös sand griper allt längre bort från den plats där man gräver om man gräver allt djupare.

I Örkellunga kommun har, som tidigare nämnts, inga större, koncentrerade källor påträffats. Grundvattenutflödet sker mer diffust och på bred front ut i åar, bäckar och sjöar.

Skydd av grundvattnet

För att säkra grundvattnets kvalitet bör grundvatten som nyttjas eller kan komma att nyttjas för vattenförsörjning skyddas. Syftet med ett vattenskyddsområde går i princip ut på att förhindra att föroreningar når grund- eller ytvatten genom att begränsa verksamheter och markanvändning inom vattentäktens tillrinningsområde. Skulle en skada inträffa inom vattentäktens tillrinningsområde måste tiden för föroreningstransporten i mark och vatten vara så lång att markens naturliga reningsmekanismer hinner verka eller att åtgärder hinner vidtas innan föroreningen når uttagspunkten.

Ett vattenskyddsområde kan fastställas av kommun eller länsstyrelse. Utgångspunkten för den geografiska avgränsningen av ett vattenskyddsområde för en grundvattentäkt är att hela grundvattentäktens tillrinningsområde bör omfattas av vattenskyddsområdet. Eftersom omsättningen i ett grundvattenmagasin är långsam och det medför mycket stora svårigheter att rena ett förorenat grundvatten krävs en strategi med ett starkt förebyggande skydd. Det innebär att i första hand bör inte potentiellt förorenande verksamheter och markanvändning tillåtas inom vattenskyddsområdet; i andra hand ska en förorening hinna upptäckas i tid och marken saneras innan föroreningen når grundvattnet; i tredje hand ska föroreningen brytas ned, fastläggas eller spädas ut till acceptabla nivåer, eller kunna tas om hand innan den hinner transporteras med grundvattnet till uttagspunkterna av grundvatten.

Ett vattenskyddsområde kan delas in i zoner med bestämmelser som är anpassade efter skyddsbehovet i respektive zon. Vattenskyddsområdet kan delas in i vattentäktsson, primär skyddszon, sekundär skyddszon samt tertiär skyddszon. Syftet med vattentäktssonen är att säkra ett effektivt närskydd för uttagspunkterna. Området bör vara otillgängligt för andra än verksamhetsutövaren. Vattentäktssonen avgränsas som ett område kring uttagspunkten. Den primära skyddszonen ska avgränsas på sådant sätt att riskerna för akut förorening genom olyckshändelser minimeras. Särskilt känsliga inströmningsområden ska också beaktas vid avgränsningen av denna skyddszon. Vidare ska bestämmelserna göra att den primära skyddszonen skyddas mot sådan markanvändning och verksamheter som kan medföra risk för förorening av grundvattnet. Gränsen mellan primär och sekundär skyddszon sätts så att uppehållstiden i den primära skyddszonen till vattentäktssonens gräns beräknas vara minst 100 dygn. Den sekundära skyddszonen bör omfatta de delar av tillrinningsområdet där vattnet har en beräknad

uppehållstid på väg mot uttagsbrunnarna från skyddsområdets yttre gräns till vattentäktzonen på minst ett år. Den tertiära skyddszonen kan omfatta de delar av tillrinningsområdet som inte omfattas av övriga zoner.

Hur stort område som behöver avgränsas som vattenskyddsområde för brunnar i jord beror huvudsakligen på grundvattenmagasinens och jordlagrens sammansättning och utbredning samt avståndet till grundvattendelare. För bergborrade brunnar måste hänsyn tas till t.ex. berggrundens spricksystem och täckande jordlager när skyddsområdesgränserna bestäms.

METODBESKRIVNINGAR

Georadar

Georadar arbetar med elektromagnetiska vågor med frekvenser mellan 25 MHz och ca 2 GHz. Utbredningshastigheten för sådana vågor i marken är omkring 1/3 av ljusets hastighet eller ca 10 cm/ns (nanosekund). Beroende på arbetssätt kan man tala om två typer av instrument, där energi sänds ut antingen i form av pulser med ett brett frekvensspektrum, eller som vågtåg där frekvensen varierar på ett kontrollerat sätt under sändningstiden. Det instrument som använts är av den första typen dvs. puls-eko, se figur 6.

Från elektriska reflektorer, dvs. föremål eller strukturer där de elektriska egenskaperna förändras på ett markant sätt, kan en del av den utsända energin återsändas till markytan. Sändare och mottagare arbetar synkront så att man efter varje utsänd puls under en viss tid (någon miljondels sekund) registrerar reflexerna från marken. Registreringarna, som kan vara i analog eller digital form, kallas radargram. Presentation av georadardata sker i form av profiler med stackade signaler där reflexer från föremål, skiktgränser eller andra strukturer kan komma fram.

Geologiska förutsättningar

Georadar fungerar bäst på torr mark med grovkorniga, väl sorterade jordarter. Från områden med isälvsediment finns mätningar där bergytan indikerats på närmare 50 m djup. I finkorniga jordarter är radarns räckvidd starkt begränsad. På en ren lerjord eller lerig morän kan man möjligen få reflexer från 3–4 m djup. Orsak till den dåliga penetrationen i täta jordarter är bl.a. att de fukthållande egenskaperna. Närvaron av vatten höjer den elektriska ledningsförmågan och dielektricitetsstalet, vilket medför ökad dämpning av signalen. Högfrekventa signaler dämpas dessutom snabbare än lågfrekventa.

Detaljuupplösningen i en radarmätning beror på arbetsfrekvensen och kan i dagligt tal sägas vara en halv våglängd. Vid frekvensen 50 MHz, som är vanlig vid jorddjupsmätning, betyder detta att man kan indikera föremål som har en reflekterande yta med omkring 1/2 m sida. Den höga upplösningen är kanske radarns främsta egenskap.

Tillämpningsområden

- Jorddjupsbestämning.
- Strukturer i jord och berg.
- Grundvattenytor i grövre sediment.
- Påvisa föremål i jordtäcknet (block, rör, håligheter etc.).
- Spridning av föroreningar från vägar, deponier m.m.

Seismik

Grundläggande principer

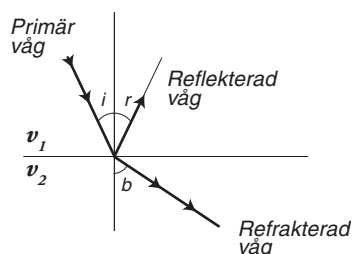
Den metod som används i detta sammanhang kallas refraktionsseismik. Det är en geofysisk mätmetod som baseras på elastiska vågors utbredning i marken. Vågornas utbredningshastighet skiljer sig mellan olika jord- och bergarter vilket gör det möjligt att beräkna lagermaktigheter och bedöma vissa materialegenskaper. Vid en stöt eller detonation i marken alstras vågrörelser av flera typer (tryck-, skjuv- och ytvågor). Av dessa har tryckvågen eller P-vågen den högsta utbredningshastigheten och kan härigenom registreras och analyseras med relativt enkel apparatur. Tryckvågor i marken utbreder sig genom longitudinella partikelrörelser på samma sätt som ljudvågor i luften. Efter en explosion vid markytan vandrar vågfronten klotformigt i det översta lagret. När den träffar ett djupare liggande lager med annan hastighet reflekteras en del av vågens energi medan återstoden vandrar vidare i det nya lagret. Vid passage av skiktgränsen sker en brytning av vågens utbredningsriktning. Tänker man sig utbredningsriktningen som en stråle i ett vertikalt snitt, kan refractionen beskrivas med Snells lag som säger att

$$\sin(i) / \sin(b) = v_1 / v_2$$

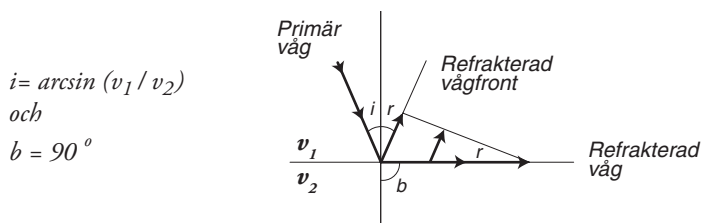
$i = r$ infallsvinkel resp. reflektionsvinkel

b brytningsvinkel

v_1, v_2 vågens utbredningshastighet i skikt 1 resp. 2



Om hastigheten ökar mot djupet, inträffar vid en viss infallsvinkel kritisk refraction, vilket innebär att vågstrålen efter passage av skiktgränsen går parallellt med denna. Infallsvinkeln vid kritisk refraction är



När den kritiskt refrakterade vågen breder ut sig längs skiktgränsen, alstras i överliggande lager nya vågor som vandrar tillbaka mot markytan. Denna sekundära vågfront blir plan och lämnar skiktgränsen med en vinkel r som är lika stor som infallsvinkeln för vågen.

Genom denna mekanism bryts vågor tillbaka mot markytan där tiden för deras ankomst kan registreras. Ankomsttider för refrakterade vågor står i bestämd relation till skiktmaktigheter och hastigheter i lagerföljden. Förloppet registreras med givare i marken anslutna till en seismograf. Registreringarna, som kallas seismogram, innehåller data som beskriver markens rörelse i tiden samt uppgifter om geofonernas och skottpunkternas lägen.

Mätförfarande

Mätningen utförs i praktiken längs en linje där man på jämna avstånd placerar givare – s.k. geofoner – som reagerar för vibrationer i marken. Genom att spränga på lämpliga platser i profilen genereras mätdata i den omfattning som behövs. Vid tolkningen av mätningen bestäms för varje skott tider för P-vågfrontens passage av de olika geofonerna. Tiderna plottas mot geofonernas lägen i form av väg-tiddiagram. Ur dessa s.k. gångtidsskurvor kan skiktens maktigheter och hastigheter för den aktuella lagerföljden beräknas. Bergets läge kan beräknas i såväl skottpunkter som geofonpunkter, vilket

ger en relativt detaljerad kontinuerlig bild av bergytan. Hastigheten i berget ger viss information om bergets kvalitet jämte läget av mer markerade svaghetszoner. Mätresultaten redovisas i profilform där lagerföljden anges som skikt med olika hastigheter, se figur 7 och t.ex. profilen S1–01 i figur 38.

Geologiska förutsättningar

I Sverige har vi genom landisens verkningar ett jordtäckte bestående av morän och sediment. Sammansättningen är oftast enkel med god korrelation mellan hastighet och jordart. Hastigheten för P-vågor i våra jordarter varierar mellan ca 300 m/s i torr sand och ungefär 2 800 m/s i vattenmättad, hårt packad morän. De sedimentära bergarterna har hastigheter från ca 3 000 m/s och upp emot 6 000 m/s. I urberget är hastigheten vanligen 5 000–6 000 m/s, men kan i basiska bergarter nå 7 000 m/s. Se vidare figur 64. Dessa förhållandevis enkla fysikaliska förhållanden har medfört att refraktionsseismiken oftast ger goda undersökningsresultat.

Tillämpningsområden

- Jordartsbestämningar.
- Jorddjupsbestämning.
- Grundvattenmagasin – mäktighet och volym.
- Sprickzoner i berg – sprickakviferer.
- Bedömning av bergkvalitet i samband med anläggningsarbeten.

Elektriska motståndsmätningar

Resistiviteten hos vanliga jord- och bergarter beror huvudsakligen på deras innehåll av elektrolyt, dvs. mängden porvätska (porositeten anges i %), och på elektrolytens salthalt. Som framgår av diagrammet i figur 65 bestäms elektrolytens resistivitet av salthalt och temperatur och kan som jämförelse för havsvattnet i Östersjön (0,5–1 % salthalt och 10 °C) uppskattas till mellan 1 och 2 ohmm.

Resistiviteten för jord och berg kan beräknas relativt väl med hjälp av Archies lag, om porositeten och elektrolytens resistivitet är kända.

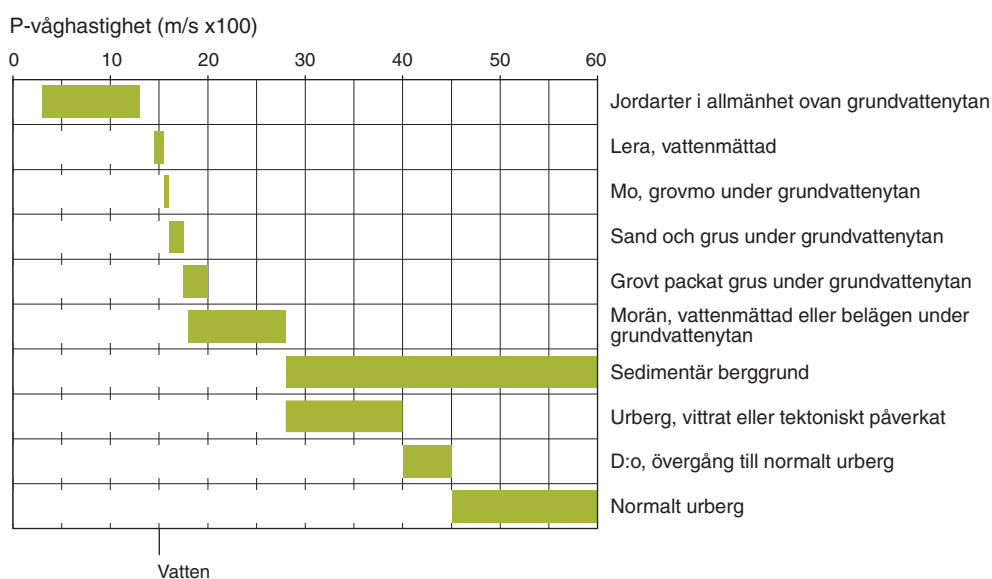


Fig. 64. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.

Om elektrolyten utgörs av sött grundvatten blir resistiviteten betydligt högre än om den består av salt grundvatten. Porositeten kan variera från några hundradels procent i kristallint berg utan sprickor till flera tiotal procent i sand och grus (t.o.m. i leror, som kan ha stort vatteninnehåll!) samt i vissa sedimentära bergarter.

Regnvatten, dvs. i princip destillerat vatten, tillförs hela tiden från ovan, och eftersom det är lättare (densiteten är lägre), kommer det söta vattnet att "flyta ovanpå" eventuellt salt grundvatten på djupet. Det uppstår en mer eller mindre horisontell skiktning av sött och salt grundvatten.

Resistivetsmätningar eller motståndsmätningar kan således användas för att skilja mellan olika berg- och jordarter på grundval av deras resistivitetsegenskaper, se figur 66. Vanligtvis tänker man sig att även jordtäcket och berggrunden är horisontellt skiktade, med minskande porositet mot djupet.

Mätningarna utförs så att man sänder en kontrollerad ström med strömstyrkan I mellan två strömelektroder (M och N) samtidigt som potentialen (spänningen) V mellan två mätelektroder (A och B) registreras, se figur 67 och 68. Elektroderna består av rostfri ståltråd som körs ner i jordtäcket.

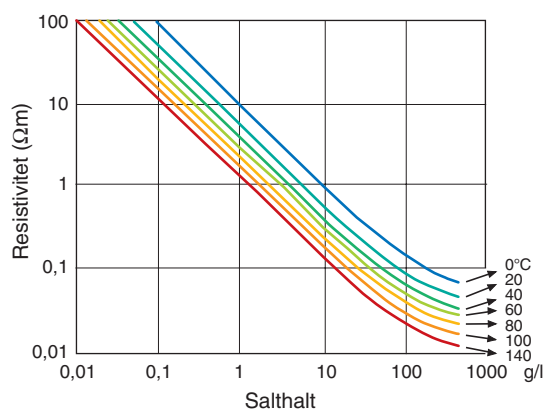


Fig. 65. Förhållandet mellan salthalt och resistivitet i vatten.

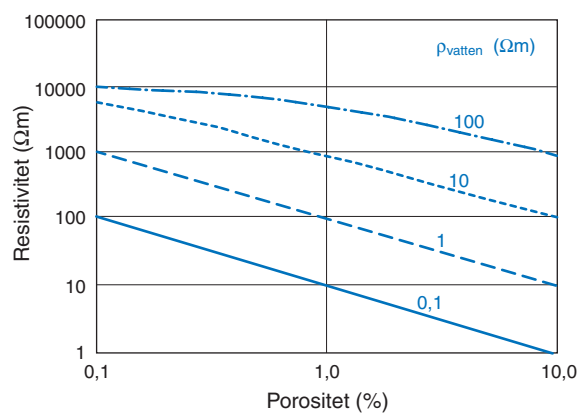


Fig. 66. Förhållandet mellan resistivitet och porositet i jord och berg.

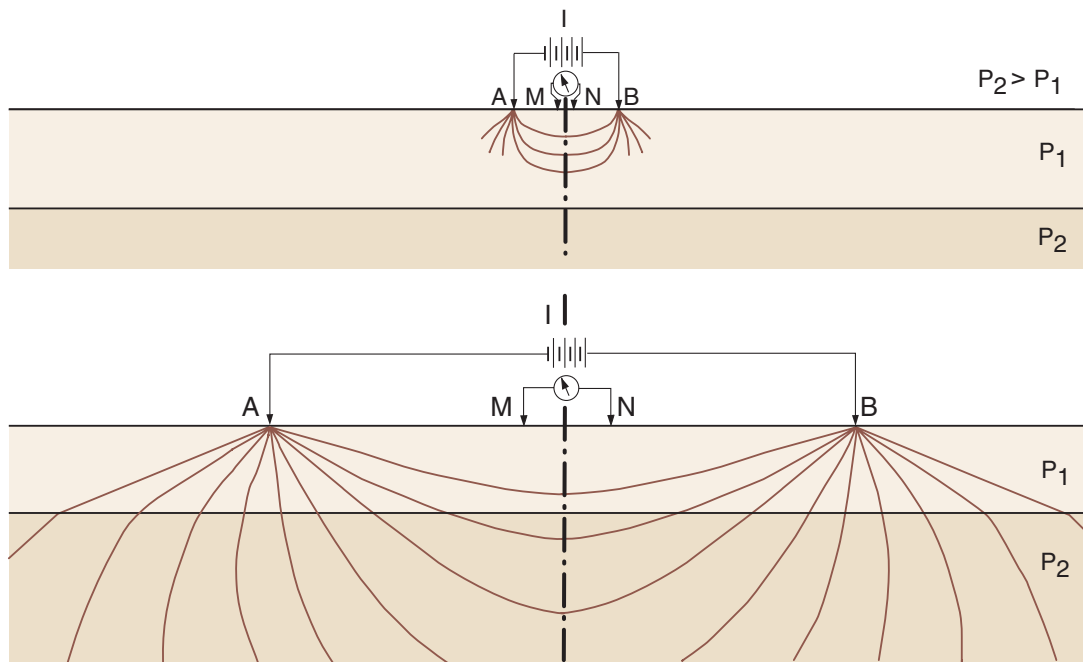


Fig. 67 och 68. Vertikala elektriska sonderingar, VES, genomförs med successivt större avstånd mellan elektroderna, varvid allt djupare liggande skikt undersöks.

När nu ström och spänning är kända, kan den genomsnittliga eller skenbara resistiviteten beräknas för volymen i närheten av mätuppställningen. Det går att visa att 50 % av den totala strömmen aldrig når djupare än till halva avståndet mellan strömelektroderna vid homogena elektriska förhållanden. Som en tumregel brukar man ange att inträngningsdjupet eller undersökningsdjupet är av storleksordningen $1/3$ till $1/4$ av avståndet mellan strömelektroderna beroende på den elektriska kontrasten mellan de skikt som man vill detektera.

Om avståndet mellan strömelektroderna successivt ökas kommer den beräknade skenbara resistiviteten att gälla en allt större volym. Eftersom centrum för mätuppställningen inte flyttas innebär detta att mätningen gradvis når allt större djup. Ska jordtäckets undersökas i kontrast mot berggrunden så måste mätning ske ut till ett avstånd av minst 40 meter mellan strömelektroderna om jordtäckets tjocklek är 10 m. Om gränsen mellan sött och salt grundvatten på 1000 m djup ska upptäckas måste mätning göras till avståndet 4000 m mellan strömelektroderna.

Med moderna datorprogram kan man konstruera en rimlig, horisontellt skiktad modell av flera lager med lämpliga, tänkbara resistiviteter som satisfierar uppmätta mätvärden. Man måste dock komma ihåg att det kan finnas många olika modeller som kan fungera lika bra, och vidare att naturen i verkligheten kan vara betydligt mer komplicerad. Den kanske i själva verket inte alls är horisontellt skiktad i den mät punkt som använts. Dessutom kan en ojämn fördelning av elektriskt ledande mineral förekomma i berggrunden.

Kriging och variogramanalys

Kriging är en interpolationsmetod för att förutsäga rumsliga värden. Metoden är namngiven efter Kriege, en sydafrikansk gruvingenjör som på femtiotalet utvecklade empiriska metoder för att bestämma malmklassfördelning från fördelningar baserade på insamlade malmklasser.

Kriging bygger på att viktning sker av data från omgivande punkter. Storleken på vikterna beror på hur variogrammet (semivariogrammet) ser ut. Vikterna standardiseras så att summorna av dem blir 1 (unbiased estimation). Den interpolerade noden får då värdet från omgivande punkter multiplicerad med sin standardvikt och en summering görs. Matematiskt kan detta uttryckas:

$$\sum_{j=1, n} w_j (C_{ij} + \mu = C_{i0}, i = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1, n} w_j = 1, \text{ där}$$

C_{ij} är covariansen mellan i och j .
 o är punkten vars värde ska beräknas
 w är vikten

Vid interpolering med kriging används inte punkter utanför det område man definierar (range). För att bestämma vilka punkter och på vilket sätt de påverkar en punkt (x_p, y_p) ansätter man ett variogram. Ett variogram är helt enkelt en funktion som beskriver variationerna. Man antar att skillnaden i värde mellan två punkter beror på avståndet mellan dem och deras relativa orientering.

Vid variogramanalys plottar man variansen mellan mätpar mot avståndet mellan mätparen. Figur 69 visar ett exempel på ett variogram, man ser att variansen ökar med avståndet. Därefter anpassar man en analytisk variogramfunktion som används för att beräkna krigingvikterna. Efter att ha kommit fram till ett variogram som passar med sina data kan man beräkna krigingvikterna.

En stor fördel med kriging är att man kan ge konfidensintervall för de uppskattade värdena. Förutsättningen för att man ska kunna göra det är att följande antaganden är riktiga:

1. Att de uppskattade felen följer en normalfördelning. Detta stämmer oftast när man ser på stora områden. Ser man på mindre områden, speciellt de extrema, är detta antagande inte korrekt.
2. Att krigingvariansen från den geostatistiska modellen är en korrekt uppskattning av variansen av de faktiska felen.

Särskilt viktigt är att tröskelvärde blir en bra uppskattning för variansen hos alla data. En mycket ojämn rumslig fördelning leder ofta till att man underskattar variansen.

Finessen med kriging ligger bl.a. i att man får information om den rumsliga fördelningen på mätdata. Möjlig synergieffekt mellan mätdata beror på avståndet mellan dem och på den rumsliga kontinuiteten. En mätning av grundvattenytan från två brunnar med 10 meters avstånd skiljer sig mindre än t.ex. sulfatkoncentrationen i samma brunnar. Faktumet att grundvattenytan har en högre rumslig kontinuitet kommer att påverka utseendet på variogrammet. Kriging tar därför hänsyn till två viktiga aspekter när man interpolerar, nämligen avstånd och den rumsliga fördelningen.

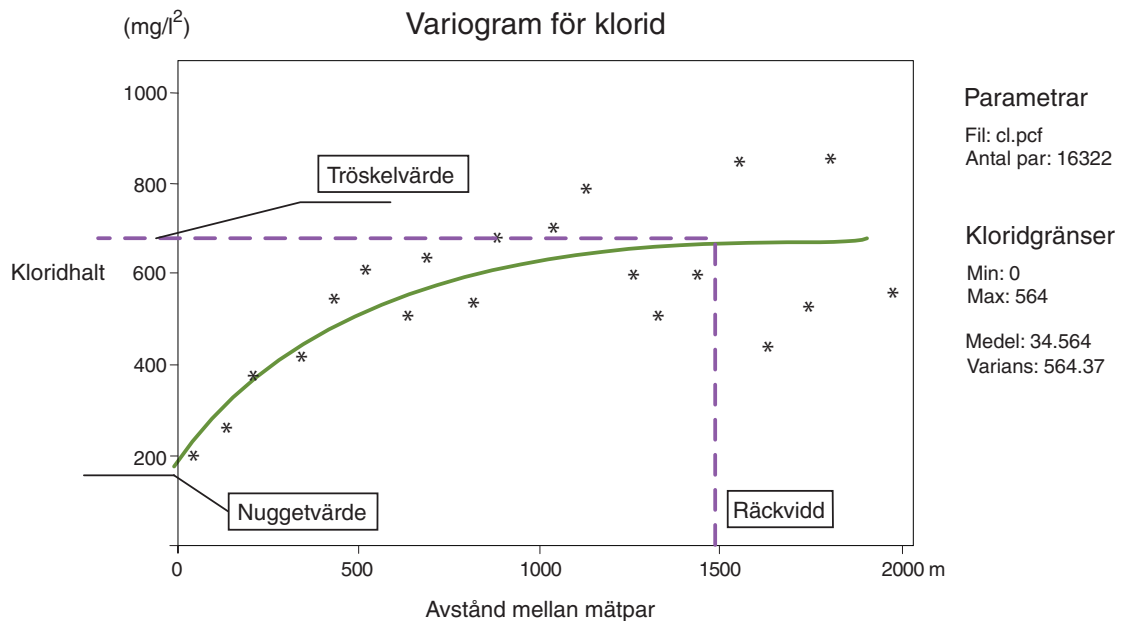


Fig. 69. Exempel på variogramanalys, här är variansen på kloridhalten plottad mot avståndet.

DOKUMENTATION AV GEOFYSISKA MÄTNINGAR OCH BORRNINGAR

Lägen för geofysiska mätningar och borrhningar

Alla seismiska profiler finns som bilder i beskrivningen till respektive avsnitt. Georadarprofilerna finns som bilder i databaserna, undantagsvis i avsnittsbeskrivningarna.

Lagerföljderna vid respektive borrhning finns redovisade i kapitlet ”Utförda borrhningar (serierna SGU 01 och 02) samt inventerade borrhningar med uppgifter på lagerföljd”.

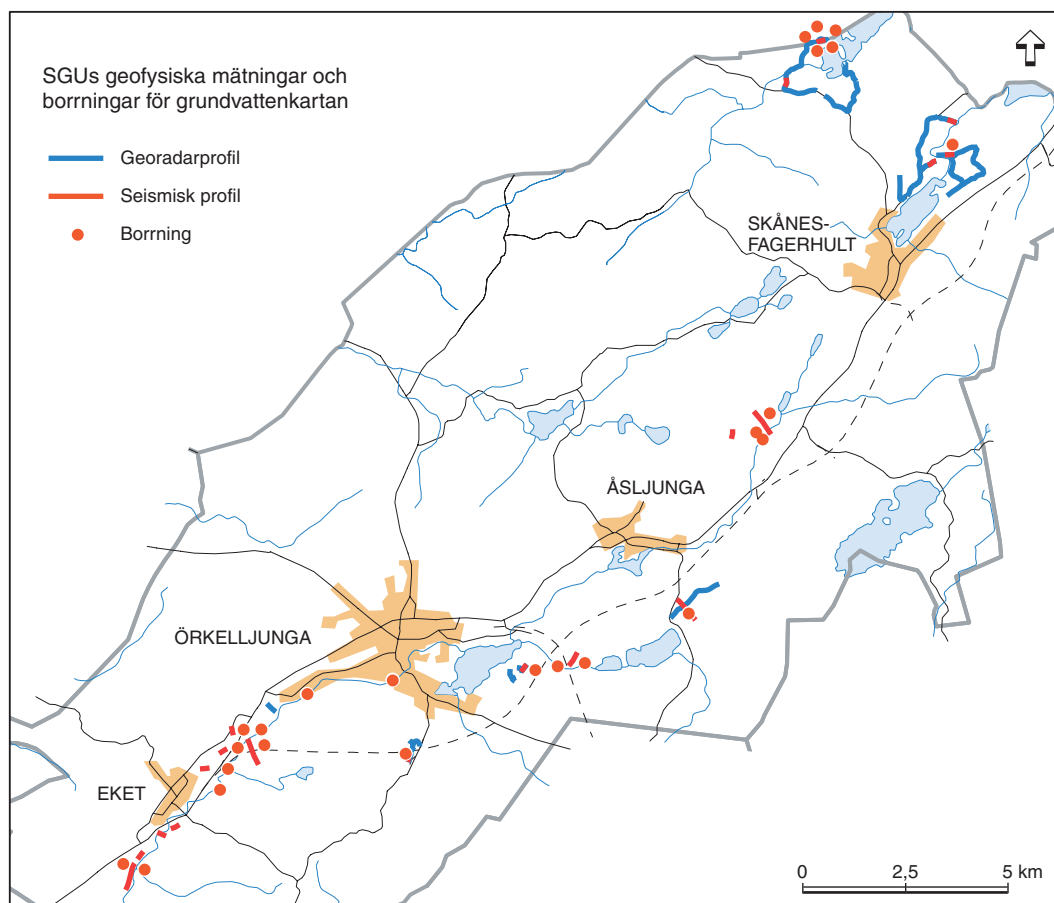


Fig. 70. Översikt över lägen för geofysiska mätningar och borrhningar som utförts i samband med fältarbetena för kartan över grundvattentillgångar i Örkelljunga kommun. Streckad linje är läge för motorvägen.

Utförda borrhningar (serierna SGU 01 och 02) samt inventerade borrhningar med uppgifter på lagerföljd

Tabell 2. R och Rb är 2-tums- eller 1-tumsrör som står kvar i marken och i vilka grundvattennivån går att mäta och där vattenprov kan tas (gäller i första hand 2-tumsrören). S är sondering enbart med kontroll av jordlagerföljden och där borrhålet kollapsar efter borrhningen. Rök är nivån på rörets överkant, varifrån grundvattennivån mäts. Alla nivåer är angivna i höjdsystemet RH 00.

obsnamn	X	y	obsplats	Rök	från m	till m	jordart	Utförare
Rör 1	6241960	1342595	Örkelljunga	69,17	0	5	mo och finsand	AIB
					5	10	finsand	
					10	14,5	grovsand	
Rör 7	6241815	1342210	Örkelljunga	67,42	0	4	sand	AIB
					4	7	sand och grus	
					7	10,6	sand med lerkörtlar	
					10,6	15,6	sand	
Rör 8	6241525	1342525	Örkelljunga	64,32	0	2	mo och sand	AIB
					2	8	grus	
					8	10	grus och sand	
					10	16	grus	
Rör 9	6241525	1342515	Örkelljunga	66,16	0	2	mo och sand	AIB
					2	11	grus	
					11	13	sand och grus	
					13	17	grus	
Rör 10	6241520	1342550	Örkelljunga	64,1	0	3	mo	AIB
					8	8	sand och grus	
Rör 11	6241485	1342530	Örkelljunga	63,85	0	1,5	grus	AIB
					1,5	6,5	grus och sand	
Rör 12	6241485	1342415	Örkelljunga	64,41	0	2	mo	AIB
					2	8,6	grus och sand	
Rör 13	6241485	1342630	Örkelljunga	64,73	0	12	mo och finsand	AIB
					12	14,5	finsand och något grus	
7701	6244625	1350910	Jälla	94,79	0	0,3	matjord	KM
					0,3	2	morän, sandig, grusig	
					2	4,5	grovsandig mellansand	
					4,5	6	grusig sand	
					6	11	mellansandig grovsand	
					11	12	grovsandig mellansand	
					12	13,5	fing., mellans. grovsand	
					13,5	14,5	mellansandig grovsand	
					14,5	16,5	grovsandig mellansand	
					16,5	16,8	finsandig mellansand	
7702	6244660	1350925	Jälla	95,43	0	0,3	matjord	KM
					0,3	4	morän, sandig, grusig	
					4	4,5	sand	
					4,5	6	fingrusig sand	
					6	7,8	finsand	
					7,8	8,3	finsand, hårt	
					8,3	9	finsand	
					9	10	finsand, hårt	
					10	12	finsand	
				95,43	12	13,5	finsand, hårt	

obsnamn	X	y	obsplats	Rök	från m	till m	jordart	Utförare
7703	6244690	1350900	Jälla	93,48	0	0,3	matjord	KM
					0,3	2,5	dyig sand	
					2,5	5,5	finsand	
					5,5	6,5	sand	
					6,5	9,2	grovsandig mellansand	
					9,2	9,8	finsand, hårt	
					9,8	11,3	sand	
7704	6244630	1350915	Jälla	95,39	0	0,3	matjord	KM
					0,3	4	morän sandig grusig	
					4	10,3	mellansandig grovsand	
					10,3	10,8	sand hårt	
					10,8	11,5	grovsandig mellansand	
					11,5	12,5	mellansandig grovsand	
B16	6239253	1339032	Sånneborp	63,58	0	1	sand, block	Malmbergs
					1	3	morän	
					3	10	grusig sand	
					10	16	siltig finsand	
					16	19	siltig sand	
					19	22,2	grusig sand	
Rb 0201	6239745	1339235	Sånneborp		0	2,5	mullhaltig sand	Malmbergs
					2,5	3,0	finsandigt grus	
					3,0	8,0	fingrusig sand	
					8,0	9,0	sandigt grovgrus	
					9,0	15,0	grovg., fingrusig sand	
					15,0	18,5	grusig finsand	
					18,5	26,0	grovgrusigt fingrus	
					26,0	28,0	fingrusig finsand	
					28,0	30,0	grovg., fingrusig sand	
					30,0	32,8	finsandig sand	
					32,8	35,0	sprucket berg	
schaktbrunn	6240560	1335675	Persköp	96,2	0	2	morän	
					2	4	okänt	
schaktbrunn	6240530	1335670	Persköp	94,6	0	4	stenigt	
					4	8	lerig sandig morän	
R 0101	6241916	1347864	Ö. Spång		0	4,7	finsand	SGU
R 0102	6241961	1347808	Ö. Spång		0	6	finsand	SGU
					6	8	grusig mo	
					8	9	grusig mo m. lerskikt	
					9	11,8	sonderat, mkt hårt	
R 0103	6243092	1350626	Lärkesholm		0	3	finsand	SGU
					3	4	silt	
					4	11	finsand	
					11	16,6	mellansand	
					16,6	18,6	trolig morän	
R 0104	6241713	1346524	Ö. Spång		0	4,8	grusig sand	SGU
					4,8	5,1	morän	
R 0105	6239940	1339716	Grytåsa		0	1	organiskt mtrl.	SGU
					1	5	mellansand	
					5	7	silt	
					7	8	moig mellansand	
					8	13	mellansand	
					13	13,8	morän	

obsnamn	X	y	obsplats	Rök	från m	till m	jordart	Utförare
R 0106	6239655	1343676	V. Ringarp		0	7,2	grusig sand	SGU
R 0107	6239283	1339330	Grytåsa		0	6	mellansand	SGU
					6	13	grusig grovsand	
					13	15	grusig sand	
R 0108	6247620	1352530	Sandsjöholm		0	0,8	organiskt, växtdelar	SGU
					0,8	9,2	sand	
					9,2	10	grusig sand	
					10	10,4	morän	
R 0109	6247760	1352450	Sandsjöholm		0	3	mellansand	SGU
					3	20,3	finsand	
					20,3	21,6	sandigt grus	
R 0110	6236955	1337018	Rya Golfbana		0	5	torv	SGU
					5	9	lergyttja	
					9	11	siltig lera	
					11	12	siltig sand	
					12	14	finsand	
					14	18	mellansand	
					18	19	finsand	
					19	21	mellansand	
					21	24	grusig mellansand	
					24	25,5	stenig, grusig, sand	
					25,5	26	morän	
S 0101	6240027	1339796	Grytåsa		0	3,5	finsand	SGU
					3,5	9	grusig sand	
					9	10	morän	
S 0102	6239816	1339625	Grytåsa		0	9	finsand	SGU
					9	14,2	sand	
					14,2	15,6	morän	
S 0103	6239822	1339847	Grytåsa		0	1,5	finsand	SGU
					1,5	6	sand	
					6	6,7	morän	
S 0104	6241455	1343366	Brönarna		0	11	finsand	SGU
					11	14,5	sand	
					14,5	16	grusig sand	
					16	19,3	morän	
S 0105	6241110	1341263	Ekholm		0	2	finsand	SGU
					2	19,6	sand	
S 0106	6238768	1339131	Åkarp		0	3,5	sand	SGU
					3,5	6,9	sand	
S 0107	6247570	1352580	Sandsjöholm		0	9,6	finsand	SGU
S 0108	6237000	1337060	Rya Golfbana		0	1,5	grusig sand	SGU
					1,5	5	torv	
					5	9,4	gyttjig lera	
					9,4	16,5	sand	
					16,5	21,8	grusig sand	
					21,8	22,7	morän	
R 0204	6254340	1357015	Höjalt		0	4	sand	SGU
					4	6	mellansand	
					6	8	finsand	
					8	12	mellansand	
					27,7	31,2	sand	
S 0215	6257135	1353975	Store sjö		0	28,1	sand	SGU
					28,1	30	morän	

obsnamn	X	y	obsplats	Rök	från m	till m	jordart	Utförare
S 0216	6257090	1353755	Store sjö		0	12,8	sand	SGU
					12,8	15,4	grusig sand	
S 0217	6257091	1353756	Store sjö		0	5,6	sand	SGU
					5,6	6	grus	
					6	14	sand	
					14	16	grusig sand	
S 0218	6257177	1353816	Store sjö		0	7	sand	SGU
					7	11,8	grusig sand	
					11,8	12,5	morän	
S 0219	6257181	1353841	Store sjö		0	10,7	sand	SGU
					10,7	12,8	grusig sand	

LITTERATUR OCH GRUNDTVATTENKARTOR

Allmän litteratur

- Aastrup, M., 1994: Grundvattenövervakning inom PMK. Rapport från verksamheten 1994. *Statens naturvårdsverk. Rapport 4128*.
- Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. *Statens naturvårdsverk. Rapport 4415*.
- Agerstrand, T., 1973: Vattenmiljön. I P. Brink, T. Cewé, E. Olerud, C. Ramel, H. Sjörö & M. Falkenmark (red.) *Praktisk geohydrologi. Praktisk miljökunskap*. Natur och Kultur, Stockholm, 53–80.
- Andersson, A.C., Andersson, O. & Gustafsson, G., 1984: Brunnar: Undersökning – Dimensionering – Borrning – Drift. *Bygghälsningsrådet R 42: 1984*.
- Andersson, S., Eriksson, A. & Åbyhammar, T., 1980: Utvinning av värme ur bergbörade brunnar. Förstudie. *Bygghälsningsrådet R 142: 1980*.
- Annadotter, H., 1993: Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt en litteraturstudie. *VA-forsks rapportserie 1993-03*.
- Bengtsson, M.-L., 1996: Hydrogeologisk sårbarhetsklassificering som verktyg i kommunal planering. Med exempel från Lerums kommun. *Chalmers tekniska högskola, Geologiska institutionen Publ. A81*.
- Berggren, M., 1998: Hydraulic conductivity in Swedish bedrock estimated by means of geostatistics. *Kungl. tekniska högskolan Thesis Report Series 1998:9*.
- Bergman, G., 1972: *Bestämning av infiltrationskoefficienter för bergytter och perkulationsbanor i jordlager*. Stockholms universitet. Kvartärgeologiska institutionen. Även *Styrelsen för teknisk utveckling 69-519/U386*.
- Bergström, S., 1993: *Sveriges hydrologi – grundläggande hydrologiska förhållanden*. SMHI, Norrköping.
- Bertills, U., von Brömssen, U. & Sarr, M., 1989: Försurningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige. *Statens naturvårdsverk. Rapport 3567*.
- Brink, R. & Tullberg, H., 1982: Att utvinna och lagra värme i mark och vatten. Juridiska aspekter. *Bygghälsningsrådet T 44: 1982*.
- von Brömssen, U., 1968: *Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt: försök till bestämning av infiltrationskoefficienter*. Särtryck ur: Teknik Metod Analys. Stockholm.
- Bygghälsningsrådet, 1982: Bergvärme, grundvattenvärme och geotermi. BFR-seminarium maj 1982. *Rapport R130:1982*.
- Carlsson, A. & Olsson, T., 1977: Hydraulic properties of Swedish crystalline rocks. *The Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, N.S. 7*.
- Carlsson, L., 1970: Metoder för praktisk bestämning av grundvattnets strömningshastighet. *Chalmers tekniska högskola, Inst. för vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Serie B 70:1*. Göteborg.

- Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977: Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrocks. *Nordic Hydrology* 8, 103–116.
- Carlsson, L. & Gustafsson, G., 1984: Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik. *Byggforskningsrådet R41: 1984*.
- Coordinating committee for hydrology in nordic countries (COHYNO), 1984: *Nordic Glossary of Hydrology*. Iréne Johansson (red.), Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- Daniel, E., 1980: Jordartskartan Helsingborg NO. Skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning A* 42.
- De Geer, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäckets akviferer främst åsarnas. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- Dressie, Z., 1987: Recharge and soil water studies using different models and methods. *Uppsala universitet. Naturgeografiska institutionen. Avdelningen för Hydrologi. Report Series A, Nos 2 and 39*.
- Engqvist, P., Olsson, T. & Svensson, T., 1978: Pumping and recovery tests in wells sunk in till. *Nordic Hydrological Conference and Second Nordic IHP meeting, Hanasaari Cultural Centre, July 31– August 3, 1978, Papers of workshops. Helsinki*.
- Eriksson, A., 1981: Energibrunnar. *Sveriges geologiska undersökning. Information från brunnarkivet* 1/81.
- Fabricius, C., 1996: Vägsaltpåverkade enskilda grundvattentäkter – en pilotstudie i Mellansverige. *Kungl. Tekniska högskolan. Institutionen för Anläggning och Miljö, Avd. för Mark och Vattenresurser. Examensarbetsserie* 1996:2.
- Flentzberg, A., 1909: Offerkällor och trefaldighetskällor. *Fataburen*, 65–84, 141–149.
- Fredén, C. (red.), 1998: *Berg och jord*. Andra upplagan. Sveriges Nationalatlas.
- Frycklund, C., 1998: *Artificial recharge of groundwater for public water supply. Potential and limitations in boreal conditions*. Kungl. Tekniska högskolan, Dissertation, Div. of Land and Water Resources.
- Granberg, G., 1934: Den kalendärt fixerade källdrickningen. *Folkminnen och folktankar* 21, 20–34, 56–75.
- Grip, H. & Rodhe, A., 1988: *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB. Uppsala.
- Gustafsson, G., 1974: A method of calculating the hydraulic properties of esker aquifers. *Nordic Hydrologic Conference, Aalborg 1974*, 525–543.
- Gustafsson, G., 1976: A method of calculating the hydraulic properties of leaky esker-aquifer systems. Nordic Hydrologic Conference, Reykjavik 1976, IV 47–64. Även i: *Nordic Hydrology* 8, 1977, 65–82.
- Gustafsson, G., Norling, E., Ahlbom, K., De Geer, J., Hård, S., Karlqvist, L., Persson, G. & Thoregren, U., 1980: Energigeologisk kartering. Metodstudie. *Byggforskningsrådet R 134: 1980*.
- Gustafsson, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- Gustafsson, O., 2000: Karta över grundvattnet i Skåne län. Skala 1:250 000. *Sveriges geologiska undersökning A* 15.
- Hult, A., 1991: *Källan till vattnet*. Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo.
- Hydén, H., 1983: Energiutvinning ur kommunala grundvattentäkter. *Byggforskningsrådet R:47*.
- Johansson, P.-O., 1987: Methods for estimation of direct natural groundwater recharge in humid climates – with examples from sandy till aquifers in southern Sweden. *Kungliga tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT* 1045.
- Johansson, P.-O., 1987: Spring discharge and aquifer characteristics in a sandy till area in southeastern Sweden. *Nordic Hydrology*, 18, 203–220.
- Knutsson, G., 1979: Hydrogeologisk översiktskartering av Sverige. *Vannet i Norden Nr 1*. Uppsala.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 1993: *Grundvatten, teori och tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst, Solna.
- Knutz, Å., Svensson, T., Lindmark, P., Rosén, B., Eriksson, A., Landin, O., 1995: Yt- och grundvattnenskydd. *Vägverket Publikation* 1995:1.

- Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, 2001: Bekämpningsmedel i vatten – vad vet vi om förekomst och effekter? *Kungl. Skogs- och lantbruksakademiens tidskrift* 140:8.
- Larsson, I., 1972: Groundwater in granite rocks and tectonic models. *Nordic Hydrology* 3, 111–129.
- Larsson, I., 1977: Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. *Vatten* 33.2., 96–101.
- Lerner, D.N., Issar, A.S. & Simmers, I., 1990: *Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*. Internat. Assoc. of Hydrogeologists. Hannover, Heise. (International contributions to hydrogeology. Vol. 8).
- Lindén, A., Melin, O. & Mellander, H., 1983: *Områden med anomal radioaktiv värmeproduktion i södra och mellersta Sverige*. Energiforskningsnämnden. Långsiktig energitillförsselforskning.
- Lindman, E.-K. & Mattson, E., 1982: *Försurningens inverkan på korrosionen i vattenledningar av koppar*. Korrosionsinstitutet. Stockholm.
- Maxe, L. (red.), 1995: Effects of acidification on groundwater in Sweden. *Swedish Environmental Protection Agency. Report 4388*.
- Maxe, L., 1999: *Assessing Groundwater Vulnerability – the Acidification Case*. Kungl. Tekniska högskolan. Institutionen för Anläggning och Miljö, Avd. för Mark och Vattenresurser.
- Müllern, C.-F., 1980: Airborne geophysical measurements used for hydrogeological mapping. *6:e Nordiska Hydrologiska Konferensen. Uppsala Universitet, Naturgeografiska Institutionen. Rapport Nr 53*.
- Müllern, C.-F., 1999: Starkt ökade salthalter i Dalkarlsåsen. *Sveriges geologiska undersökning, Grundvatten* 2/99.
- Naturvårdsverket, 1991: Grundvattentäkter: skyddsområden – skyddsföreskrifter. *Allmänna råd* 90:15.
- Naturvårdsverket, 1997: Spridning av kemiska bekämpningsmedel. *Allmänna råd* 97:3.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Grundvatten. *Rapport* 4915.
- Nilsson, K., 1970: Något om grundvattenförhållandena i Skånes sedimentbergarter. I. E. Eriksson, Y. Gustafsson och K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag. Stockholm.
- Nordberg, L. & Persson, G., 1979: *Vårt vatten – tillgång, utnyttjande*. LTs förlag, Stockholm.
- Nordic Hydrological Programme, 1994: Salt groundwater in the Nordic countries. *NHP rapport* 35.
- Nordqvist, R., 1982: *Försurning*. Uppsala Universitet. Kvartärgeologiska avdelningen.
- Olofsson, B. & Ericsson, L.O., 1985: Miljöförändringar vid värmeutvinning ur berg och grundvatten. *Byggforskningsrådet R* 149.
- Pousette, J., 1988: Groundwater Documentation in Sweden. *WHO Water Quality Bulletin* 13, Canada Centre for Inland Waters, October 1988.
- Pousette, J., 1989: The Swedish hydrogeological county maps. *Memoires of the International Symposium on Hydrogeological Maps as Tools for Economic and Social Development*. Hannover, Federal Republic of Germany, 1989.
- Pousette, J., 1994: Shallow Groundwater in Sweden – a vulnerable resource. *Water Down Under '94, Preprints of Papers*, IEAust, Barton, Australia.
- Programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK), 1986: Sura och försurade vatten. *Monitor*: Statens naturvårdsverk, Solna.
- Ringberg, B., 1992: Jordartskartan Kristianstad NV. Skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af* III.
- Rodhe, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. *Report Series A, No 41, Division of Hydrology, Uppsala University*, 260 s.
- Rudqvist, D., 1997: *Hydrogeologisk studie av kloridförorening i Uppsalaåsen vid Segersjövatentäkten, Botkyrka kommun*. Uppsala Universitet. Institutionen för Geovetenskap, Avdelningen för Kvartärgeologi och Hydrogeologi.
- Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. *Kungl. tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT* 3023.
- Sandberg, B., 1982: *Korrosion på markförlagda konstruktioner – påverkan av markförsurning*. Korrosionsinstitutet, Stockholm.

- Saxena, R. & Dressie, Z., 1983: Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural o-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. *I: Isotope hydrology (Proceedings of Symposium in Vienna, 1983), IAEA, Vienna, 139–150.*
- Statens livsmedelsverk, 1993: Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. *SLV Författningssamling 1993:35.*
- Statens livsmedelsverk, 2001: Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten. *SLV Författningssamling 2001:30.*
- Statens offentliga utredningar, 1965: Skånes och Hallands vattenförsörjning. *SOU 1965:8.*
- Statens offentliga utredningar, 1994: Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Delbetänkande av Grundvattenutredningen. *SOU 1994:97.*
- Sundlöf, B. & Kronqvist, L., 1992: Konstgjord grundvattenbildning. *VA-forsks rapportserie 1992-13.*
- Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen, 1995: VA-verk 1994. Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsverk. *VAV S94.*
- Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, 1997: Skydd av vattentäkter. *Meddelanden, VAV M98.*
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. *TNC 45.* Uppsala.
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1984: Geologisk ordlista. *TNC 77.* Uppsala.
- UNESCO, 1983: *International legend for hydrogeological maps.* UNESCO, Paris.
- Winqvist, G., 1953: Groundwater in Swedish Eskers. *Kungl. tekniska högskolans handlingar nr 61.*
- Wikman, H. & Sivhed, U., 1992: Berggrundskartan Helsingborg NO. Skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 148.*
- Wikman, H. & Sivhed, U., 1994: Berggrundskartan Kristianstad NV. Skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 181.*

Ej tryckta utredningar

Datum	Titel	Företag
1946	Arbetsplan för anläggning av vatten- och avloppsledningar inom Ekets stationssamhälle, Örkelljunga kommun, Kristianstads län.	KM
1948	Redogörelse för grundvattenundersökningen för Örkelljunga municipalsamhälle.	AIB
1956	Arbetsplan för anläggning av vatten- och avlopp inom Ekets stationssamhälle, Örkelljunga kommun, Kristianstads län.	KM
1957	Arbetsplan över anläggning för vattenförsörjning och avlopp i Åsljunga, Örkelljunga kommun, Kristianstads län.	KM
1962	Förslag till utförande av vatten- och avloppsanläggning i Skånes Fagerhults samhälle, Skånes Fagerhults kommun, Kristianstads län.	LBF
1965	Redogörelse för vatten- och avloppsfrågans lösning för planerad fritidsbebyggelse å fastigheten Sonnarp 5:8 i Örkelljunga kommun.	AIB
1969	Ekets samhälle, Örkelljunga kommun. PM angående skydd av vattentäkter.	KM
1976	Örkelljunga kommun. Grundvattenundersökningar Sånneborp, Rya.	KM

1977	Redogörelse för hydrogeologiska undersökningar vid Jälla, Ås-ljunga.	KM
1994	Riskanalys för Örkelljunga kommuns vattentäkter.	Tekniska kontoret/ Miljö- och hälso- skyddskontoret
2000	Örkelljunga kommun, Skånes Fagerhult. Översiktlig hydrogeologisk inventering.	VA Ingenjörerna
2002	Seismiska mätningar vid Sannestorp och Eket. Undersökningar för ny kommunal grundvattentäkt.	SGU

SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

- Nr. 8. Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
- Nr. 9. Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
- Nr. 10. Vattnet och bebyggelsen. 1978.
- Nr. 12. Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. (Med hydrogeologisk karta i skala 1:100 000 samt sex planscher). 1979.
- Nr. 17. Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand–bentonitskikt. 1980.
- Nr. 21. Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and groundwater recharge. 1980.
- Nr. 27. Intruded and relict groundwater of marine origin. SWIM -81. 1981.
- Nr. 28. PMK-grundvatten i Sverige. 1985.
- Nr. 30. Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
- Nr. 37. Geokemisk kartering. 1984.
- Nr. 39. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
- Nr. 42. Geokemisk kartering. Bäcktorv. 1985.
- Nr. 43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
- Nr. 44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
- Nr. 52. Grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten 1976–1987.
- Nr. 57. Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
- Nr. 72. Radonhalten i grundvatten från granitområden i Malmöhus län. 1992.
- Nr. 75. Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller (Pb, Au, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Se, U, V, W, Zn) i bäckvattenväxter. 1993.
- Nr. 86. Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövårdare. Exempel från Mittnordenområdet. 1996.
- Nr. 87. 14th Salt Water Intrusion Meeting, Malmö, SWIM -96. 1996.
- Nr. 99. Grundvattnets tillstånd i Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999.

Grundvattenkartor

SGU serie Ag

Grundvattenkartor i skala 1:50 000

1. Örebro SV
2. Örebro NO
3. Örebro NV

4. Trelleborg NV/Malmö SV
5. Örebro SO
6. Trelleborg NO/Malmö SO
7. Nynäshamn NV
8. Eskilstuna NO
9. Linköping NO
10. Östergötlands sedimentära berggrund (skala 1:100 000)
11. Eskilstuna NV
12. Norrköping NO
13. Malmö NV
14. Helsingborg SV
15. Höganäs NO/Helsingborg NV

SGU serie Ah

Grundvattenkartor, län, i skala 1:250 000.

1. Kalmar län
2. Västmanlands län
3. Gotlands län
4. Blekinge län
5. Uppsala län
6. Stockholms län
7. Södermanlands län
8. Hallands län
9. Skaraborgs län
10. Kronobergs län
11. Jönköpings län
12. Göteborgs och Bohus län
13. Älvsborgs län
14. Östergötlands län
15. Skåne län
16. Gävleborgs län
17. Grundvattnet i Sverige (skala 1:1 miljon)
18. Dalarnas län
19. Värmlands län
20. Örebro län
21. Jämtlands län
22. Västerbottens län
23. Västernorrlands län
24. Norrbottens län

SGU serie An

Digitala grundvattenkartor med beskrivning, kommuner, i skala 1:50 000 (finns även som databas).

- 2 Hässleholm
- 3 Strängnäs
- 4 Upplands-Bro
- 6 Söderhamn
- 7 Katrineholm
- 8 Karlstad

9	Laxå
10	Norrköping
11	Linköping (endast karta)
12	Nynäshamn
13	Bollnäs
14	Höganäs

SGU serie K

Digitala grundvattenkartor med beskrivning, kommuner, i skala 1:50 000
(finns även som databas)

K44	Umeå
K49	Västerås-Hallstahammar
K50	Kristinehamn
K63	Mölndal
K69	Sigtuna (endast karta)
K78	Ekerö

Dessutom finns följande kartdatabaser tillgängliga:

Alingsås	Kumla	Staffanstorp
Botkyrka	Kungsör	Stockholm
Burlöv	Kävlinge	Södertälje
Båstad	Köping	Uddevalla
Enköping	Laholm	Vargårda
Eskilstuna	Landskrona	Åstorp
Göteborg	Lerum	Ängelholm
Halmstad	Lomma	Örebro
Haninge	Lund	
Heby	Malmö	
Håbo	Norrtälje	
Härryda	Partille	
Klippan	Salem	