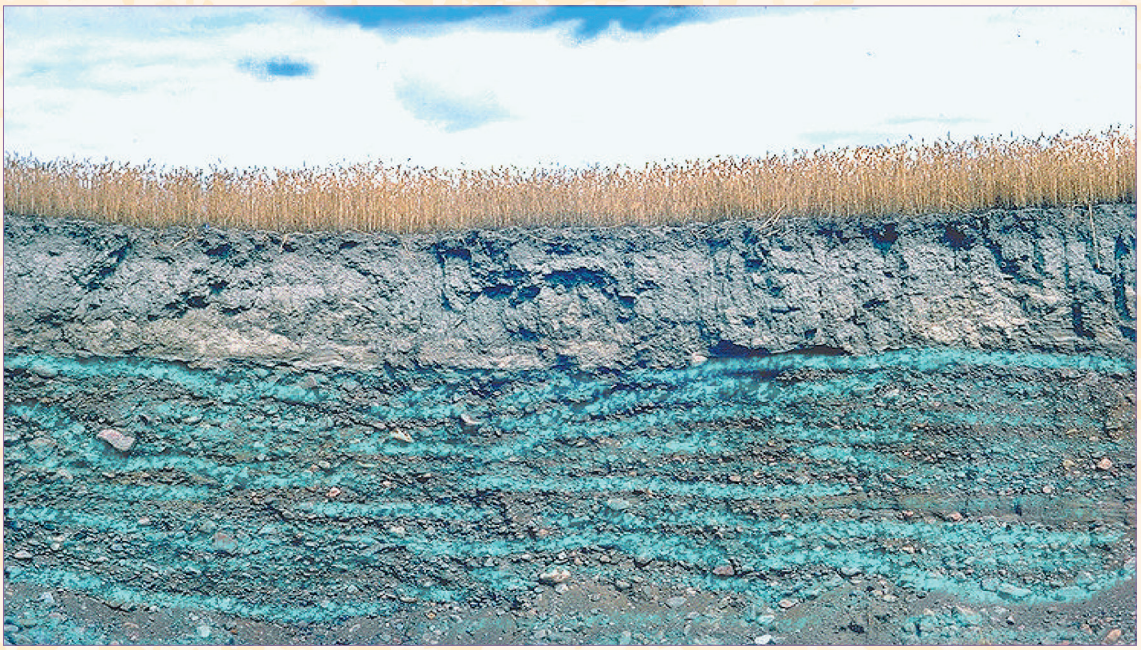
An 10

Beskrivning till karta över grundvattentillgångar i

Norrköpings kommun

Carl-Fredrik Müllern



SGU
Sveriges geologiska undersökning

2005

ISBN 91-7158-587-7
ISSN 1402-4195

För mer detaljerad information om jordarter och berggrund hänvisas till SGUs speciella jordartskartor (SGU serie Ae) samt berggrundskartor (SGU serie Af).

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: Lager av sand och grus under lera. På många håll i Norrköpings kommun är sådana lager rikligt vattenförande. 500 m söder om Å kyrka. Foto: C.-F. Müllern 1973.

© Sveriges geologiska undersökning 2005

FÖRORD

Kartan över grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun är den tionde i en serie kommuninriktade grundvattenkartor, serie An, som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är framtagen i nära samarbete med kommunens Miljö- och hälsoskyddskontor, och är avsedd att i första hand komma till användning i den kommunala verksamheten. Den kan givetvis komma till användning även i andra, grundvattenrelaterade sammanhang.

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

Den föreliggande kartan över grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun är digitalt framställd i MapInfo. (Data är tillgängliga även i ArcInfo.) 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 kartskalan.

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 Norrköpings kommun. Dessa har innefattat geofysiska mätningar med georadar, seismik och geoelektrik samt sonderingsborrningar med drivning av observationsrör. Utgångspunkt för arbetena har varit den hydrogeologiska översiktskartan över Östergötlands län i skala 1:250 000, SGU serie Ah nr 14 (Aneblom m.fl. 1996), vilken är en syntes av äldre grundvattenundersökningar och utredningar.

De undersökningar som utförts för kartläggningen av grundvattentillgångarna i Norrköpings 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, källor 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 uppmätts.

Digital bearbetning av grundvattenkartan, som ligger till grund för denna beskrivning, har utförts av Magnus Åsman.

Textbidrag har lämnats av Bo Thunholm: grundvattennivåer och grundvattnets kemi i allmänhet; Bo Wållberg: metodbeskrivningar – georadar och seismik; Leif Eriksson: metodbeskrivning – elektriska motståndsmätningar; Magnus Åsman: metodbeskrivningar – kriging och variogramanalys samt kartorna över kemiska parametrar. De länkade kartorna över fältundersökningar har gjorts av Magdalena Thorsbrink. Kvalitetsgranskning och bearbetning samt sammanställning av den digitala beskrivningen har utförts av Åsa Gierup och Magdalena Thorsbrink. Bild- och layoutbearbetning har gjorts av Kerstin Carlstedt respektive Kerstin Finn.

Kartläggningen genomfördes 1996–1997. De geofysiska arbetena har letts av Bo Wållberg, borrningarna av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade Barbro Aastrup, Eva Elsmark, Leif Eriksson, Jonas Gierup, Mattias Gustafsson, Sven-Eric Gradstock, Sune Rurling, Leif Särnblad och Johan Söderman.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING 6
- Utförda arbeten 6
- Resultat och slutsatser 7

FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA 10

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR 21
- Allmänna förutsättningar 21
  - Naturresursen grundvatten 21
  - Vattnets kretslopp 22
  - Grundvattnet i och intill en grusås 23
  - Grundvattenbildning 23
  - Tidsmässiga variationer i grundvattennivå 24
  - Årstidsvariationer 25
  - Dricksvatten 27
  - Inducerad infiltration 28
  - Konstgjort grundvatten 29
- Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun 30
  - Grundvatten i jordlagren 30
  - Grundvatten i berggrunden 31
  - Förkastningar och sprickzoner 33
  - Teckenförklaring till kartorna 35
  - Seismiska profiler tolkade med avseende på grundvattenförhållanden 36

- Grundvattentillgångar i Svärtingeområdet 37
  - Allmänt 37
  - Ryssnäs 38
  - Eriksro 38
  - Tingsbröten 40
- Grundvattentillgångar i Åbyområdet 43
  - Källhagen 43
  - Sätra 45
  - Sydöst om Åby 46
- Grundvattentillgångar vid Strömsfors 46
- Grundvattentillgångar vid Tägnetorp 47
- Grundvattentillgångar på Vikbolandet 49
- Grundvattentillgångar i centrala Norrköping 50
- Större grundvattenförekomster närmast utanför kommungränsen 52
  - Sonstorpsåsen vid Stigstorpegölen 52
  - Skiramon söder om Björkvik 53
  - Stigtomtamalmen väster om Nyköping 55

GRUNDVATTNETS KEMI 56
- Grundvattnets kemi i allmänhet 56
- Grundvattnets kemi i Norrköpingstrakten 56
- Kemiska analyser på grundvattnet i källor och i observationsrör 59

SALT GRUNDVATTEN OCH MOTÅTGÄRDER 61
Förekomsten av salt grundvatten 61
Åtgärder mot salt grundvatten 63

GRUNDVATTNETS SÅRBARHET 65
Allmänt om grundvattnets sårbarhet 65
Grundvattenpåverkan 65
Konsekvens- och riskanalys 65
Skydd av grundvattnet 66

METODBESKRIVNINGAR 67
Georadar 67
Seismik 67
Elektriska motståndsmätningar 70
Kriging och variogramanalys 72

DOKUMENTATION AV GEOFYSISKA MÄTNINGAR, BORRNINGAR, INVENTERADE BRUNNAR, KÄLLOR OCH KEMISKA ANALYSER 74
Geofysiska mätningar 74
Utförda borrningar samt inventerade borrningar, brunnar och källor 75
Borrningar med uppgifter på lagerföljd 75
Borrningar och brunnar utan uppgifter på lagerföljd samt källor 80
Äldre sonderingsborrningar utförda i samband med SGUs jordartskartering 82
Kemiska analyser av grundvatten från källor och observationsrör 88

DATABASSTRUKTUR 89

REFERENSER, LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR 90
Referenser 90
Allmän litteratur 90
SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel 93
Ej tryckta utredningar 94
Grundvattenkartor 95

FÄLTUNDERSÖKNINGAR I NORRKÖPINGS KOMMUN

GRUNDVATTENKARTAN VÄSTRA DELEN

GRUNDVATTENKARTAN ÖSTRA DELEN

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

De arbeten som genomförts i samband med kartläggningen av grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun har utförts med delfinansiering av, och i samråd med 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 hällkar. Sådana grundvattenytor faller ofta helt utanför ramen för vad som är rimliga gradienter för sammanhängande grundvattenytor i sand- och gruslager.

Arbetet har haft sin utgångspunkt i SGUs jordarts- och berggrundskartor, grundvattenkartan över Östergötlands län (Aneblom m.fl. 1996) samt grundvattenkartan Norrköping NO (Müllern & Pousette 1982) och har sedan, sammanfattningsvis, bestått av följande moment:

- Genomgång av äldre utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av 52 brunnar och äldre observationsrör.
- Inventering av kända källor samt uppletande av ytterligare källor.
- Georadarmätningar i 12 profiler med en sammanlagd längd av 3 500 m.
- Seismiska mätningar i 15 profiler med en sammanlagd längd av 4 700 m.
- Avvägning av georadar- och seismiska profiler.
- Sonderingsborrningar och drivning av observationsrör på 14 platser med en sammanlagd längd av 286 m.
- Provtagning av grundvattnet i 5 observationsrör och i 1 källa för kemisk analys.
- Inlagring i databaser av:
  - brunnsdata
  - georadar- och seismiska data, även äldre
  - borrningsdata, även vissa äldre
  - grundvattennivådata
- Upprättande av kartdatabaser över:
  - grundvattentillgångar i berggrunden
  - grundvattentillgångar i jordlagren
  - större sprickzoner i berggrunden
  - stryknings- och stupningsvärden på berggrundsstrukturer
  - grundvattnets strömningsriktningar
  - källor
- Sammanställning av dessa databaser med LMVs digitala topografiska karta (T5) till en karta över Grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun.
- Sammanställning av föreliggande beskrivning.

Brunns- och källinventeringar har utförts i anslutning till grundvattenförekomsterna vid Svärtinge och Åby. De geofysiska mätningarna, sonderingsborrningarna och observationsrördrivningarna har i regel genomförts på ställen som bedömts vara intressanta för utvinning av större grundvattenmängder och där undersökningar inte tidigare utförts.

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

Vattenprovtagningen i observationsrören, som har en diameter på två tum, har skett med hjälp av en särskild pump, som medgivit omsättning av ett par tusen liter vatten innan proverna tagits.

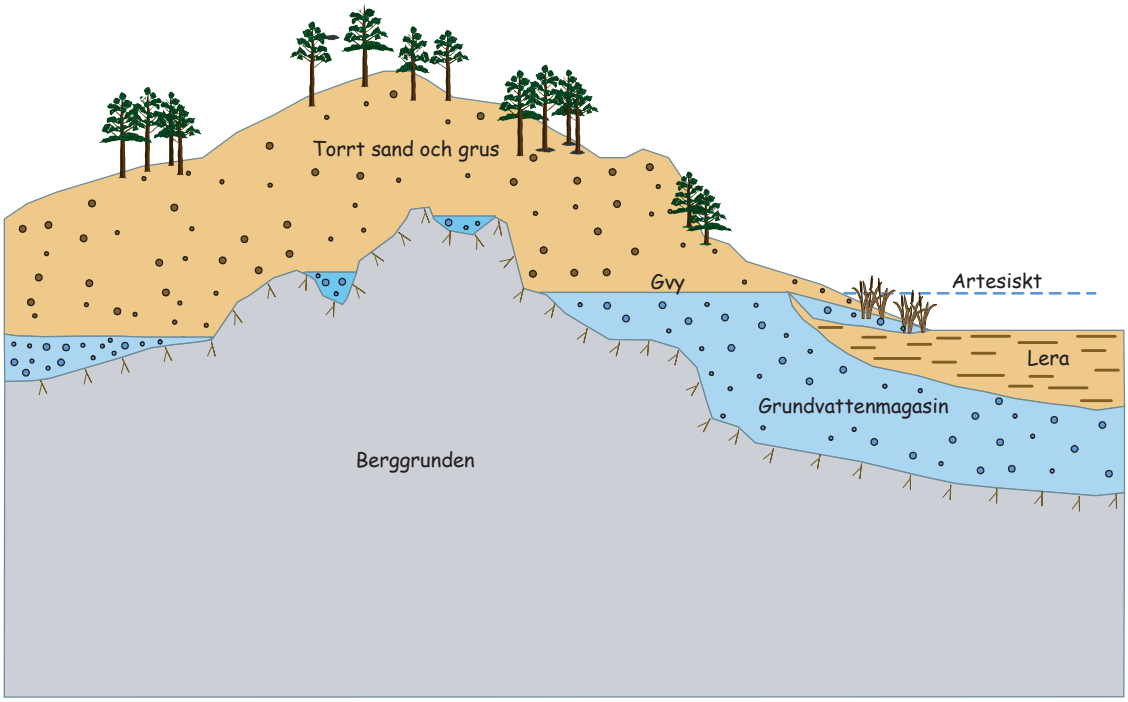


Fig. 1. Principbild av höga och låga berglägen – stora och små grundvattenmagasin i en grusavlagring. Lägg märke till hällkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst.

Resultat och slutsatser

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.

Kartan, figur 2, visar lägen för de största grundvattentillgångarna i och närmast intill Norrköpings kommun. Av dessa har Svärtinge, Åby, Skiramon, Sonstorp och Tägnetorp undersökts närmare med bl.a. geofysiska metoder och borrningar vid denna grundvattenkartläggning. Rödmarkerade områden är mer utförligt beskrivna i kapitlet "Grundvattentillgångar".

Någon riktigt stor grundvattentillgång, som t.ex. skulle kunna ersätta nuvarande ytvattentäkt i Motala ström för Norrköpings stads vattenförsörjning, förekommer inte inom kommunens gränser.

De flesta grundvattentillgångarna utgörs av sådana där grundvattnet förekommer i sand- och grus-lager under lera. Vid större grundvattenuttag, med kraftigt avsänkt grundvattennivå, föreligger där risk för att sättningar uppstår i leran, vilka kan medföra skador på byggnader, vägar och liknande. Detta gäller kanske i första hand grundvattentillgångarna i centrala Norrköping och vid Åby.

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

Vissa av grundvattentillgångarna, framför allt kanske den vid Svärtinge, skulle kunna utnyttjas som reserv- eller ”nödvattentäkt” för Norrköping under ett tidsbegränsat krisläge. Under sådana förhållanden skulle man naturligtvis inte kunna ha så hög vattenförbrukning som idag (omkring 240 l/pers. och dygn). Kanske kan man räkna med att förekomsten vid Svärtinge skulle kunna klara en tiondel till en femtedel av Norrköpings nuvarande vattenförbrukning under en övergångsperiod till dess vattenförsörjningen åter kan bli normal.

För att säkerställa den verkliga kapaciteten vid Svärtinge bör man emellertid genomföra en riktig provpumpning.

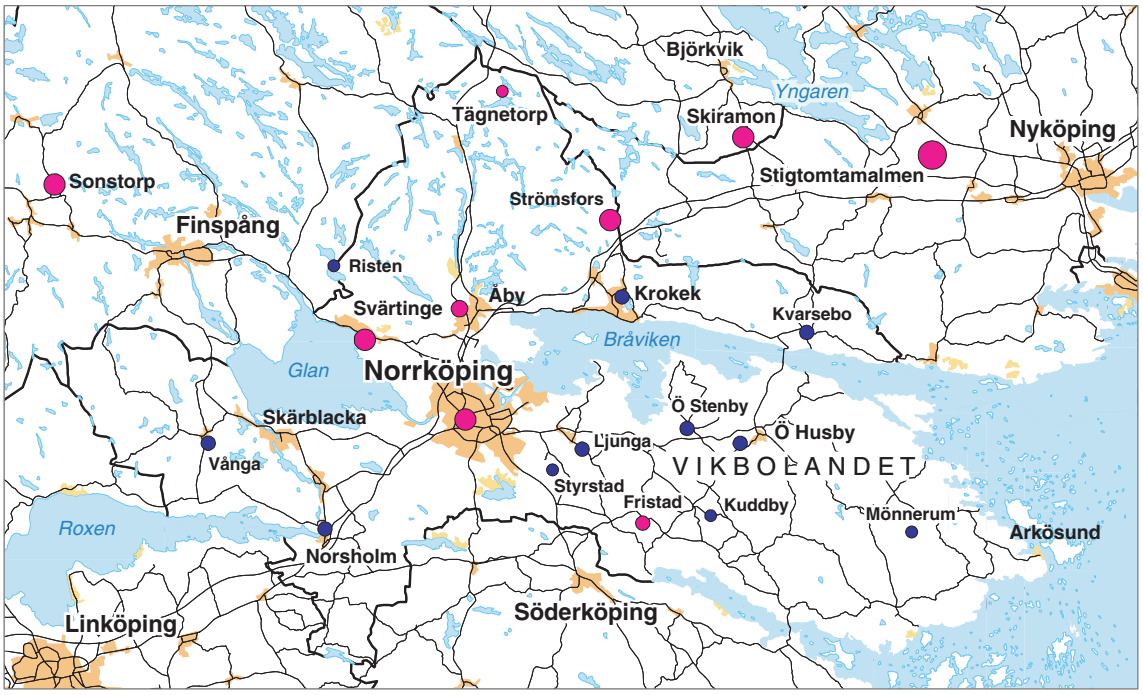


Fig. 2. Större grundvattentillgångar i och intill Norrköpings kommun.

Som slutsats beträffande grundvattentillgångarna kan sägas att:

- Svärtinge, området mellan Tingsbröten och Tallbacken, framstår som det område inom kommunen där de största grundvattenmängderna skulle kunna utvinnas. Hur mycket som faktiskt kan tas ut kan, som nämnts, inte avgöras utan riktiga provpumpningar, men det skulle kunna röra sig om 15–30 l/s. Om inducerad infiltration uppstår från Glan kan kanske det dubbla (30–60 l/s) tas ut och ytterligare något mer om dessutom konstgjord grundvattenbildning är möjlig.

- Området vid Strömsfors har under senare år undersökts av VBB Viak. Grundvattentillgången är avsedd att förse Strömsfors, Krokek och Gruvstugan med Kolmårdens djurpark med dricksvatten. Genomförda provpumpningar har visat på en uthållig kapacitet av ca 25 l/s (VBB Viak 1996).

- Åbyområdet har en kapacitet på ca 3–6 l/s vid kontinuerligt uttag under längre tid. Under kortare tid kan man sannolikt ta ut betydligt mer. Här föreligger de bästa uttagsmöjligheterna i sand- och grusavlagringarna under leområdet väster och sydväst om samhället.

- I centrala Norrköping torde nybildningen av grundvatten vara starkt begränsad genom avledning av nederbördsvatten från hårdgjorda ytor. Dessutom skulle naturligtvis risken för sättningsskador vara mycket stor vid större grundvattenuttag. Grundvattenmagasinet är dock i några avsnitt förhållandevis stort, vilket t.ex. skulle kunna medge vissa möjligheter till anläggningar för kylning och uppvärmning i system med uttags- och infiltrationsbrunnar utan bortledande av grundvatten.

- Området vid Tägnetorp har vid undersökningarna visat sig bestå av tunna sand- och grusavlagringar med ett mycket litet grundvattenmagasin. Den vattenmättade delen är som mest ca 7 m mäktig, med liten utbredning. Den kontinuerligt uttagbara vattenmängden torde vara högst ett par liter per sekund.

- Området vid Norsholm har inte undersökts i samband med denna kartläggning. Det undersöktes emellertid redan 1964 av Kommunernas konsultbyrå med bl.a. provpumpningar, varvid grundvattentillgången beräknades till 6 à 7 l/s (K-Konsult 1964).

Angående närmast utanför kommunen belägna, större grundvattenförekomster kan följande sammanfattas:

- Stigtomtamalmen, som emellertid inte har undersökts inom ramen för föreliggande undersökning, är det största och kanske det enda grundvattenmagasin som skulle kunna utgöra grundvattentäkt i reserv och kunna försörja Norrköpings stad med vatten, i den omfattning som förbrukningen i dag ligger på (ca 300 l/s). För detta krävs emellertid förstärkning av den naturliga grundvattenbildningen med konstgjord grundvattenbildning med vatten från sjön Yngaren. Huruvida detta är möjligt, är f.n. inte känt. En komplicerande faktor är att den intilliggande och i samma grundvattenmagasin belägna Larslundsmalmen nu utnyttjas för Nyköpings vattenförsörjning. Den ligger också förhållandevis långt bort, ca 40 km fågelvägen.

- Skiramon ligger ca 30 km från Norrköping. Detta är ett betydligt mindre grundvattenmagasin än Stigtomtamalmen. De geofysiska undersökningar som nu genomförts i detta område tyder på mycket goda möjligheter till konstgjord grundvattenbildning och till stora grundvattenuttag. Hur mycket som detta område kan producera med konstgjord grundvattenbildning (vatten från Yngaren) kan inte anges utan mer omfattande undersökningar. Men kanske kan det röra sig om något eller några hundratal liter per sekund.

- Grundvattenförekomsten vid Sonstorp är i sig inte särskilt stor, däremot får möjligheterna till inducerad infiltration från den angränsande Emmaån bedömas vara mycket goda. Även denna förekomst är för dåligt känd för att något skall kunna sägas med säkerhet, men det kan kanske även i detta fall röra sig om uttagsmöjligheter i storleksordningen upp emot hundra liter per sekund.

FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA

Fig. 3. Georadarmätningar ger information om lagerstrukturer och grundvattenytor. A och B är antenner för sändning och mottagning, C är styrenhet för datainsamling och D är dator med bildskärm. Jämför med figur 39. Foto: C.-F. Müllern 1998.

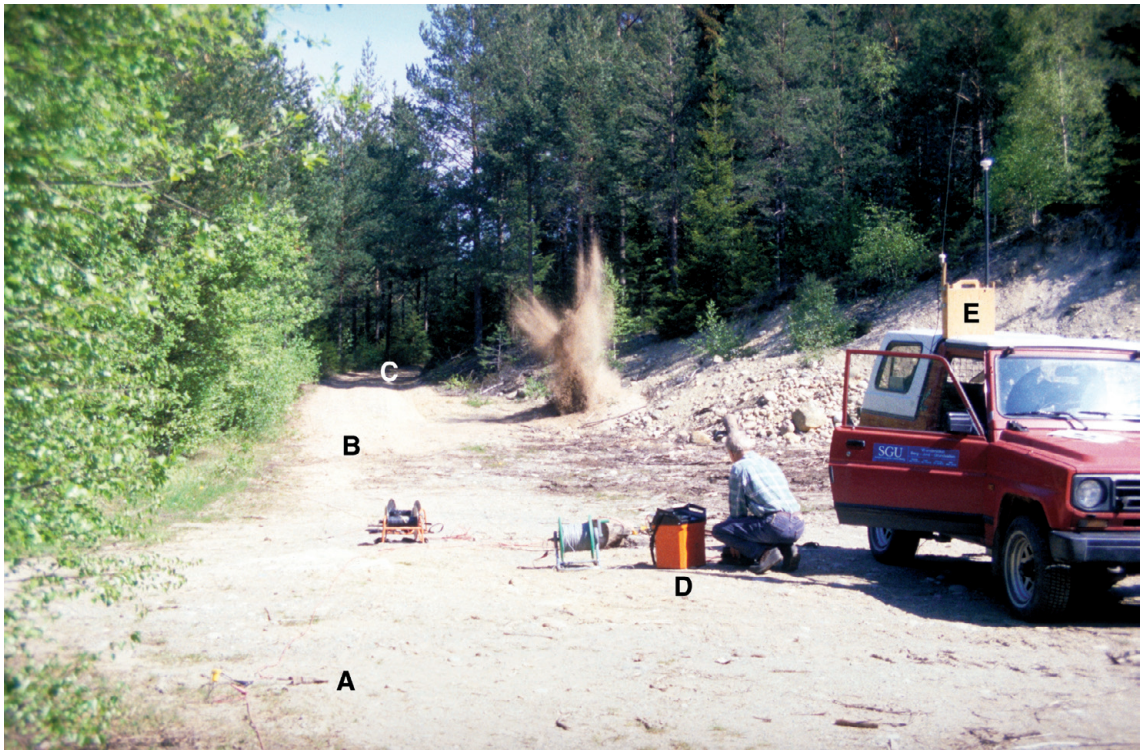


Fig. 4. Vid seismiska mätningar detoneras en mindre dynamitladdning och ljudvågorna som fortplantar sig i marken registreras av geofoner vid A, B och C. D är seismograf som ritar upp och lagrar kurvor för ljudvågornas utbredning. E är GPS-mottagare för positionering. Foto: C.-F. Müllern 1998.

Fig. 5. Geofysiska profiler avvägs för att erhålla exakta mått på markytor, jordartsgränser, grundvattenytor och bergytor. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 6. När de geofysiska mätningarna avvägts och utvärderats genomförs borrningar på de mest optimala platserna. Därvid undersöks och provtas sammansättningen på såväl jordlagren som på grundvattnet allt eftersom borrningen drivs djupare nedåt. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 7. Från borrningarna vid Skiramon. Denna plats utgörs av en åsgrop omgiven av mäktiga sand- och grus-avlagringar vilka liknar en amfiteater. (Lägg märke till hur vägen löper runt åsgropen.) Foto: C.-F. Müllern

Fig. 8. Från borrningarna av observationsrör 9701R vid Tingsbröten, Svärtinge. De starkt vattenförande sand- och gruslagren på mellan 10 och 15 m djup är mycket genomsläppliga. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 9. Från borrningen av observationsrör 9702R vid Tingsbröten nära stranden av Glan. Starkt vattenförande lager påträffades på mellan 14 och 22 m under markytan. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 10. De vattenförande lagren vid borrningen 9702R består av välsorterad mellansand och grovsand. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 11. Preliminära, kemiska analyser på salthalt, järnhalt och elektrisk ledningsförmåga görs i fält redan under pågående borrning. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 12. Efter omsättning av drygt 1 000 liter vatten tas ett prov från rör 9702R för fullständig kemisk analys. Foto: C.-F. Müllern 1997.

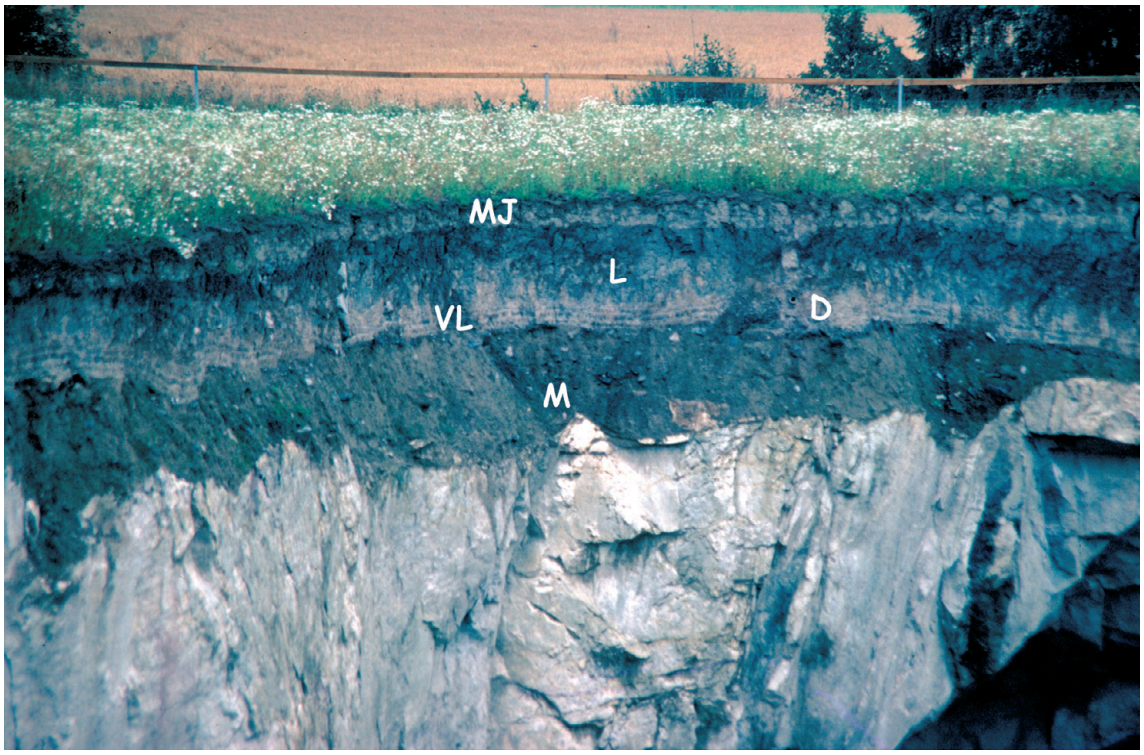


Fig. 13. Bilden visar den vanligaste lagerföljden i ett lerområde. Ovanpå berggrunden med sin oregelbundna sprickighet ligger: M – morän med varierande mäktighet, VL – varvig lera (glacial), L – lera (post glacial); MJ – matjord ner till plogdjup, D är öppningen på ett dräneringsrör. Övergångszonen mellan varvig lera och morän är vanligen den bäst vattenförande delen av lagerföljden. Bilden är från Glanshammar. Foto: C.-F. Müllern 1980.

Fig. 14. Isälvsavlagring med sand, grus och sten täckt av lera. Några av de största grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun utgörs av vattenförande sand- och gruslager under lera. Bilden är en detalj av omslagsbilden. 500 m söder om Å kyrka. Foto: C.-F. Müllern 1973.

Fig 15. Stranden av Glan vid Eriksro. Stranden utgörs av grovt material – sand, grus och sten, vilket pekar mot goda förutsättningar för inducerad infiltration. Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig 16. Den stora förkastningen längs Bråviken och Glan. Vid foten av denna förkastning är de vattenförande sand- och gruslagren vid bl.a. Svärtinge och Åby belägna. I höjdområdena närmast intill förkastningen sker en väsentlig del av grundvattenbildningen. Foto: C.-F. Müllern 1997.

Fig. 17. Stark järnutfällning där grundvattnet bryter igenom cykelvägen vid passagen under riksväg 55 vid Åby. Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig 18. Grundvattnet har från början hög järnhalt (4–5 mg/l). Så fort grundvattnet når markytan och kommer i kontakt med luftens syre börjar oxideringen av järnet och det faller ut som ett rött slam. Järnutfällningen är till en början mycket stark. Detalj av figur 17. Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig 19. Sedan vattnet från den järnhaltiga källan passerat ett ca 50 m långt täckdike har det mesta järnet fällts ut. Flödet är drygt 1 l/s (3 600 l/tim). Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig 20. I övre delen av grustaget vid Svärtinge har vattnet eroderat ner i de siltiga (moiga) avlagringarna och skapat kanjonliknande förhållanden. Detta finkorniga material utgör en stor del av de övriga isälvsavlagringarna i området, vilket begränsar möjligheterna till riktigt stora grundvattenuttag. Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig. 21. Källa omedelbart norr om sommarstugeområdet Sikudden vid Bråviksförkastningen. Den är utbyggd till vattentäkt för ett flertal hushåll. Det samlade flödet är ca 1 l/s. En viss del av vattnet rinner vidare men återinfiltrerar i svallgrusavlagringarna efter en kort sträcka. Foto: C.-F. Müllern 1996.

Fig. 22. Det naturliga flödet av källvatten från Skirsjön är ca 5 l/s, men området vid Skiramon skulle kunna få avsevärt högre kapacitet genom en anläggning för konstgjord grundvattenbildning. Foto: C.-F. Müllern 1997.

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. Ytvattenmagasinen – sjöar, floder och mindre vattendrag – innehåller bara en obetydlig del av jordens sötvattenförråd, mindre än en promille. Att det ändå finns stora sötvattensjöar och floder beror på att omsättningstiden i dessa magasin är kort. Stora vattenmängder kan alltså passera genom magasinen under kort tid.

När nederbördsvatten 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 från 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 tillrinnande grundvattnets kvalitet.

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

Grundvattnet har över lag 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 i 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. 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 bottnen av sjöar och vattendrag. Eftersom det bara är en liten del av den nederbörd som faller över land som rinner direkt ut i ytvattnen 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. Se figur 23.

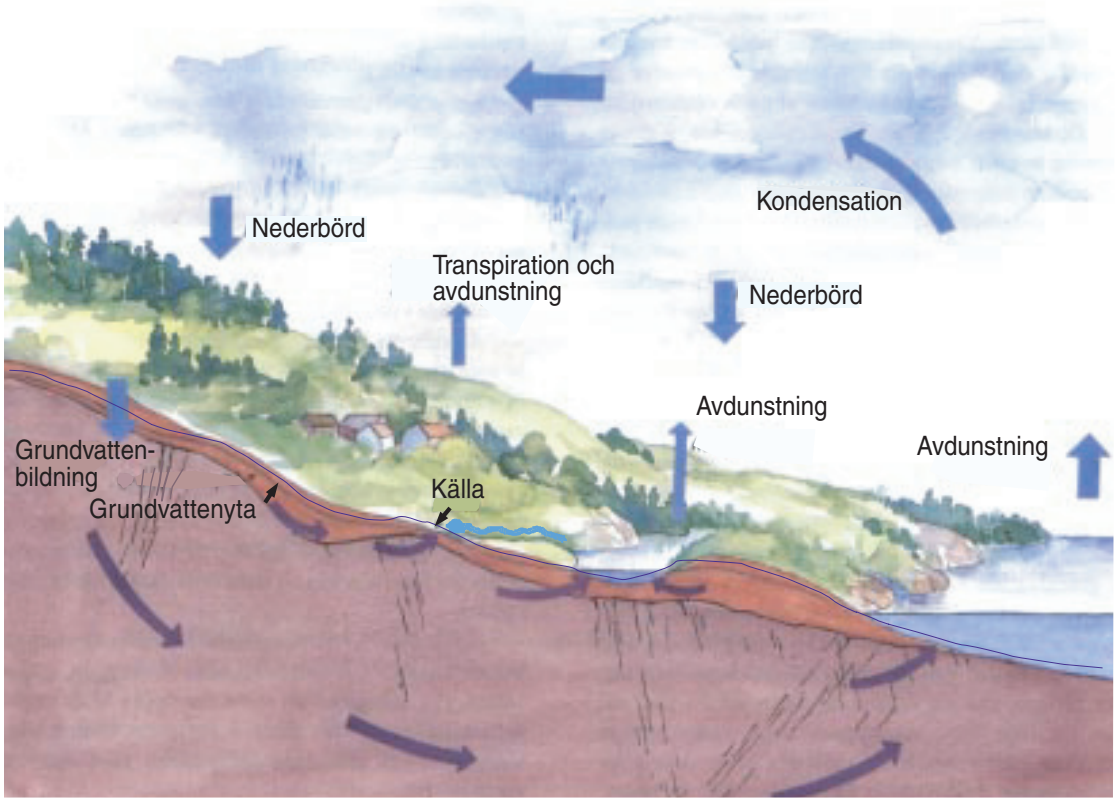


Fig. 23. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten av bäckar, åar och sjöar samt i källor. Illustration: Elisabet Carlson.

Grundvattnet i och intill en grusås

Figur 24 visar en dalgång med en isälvsavlagring – rullstensås – med sand, grus och block. Det är i åsarna som de största grundvattentillgångarna finns. Till höger i bilden finns också ett berg- och moränområde. Utanför åsarna finns de viktigaste grundvattentillgångarna i allmänhet i berggrunden. Terrängen i bilden ligger under högsta kustlinjen, dvs. landet har någon gång efter den senaste nedisningen varit täckt av hav, så som fallet är för större delen av kommunen. Den landskapstypen är ganska vanlig i Sverige. På bilden ligger grundvattnets tryckyta i åsen högre än i dalgången. Det gör att vatten kan läcka ut vid åsfoten och att brunnar i leområdet kan vara självrinnande, artesiska. I andra delar av isälvsavlagringen och dess närmaste omgivning kan tryckytan ligga lägre, och då strömmar vatten in mot åsen, den dränerar sin omgivning. Vattentransporten sker sedan vidare i åsens längdriktning.

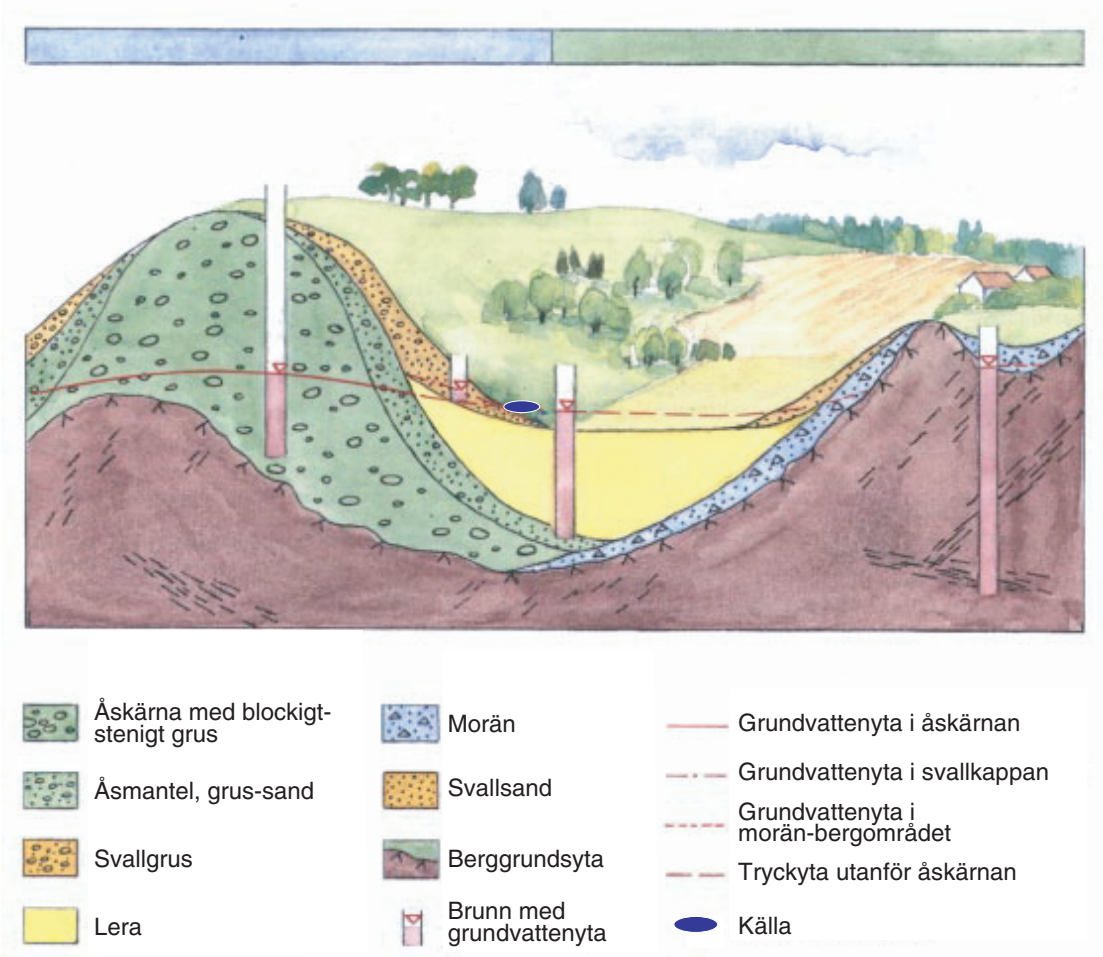


Fig. 24. Principbild på hur grundvattnet uppträder i och intill en grusås. Illustration: Elisabet Carlson.

Grundvattenbildning

För att nytt grundvatten skall 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 redovisas information från en av stationerna i SGUs grundvattennät (Nordberg & Persson 1974) (Vikbolandet, station 64:5) samt beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI för området som motsvarar kartbladet 8G NO. Stationen är belägen vid Kuddby och visar nivåvariationer i ett vattenförande lager under lera.

Figurerna 25 och 26 visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd för perioden 1961–1990 samt grundvattennivåns månadsvisa min-, medel- och maxvärden för perioden 1976–1997. Grundvattennivån är normalt lägst under oktober–november som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under mars–april återspeglas i årets högsta medelnivå under april–maj.

I figurerna 27 och 28 redovisas uppmätt grundvattennivå respektive grundvattennivåns avvikelse från månadsmedelvärdet. Mycket låga nivåer uppmättes under 1976 och 1990.

Förutom under år 1995 har grundvattenunderskott förelegat fr.o.m. 1989 fram till början av 1998. Detta gäller i första hand området närmast denna mätstation, dvs. Vikbolandet, men i stora drag också hela Norrköpings kommun.

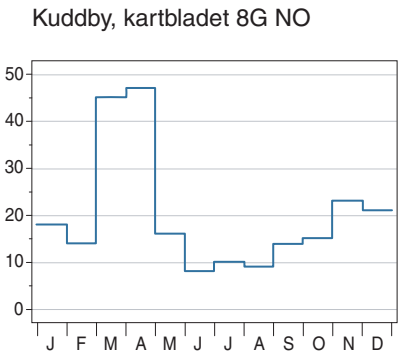


Fig. 25. Effektiv nederbörd (mm/mån.), 30 års månadsmedelvärden.

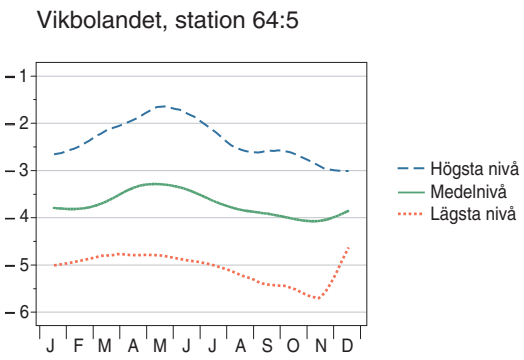


Fig. 26. Grundvattennivåns månadsvärden, meter under markytan.

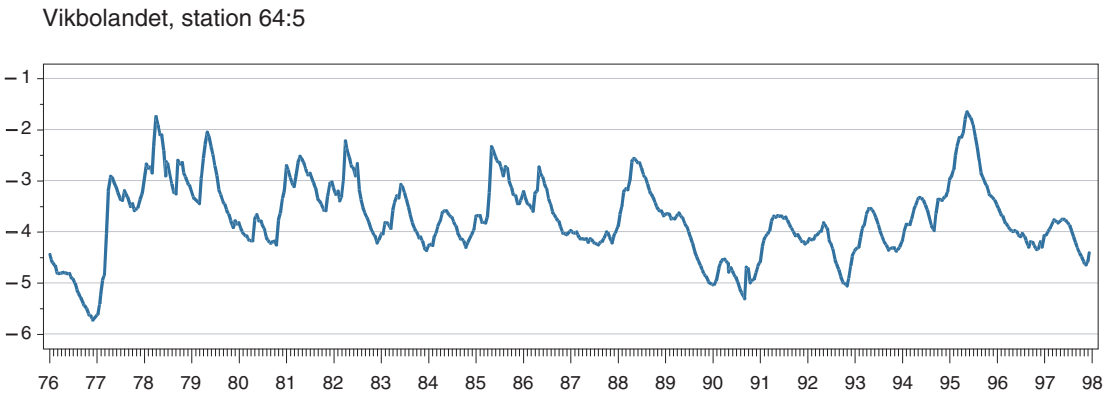


Fig. 27. Grundvattennivåer, meter under markytan.

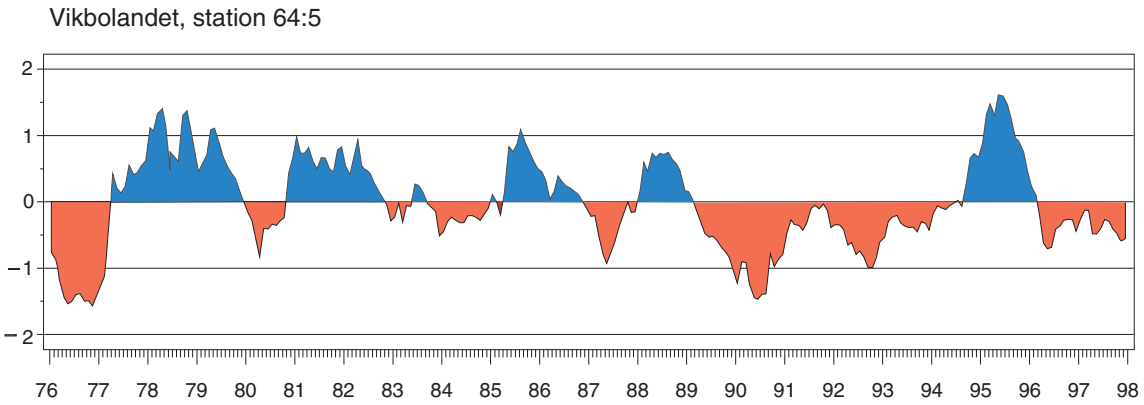


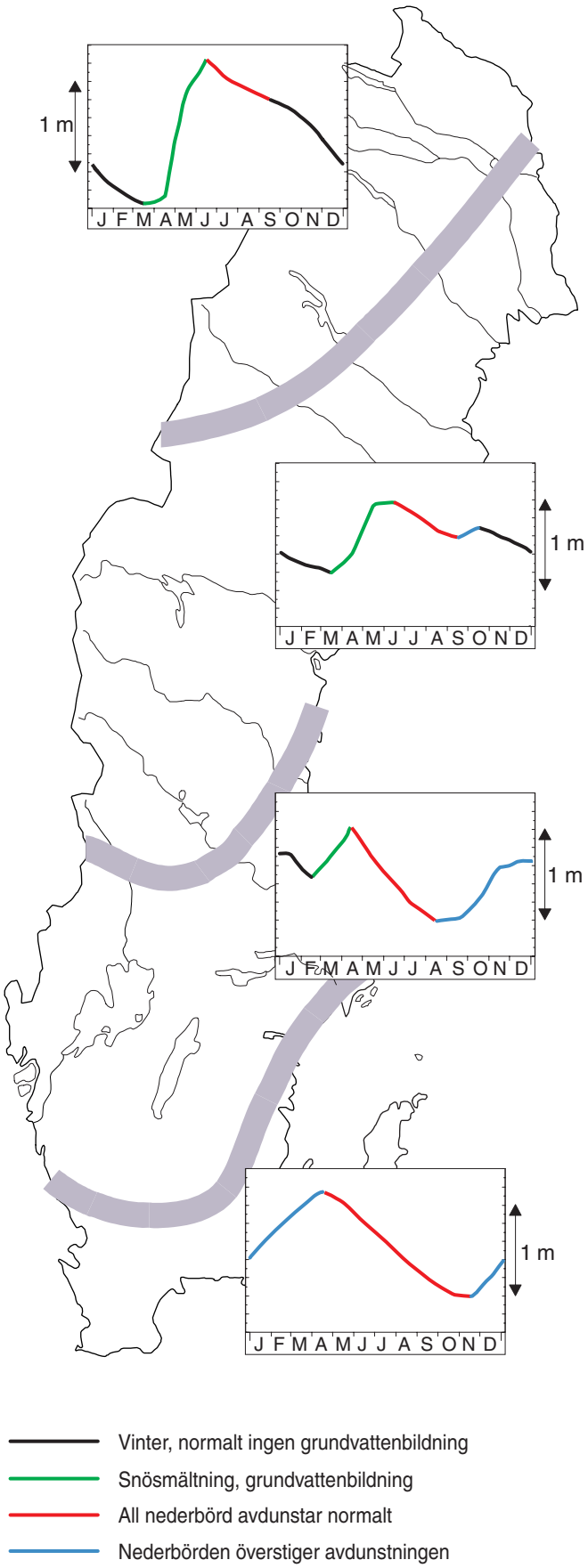
Fig. 28. Grundvattennivåer, avvikelser från månadsmedelvärden, meter.

Hur stora skillnaderna är mellan högsta och lägsta grundvattennivå under ett år beror, förutom på tillförda vattenmängder, på jordlagrens och berggrundens porositet och sprickvolym. I ett litet grundvattenmagasin i morän eller urberg kan variationerna vara stora och snabba, eftersom por- eller sprickvolymen är liten, 0,01–5 %. De flesta av de privata brunnarna i Sverige är nedförda i sådana magasin. Ett stort magasin, t.ex. 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 delar av landet. I figur 29 har fyra av SGUs mätstationer (Nordberg & Persson 1974) valts ut som exempel på de fyra huvudmönster som finns i Sverige. Höjdskalorna är ungefärliga och visar endast storleken på variationerna.



Arjeplog
Den huvudsakliga grundvattenbildningen i norra Sveriges inland sker i samband med snösmältningen på senvåren. Grundvattennivåerna stiger snabbt och når sitt maximum på försommaren. Sedan kommer vanligen inget tillskott till grundvattnet, som i stället tappas av. 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 senvintern.

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. 29. Grundvattenregimer i Sverige. (Modifierad efter SGU 1994.)

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 skall 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.

Livsmedelsverket är den myndighet som lämnar föreskrifter om dricksvatten. En ny författning av Livsmedelsverket, SLVFS 2001:30 (2001), tillämpas från och med 25/12 2003. För att främja en enhetlig tillämpning av föreskrifterna i dennna 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 m^3 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 m^3 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 30.

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 6–7 grader, om inte uttagsmängden är för stor i förhållande till avståndet till sjön så att temperaturen inte hinner stabiliseras.

Förutsättningar för inducerad infiltration föreligger vid flera av de grundvattenförekomster som behandlas i denna beskrivning Svärtinge–Tingsbröten, Strömsfors, Norsholm och Sonstorp.

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

Parameter	Enhet	Livsmedels-verket (2001): Gränsvärde Tjänligt med anmärkning	Livsmedels-verket (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	0,50		0,5 (t) 1,5 (h, t)	
Arsenik	µg/l As		10		10 (h)
Bekämpningsmedel enskilda	µg/l		0,10		0,1
Bekämpningsmedel totalhalt	µg/l		0,50		0,50
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		5,0	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	0,20	2,0	0,20 (e, t)	2,0 (h, e, t)
Krom	µg/l Cr		50		50 (h)
Kvicksilver	µg/l Hg		1,0		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**	0,50	0,1 (t)	0,5 (h)
Oxiderbarhet (permanganatindex)	mg/l O_2	4,0			
pH (vätejonkon-centrationen)		<7,5 >9,0	10,5	<6,5	10,5 (h)
Polycykliska aroma-tiska kolväten (PAH)	µg/l		0,10		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

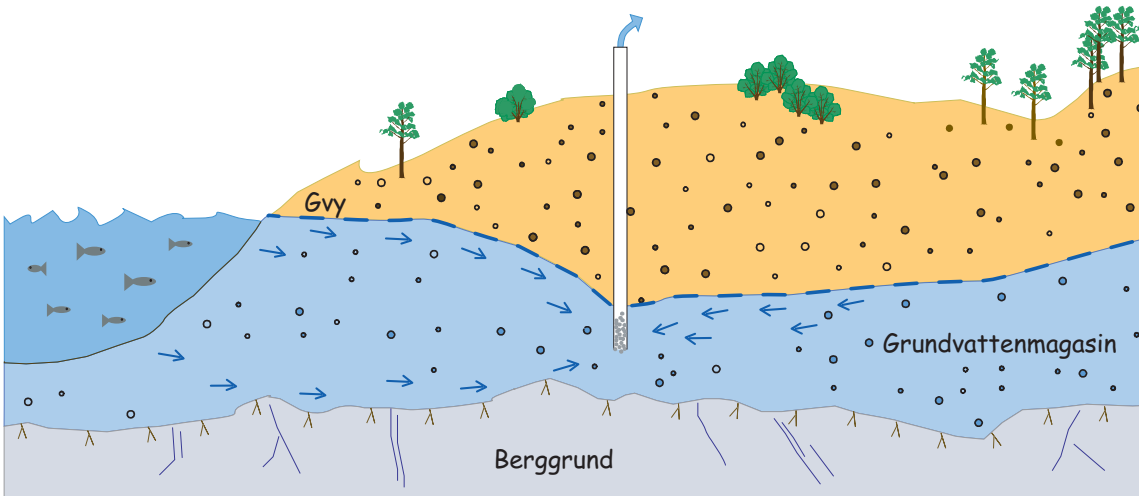


Fig. 30. Principbild på inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Vid passagen genom sand- och gruslagren renas sjövattnet.

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. Under vissa förutsättningar kan det då vara möjligt att skapa konstgjord grundvattenbildning.

Vattentillgången i en sand- eller grusavlagring kan 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 m^3/m^2 och dygn.
- Den omättade zonens mäktighet under naturliga förhållanden bör vara minst 3–5 meter.
- 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 skall vara så entydig att huvuddelen av det infiltrerade vattnet kan utvinnas.
- För att säkerställa jämn och god grundvattenkvalitet måste grundvattnets uppehållstid i marken vara tillräckligt lång, vilket medför att uttagsbrunnarna måste placeras på ett tillräckligt stort avstånd från infiltrationsläget, minst 14 dygn eller 200–300 m.
- En fördel är om grundvattenmagasinet har en så stor magasinerande 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 31 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

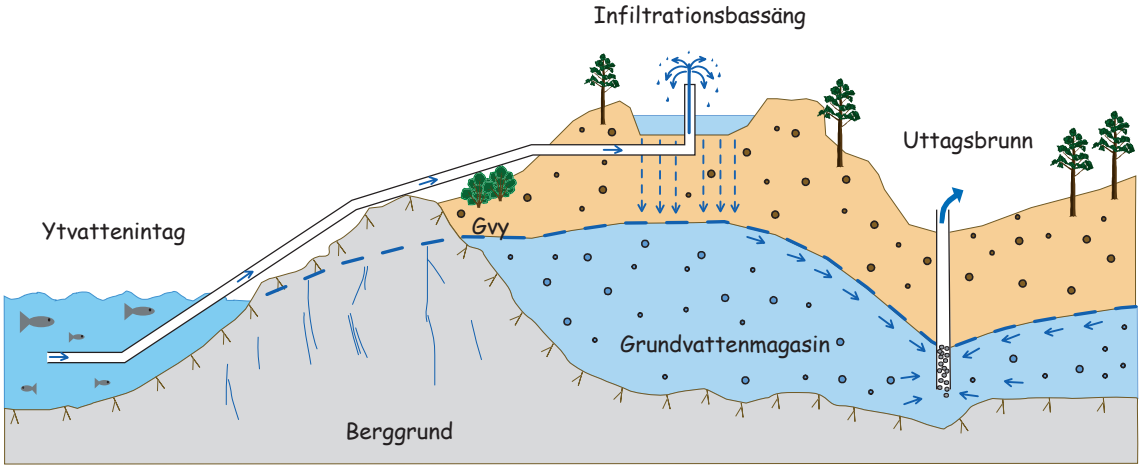


Fig. 31. Principbild på konstgjord grundvattenbildning. Sjövatten leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omättade zonen renas vattnet.

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.

Det är möjligt att anläggningar för konstgjord grundvattenbildning skulle kunna byggas vid Svärtinge–Tingsbröten, Norsholm, Skiramon och Stigtomtamalmen.

Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun

Grundvatten i jordlagren

I Mellansverige finns de största grundvattentillgångarna i de stora isälvsavlagringarna – rullstensåsarna. Inom Norrköpings kommun finns emellertid inga riktigt stora isälvsavlagringar. Sand- och grusavlagringarna utgör delar av dåligt sammanhängande isälvsavlagringar, vilka dels uppträder i stråk, vanligen utan utpräglad ryggform, dels som s.k. läsidesavlagringar. De senare är små, helt isolerade bildningar som påträffas söder eller sydöst om uppstickande hällpartier.

De mellersta delarna av kommunen ingår i den s.k. Mellansvenska israndzonen, vilken här utgörs av ett ca 15 km brett stråk med sydvästlig–nordostlig riktning, och där Norrköpings stad ligger ganska centralt.

I denna zon gjorde avsmältningen av inlandsisen under en period av ca 800 år ett mer eller mindre sammanhängande uppehåll. Därvid rörde sig isfronten tidvis mycket lite och tidvis såväl söderut som norrut. Detta har på flera håll i denna zon resulterat i förhållandevis komplexa lagerföljder. Således förekommer flerstädes morän ovanpå isälvsavlagringarnas sand och grus. När isfronten, efter ett avsmältningsskede med avlagring av sand och grus från isälvar, åter ryckt söderut har isen rört sig ut över dessa sand- och gruslager och pålagrat morän.

Den normala jordlagerföljden är annars sådan att om isälvsavlagringarnas sand och grus är överlagrade av någon annan jordart, så är det av lera där de är lågt belägna – i berggrundens svackor.

De största grundvattentillgångarna i kommunen förekommer i de stråkformade sand- och grusavlagringarna där dessa är täckta av lera eller silt, se figur 1. Lägen för följande angivna platser framgår av figur 2.

1. Isälvsstråket genom Norrköping kan inom kommunen följas norrut via Svärtinge till sjön Risten. Vidare norr ut kan det följas i ytterligare ca 4 mil till gränstrakterna mellan Södermanland och Närke, väster om Vingåker. Söderut kan stråket ”med god vilja” följas via Söderköping och sedan med större och mindre avbrott ut i Valdemarsviken. Sammanlagt är stråket således ca 11 mil långt.

De största grundvattentillgångarna i detta isälvsstråk är vid:

- Risten, där den egentliga grundvattentillgången är liten, men där man sannolikt kan påräkna inducerad infiltration av sjövatten vid större grundvattenuttag.
- Svärtinge-Tingsbröten, där föreliggande undersökningar pekar mot att denna grundvattentillgång kan få viss betydelse som reserv- eller ”nödvattentäkt”.
- Centrala Norrköping, vars grundvattentillgång knappast kan utnyttjas för uttag av grundvatten, men sannolikt för energiändamål eller värmeväxling.
- Området Styrstad, Tåby, Å, Kuddby och Ljunga, vilket i utvidgad bemärkelse kan sägas tillhöra detta stråk.

2. Isälvsavlagringen vid Strömsfors, som ingår i ett ca 12 km långt stråk med nord–sydlig riktning mellan sjön Virlången och Bråviken. I detta stråk ingår även grundvattenförekomsten vid Krokek.

3. Isälvsavlagringen vid Åby, som utgör ett ca 5 km långt stråk mellan Björnviken och Graversfors station. Man kan även betrakta de mer eller mindre sammanhängande grundvattenförekomsterna under leran omedelbart söder om förkastningen mellan Åby och Svärtinge som tillhörande samma grundvattenförekomst.

4. Isälvsavlagringen vid Norsholm, som har en mycket liten utbredning, men som sannolikt har goda förutsättningar för inducerad infiltration från Motala ström.

5. Övriga isälvsavlagringar i Norrköpings kommun utgörs, liksom de flesta ovan, av grundvattenförande sand- och gruslager under lera. Bland de mer betydelsefulla kan nämnas Vånga, Ö. Stenby, Ö. Husby, Mönnerum och Kvarsebo.

Beträffande grundvattentillgångar utanför kommunens gränser, men som skulle kunna bli av visst intresse hänvisas till s. 52.

Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Norrköpings kommun utgörs huvudsakligen av kristallint urberg, men söder om Svärtinge förekommer ett ca 2,5 x 5 km stort område med underkambrisk sandsten.

Sandstenen är den understa resten av ett tidigare betydligt större område med sedimentära bergarter, med den lagerföljd som fortfarande finns bevarad i västra delen av Östergötland: med sandsten (underst), lerskiffer, alunskiffer samt kalksten med lerskiffer och slamsten (överst). I området vid Svärtinge är sandstenen enligt de seismiska mätningarna maximalt 25–30 m mäktig. På de flesta ställen är den 10–15 m eller tunnare.

Berggrunden i de centrala delarna av kommunen domineras av äldre, omvandlade bergarter av sedimentärt ursprung. Den östra halvan av Vikbolandet utgörs huvudsakligen av omvandlade bergarter av vulkaniskt ursprung. I söder, väster och norr dominerar massformiga och delvis förskiffrade graniter.

För närmare information hänvisas till berggrundskartorna SGU serie Af nr 108 (Kornfält & Lundström 1975), 112, 116 och 123 (Wikström, 1975, 1976, 1978) i skala 1:50 000.

Bergarterna intar generellt en nordväst–sydöstlig till öst–västlig strykningsriktning, dvs. strukturen – förskiffringsplanen – i berggrunden och bergartsgränserna är företrädesvis orienterade i dessa riktningar. Avvikelser förekommer främst i kommunens nordvästligaste delar samt i de västligaste, där berggrunden i stor utsträckning utgörs av massformig (strukturlös) granit.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel, deras lutning från horisontalplanet, varierar från område till område. Stupningen är på många håll mycket brant, nära 90 grader. I vissa områden är stupningen emellertid flackare, 50 grader eller mindre, t.ex. i de mellersta delarna av Vikbolandet samt i kommunens nordligaste och nordvästligaste delar.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel kan ha ganska stor betydelse för grundvattentillgången vid brunnsborrning i berg. Detta beror på att det i berggrunden uppstår avlossningar – sprickbildning som ofta är vattenförande – längs många förskiffringsplan därför att bergets hållfasthet är sämre i dessa. Bergarten är lätt klyvbar längs förskiffringsplan, men inte lika lätt i andra riktningar. (Jämför med ådringen i trä!) Då de flesta brunnar borras vertikalt är chanserna små att man skall träffa vattenförande

avlossningssprickor i områden med vertikalt eller brant stupande förskiffringsplan. I områden med flackt stupande förskiffring är chanserna naturligtvis betydligt större att få vatten. Möjligheterna är proportionella mot stupningsvinkeln. Störst möjlighet har man om man borrar med så rät vinkel som möjligt mot förskiffringsplanen, dvs. lutar borrningen åt rätt håll i förhållande till förskiffringsplanen. Sådana borrningar som avsiktligt avviker från vertikalplanet brukar kallas gradade borrningar. Hur möjligheterna att få vatten ökar vid gradade borrningar åskådliggörs i figur 32.

Det kan vara mycket viktigt att ta hänsyn till hur sprickorna är riktade, särskilt i områden med små grundvattentillgångar, t.ex. där tillgängligt markområde inte inrymmer några egentliga sprickzoner – dvs. de flesta villa- och sommarstugetomter och i områden med risk för salt grundvatten. Se avsnitten "Grundvattnets kemi i Norrköpingstrakten" och "Åtgärder mot salt grundvatten".

Sprickorna längs förskiffringsplanen är förutsägbara medan de flesta andra sprickor inte är det, särskilt i områden där berggrunden är jordtäckt och sprickförekomsten inte kan studeras.

Förskiffringsplanen har tidigare uppmätts på ett stort antal platser av SGU i samband med berggrundskarteringen i området. Dessa s.k. stryknings- och stupningsdata har indelats i tre intervall: 0–45, 46–60 och 61–90 graders stupning. Detta har sedan använts för att på föreliggande grundvattenkarta visa hur brunnsborrning i berggrunden kan utföras för att optimera grundvattentillgångarna. Detta visas med olika långa pilar. Pilens riktning anger åt vilket håll borrningen skall riktas: lång pil anger att borrningen bör lutas så mycket som möjligt, men ca 30 graders avvikelse från vertikalplanet är vad som oftast är rimligt, kort pil anger att ca 15 graders avvikelse från vertikalplanet kan vara tillräckligt, ett kryss anger att det inte är nödvändigt att luta borrningen. Se figur 32.

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnsborrning i berg, kan man rent allmänt säga att berggrunden i Norrköpings kommun i genomsnitt ger mindre vattenmängder än vad som är vanligt i svenskt urberg. Den genomsnittliga (median-) kapaciteten i bergborrade brunnar i kommunen är 420 l/tim, och genomsnittsbrunnen är 82 m djup.

Kartbilden (huvudkartans bild) över variationerna i möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden är framtagen med data ur SGUs brunnsarkiv (se figur 33) med hjälp av statistiska bearbetningar, s.k. variogramanalys och kriging. Dessa metoder beskrivs i kapitlet "Metodbeskrivningar".

Av den sammanställning som visas i beskrivningen till ”Kartan över grundvattnet i Östergötlands län”, SGU serie Ah nr 14, framgår att de omvandlade bergarterna av sedimentärt ursprung är de sämst grundvattenförande och att de yngre, grovporfyriska graniterna är bäst.

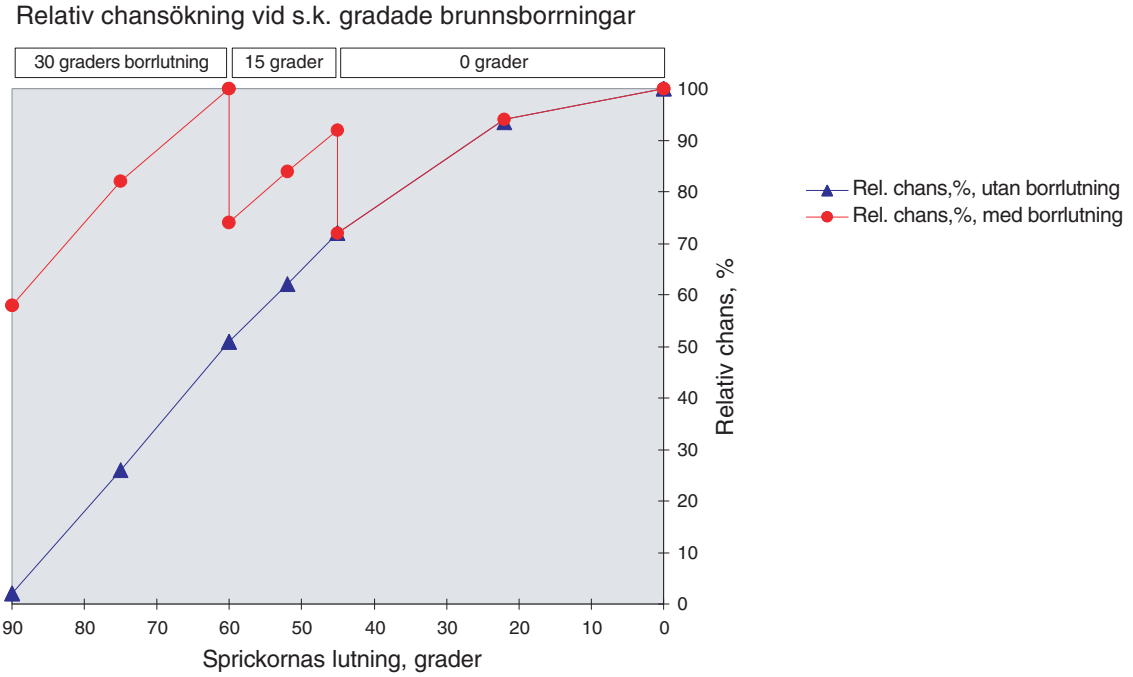


Fig. 32. Bilden visar hur den relativa chansen ökar om man vid brunnsborrning tar hänsyn till vilken riktning sprickorna har (strykning och stupning) och därvid riktar borrningen åt rätt håll. Diagrammet förutsätter att man alltid borrar till ett visst djup. På grundvattenkartan har rekommenderade borriktningar markerats.

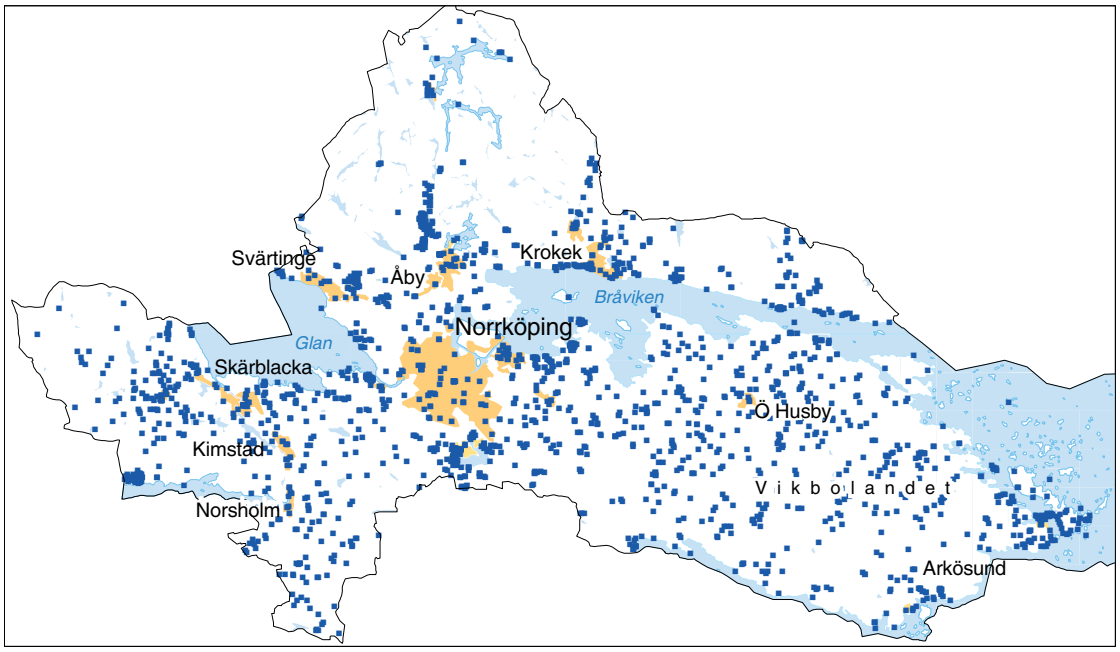


Fig. 33. 2 050 brunnar registrerade i SGUs Brunnsarkiv. Kapaciteten i dessa har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångarna i berggrunden. (Gröna och ljusbruna områden på huvudkartan.)

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

Förkastningar och sprickzoner

Norrköpings kommun berörs av ett flertal större förkastningar och sprickzoner, varav de mest kända är förkastningarna längs Bråviken–Glan och Slätbaken–Roxen samt förkastningarna vid Vånga.

Dessa förkastningar framgår mycket tydligt på höjdreliefkartan över Norrköpingstrakten (fig. 34). Denna karta har tagits fram med hjälp av Lantmäteriverkets höjddatabas, där uppgift finns på markytans höjd för var femtionde meter.

Utöver dessa välkända förkastningar framträder ett flertal andra, visserligen otydligare, men på höjdreliefkartan klart iakttagbara, t.ex. väster och nordväst om Glan.

Även ett mycket stort antal sprickzoner framgår av kartan. Dessa framstår som mer eller mindre raka ”fåror” i kartbilden.

Sprickzonen som på kartan (fig. 34) har markerats med bokstaven ”B” kan följas från Gryts skärgård till trakterna av Ramnäs, en sträcka på ca 200 km. En så långsträckt sprickzon har naturligtvis också ett mycket stort djupgående. Sålunda förekommer diabasgångar längs vissa avsnitt av denna sprickzon. Dessa diabasgångar har ursprungligen varit magma som från jordens inre trängt upp i denna spricka i jordskorpan.

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.

Vissa strukturer framträder tydligare vid förstoringar eller framställning av kartan i gråtoner. Detta gäller t.ex. de relativt stora moränavlagringarna som är utsträckta i isrörelseriktningen sydöst om Svärtinge och Åby och som har karaktär av s.k. drumliner.

Då höjdreliefkartan i sig på ett utmärkt sätt visar ett stort antal strukturer, huvudsakligen i berggrunden, har endast ett fåtal förtydligats med särskilda beteckningar. Här ligger fältet öppet för var och en att göra vidare studier.

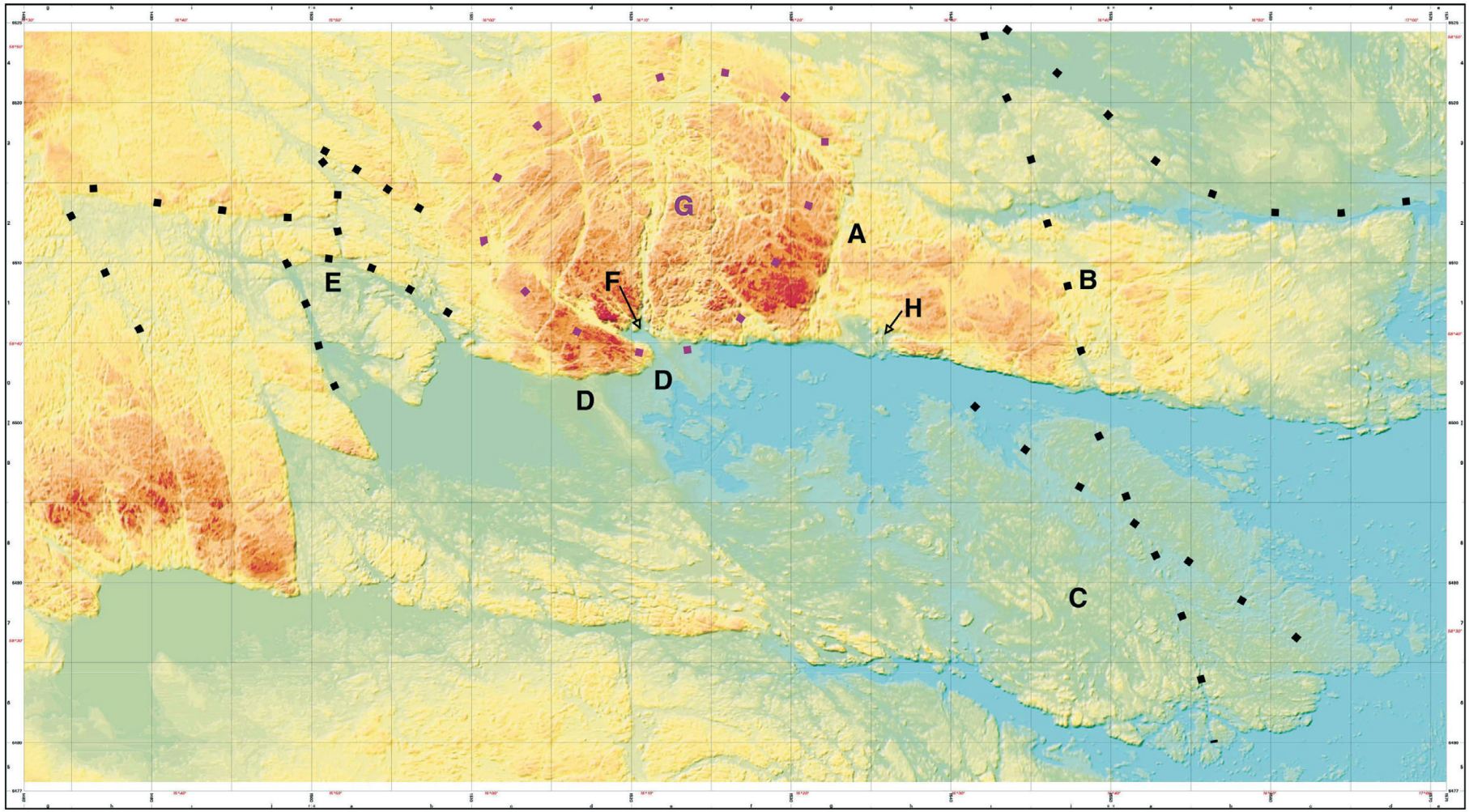


Fig.34. **A** - Förkastning av stor betydelse för grundvattenförekomsten vid Strömsfors. **B** - Mycket långsträckt sprickzon, kan följas från Grytsskärgård åtminstone upp mot Ramnäs. **C** - Veckbågar i berggrunden. **D** - Moränryggar utsträckta i isrörelseriktningen (drumlinbildningar). **E** - Exempel på flerfaldigt upprepat förkastningsmönster såsom vid Vånga. **F** - Sammanströmning av flera stora förkastningar och sprickzoner. **G** - Koncentriska strukturer i berggrunden förorsakade av Graversforsgranitens framträngande. **H** - Genom förkastningar nedsänkta områden med Kolmårdsmarmor.

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus huvudsakligen isälvsavlagringar

Mycket stor grundvattentillgång, med utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 25–125 l/s (ca 2000–10000 m³/d)

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),t.v., viktigt infiltrationsområde, t.h.

Sand- och gruslager under lera

Grundvattentillgång i sand- och gruslager eller i lucker morän under jordlager som är täta eller har dålig ge-nomsläpplighet, främst lera. Grundvattentillgång och uttagsmöjligheter enligt färgskalan ovan. Sättningar kan uppstå i leran vid avsänkning av grundvattennivån

Sammanhängande område med mäktig lera. Vatten-förande sand- och gruslager kan förekomma i och under leran. Brunnar i jord kan vara ett alternativ till brunnar i berg. Sättningar kan uppstå i leran vid avsänkning av grundvattennivån

ÖVRIGT

Mosse, kärr, gyttja. Utgör oftast utströmningsområden

Fyllning

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

Områdena är framtagna genom interpolering av brunnskapacitetsdata ur SGUs brunnsarkiv

Goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 2000–6000 l/h (ca 50–150 m³/d)

Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)

Mindre goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 200–600 l/h (ca 5–15 m³/d)

Liten uttagsmöjlighet. Mediankapacitet <200 l/h (ca 5 m³/d)

Sandsten

Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)

ÖVRIGA BETECKNINGAR

Grundvattnets huvudrörelseriktning

Källa med flödesriktning, vanligen med ett flöde av >0,5 l/s

Observationsrör eller rörbrunn för mätning av grundvattennivå

Sonderingsborrning

Kommunal grundvattentäkt i jord, t.v., i berg, t.h.

Kommunal grundvattentäkt, reserv

Y Kommunal ytvattentäkt

Enskild förordnade grundvattentäkt i jord, t.v., i berg, t.h.

Y Enskild förordnade ytvattentäkt

Enskild brunn i jord, t.v., eller berg, t.h., med kapacitet överstigande 6000 l/h (>ca 150 m³/d)

Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan

Störrre sprickzon, indikation, troligen med bättre möjlighet till grundvattenuttag än omgivande berggrund

Skiffrighet; okänd stupning, t.v., flack stupning (11–50 grader), t.h.

Skiffrighet; brant stupning (51–85 grader), t.v., vertikal stupning (86–90 grader), t.h.

Fig. 35. Teckenförklaring till kartutsnitten på följande sidor.

Seismiska profiler tolkade med avseende på grundvattenförhållanden

I de seismiska profilerna har färgsättningen följande betydelse.

- Blå färg – huvudsakligen sand och grus under grundvattenytan (vattenmättat), dvs. grundvattenmagasinet. Tunnare skikt av lera eller silt kan förekomma i lagerserien. Grundvatten i användbara mängder kan påträffas även i underliggande berggrund, särskilt där sandsten förekommer. De största grundvattentillgångarna torde emellertid föreligga i de blåmarkerade avsnitten.
- Ljusbrun färg – huvudsakligen sand och grus ovanför grundvattenytan (torrt). Tunnare skikt av lera eller silt kan förekomma i lagerserien.
- Gul färg – lera och silt. Tunnare skikt av sand eller grus kan förekomma i lagerserien.
- Olivgrön färg – morän.
- Brungrå färg – torv.
- Turkos färg – sandsten.
- Utan färg – urberg, underst i lagerserien. Sprickzonerna är vanligen betydligt mer vattenförande än den omgivande berggrunden.

Siffrorna som t.ex. 500, 1650 och 5000 (m/s) inne i färgfälten syftar på den uppmätta hastighet som ljudet har i respektive skikt, och som ligger till grund för tolkningarna.

Se s. 69, i första hand figur 75, för tolkningen av de seismiska mätningarna.

I de seismiska profilerna har lägen för borrningar markerats, t.ex. 9601R som är ett observationsrör och 9603S som är en sonderingsborrning.

Grundvattentillgångar i Svärtingeområdet

Allmänt

I anslutning till den stora förkastningen längs Bråviken, via Åby och Svärtinge till Glan, förekommer en hel del sand- och grusavlagringar. De flesta är s.k. svallavlagringar, som utgörs av förhållandevis tunna bildningar av klapper, grus, sand och finsand. Dessa har bildats ur morän och isälvsavlagringar som tvättats och sorterats av forna havsvågor. De flesta av dessa avlagringar har hög vattengenomsläpplighet varför grundvattenbildningen kan vara stor. De ligger emellertid oftast relativt högt i terrängen, så det grundvatten som bildas kan inte hållas kvar. Vattnet rinner i de flesta fall snabbt bort i närmaste bäcksystem. I vissa fall har dessa svallavlagringar emellertid kontakt med nedströms liggande, större grundvattenmagasin.

På grundvattenkartorna är svallavlagringarna, och även vissa högt belägna isälvsavlagringar utan grundvattenmagasin, markerade med mörkbrun färg. På de ställen där sådana sand- och grusavlagringar bedöms stå i hydraulisk kontakt med intilliggande, större grundvattenmagasin har de markerats med en överbeteckning av blå prickar. Sådana områden har således inga egna grundvattenmagasin, men de är viktiga infiltrationsområden till andra, anslutande grundvattenmagasin av större betydelse.

Större grundvattentillgångar förekommer i anslutning till den stora förkastningen, men det är egentligen endast alldeles intill och omedelbart söder om förkastningsbranten. Dessa grundvattentillgångar är nästan överallt täckta av lera eller silt. De är betecknade med blå band på ljusgul botten. Se kartbilden, figur 36.

De sand- och grusavlagringar som inte är täckta av lera eller andra finkorniga jordarter och som håller större grundvattentillgångar har heltäckande blå färg med en nyans som motsvarar grundvattentillgången. Se teckenförklaringen till kartorna, figur 35. Kedjan av ellipser i kartutsnitten markerar det ungefärliga läget för den grundvattendelare som har betydelse för större grundvattenuttag i Svärtingeområdet.

Söder om Svärtinge förekommer förhållandevis stora grundvattenmängder även i ett maximalt 25–30 m mäktigt sandstensskikt, som ligger ovanpå urbergsytan och under täckande jordlager. På kartbilderna har sandstenen turkos färg överbetecknad med ett raster av linjer och prickar. Från detta område finns information från endast ett fåtal brunnar, men i analogi med vad som är känt från andra

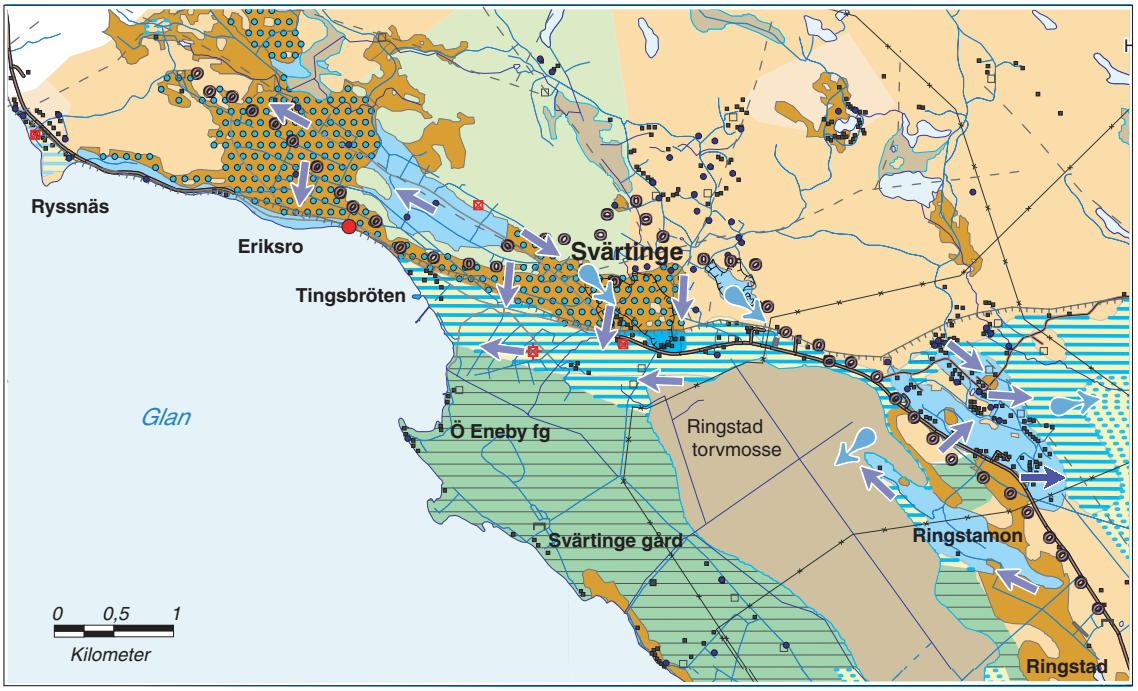


Fig 36. De största grundvattenförekomsterna vid Svärtinge förekommer i området nordväst om Ringstad torvmosse och fram till Eriksro, möjligen ända fram till Ryssnäs.

områden i Östergötland kan man bedöma att en brunn som utnyttjar grundvattnet i sandstenen bör kunna ge 3 000–4 000 l/tim.

Vid Svärtinge har tre delområden undersökts nämligen Ryssnäs, Eriksro och Tingsbröten.

Ryssnäs

Vid Ryssnäs har seismiska mätningar visat på jordlager med en mäktighet av upp emot 50 m närmast förkastningen. På detta ställe gjordes ett försök att driva ner ett 2-tums rör med perforerad spets (9703R). Jordlagren provtogs ner till 22 m djup under markytan och visade sig bestå av övervägande finkornigt material – silt och finsand. Lagren var mycket hårt packade med mycket liten vattenföring och borrningen måste avbrytas på 22 m. Se den seismiska profilen figur 37.

Då hela jordlagerföljden inte kunnat undersökas i detta sammanhang kan man f.n. inte utesluta att den undre delen kan innehålla mer grovkorniga jordarter med betydligt bättre vattenföring. Den förhållandevis höga seismiska hastigheten – 1700 m/s – pekar mot att så kan vara fallet.

För närmare information om hur georadarmätningar och seismiska mätningar utförs och vad informationen i de uppritade profilerna betyder hänvisas till avsnittet om metodbeskrivningar samt till figurerna 3 och 4.

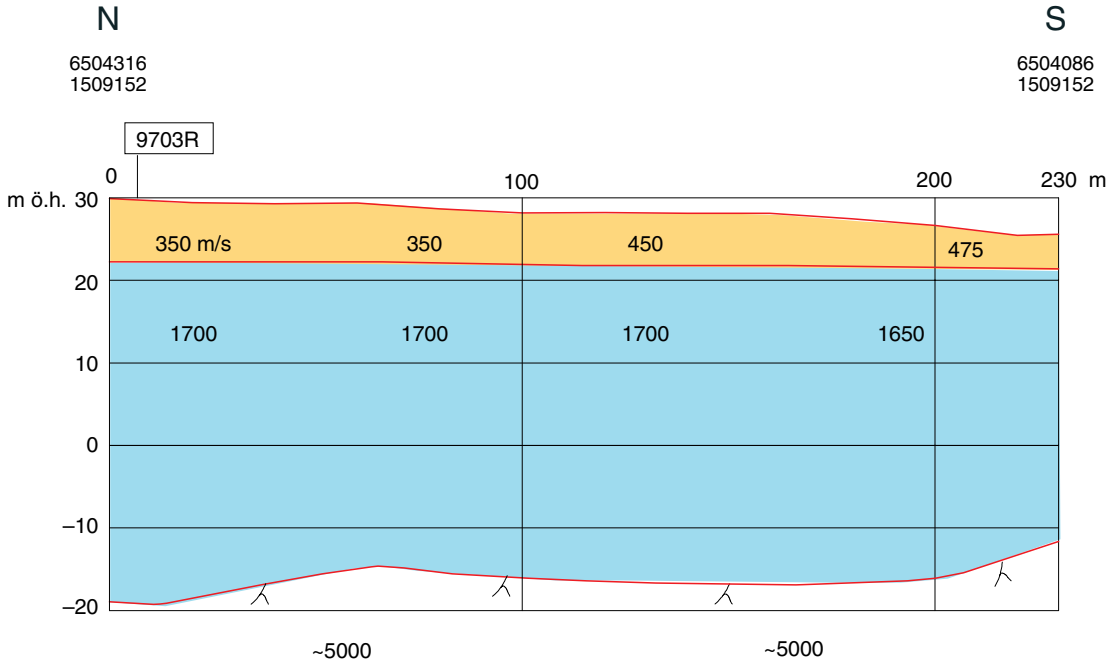


Fig 37. Seismisk profil i nord–sydlig riktning längs västra stranden av udden vid Ryssnäs. Blå färg anger grundvattenmättade jordlager, ljusbrun färg jordlager ovanför grundvattenytan. Den vattenmättade delen är drygt 40 m mäktig.

Eriksro

Vid Eriksro står sand- och gruslager i kontakt med Glan längs en sträcka på ca 1 km. Här kan man anta att det åtminstone i vissa avsnitt kan föreligga möjligheter till inducerad infiltration. Se figur 15. Sådana förutsättningar bör kunna föreligga även i andra avsnitt längs stranden och ute i botten av Glan. Möjligheterna till inducerad infiltration varierar emellertid med fördelningen mellan finkornigt och grovkornigt material.

Den seismiska profilen S1 96, figur 38, uppvisar grundvattenmättade sand- och gruslager med ca 30 m mäktighet. Vid borrningen för observationsröret 9601R konstaterades jordlagren bestå av mel-

lansand och grovsand i intervallet 8–18 m under markytan, dvs. av ett förhållandevis genomsläppligt skikt med 10 m mäktighet. Resterande del av lagerföljden utgörs huvudsakligen av silt och finsand.

Den seismiska profilen antyder homogena förhållanden, men georadarprofilen, figur 39, antyder att jordlagren möjligen kan vara mer grovkorniga i avsnittet 425 till 625 m. Eventuella, fortsatta undersökningar bör därför inriktas på detta avsnitt.

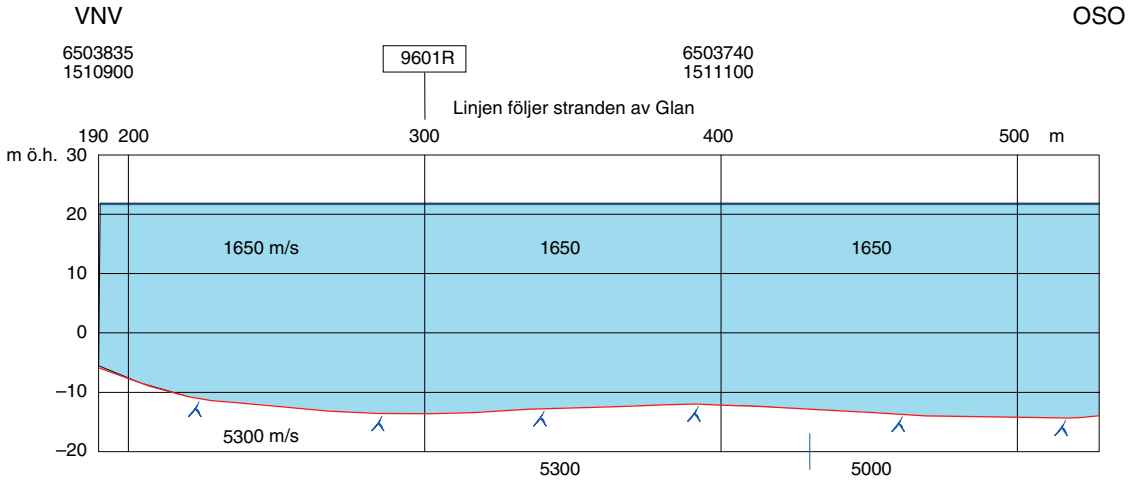


Fig. 38. Del av den seismiska profilen längs stranden av Glan, vid Eriksro. De grundvattenmättade lagren är här mer än 30 m mäktiga.

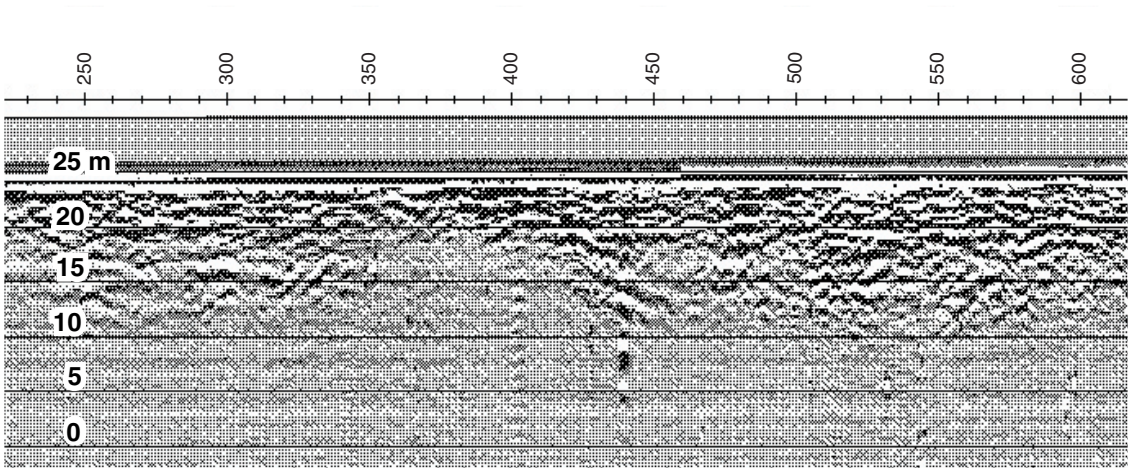


Fig. 39. Georadarprofil vid Eriksro. Strukturlösa partier innehåller tätare jordarter. Georadarn ser här maximalt ca 15 m ner under markytan – till nivån +10 m. Djupare indikationer som t.ex. vid 440 m är störningar.

Tingsbröten

Kartutsnittet, figur 40, visar det område vid Svärtinge där förutsättningarna för större grundvattenuttag bedöms vara bäst. Detta torde vara det område inom kommunens gränser som har de största grundvattentillgångar som f.n. inte utnyttjas för några större grundvattenuttag. Därför har området Tingsbröten–Ringstad torvmosse blivit mest noggrant undersökt inom ramen för denna kartläggning av grundvattentillgångarna i Norrköpings kommun.

Området söder om Svärtinge har tidigare undersökts av SGU: 1975 med seismiska mätningar i förhållandevis stor omfattning för att i första hand utröna förekomsten av kambrisk sandsten, och i mitten av 1980-talet med ett par borrningar för att undersöka grundvattenförekomsten. Alla basdata från såväl de nu genomförda undersökningarna som från de tidigare finns tillgängliga i de databaser som SGU levererat till kommunen. I denna beskrivning tas i första hand de mer intressanta avsnitten av insamlade data upp.

Av kartbilderna framgår att området vid Tingsbröten skiljer sig från området vid Eriksro bl.a. på så sätt att de vattenförande sand- och gruslagren vid Tingsbröten är överlagrade av lera, vilket de inte är vid Eriksro. Om inducerad infiltration skulle kunna förekomma i området vid Tingsbröten vore det i så fall ute under Glans botten.

Undersökningarna vid Tingsbröten inleddes med georadarmätningar, se figur 41 som visar profilen R1-97. Den är uppmätt parallellt med stranden och är markerad med gul färg i figur 40.

Överst i profilen syns flera starka, nästan horisontella reflektorer, vilka kommer från skikt med lera på vilket det ligger skikt med svallsand. Under dessa starka reflektorer syns svagare reflektorer, även dessa nästan horisontella. De är mer homogena lager av sandigt, möjligen grusigt, material.

Under +10 till +15 m ö.h. syns inte längre några tydliga reflexer. Detta har vid de efterföljande seismiska mätningarna visat sig vara gränsen till underliggande sandsten. I georadarprofilen, figur 41, har läget för sandstenens överyta markerats med den nedåtriktade spetsen på trianglar.

Med ledning av resultaten från georadarmätningarna genomfördes seismiska mätningar i samma område, men med förlängning mot nordväst, där det sandiga materialet tilltar i mäktighet och sandstenen tunnar ut. Se de seismiska profilerna figurerna 42 och 43.

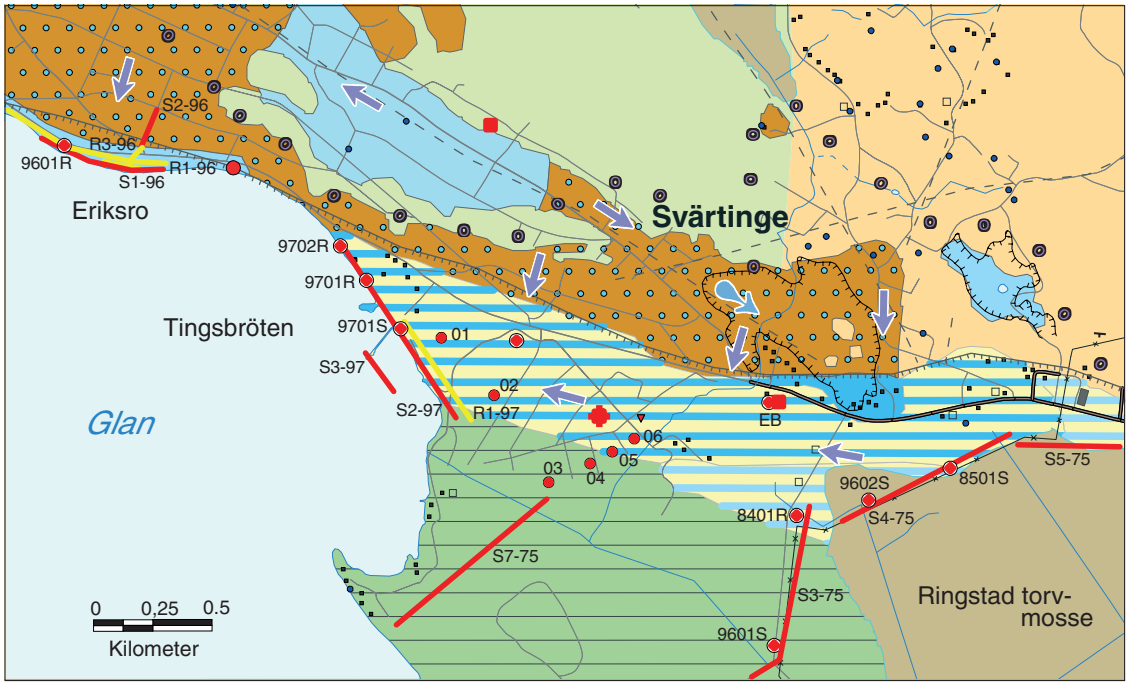


Fig. 40. Detaljkarta över det område vid Svärtinge som bedöms ha den största grundvattenpotentialen. Geofysiska profillinjer och borrningar med registreringsnummer. R1 96 – georadarprofil, S1 96 – seismisk profil, 9701S – sonderingsborrning, 9701R – observationsrör med provtagning av jordlagerföljd och grundvattenkvalitet, 01 – nivårör i kommunens grundvattennät, EB – energiborrhål.

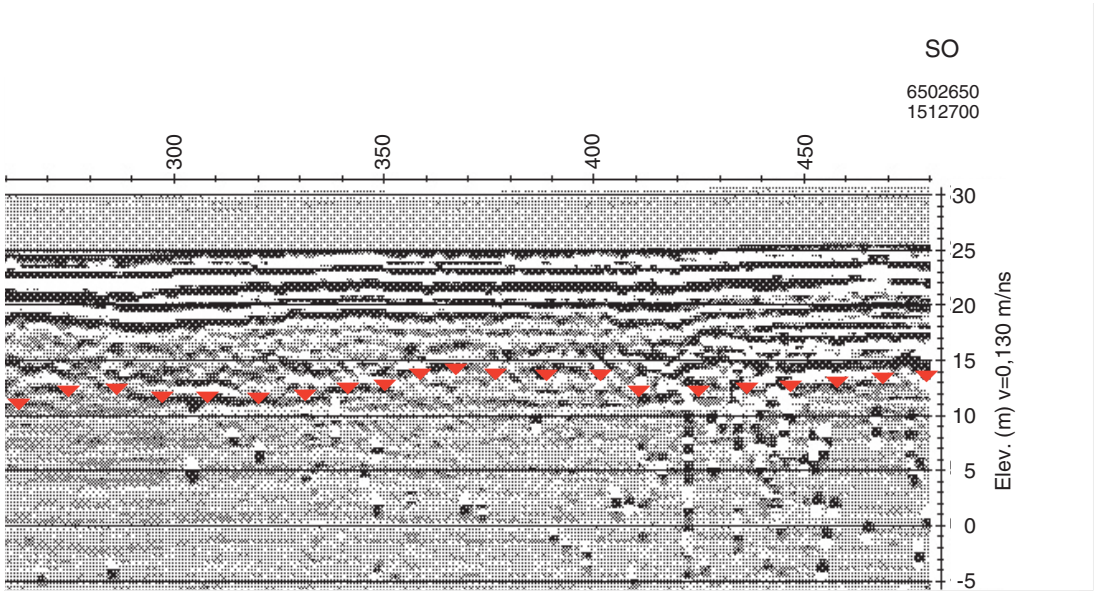


Fig. 41. Georadarprofil längs stranden av Glan vid Tingsbröten. Överst tydliga reflexer från svallsand och glaciallera, under dessa otydligare reflexer från grövre material. Trianglarna markerar den underliggande kambriska sandstenens överyta.

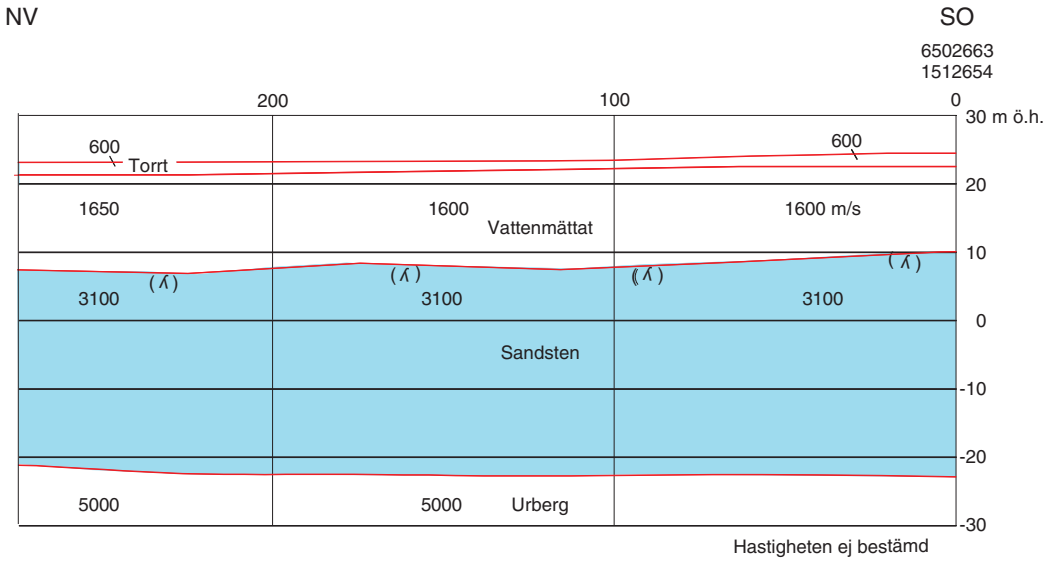


Fig 42. Sydostligaste delen av den seismiska profilen S2-97. Den kambriska sandstenen är här ca 30 m mäktig, de vattenmättade sand- och gruslagren 10–15 m.

De kambriska sandstenslagren tilltar i mäktighet mot sydost. I början av den seismiska profilen S2-97 är de ca 30 m mäktiga. Sannolikt är detta deras maximala mäktighet, så den torde inte tillta ytterligare längre mot sydost. Sandstenen kan följas till 460 m i den seismiska profilen. Avsnittet 460–630 m är inte uppmätt. Vid 631 m och vidare mot NV finns ingen sandsten. Det är möjligt att sandstenen successivt tunnar ut mellan 460 och 630 m, men troligare är att det i detta avsnitt förekommer en förkastning i berggrunden med en språnghöjd av ca 15 m. Jämför urbergsytans nivå i figur 42 med den i figur 43.

Vid borrningen för observationsrör 9701R påträffades på mellan 10 och 15 m djup ett 5 m mäktigt avsnitt med mellansand–grovsand–fingrus. Här var vattengenomsläppligheten mycket god och vattnet klarnade nästan direkt, vilket tyder på mycket liten inblandning av finkornigare material. Se figur 8 från borrningen.

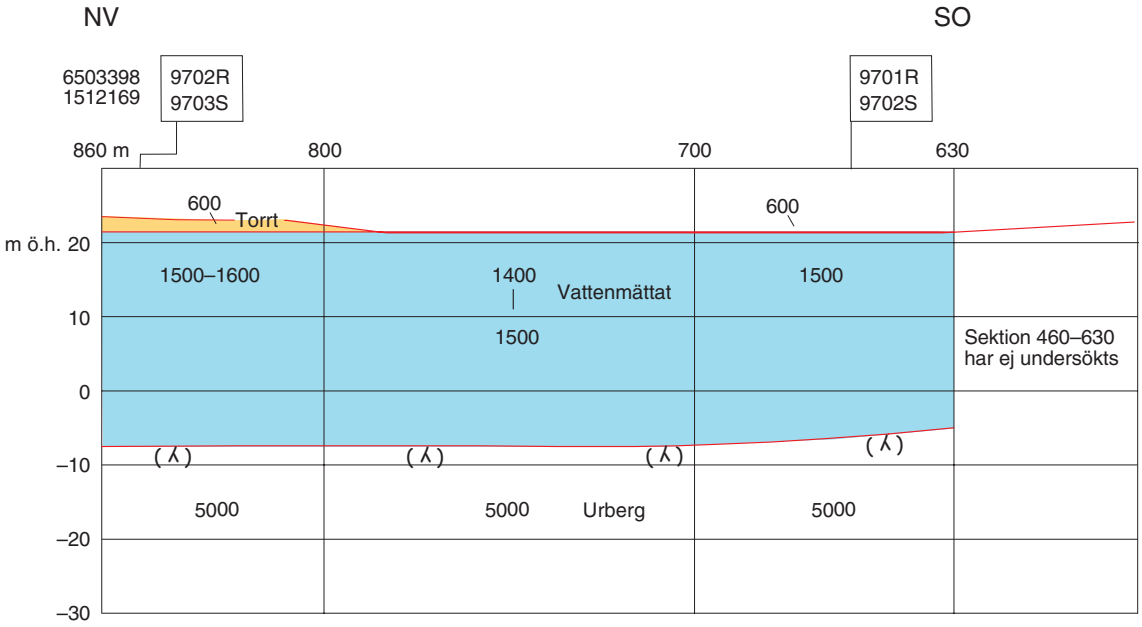


Fig. 43. Den nordvästligaste delen av den seismiska profilen S2-97. Sandstenen har helt tunnat ut och finns inte i detta avsnitt. De grundvattenmättade sand- och gruslagren har däremot tilltagit i tjocklek och är närmare 30 m mäktiga. I profilen är lägen för sonderingsborrningar (S) och observationsrörborrningar (R) markerade.

Sonderingsborrningen 9702S indikerar sandigt material från 15 m till 29 m. Också vid borrningen för 9702R påträffades mycket genomsläppligt material där vattnet klarnade snabbt, här ett 8 m mäktigt avsnitt med mellansand–grovsand mellan nivåerna 14 och 22 m under markytan. Se figur 9 från borrningen.

Utöver informationen från de undersökningar som redovisas här finns uppgifter i SGUs brunnsarkiv om att man i samtliga 18 energiborrningar för Svärtingehus skola påträffat 15 m mäktiga lager av grovt grus under lera. På kartbilden, figur 40, visas läget med bokstäverna EB.

För ytterligare information om alla geofysiska mätningar, borrningar och kemiska analyser i detta (och andra) områden hänvisas till s. 74 och framåt.

Avsnittet som visas i figur 43 torde innehålla mycket bra lägen för eventuella vidare undersökningar med provpumpning i större skala. Sannolikt kan förhållandevis stora grundvattenuttag göras under kortare tid, 30–60 l/s eller kanske mer.

Hur mycket som kan tas ut under längre tid utan att grundvattenmagasinet töms beror dels på hur stor grundvattenbildningen är, dels på om inducerad infiltration av vatten från Glan uppkommer vid större grundvattenuttag.

Det är mycket svårt att beräkna hur stor grundvattenbildningen är i detta område. Detta beror bl.a. på att stora delar av grundvattenmagasinet är lertäckta (de blårandiga områdena på grundvattenkartan). I dessa är möjligheterna små för vatten att uppifrån tränga ner till grundvattenmagasinet.

De huvudsakliga tillförselvägarna för nybildat grundvatten torde vara:

- via de blå och de blåprickiga områdena söder och väster om grundvattendelaren,
- via hydraulisk kontakt med Glan (inducerad infiltration vid större grundvattenuttag),
- via sandstenen, samt troligen också
- via urbergets sprickor i förkastningszonen underifrån till grundvattenmagasinet.

Det är endast genom riktiga provpumpningar under längre tid som man kan få reda på hur mycket som långsiktigt går att ta ut och vilken vattenkvalitet man då får.

Grundvattentillgångar i Åbyområdet

Källhagen

På liknande sätt som vid Svärtinge uppträder de största grundvattenmängderna i detta område i de sand- och gruslager som förekommer under den lera som omger isälvsavlagringen vid Åby, se figur 44.

Den del av isälvsavlagringen som inte är täckt av lera utgörs av bebyggda områden. Dessa har därför inte undersökts i detta sammanhang. Från borrade brunnar i området finns emellertid uppgifter i SGUs brunnsarkiv om stora jorddjup. De största angivna jorddjupen varierar mellan 25 och 60 m. Även om uppgifter saknas om jordart torde det huvudsakligen röra sig om sand och grus, sannolikt till stor del finsand så som i sandtagen vid Svärtinge, se figur 20.

Tyngdpunkten av undersökningarna förlades till området väster om Åby av det skälet att det i dalgången nordöst om Sätra, upp mot Graversfors, förekommer flera partier av isälvsavlagrat sand och grus. I området väster om Åby sammanstrålar också flera mycket stora sprickzoner och förkastningar, där goda förutsättningar för stora jorddjup borde föreligga. Tanken var därför att det under lerorna väster om Åby skulle kunna förekomma förhållandevis mäktiga, vattenförande sand- och gruslager.

Den första seismiska profilen som utfördes i området, S3-96, uppmättes vid Källhagen. Området har säkert fått sitt namn av den källa som rinner upp alldeles vid korsningen mellan en cykelväg och väg 55 mot Katrineholm. Se figurerna 17–19 samt kemisk analys på källvattnet, s. 88.

Som framgår av den seismiska profilen i figur 45 är jorddjupen betydande. Jordlagren utgörs huvudsakligen av sand och grus omedelbart öster om väg 55.

Vid borrningen av observationsrör 9602R påträffades en ca 17 m mäktig packe av sandigt–grusigt material mellan 9 och 26 m under markytan med de bäst vattenförande lagren mellan 14 och 20 m. De översta 9 meterna utgjordes av lera och borrningen avslutades i underliggande morän.

Vattenprov togs på mellan 24 och 26 m djup, se den kemiska analysen på s. 88. Vattnet var hårt med något hög sulfathalt och hög järnhalt. Efter luftning och filtrering (elof) är järnhalten betydligt lägre och ligger i nivå med källans vatten, som efter en flödessträcka på ca 50 m också blivit luftat och filtrerat. Det mesta järnet oxideras snabbt och fälls ut till en rödaktig massa när grundvattnet når markytan och luftens syre.

För att undersöka sand- och gruslagrens vidare utbredning under leran vid Pjältån genomfördes en seismisk mätning tvärs över dalgången. Resultaten framgår av den seismiska profilen S6-96, som visas i figur 46.

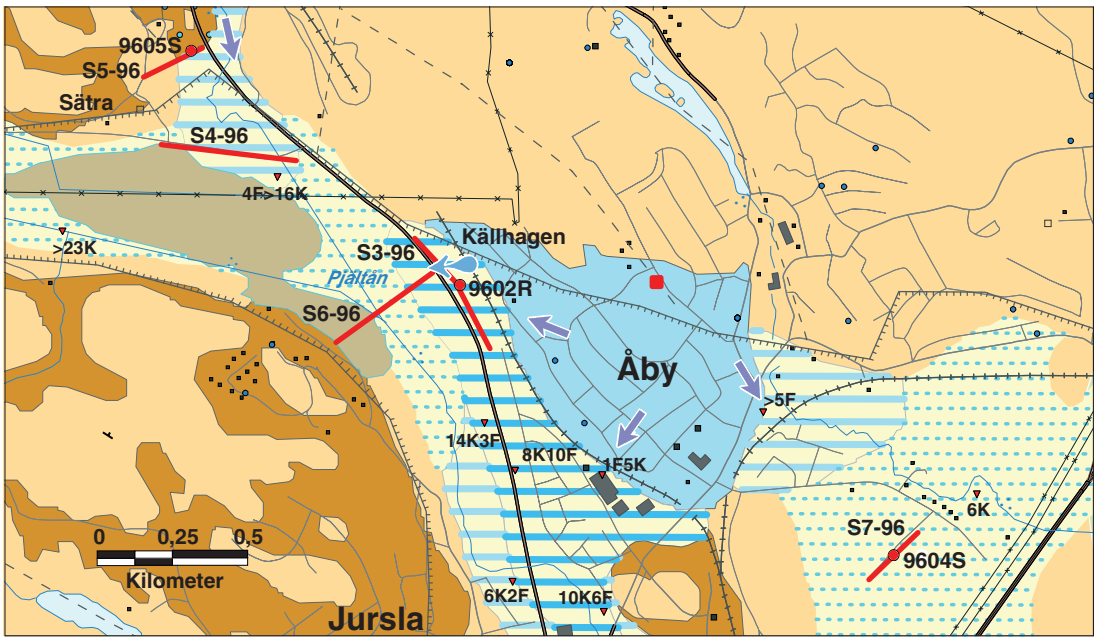


Fig. 44. Detaljkarta över Åbyområdet med undersökningsborrningar och seismiska profillinjer. På samma sätt som vid Svärtinge torde de största grundvattenförekomsterna finnas under lerorna kring sand- och grusavlagringen (blårandade områden).

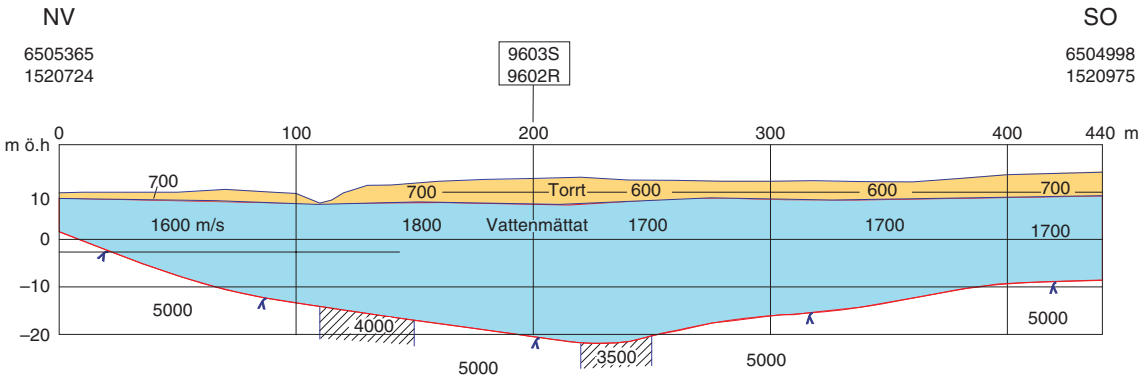


Fig. 45. Seismisk profil omedelbart öster om väg 55. Den vattenmättade zonen är upp emot 30 m mäktig. 1700 och 1800 m/s antyder grov sand och grus. Lägen för sonderingsborrning och observationsrör vid 200 m. 3500 och 4000 m/s är större sprickzoner i berggrunden.

Av de seismiska mätningarna framgår att jordlagren tilltar i mäktighet ut mot dalgången och är ca 40 m vid ån (180–190 m i profilen). Av profilen framgår även att det grovkorniga, sandigt grusiga materialet snabbt tunnar ut mot sydväst – skiktet med ljudhastigheten 1800 m/s.

Den ca 30 m mäktiga packen med ljudhastigheten 1400–1500 m/s utgörs troligen till största delen av silt. Man kan dock inte utesluta att det kan förekomma mer grovkorniga skikt med bättre vattenföring.

De bästa uttagsmöjligheterna i Åby-området torde vara närmast väster och sydväst om järnvägen mot Katrineholm, så som kartbilden visar. Eftersom grundvattnet här förekommer under lera finns risk för sättningar och därmed skador på byggnader och vägar om grundvattnet (grundvattnets trycknivå) avsänks för mycket. Den kontinuerligt uttagbara grundvattenmängden kan bedömas vara av storleksordningen 3–6 l/s. Genomsläppligheten och mäktigheten på sand- och gruslagen är emellertid så stora att man under kortare tid kan ta ut mångdubbelt mer.

En grundvattentillgång av detta slag skulle kunna utnyttjas även för t.ex. kylnings- eller uppvärmningsändamål. Därvid kan kanske så mycket som 20–25 l/s av ca 6-gradigt vatten pumpas upp och återinfiltreras i grundvattenmagasinet utan stora grundvattensänkningar.

Även ur de stora sprickzonerna som indikerats i de seismiska mätningarna skulle större vattenmängder kunna utnyttjas. Hur mycket det skulle kunna röra sig om kan man bara gissningsvis uppskatta till mellan mindre än en till något tiotal liter per sekund. Vattenföringen är troligen mycket olika i olika delar av sprickzonerna.

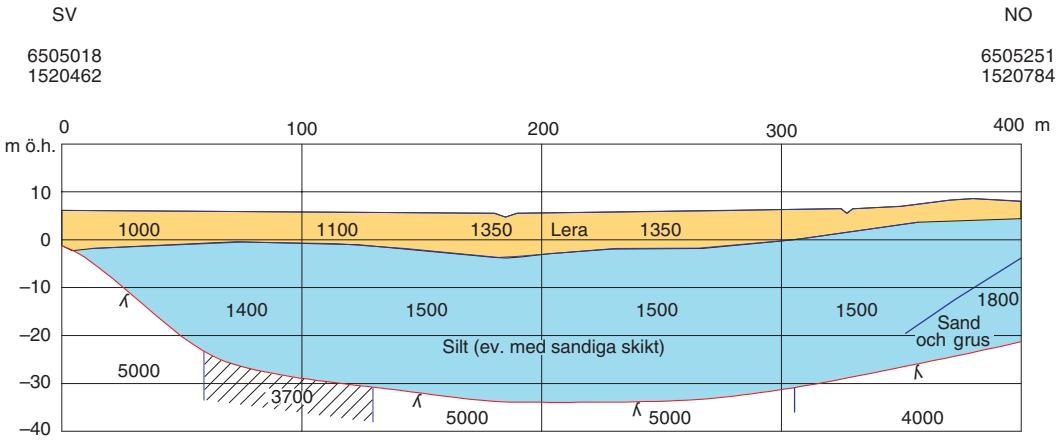


Fig. 46. Seismisk profil tvärs över dalgången väster om Åby. Det grova isälvsmaterialet tunnar ut mot sydväst. Möjligen kan packen med ljudhastigheten 1400–1500 m/s förutom silt innehålla en del mer vattenförande lager. 3700 m/s indikerar en stor sprickzon i berggrunden.

Sätra

Vid gården Sätra har två seismiska profiler uppmätts. Den ena, S4-96 (figur 47), har uppmätts intill vägen mot Hultsbruk. Här är jordlagren betydligt tunnare än vid Källhagen.

De vattenförande skikten tunnar ut både mot väster och mot öster. Någon borrning har inte utförts i denna profil, men man kan med ledning av den seismiska hastigheten anta att det huvudsakligen är sand och silt som bygger upp det vattenförande partiet och att eventuell förekomst av sandigt–grusigt material är liten.

Nordöst om gården har den seismiska profilen S5-96 utförts, se figur 48. Här förekommer grundvattenmagasinet i profilens östligaste del, och allt talar för att grundvattenmagasinets huvuddel ligger rakt under väg 55.

Detta är naturligtvis ett utsatt läge, med förhållandevis stor föroreningsrisk. En eventuell förorening skulle kunna spridas ner mot de större grundvattenförekomsterna vid Åby.

Vid 200 m i profilen utfördes en sonderingsborrning. Vid denna borrning påträffades sand mellan 4 och 20 m under markytan, delvis med lite grövre material inlagrat. Från 20 till 23 m under markytan gick borrningen genom morän. Borrningen slutade i något som kan bedömas vara trasigt berg. Se låghastighetszonen i berggrunden (3200 m/s), figur 48.

Grundvattentillgången torde här inte vara mer än ett par liter per sekund.

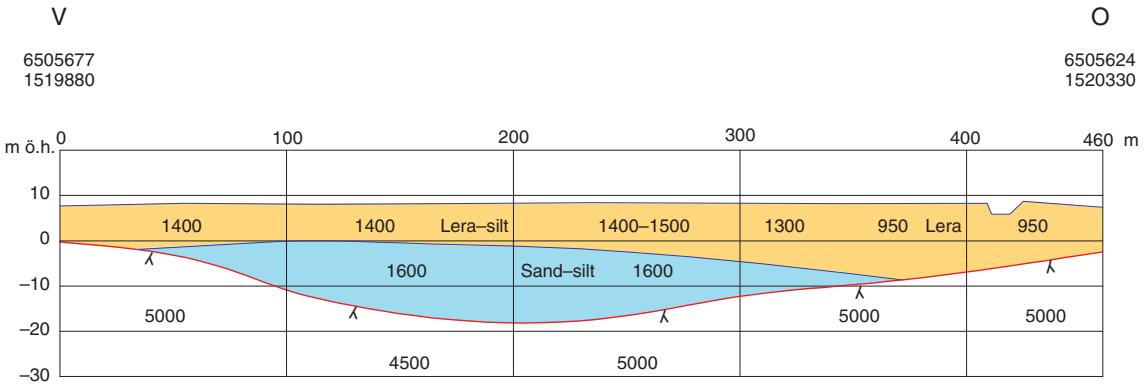


Fig. 47. Seismisk profil söder om gården Sätra, längs vägen mot Hultsbruk. De vattenförande lagren är betydligt tunnare här än vid Källhagen, sannolikt är de också mer finkorniga.

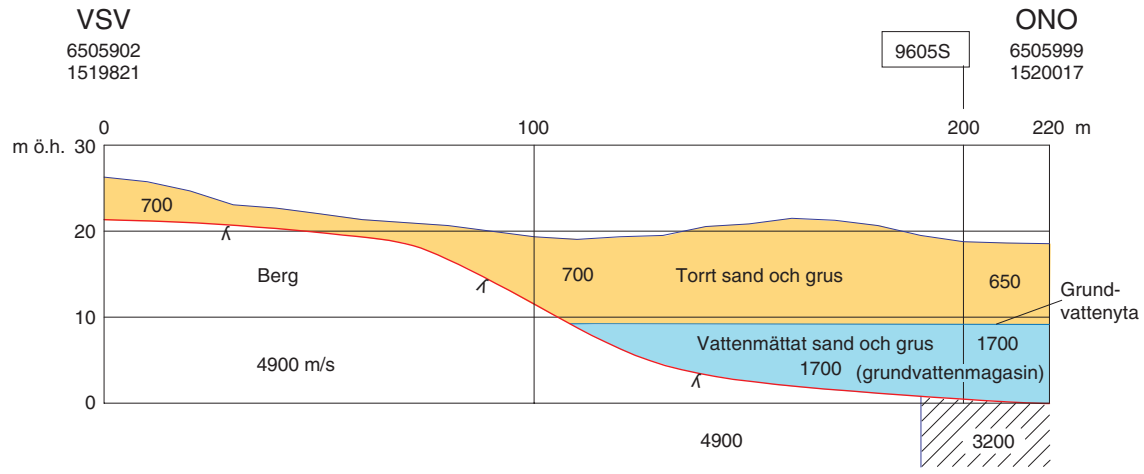


Fig. 48. Seismisk profil mellan gården Sätra och väg 55. Grundvattenmagasinet fortsätter in under väg 55 och är här förhållandevis känsligt för föroreningar. I berggrunden i slutet av profilen uppträder en stor sprickzon (3200 m/s).

Sydöst om Åby

För att undersöka en eventuell fortsättning mot sydöst av isälvsavlagringen vid Åby utfördes seismiska mätningar och en sonderingsborrning i området mellan järnvägen mot Nyköping och motorvägen E4.

Den seismiska profilen, figur 49, ser från grundvattensynpunkt lovande ut, men sonderingsborrningen 9604S avslöjade att grundvattenmagasinet här utgörs av en serie täta växlingar mellan sandiga och leriga–siltiga skikt. Förhållandena var likartade från markytan och ner till ca 10 m. Borrningen avslutades i hård bottenmorän.

Isälvsavlagringen vid Åby har således ingen egentlig fortsättning under leran åt detta håll, vilket innebär att möjligheterna till större grundvattenuttag bedöms vara mindre goda i detta område.

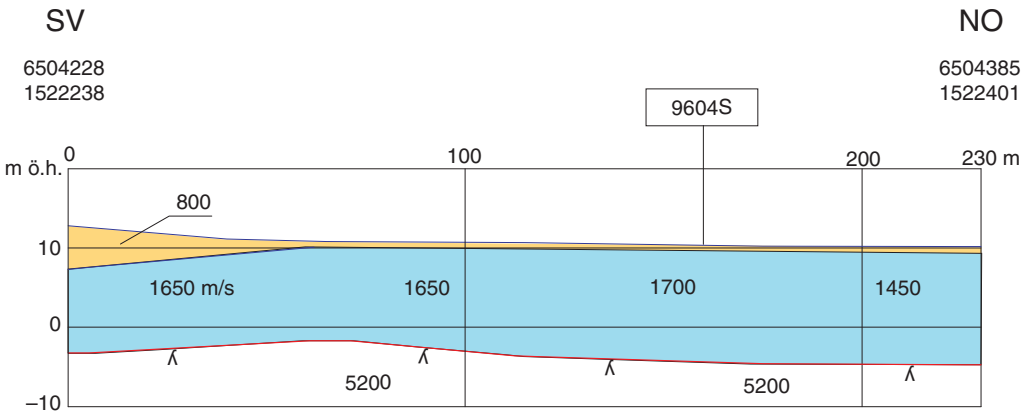


Fig. 49. Seismisk profil mellan järnvägen och E-4 sydöst om Åby. Det vattenmättade partiet utgörs här av täta växlingar mellan sandiga och leriga–siltiga skikt.

Grundvattentillgångar vid Strömsfors

Mellan sjön Virlången och Bråviken vid Krokek sträcker sig en isälvsavlagring. Den är på flera ställen täckt av lera, silt eller svallsand, som t.ex. vid Krokek. Den är också genom höga berglägen, som t.ex. söder om sjön Gullvagnen, se figur 1, uppdelad i flera, från varandra skilda grundvattenmagasin. Det mest betydelsefulla grundvattenmagasinet förekommer mellan Björnsjön och Gullvagnen. Det har undersökts mycket noggrant genom borrningar och provpumpningar av VBB Viak (VBB Viak 1996).

Mycket genomsläppliga sand- och gruslager med mäktigheter närmare 20 m har påvisats vid borrningarna i den södra delen av området, vid Stubbetorp och Gullvagnen. I den norra delen, från Björndalen till Björnsjön, är de vattenförande sand- och gruslagren ca 5 m mäktiga.

Provpumpningarna har genomförts vid Stubbetorp och vid Björndalen. Dessa har visat att den kontinuerligt uttagbara vattenmängden är ca 25 l/s sammanlagt. Vid stora grundvattenuttag sker sannolikt inducerad infiltration från sjön Gullvagnen och från sådana partier av bäckar och diken i uttagsplatsens närhet, där pumpningen förorsakat grundvattensänkning och där hydraulisk kommunikation finns med grundvattenmagasinet.

Av kartutsnittet, figur 50, framgår att en förkastningslinje löper genom området från strax väster om Gullvagnen till Björnsjön (den tandade linjen). Se även höjdreliefkartan över Norrköpingstrakten, s. 34. Grundvattenmagasinet tillförs vatten även underifrån, från sprickorna i denna förkastning och från andra sprickzoner (streckade linjer). Detta beror på att trycknivån i berggrundvattnet är högre än trycknivån i jordgrundvattnet. I de omgivande, högre bergen ligger grundvattenytan högre än grundvattenytan i sand- och grusavlagringen.

Av kartbilden, figur 50, framgår att en grundvattenström rör sig från Gullvagnen till Björnsjön. Detta gäller under opåverkade förhållanden. Vid större grundvattenuttag vid Stubbetorp kommer strömmen från Gullvagnen att förstärkas (inducerad infiltration) och norr om Stubbetorp kommer grundvattenströmmen att vända söderut.

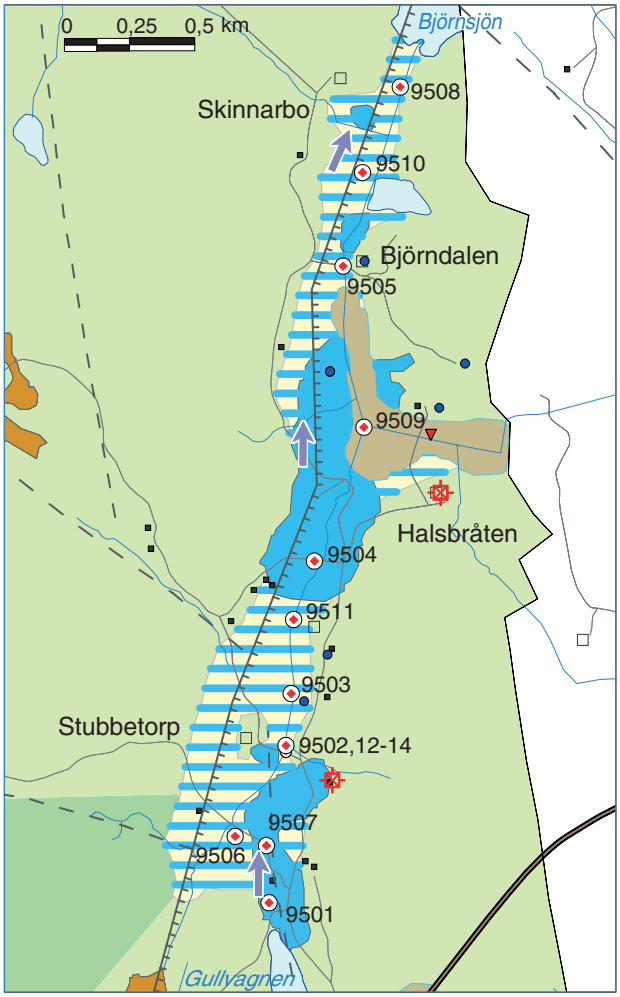


Fig. 50. Grundvattenförekomsten 2 km norr om Strömsfors med VBB Viaks grundvattenrör.

Grundvattentillgångar vid Tägnetorp

Vid Tägnetorp i nordligaste delen av kommunen förekommer en isälvsavlagring, se figur 51, som är en del av ett längre stråk som sträcker sig från några km öster om Kvarsebo och upp till sjön Tisnaren.

Eftersom den naturliga grundvattentillgången här från början bedömdes vara liten, inriktades undersökningarna på att ta reda på om förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning kunde föreligga. Dessa förutsättningar är tillgång till bl.a. råvatten, infiltrationsytor, magasinerings- och uttagsmöjligheter.

Att infiltrationsytor och råvatten finns är uppenbart. För att undersöka magasinerings- och uttagsmöjligheterna gjordes georadar- och seismiska mätningar intill gården Tägnetorp.

Georadarmätningarna, se figur 52, antyder att det kring 100 m i profilen skulle kunna finnas förhållandevis mycket sand och grus.

Den seismiska mätningen som gjordes längs samma sträcka för att kontrollera radarmätningarna visar däremot inte några stora jorddjup på detta ställe, se figur 53. Med ledning av hur den seismiska profilen ser ut är det lättare att se vilken reflex i radarmätningen som kommer från berggrundsytan. På detta ställe är det uppenbarligen så att georadarn ”ser” ovanligt långt ner i berget.

De geofysiska mätningarna har visat att grundvattenmagasinet har en mäktighet av endast 5–7 m. Detta är förhållandevis lite och medger inga riktigt stora grundvattenuttag, inte ens med konstgjord grundvattenbildning.

Läget kring 80 m i den seismiska profilen torde vara det mest optimala i området, med en uttagsmöjlighet av högst ett par liter per sekund, där en del kan komma som inducerad infiltration från sjön Fläten.

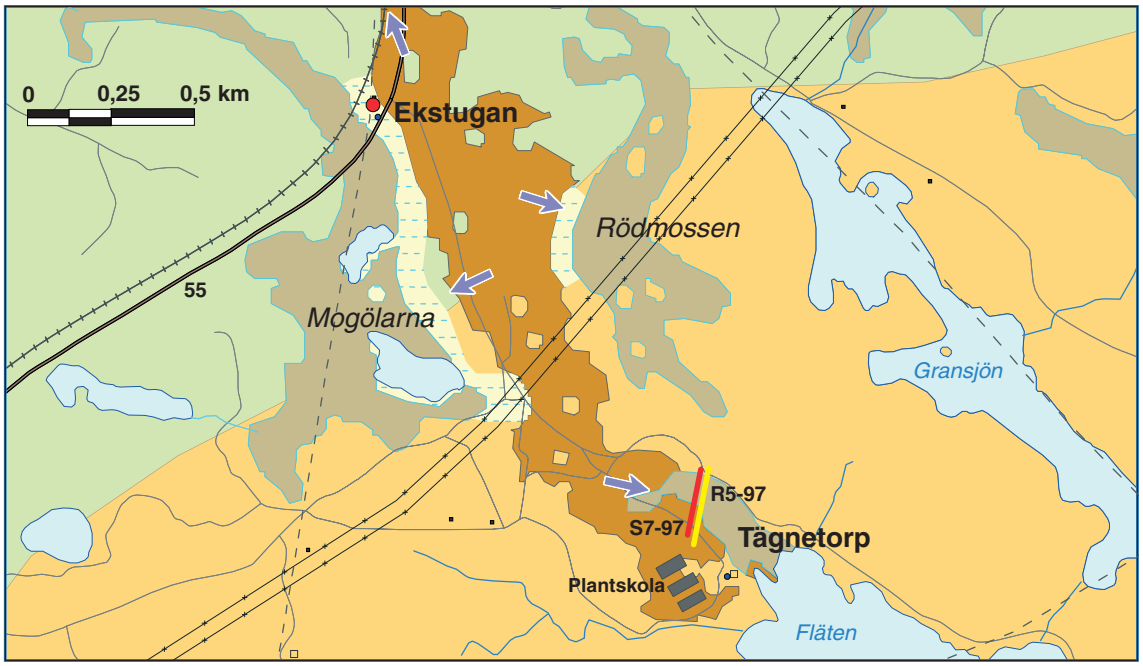


Fig. 51. I isälvsavlagringen vid Tägnetorp förekommer flera höga berglägen dvs. hällar ”sticker upp” genom sanden och gruset – de ljusa gluggarna i det mörkbruna fältet. R5-97 är georadarprofil, S7-97 är seismisk profil.

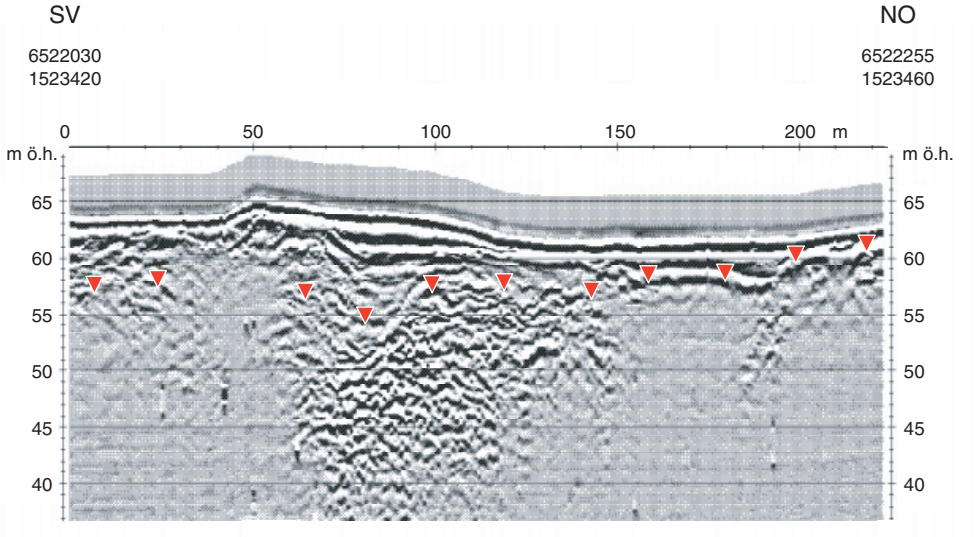


Fig. 52. Georadarprofil vid Tägnetorp. Trianglarna markerar bergytan. Kring 100 m ”ser” georadarn ovanligt djupt ner i berggrunden.

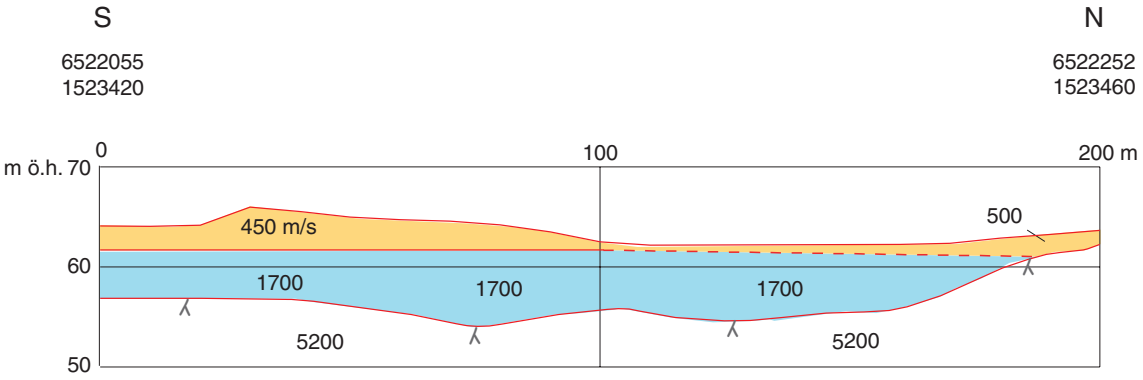


Fig. 53. Seismisk profil vid Tägnetorp. Av denna framgår att grundvattenmagasinet endast är 5–7 m mäktigt.

Grundvattentillgångar på Vikbolandet

Som framgått flera gånger tidigare finns inga riktigt stora grundvattentillgångar i Norrköpings kommun, och de grundvattentillgångar som finns är i de flesta fall sådana som utgörs av grundvattenförande sand- och gruslager under lera, se figur 14. På Vikbolandet gäller dessa förhållanden i särskilt hög grad. Här finns flera kommunala grundvattentäkter som får sitt vatten från denna typ av grundvattenförekomster så som vid Ljunga, Ö. Husby, Fristad, Kuddby och Mönnerum.

Utöver dessa tillgångar, som redan nu utnyttjas för kommunal grundvattenförsörjning, finns det goda skäl att anta att i första hand området Tåby–Fristad–Gnestad kan innehålla betydelsefulla mängder grundvatten, se figur 54. Av grundvattenkartan framgår att även andra liknande områden finns på Vikbolandet.

Två brunnar vid Runnbergsmarken är borrade i sand och grus och sedan vidare ner i berggrunden. Enligt brunnsprotokollen är jordlagren 17 resp. 11 m mäktiga vid brunnarna. Detta är en indikation på goda förutsättningar för större grundvattenuttag i området.

I lerområdena har fyra av åtta sonderingsborrningar påvisat förekomsten av mellan 1 m och >9 m sand eller grus under leran. Av de återstående har två inte borrats igenom leran, varför man på dessa ställen (de röda trianglarna 20L och 30L i kartutsnittet, figur 54) inte kan utesluta förekomsten av underliggande sand- och gruslager.

Eftersom grundvattennivån i dessa lerområden inte ligger långt från markytans nivå kan man utgå ifrån att sand- och gruslagren också är grundvattenförande. Man kan här göra den bedömningen att vattenmängder av storleksordningen 1–5 l/s skulle kunna tas ut i olika delområden. Då emellertid detta är jordbruksbygd kan halterna av t.ex. kväveföreningar vara förhöjda.

Då leran på de flesta ställena är mycket mäktig är risken för föroreningspåverkan av grundvattentillgångarna liten eller ingen alls ute på lerområdena. Riskområdena är i stället de där sand- och grusavlagringarna inte är lertäckta. Dessa har blå eller brun färg med blåa prickar på kartan. Dessa områden är i många fall bebyggda med ladugårdar etc. vilket kan innebära viss föroreningsrisk.

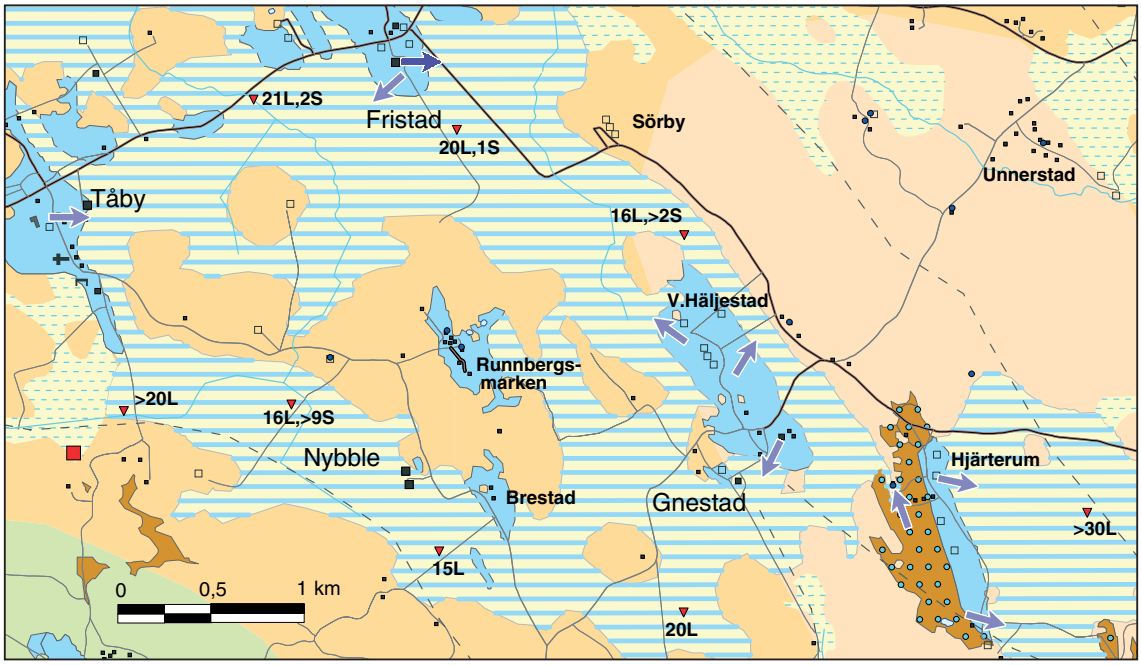


Fig. 54. I området öster om Tåby på Vikbolandet förekommer flera mindre isälvsavlagringar. Sannolikt förekommer vattenförande sand- och gruslager också under leran på många ställen i detta område. Trianglarna visar lägen för sonderingsborrningar. Nordväst om Nybble har mer än 9 m sand eller grus påträffats under 16 m lera.

Grundvattentillgångar i centrala Norrköping

Norrköping är beläget där Motala ström korsar stråket med traktens största isälvsavlagringar, de som har sin fortsättning norrut via Svärtinge, sjön Risten och vidare mot Närke samt söderut mot Västervikstrakten.

Isälvsavlagringen i Norrköping har ingen tydlig åsform i markytan. Kunde man skala av lerorna skulle åsformen framträda mycket tydligare. Av lagerföljdsuppgifterna i kartbilden, figur 55, framgår att åsen ytmässigt endast är en mindre del av isälvsavlagringen, vilken således breder ut sig ganska långt mot öster under lerorna. Den största påträffade mäktigheten på grundvattenmagasinet under lerorna är 17 m.

Det är emellertid inte känt hur kornstorleksfördelningen ser ut. Det vill säga man vet inte var det finns grövre, välsorterat, grusigt material med goda möjligheter till större grundvattenuttag, och inte heller var uttagsmöjligheterna är sämre.

I och med att grundvattentillgången på många ställen ligger under leror med känslig bebyggelse kan det vara mycket vanskligt att göra sådana grundvattenuttag som medför en avsänkning av grundvattennivån (grundvattnets trycknivå). Detta beror på att en sådan avsänkning vanligtvis medför en avvattning av lerorna, vilket innebär en volymminskning med påföljande sättningar i marken. Sådana sättningar kan givetvis förorsaka inte bara markskador utan även skador på bebyggelsen. Trots detta kan det vara möjligt att utnyttja en grundvattentillgång av det här slaget t.ex. för uppvärmnings- eller kylningsändamål, under förutsättning att grundvattnet återinfiltreras till sand- och gruslagren under lerorna, så att ingen eller endast en obetydlig avsänkning uppkommer.

Här är det naturligtvis mycket svårt att uttrycka en storlek på grundvattentillgången utan att ha mer kännedom om jordartsfördelningen och därmed grundvattenmagasinets genomsläpplighet. Sannolikt kan upp till några tiotal liter per sekund cirkuleras.

Norrköpings kommun har upprättat ett nät av grundvattenrör där grundvattennivån (trycknivån) på varje plats kan mätas på olika djup under markytan.
Grundvattennivåerna och grundvattnets strömningsriktningar som visas i figur 56 hänför sig till den understa nivån, den som tillhör isälvsavlagringens grundvattenmagasin som utgörs av sand och grus. Andra nivåer som mäts är trycknivåer i lerorna och grundvattennivåer i morän.

Eftersom en isälvsavlagrings mer eller mindre välsorterade sand- och gruslager har större porvolym än andra jordarter, rör sig vattnet lättare där. Sand- och gruslagren fungerar därför som dräneringar för grundvattnet, såväl där de är lertäckta – gula områden med heldragna eller streckade blå linjer – som där de inte är det – helblå områden.

Även om grundvattenmagasinet är förhållandevis stort, är grundvattenbildningen mycket begränsad, dels av de täckande lerorna, dels av bebyggda och asfalterade ytor där regnvattnet leds bort i de kommunala avloppsledningarna. En viss mängd grundvatten nybildas dock och motsvarande vattenmängd måste rinna ut någonstans. Grundvattenutflödet sker där nivåerna är lägst. Av figur 56 framgår att ett grundvattenutflöde bör ske någonstans i närheten av Strömsholmen.

Grundvattennivåerna är angivna i höjdsystemet 1900. Detta utgår från en 0-nivå – havsnivå – som låg ca 40 cm högre än dagens havsnivå. Denna skillnad beror förstås på de senaste 98 årens landhöjning. Nivån –0,03 (m ö.h.) ligger således inte under havsnivån utan 37 cm över nuvarande medelvattenstånd i havet.

Den låga nivån vid Strömsholmen skulle alternativt kunna bero på att grundvatten pumpas ut ur någon brunn i närheten. Nivåskillnaderna (gradienterna) mellan de olika grundvattenrören är emellertid normala och tyder inte på att så skulle vara fallet. Ett visst grundvattenutflöde sker också längre ut i hamnområdet, i närheten av Blixholmen.

Med ledning av äldre uppgifter på grundvattennivån vid Finspångsvägen (vid kartutsnittets nordvästra hörn) och information från närliggande brunnar, kan en grundvattendelare bedömas ligga i närheten av rondellen. Detta framgår av de divergerande strömningspilarna.

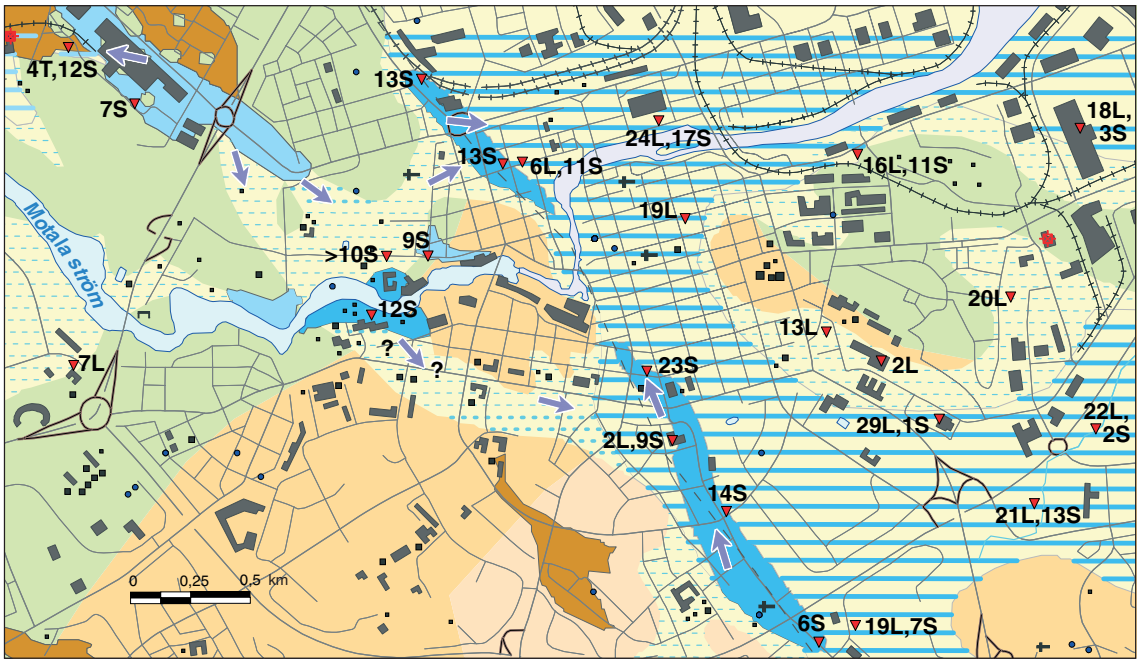


Fig. 55. Grundvattenförekomsterna i centrala Norrköping. Röda trianglar är sonderingsborrningar, L är huvudsakligen lera, S är huvudsakligen sand och grus. Sand- och gruslagren breder ut sig under lerorna öster om åsen. Där är grundvattenmagasinet ställvis mer än 10 m mäktigt.

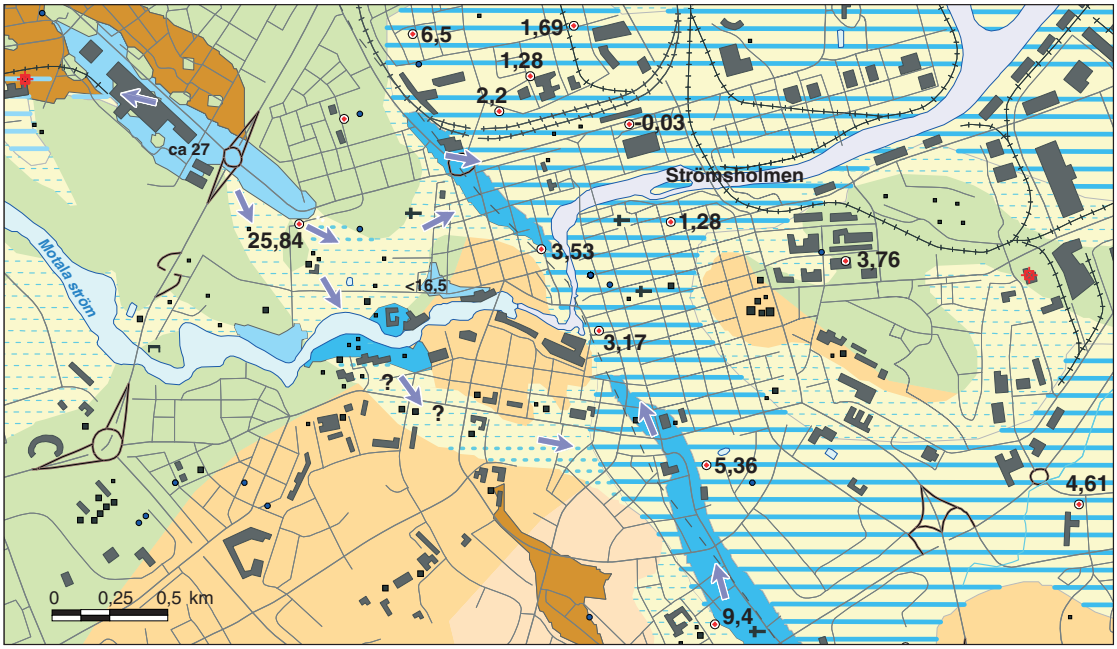


Fig. 56. Grundvattennivåer och strömningsriktningar i isälvsavlagringens grundvattenmagasin i centrala Norrköping. Möjligen kan en grundvattenström gå från Motala ström mot sydöst under Södra Promenaden så som pilen med frågetecknen visar. Rödvita punkter är rör för mätning av grundvattennivån i det största grundvattenmagasinet, det i isälvsavlagringen.

Större grundvattentillgångar närmast utanför kommungränsen

Sonstorpsåsen vid Stigstorpegölen

Sonstorpsåsen, ca 10 km nordväst om Finspång, är inte någon särskilt stor ås och har därför inga större, naturliga grundvattentillgångar. Större grundvattenuttag måste därför baseras på konstgjord grundvattenbildning eller inducerad infiltration. Längs sträckan Stigstorp–Sonstorps Bruk kan man preliminärt bedöma att sådana förutsättningar kan finnas. Inom ramen för denna grundvattenundersökning har det varit möjligt att undersöka endast området vid Stigstorpegölen. På detta ställe har fyra georadarprofiler och en seismisk profil uppmätts.

Tolkningen av georadarprofilerna har inte varit helt entydig, men man kan bedöma att grundvattenmagasinet på många håll har en mäktighet av ca 15 m.

Georadarprofilen R9-97, figur 57, antyder höga berglägen i början och i slutet, men den kontrollerande seismiska profilen, figur 58, visar att berggrunden ligger högt endast i slutet.

Den seismiska profilen är uppmätt längs samma linje som georadarprofilen och i detta fall får man lita mest på seismiken och anta att bergytan inte ligger högt intill sjöstranden.
Den förhållandevis tydliga grundvattenytan i georadarprofilen, figur 57, antyder att grundvattenmagasinet utgörs av grov sand och grus. De förhållandevis höga seismiska hastigheterna på 1800 till 1850 m/s i figur 58 visar i likhet med georadarmätningen att materialet i grundvattenmagasinet är grovt.

Den seismiska profilen visar att grundvattenmagasinet sträcker sig ut under sjön. Man kan därför på detta ställe förvänta sig goda möjligheter till inducerad infiltration. Den omättade zonen (med ljusbrun färg i profilen) har en mäktighet på drygt 10 m varför man också kan anta att även möjligheterna till konstgjord grundvattenbildning är goda.

Den naturliga grundvattenbildningen i området är förhållandevis liten, av storleksordningen 5–25 l/s, men genom inducering och konstgjord grundvattenbildning är det troligt att betydligt större grundvattenmängder skulle kunna tas ut.

Viktiga frågor i sammanhanget är emellertid ytvattnets (Stigstorpegölen–Emmaåns) kvalitet samt tillgången på ytvatten, vilken kan vara begränsad, t.ex. beroende på behoven vid det nedströms liggande Sonstorps Bruk.

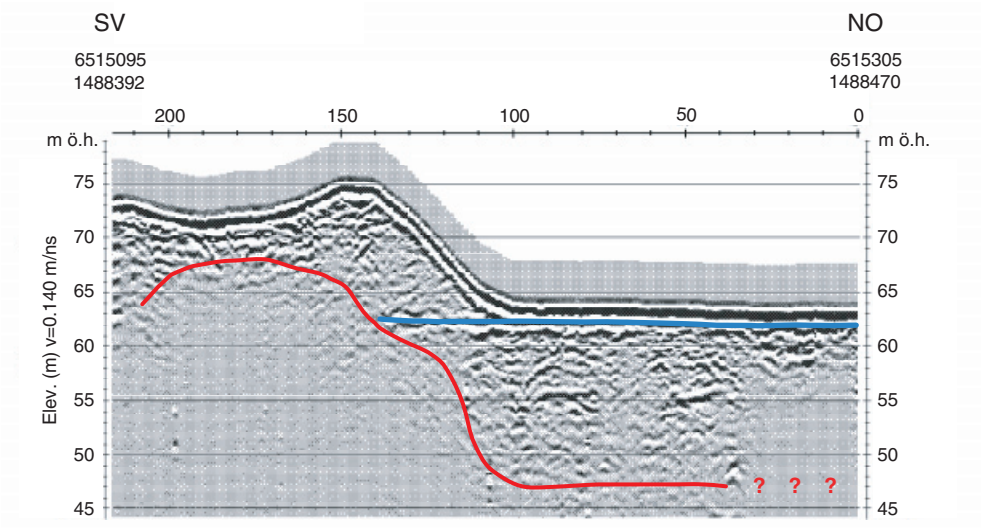


Fig. 57. Georadarprofil uppmätt vid grustaget intill Stigstorpegölen, från stranden mot sydväst. Den undre (röda) linjen markerar bergytan, den övre (blå) markerar grundvattenytan.

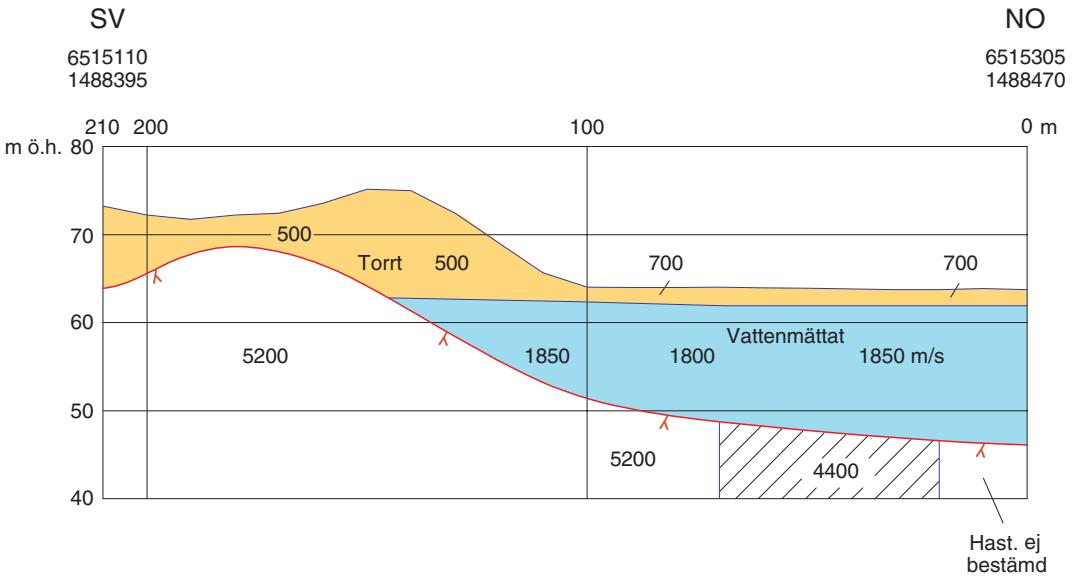


Fig. 58. Seismisk profil vid grustaget intill Stigstorpegölen, från stranden mot sydväst. 1800–1850 m/s antyder grovt och genomsläppligt material. 4400 m/s är en sprickzon i berggrunden.

Skiramon söder om Björkvik

Skiramon, ca 5 km söder om Björkvik, är en relativt stor sand- och grusackumulation som tillhör en i övrigt förhållandevis liten isälvsavlagring. Den har sin början vid Skiramon och kan följas mot nordväst längs en sträcka av knappt 20 km.

Kartutsnittet i figur 59 är hämtat från kartan ”Grundvattentillgångar i Katrineholms kommun”, SGU serie An 7.

Skirsjön och de små myrmarkerna söder om sjön är bildade som dödisgropar. De bruna partierna i kartbilden representerar höga berglägen med torr sand och grus. De omger sjön och myrmarkerna

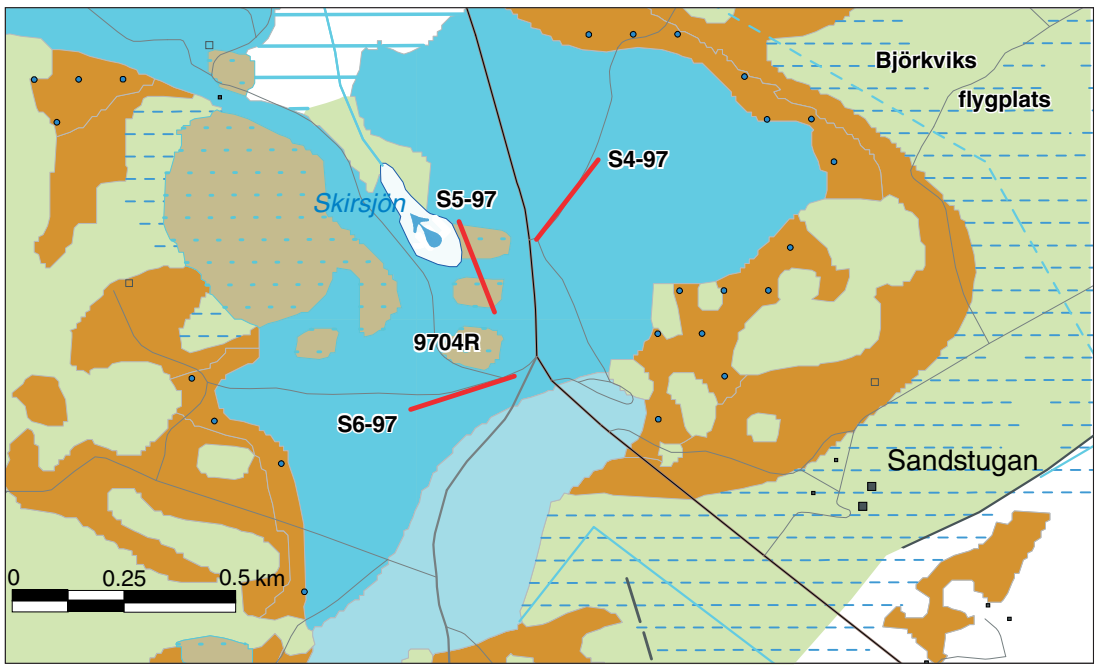


Fig. 59. Sand- och grusavlagringen Skiramon ca 5 km söder om Björkvik. Skirsjön är en källsjö.

likt en amfiteater. Grundvattenflödena sker närmast radiellt in mot källan i Skirsjön. Se även foton, figurerna 7 och 22.

De seismiska profilerna S4-97 och S6-97, figurerna 60 och 62, visar att den omättade zonen i områdena som omger källsjön (ljusbrunt i de seismiska profilerna) till stora delar är 15–20 m mäktig. (Detta indikerar att grundvattenmagasinets utsträckning är något mindre än vad kartbilden anger.)

Den seismiska profilen S5-97, figur 61, visar att grundvattenmagasinet i huvudsak är 20–25 m mäktigt. Av profilen S6-97, figur 62, framgår att det på vissa ställen till och med kan ha en mäktighet av mer än 30 m.

Vid borrning av observationsrör 9704R, figurerna 59 och 62, påträffades 5 m mellansand och därunder 8 m grovsand med inslag av grus. De undre lagren uppvisade mycket god vattengenomsläpplighet. Borrningen avslutades i sandlagren innan berg påträffats.

Området vid Skiramon har inga riktigt stora, naturliga grundvattentillgångar. Det kan emellertid med nuvarande kunskap bedömas ha mycket goda förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning. Vatten till detta skulle i så fall kunna tas från sjön Yngaren.

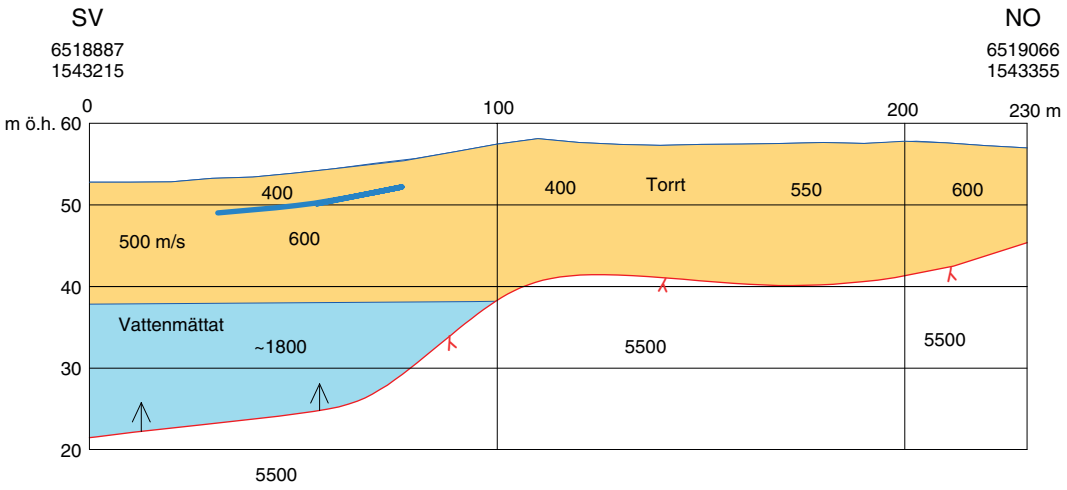


Fig. 60. Seismisk profil som indikerar att en infiltration av större mängder ytvatten i den nordöstra delen, efter en passage av drygt 15 m omättad zon (torrt), skulle nå grundvattenmagasinet i sydväst.

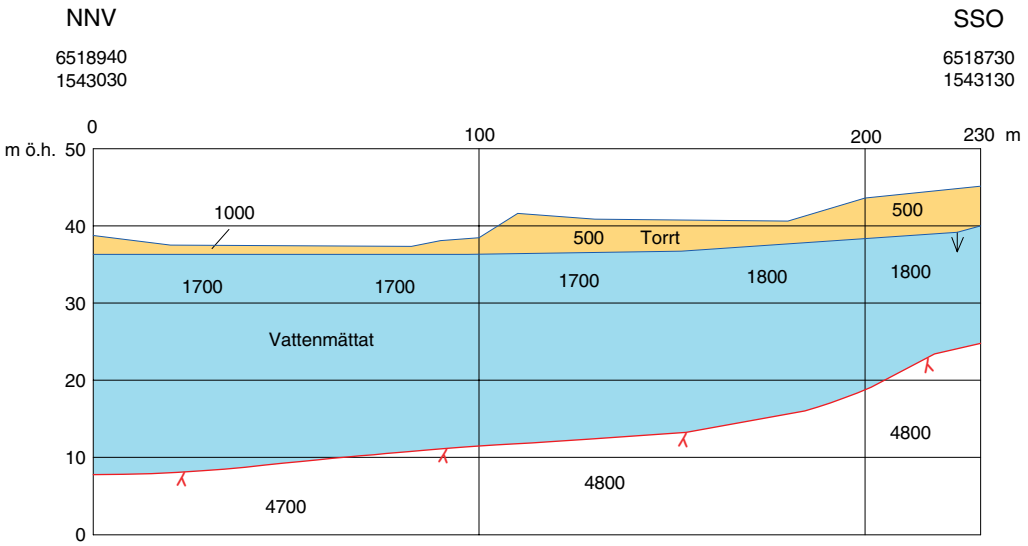


Fig. 61. Seismisk profil i den centrala delen av grundvattenmagasinet vid Skiramon. Den seismiska hastigheten i underliggande urberg är något låg och kan tyda på att de övre delarna av berggrunden är förhållandevis uppspruckna.

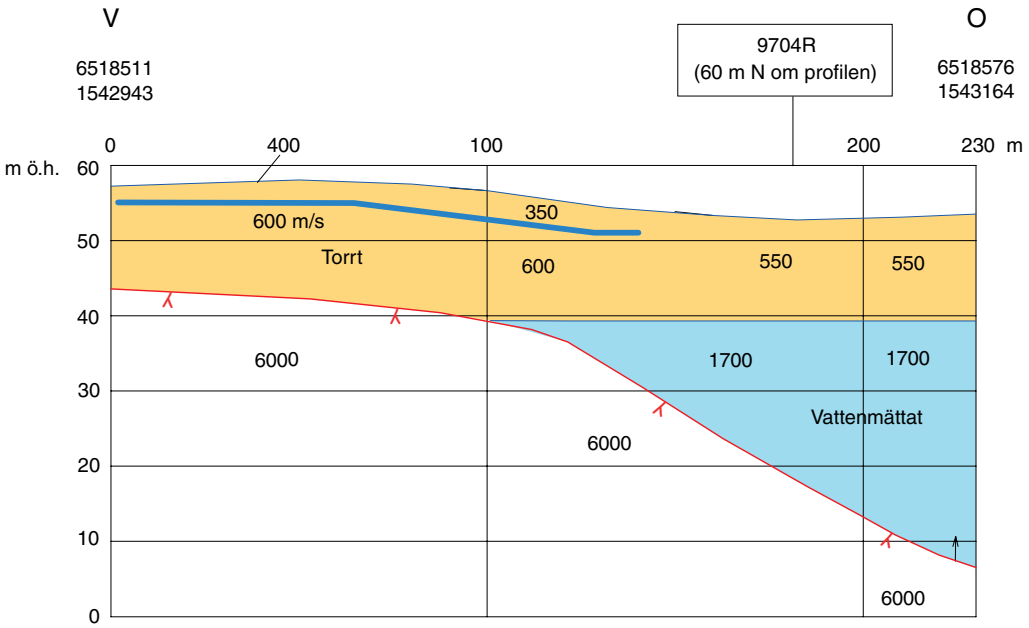


Fig. 62. Denna seismiska profil, liksom S4-97 i figur 60, uppvisar goda förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning.

Det är mycket svårt att närmare precisera hur stor produktionen av konstgjort grundvatten skulle kunna bli, men det torde röra sig om 100 l/s eller kanske dubbelt så mycket. Vad som i första hand är osäkert är grundvattenmagasinets faktiska storlek samt fördelningen mellan grovkorniga, genomsläppliga jordarter och finkorniga, tätare jordarter.

Stigtomtamalmen väster om Nyköping

Stigtomtamalmen är belägen ca 10 km väster om Nyköping. Det är en stor ackumulation av isälvsmaterial i vilken förutom sand och grus även lera, silt och morän ingår. Den har i markytan de ungefärliga dimensionerna 3000 x 700 m i en oregelbunden form.

Den strax öster därom belägna Larslundsmalmen är genom bl.a. borrningar och seismiska mätningar väl känd till sin uppbyggnad och sammansättning av olika jordarter, lagerföljder och mäktigheter. Sand- och gruslagren är flerstädes 20–30 m mäktiga eller på vissa ställen ännu mäktigare.

Larslundsmalmen utnyttjas för Nyköpings vattenförsörjning. Därvid används till viss del vatten från Yngaren till konstgjord grundvattenbildning. Kapaciteten på denna anläggning är mer än 200 l/s.

Stigtomtamalmen är dåligt känd med avseende på uppbyggnad, jordlagerföljder och mäktigheter. Den är emellertid på några ställen undersökt med seismik och borrning varvid upp till 40 m sand påträffats.

Stigtomtamalmen har sannolikt en fortsättning, och möjligen även en hydraulisk kontinuitet under lerorna ca 3 km mot nordväst till den vid Yngarens sydöstligaste vik belägna sand- och grusavlagringen, som också är förhållandevis stor. Denna del av isälvsavlagringen är emellertid ännu sämre känd. Se jordartskartan Nyköping SV, SGU Ae 11.

Trots den dåliga kännedomen om Stigtomtamalmen och viss kunskap om komplicerade lagerföljder med ingående silt, lera och morän, kan man säga att denna avlagring kanske skulle kunna få en produktionskapacitet på flera hundra liter per sekund med stöd av konstgjord grundvattenbildning från Yngaren.

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 förutsättningar 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 kolsyravittring bildas lika mycket kalcium och magnesium (totalhårdhet) som vätekarbonat, medan det vid vittring med en stark syra som t.ex. svavelsyra bildas förhållandevis mer kalcium och magnesium än vätekarbonat. Alkaliniteten, som är ett mått på grundvattnets förmåga att motstå försurning, utgörs inom de normala pH-intervallen av vätekarbonat.

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

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 Mälarregionen ger dränering av gyttjeleror höga sulfathalter i grundvattnet.

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. 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 och ge höga kloridhalter. Även andra orsaker till förhöjda kloridhalter i grundvattnet förekommer. Se vidare s. 61 och framåt, där frågan om salt grundvatten berörs närmare.

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 Norrköpingstrakten

Kartorna över olika kemiska parametrar, som visas i figurerna 63–70, är utsnitt ur SGUs och Naturvårdsverkets Rapport 4415, ”Grundvattnets kemi i Sverige”. Brunnarna som ingår i sammanställningen får sitt vatten från berggrunden. Totala antalet kemiska analyser som kartutsnitten grundar sig på är ca 450, vilket måste betraktas som ett litet antal. På olika analysföretag finns resultat från betydligt fler analyser, men dessa är på grund av rådande bestämmelser tyvärr inte tillgängliga.

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

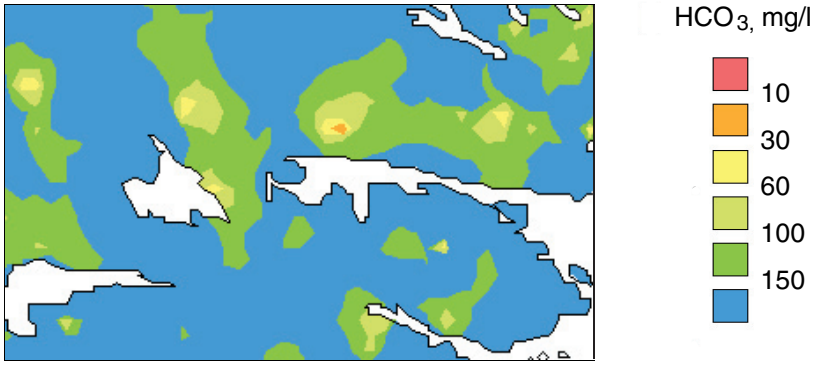


Fig. 63. Grundvatten med ”normal” totalhårdhet är mycket vanligt i merparten av området. Inflytandet av sedimentära bergarter västerut, och i isrörelseriktningen mot sydöst från sandstensområdet vid Glan, bidrar till att totalhårdheten kan vara relativt hög.

Alkalinitet

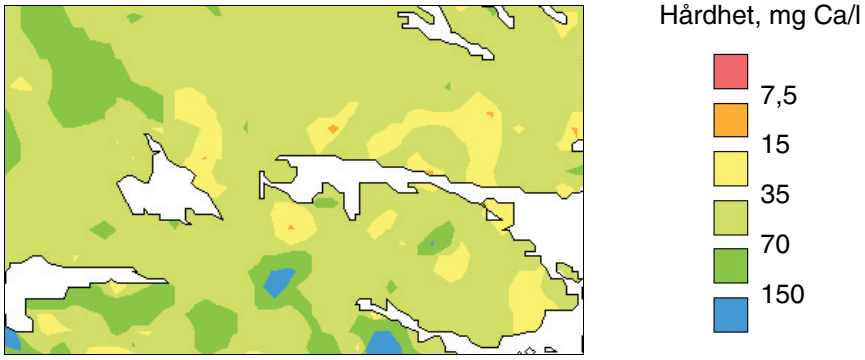


Fig. 64. Alkaliniteten i berggrundens vatten är jämförelsevis hög. Den samvarierar oftast med totalhårdheten vilket exempelvis framgår i ett område norr om Bråviken.

Surhet

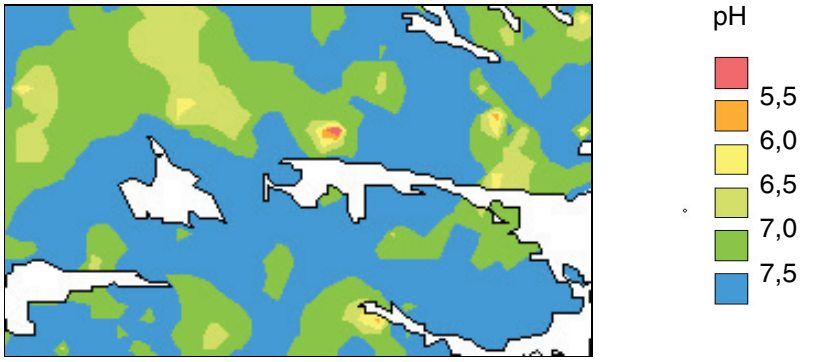


Fig. 65. pH-värdena i bergbrunnarnas vatten är i allmänhet något högre än i de flesta områden i Sverige. Det beror sannolikt på förekomsten av vittringsbenägna bergarter i de västra delarna av kommunen. Några omfattande problem med surt brunnsvatten torde inte förekomma. Variationen i pH visar på något högre värden i låglänta delar av området.

Sulfat

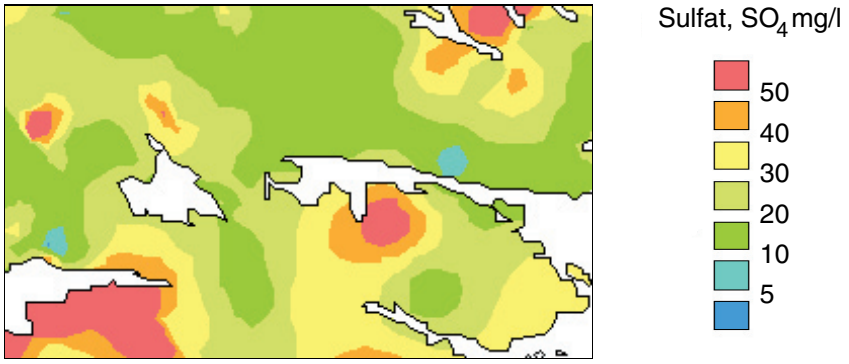


Fig. 66. De varierande halterna är betingade av de geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna. Områden med höga halter är sannolikt beroende på inslag av sedimentära bergarter eller på inflytandet av sulfidhaltiga mineral i jordlagren som återspeglas i berggrundens vattenkvalitet. Höga halter förekommer vid Svensksundsviken och i områdets sydvästra delar.

Fluorid

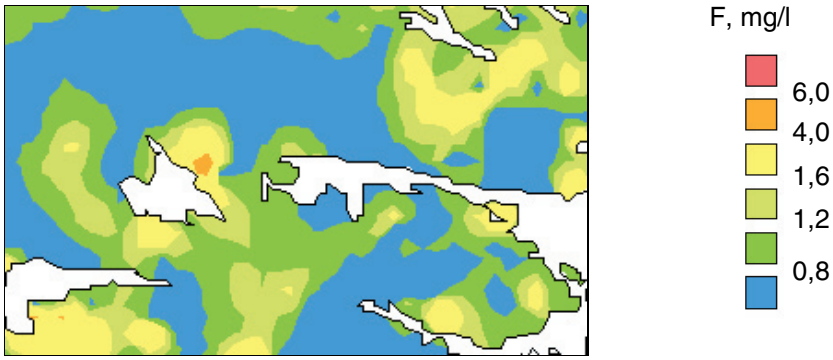


Fig. 67. Höga fluoridhalter i bergbrunnar orsakas vanligen av fluorhaltiga mineral i yngre graniter och pegmatiter. Sådana bergarter förekommer i kommunen, men områdena med högre fluoridhalt visar inte någon tydlig anslutning till granitområdena. Möjligen kan det finnas någon koppling till förekomsten av större och mindre pegmatitgångar och -ådror.

Klorid

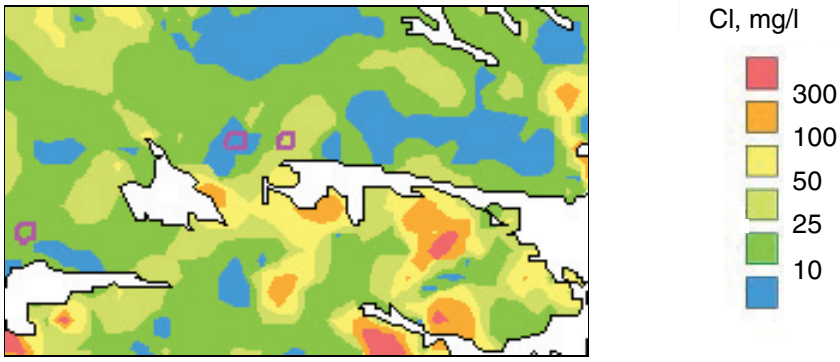


Fig. 68. Kloridhalterna är tydligt förhöjda i de låglänta områdena söder om Bråviken. Detta förhållande är väl dokumenterat även i andra trakter. Salt grundvatten diskuteras närmare i kapitlet "Salt grundvatten och motåtgärder". Allt land utom områden inringade med rött har legat under hav efter senaste istiden.

Nitrat

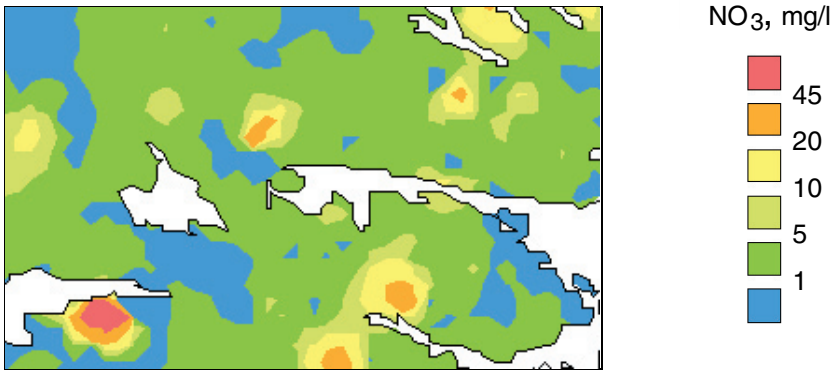


Fig. 69. Det djupa grundvattnet i berggrunden är oftast mindre sårbart och vattnet i bergbrunnar har vanligen lägre halter än vattnet i jordbrunnar. Höga halter sammanfaller i viss mån med områden som utgör jordbruksmark som gödslas. De kan även bero på påverkan från avlopp och liknande.

Konduktivitet

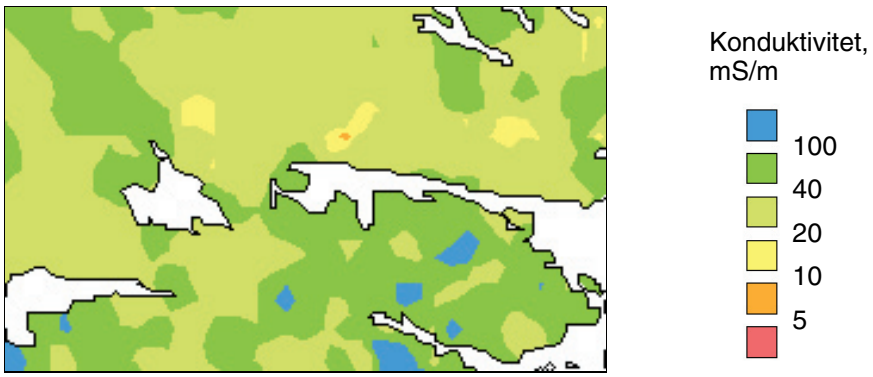


Fig. 70. Konduktiviteten, dvs. grundvattnets elektriska ledningsförmåga är högre i de låglänta delarna av kommunen, vilket hänger ihop med högre kloridhalter och högre sulfathalter i dessa områden..

Kemiska analyser på grundvattnet i källor och i observationsrör

Resultaten av de kemiska analyserna på grundvattnet i vissa källor och observationsrör samt några brunnar redovisas i tabeller på s. 88. Proverna är tagna i de undersökta områdena vid Svärtinge och Åby.

Proverna på vattnet från observationsrör och brunnar är i de flesta fall uttagna efter en omsättning av drygt 1 000 liter, utom i källan vid Åby, där ”omsättningen” kan sägas vara kontinuerlig. Se figurerna 12 och 19. Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten visas på s. 28. Nedan följer vissa kommentarer till analysresultaten.

Variationerna i järn- och manganhalter kan vara stora, även mellan mycket närbelägna platser (så nära som några tiotal meter och mindre). Järnhalten kan även variera med djupet i ett och samma borrhål. Detta beror på redoxpotential och syreförhållanden, vilka kan variera på detta sätt. Järn och mangan går i lösning eller fälls ut. Detta kan man se tydligt t.ex. i många grustag där vissa mycket väl avgränsade lager kan vara starkt rostfärgade av järn eller svartfärgade av mangan. Av denna anledning kommenteras inte höga järn- och manganhalter vidare.

Analysen på prov från rör 9601R är från området vid Eriksro. Provet är taget på mellan 26 och 28 meters djup, i ett material som består av finsand och övergången mot morän. Det kommer således från isälvsavlagringens botten och inte från de mest vattenförande lagren. Vattenkvaliteten är bra, men med något hög järnhalt.

Vattnet från rör 9602R är taget i området Källhagen vid Åby, på mellan 24 och 26 meters djup. Även detta prov är taget från isälvsavlagringens botten, i detta fall från lager av grovsand med god vattengenomsläpplighet. Fosfathalten är något för hög – 0,50 mg/l mot rekommenderade 0,20 mg/l. Järnhalten är från början 4,10 mg/l, vilket är mycket högt. Efter luftning och filtrering (elof) har den sjunkit en hel del men är fortfarande så hög som 1,16 mg/l. Jämför här med vattnet från den intilliggande källan, figurerna 17 och 19, samt med analysen på källvattnet.

Vattenprovet från källan vid Källhagen är taget väster om väg 55 sedan vattnet runnit en sträcka av 50–60 m varvid det luftats på naturlig väg. Vid jämförelse med analysen från rör 9602R kan man se att fosfathalten är betydligt lägre – mindre än 0,01 mg/l, och att järnhalten motsvarar ”elof”. För övrigt är analysvärdena likartade.

Från området Tingsbröten vid Svärtinge har två vattenprov tagits för analys. Det ena, 9701R, är taget på mellan 13 och 14 meters djup i ett lager bestående av grovsand och fingrus med mycket hög vattengenomsläpplighet. Vattnet är av god kvalitet förutom att järnhalten är något hög, 1,29 mg/l, men den går troligen att reducera med lämplig teknik.

Det andra vattenprovet från Tingsbröten är taget ur rör 9702R på mellan 19 och 20 meters djup. Vattnet är från ett lager av mellansand med mycket hög vattengenomsläpplighet. Järnhalten är 2,24 mg/l och manganhalten 0,27 mg/l. Båda värdena är för höga, men även här bör det vara möjligt att dessa kan reduceras. I övrigt är vattnet av god kvalitet.

Från området vid Skiramon söder om Björkvik har ett vattenprov analyserats. Det är taget ur rör 9704R på mellan 12 och 13 meters djup från ett lager av grovsand med mycket hög vattengenomsläpplighet. Vattnet är här genomgående av god kvalitet.

SALT GRUNDVATTEN OCH MOTÅTGÄRDER

Förekomsten av salt grundvatten

Risken att få salt grundvatten på grund av direkt inträngning av havsvatten vid anläggande av bergborrade brunnar är av naturliga skäl större ju närmare en havsstrand man borrar. Redan på ett avstånd av en halv till en kilometer från stranden torde dock den risken vara mycket liten. Det salta grundvatten som påträffas i brunnar på större avstånd från havet härrör från mer eller mindre stora djup under brunnsområdet. I vissa fall kan det emellertid röra sig om mänsklig påverkan – vägsalt, soptippar m.m. – vid markytan.

Beträffande möjligheterna att bedöma risken för salt grundvatten i områden långt från havet, pekar nuvarande kunskaper på att salt grundvatten förekommer överallt, inte bara nära kusten och inte heller endast i områden som efter den senaste istiden varit täckta av salta hav.

I samband med djupborrningen vid Gravberg i Siljansområdet påträffades salt grundvatten på ca 4 000 m djup och på ca 6 000 m djup påträffades saltlake med en salthalt på ca 100 000 mg/l (Vattenfall 1991). Motsvarande saltlake har nu påträffats även i Oskarshamnsområdet och på ”endast” ca 1 000 m djup (Laaksoharju m.fl. 1995). Denna typ av mycket salt grundvatten har närmast regelmässigt påträffats vid borrningar till djup av några tusen meter även i andra delar av världen, inte minst i Finland (Nurmi m.fl. 1998). Sannolikt har denna saltlake inget direkt med forntida havsvatten att göra. Den har antagligen sitt ursprung i kemiskt utbyte mellan heta, mineraliserade vattenlösningar och berggrunden på mycket stora djup nere i jordskorpan.

Det salta grundvattnet förekommer således på mycket olika djup och mätningar med geoelektrisk sondering tyder nu på att man kan kvantifiera risken för salt grundvatten genom att mäta hur långt ner det är till gränsen mellan sött och salt grundvatten. Se s. 70.

Som exempel på djup till salt grundvatten som beräknats med geoelektriska sonderingar kan följande anges.

Harstena	50 m
Smådalarö i Stockholms skärgård	150 m
Utö i Stockholms skärgård	200 m
Östra delen av Aspö i Mälaren	250 m
Skogshöjdområdet söder om Mariefred	1 500 m

Dessa värden får inte ses som största tillåtna borrdjup utan som relativa mått på risken att erhålla ett salt grundvatten. Detta beror på att en brunn inte måste nå ända ner till saltvattengränsen för att den skall kunna bli påverkad av det salta grundvattnet. Orsaken är att även om gränsen mellan sött och salt grundvatten ligger djupt ner, så har det salta vattnet en trycknivå som ligger avsevärt mycket högre. Detta förhållande illustreras i figurerna 71 och 72.

Om gränsen till det salta grundvattnet ligger 300 m under grundvattennivån (den söta) och salthalten motsvarar havens salthalt, så innebär de hydrauliska tryckförhållandena att det salta vattnets trycknivå inte ligger på 300 m djup utan endast ca 7 m lägre än grundvattennivån. Detta medför att salt grundvatten i många fall kan trycka upp i en brunn som endast via sprickor når ner till saltvattengränsen, om man genom pumpning dränerar ut sötvattnet i sprickorna, se figur 73. I de flesta fall får man emellertid inte ett ”rent” saltvatten utan tillförsel av ytterligare vatten från en mycket oregelbunden sprickighet som kan ge vilka blandningsförhållanden som helst. Det är ju inte heller så att det salta grundvatten man får upp vid pumpning i brunnar alltid har en viss bestämd salthalt.

Risken för salt grundvatten är, som tydligt framgår av kartan i figur 68, störst i de låglänta delarna av kommunen, på Vikbolandet och på många ställen nära stränderna av Östersjön, Glan och Roxen.

Trots att så gott som hela kommunen varit täckt av havsvatten efter den senaste istiden är risken för kvarvarande salt grundvatten således mycket olika i olika delar av kommunen. Det föreligger ett klart samband mellan låg marknivå och hög saltvattenrisk.

När landytorna var täckta av havsvatten var allt grundvatten salt. När sedan landet höjt sig ur havet har det salta grundvattnet successivt tvättats ut av infiltrerande regnvatten. Denna process har pågått dels under längre tid, dels med större och därmed effektivare hydraulisk gradient i höjdområden än i lågområden.

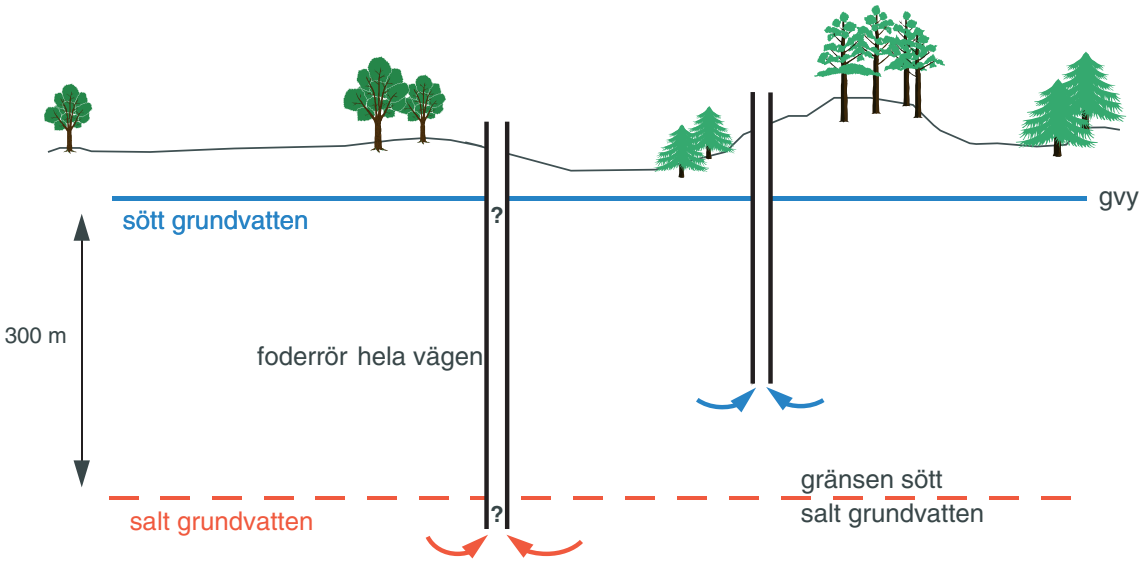


Fig. 71. Båda brunnarna utgörs av stålrör, där vattnet kommer in endast underifrån. Den högra brunnen får in sött vatten – vattennivån i brunnen blir densamma som omgivande grundvattennivå. In i den vänstra brunnen kommer bara salt grundvatten från drygt 300 m djup. Vilken vattennivå får man i den brunnen?

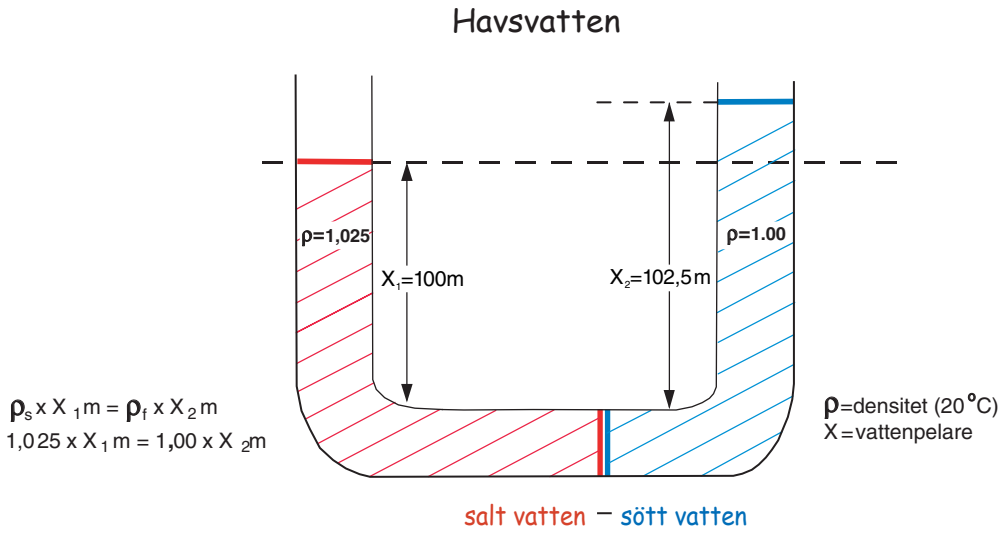


Fig. 72. Enligt principen om kommunicerande kärl balanseras en 102,5 m pelare med sött vatten av en 100 m pelare med salt vatten (3,5 %).

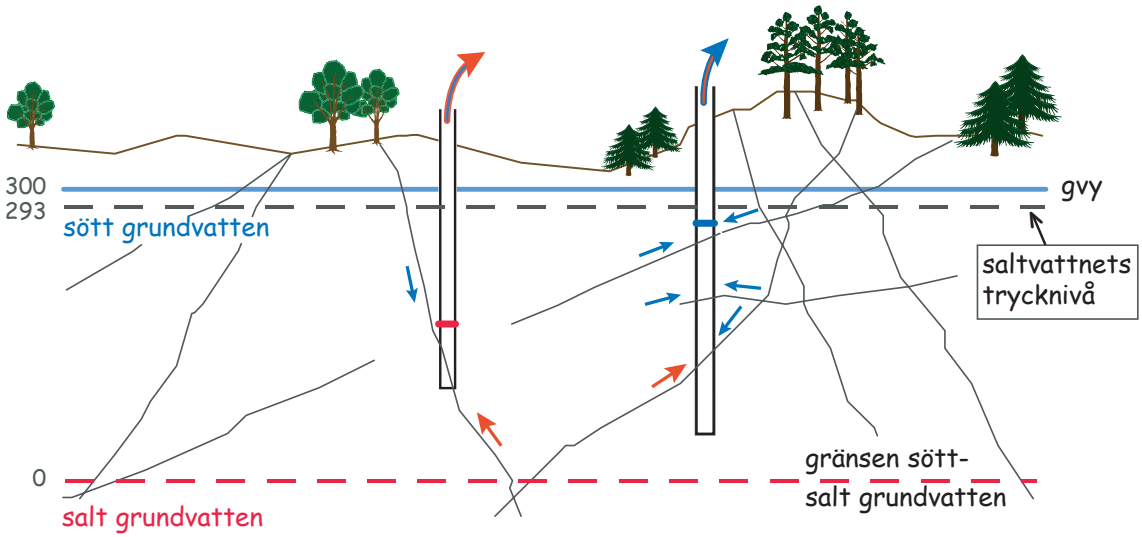


Fig. 73. Brunnen till vänster får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande, spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sina. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunnen till höger får vatten från flera rikligt givande sprickor med sött vatten och det förhållandevis lilla bidraget av salt vatten från djupet medför att brunnen ger vatten med låg salthalt.

Åtgärder mot salt grundvatten

För att minska risken för salt grundvatten vid brunnsborrning bör man borra så grunt som möjligt. I riskområden kan man försöka öka möjligheterna att påträffa vattenförande sprickor på litet djup. Detta kan man göra genom att ta hänsyn till sprickornas lutning i förhållande till borrhålets lutning. Man bör borra med så rät vinkel som möjligt mot sprickorna i berggrunden. Om man inte direkt kan avgöra hur sprickorna är orienterade bör man borra på motsvarande sätt i förhållande till förskiffringsplanen, se s. 30.

Det är ofta bättre att borra ”gradade” borrhål, dvs. med en avvikelse av 15–30 grader från vertikalplanet, och att inte borra djupare än högst 40–50 m än att borra vertikala och djupa brunnar. Har man inte fått tillräckligt med vatten på detta djup är det i allmänhet bättre att avbryta borrningen och genomföra en hydraulisk tryckbehandling av borrhålet än att borra djupare. Tryckbehandlingen innebär att vatten pressas ner i borrhålet med så högt tryck att befintliga, små sprickor kan vidgas och spolas rena och t.o.m. att nya sprickor kan bildas.

Vid all borrning i områden med risk för salt grundvatten bör salthalten i vattnet kontinuerligt övervakas under pågående borrning allt eftersom borrhålet fördjupas. Detta dels för att undvika onödiga borrkostnader, dels för att undvika att hydraulisk förbindelse uppstår mellan salt vatten på djupet och andra närliggande brunnar – egna nya brunnsborrningsförsök och grannars befintliga brunnar.

Har mycket salt grundvatten påträffats och risken kan bedömas vara stor att närliggande brunnar skadas kan det bli nödvändigt att med cement gjuta igen det salta borrhålet. Detta måste då ske på ett särskilt sätt. Borrhålet måste med hjälp av bl.a. en tillräckligt lång slang gjutas igen från botten och uppåt så att det blir helt tätt. Eventuellt kan man först försöka att gjuta igen de undre delarna av brunnen och tryckbehandla de övre, i hopp om att få kontakt med närliggande sprickor med sött grundvatten.

Förutom att stor försiktighet måste iakttas vid borrning av en brunn i ett område med risk för salt grundvatten, måste man vara mycket försiktig även när man pumpar vatten ur brunnen. Ju mer man pumpar desto större blir risken för att man får in salt grundvatten i brunnen. Risken hänger i första hand ihop med hur mycket grundvattennivån sänks i brunnen. Detta kan man mäta med ett s.k. kabelljuslod, vilket fungerar så att en lampa tänds när lodet kommer i kontakt med grundvattenytan

nere i brunnen. Från pumpstart kan man följa hur mycket vattnet sjunker i brunnen allt eftersom pumpningen fortgår.

Vid pumpning av en bergborrad brunn får en långvarig avsänkning av vattennivån i brunnen med ca 10 m eller mer anses vara en indikation på att brunnen ansträngs för mycket och att risken för att vattnet skall bli salt är stor.

Vid nyborrning av en brunn bör man inte anstränga brunnen genom en alltför stor och långvarig avsänkning av grundvattennivån bara för att få reda på hur mycket den under lång tid maximalt kan ge. Det är bättre att pumpa med den vattenmängd som man absolut behöver. Är behovet stort och provpumpningen skall vara långvarig, måste salthalten i vattnet övervakas mer eller mindre kontinuerligt. Stiger salthalten upp mot angivna gränsvärden (>100 mg/l Cl innebär korrosionsrisk, och >300 mg/l ger saltsmak) måste pumpningen radikalt minskas eller helt avbrytas.

Brunnar som fått in salt grundvatten förblir oftast salta, men det finns flera exempel på att vattnet i en brunn som blivit salt åter kan bli sött om man minskar vattenuttaget tillräckligt mycket. Brunnen bör då stå orörd en längre tid (kanske ett par månader), så att den ursprungliga skiktningen av sött och salt grundvatten kan återställas, innan den börjar pumpas igen men då med ett betydligt mindre vattenuttag.

Risken ökar, som ovan framgått, med ökande brunnsdjup. Detta innebär bl.a. att risken för salt grundvatten är mycket liten i grävda brunnar. Har man råkat ut för salt vatten vid brunnsborrning, trots att åtgärderna ovan vidtagits, bör man undersöka möjligheterna att anlägga en brunn i jordlagren.

Numera finns även avsaltningsanläggningar lämpliga för enskilda hushåll. Mängden vatten som dessa producerar är emellertid relativt begränsad.

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

Vid utsläpp av miljöfarliga ämnen är risken för allvarliga skador på grundvattnet störst i områden med genomsläppliga jordarter och med stora grundvattentillgångar. 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 vattentäkter.

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 74.

Med utgångspunkt från grundvattenkartan över Norrköpings kommun och dess databaser kan en särskild underlagskarta för grundvattenskydd (sårbarhetskarta) tas fram. Dessa kartor (och databaser) kan sedan 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).

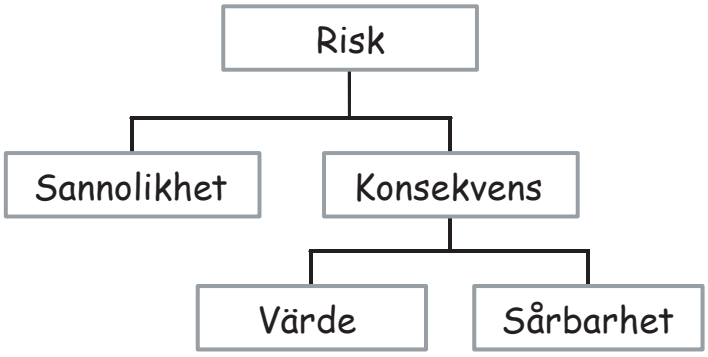


Fig. 74. Risk- och konsekvensanalys.

Skydd av grundvattnet

Grundvattnet måste skyddas, inte bara med tanke på vattenförsörjningen för människor och djur, utan också därför att grundvatten väsentligen är ursprunget för ytvattnet med dess växt- och djursamhällen.

Skyddsåtgärderna går i princip ut på att förhindra att föroreningar når vattentäkter eller ytvatten. Skulle en skada inträffa i grundvattnets tillrinningsområde måste tiden för föroreningstransporten i marken vara så lång att skyddsmekanismerna i jord och berg eller motåtgärder som sätts in hinner verka innan grundvattnet når brunnar eller sjöar och vattendrag.

Det naturliga skyddet består i att föroreningar på kemisk eller mekanisk väg läggs fast i marken eller bryts ned till ofarliga beståndsdelar. När stora föroreningsmängder på kort tid sprids över en begränsad markyta, t.ex. vid olyckor i samband med transport av hälsofarliga vätskor eller vid ovarsam hantering av skadliga ämnen, måste marken saneras. Man försöker då samla upp föroreningarna genom att t.ex. gräva bort skadad jord och pumpa upp förorenat vatten. Motverkande kemikalier används också i viss utsträckning för att neutralisera skadorna. På senare tid har bakterier börjat användas för att påskynda den naturliga nedbrytningen av oljeprodukter som infiltrerat i marken.

För att förebygga skador på grundvatten som används för kommunal vattenförsörjning fastställs skyddsområden. Ett vattenskyddsområde kan delas in i zoner med föreskrifter som är anpassade efter skyddsbehovet i respektive zon. Föreskrifterna i skyddszonerna utfärdas av länsstyrelserna eller kommunen. Ett vattenskyddsområde kan delas in i vattentäktszon, primär respektive sekundär skyddszon och vid behov även tertiär skyddszon. Indelningen av vattenskyddsområdet i skyddszoner görs med olika utgångspunkter. För vattentäktszonen är syftet att säkra ett effektivt närskydd för en vattentäkt. Principen ska vara att området ska vara otillgängligt för andra än verksamhetsutövaren. För primär skyddszon är syftet att skapa rådrum i händelse av en akut förorening. Syftet med sekundär skyddszon är att kunna bibehålla eller förbättra kvaliteten på grundvattnet. Om en tertiär skyddszon används ska mark- och vattenutnyttjande som kan påverka grundvattenförekomsten i ett långtidsperspektiv ingå.

Den primära skyddszonen avgränsas så att transporttiden mellan grundvatten bildat i den sekundära skyddszonen och vattentäktszonen beräknas vara minst 100 dygn. Transporttiden från den sekundära skyddszonens bortre gräns till vattentäktszonen bör vara minst ett år. Hur stora områdena blir när det gäller brunnar i jord beror huvudsakligen på grundvattenmagasinens och jordlagrens sammansättning och utbredning samt avstånd till grundvattendelare. För bergborrade brunnar måste hänsyn tas till t.ex. berggrundens spricksystem och täckande jordlager när gränserna för zonerna i vattenskyddsområdet bestäms.

För enskilda brunnar finns inga regler eller bestämmelser när det gäller skyddet av vattnet. Brunnsägaren måste själv svara för att åtgärder är vidtagna så att vattnet inte skadas. Det är till stor nytta att se till att marken lutar utåt och är tät åt alla håll närmast brunnen och att ordna med något slags hägn omkring den.

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 3.

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 isälvssediment 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. Den dåliga penetrationen i täta jordarter beror bl.a. på de fukthållande egenskaperna. Närvaron av vatten höjer den elektriska ledningsförmågan och dielektricitetstalet, vilket medför ökad dämpning av signalen. Högfrekventa signaler dämpas dessutom snabbare än lågfrekventa.

Detaljupplösningen 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

Georadar används bl.a. för att:

- bestämma jorddjupet,
- få fram vilka strukturer som finns i jord och berg,
- lokalisera grundvattenytor i grövre sediment,
- påvisa föremål i jordtäcket (block, rör, håligheter etc.) och
- lokalisera spridning av föroreningar från vägar, deponier m.m.

Seismik

Grundläggande principer

Den metod som används vid grundvattenundersökningar 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 lagermäktigheter 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

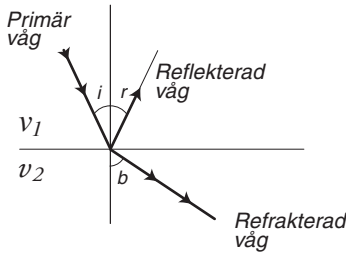
lager med annan hastighet reflekteras en del av vågens energi medan återstoden vandrar vidare i det nya lagret. Vid passage av skiktgränsen sker en brytning av vågens utbredningsriktning. Tänker man sig utbredningsriktningen som en stråle i ett vertikalt snitt, kan refraktionen beskrivas med Snells lag 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, 2*

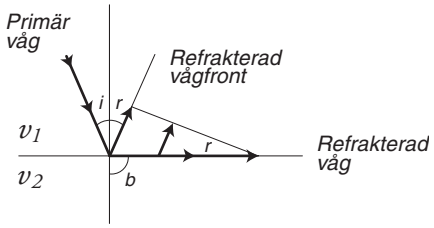


Om hastigheten ökar mot djupet, inträffar vid en viss infallsvinkel kritisk refraktion, vilket innebär att vågstrålen efter passage av skiktgränsen går parallellt med denna. Infallsvinkeln respektive brytningsvinkeln vid kritisk refraktion är

$i = arcsin (v_1 / v_2)$

och

$b = 90^o$



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 skiktmäktigheter och hastigheter i lagerföljden. Förloppet registreras med givare i marken anslutna till en seismograf. Registreringarna, som kallas seismogram, innehåller data som beskriver markens rörelse under en viss tid efter skottögonblicket.

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, se figur 4. 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. gångtidskurvor kan skiktens mäktigheter 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.

Geologiska förutsättningar

I Sverige har vi genom landisens verkningar ett jordtäcke 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 2800 m/s i vattenmättad, hårt packad

morän. De sedimentära bergarterna har hastigheter från ca 3000 m/s och upp emot 6000 m/s. I urberget är hastigheten vanligen 5000–6000 m/s, men kan i basiska bergarter nå 7000 m/s. Se vidare figur 75. Dessa förhållandevis enkla fysikaliska förhållanden har medfört att refraktionsseismiken oftast ger goda undersökningsresultat.

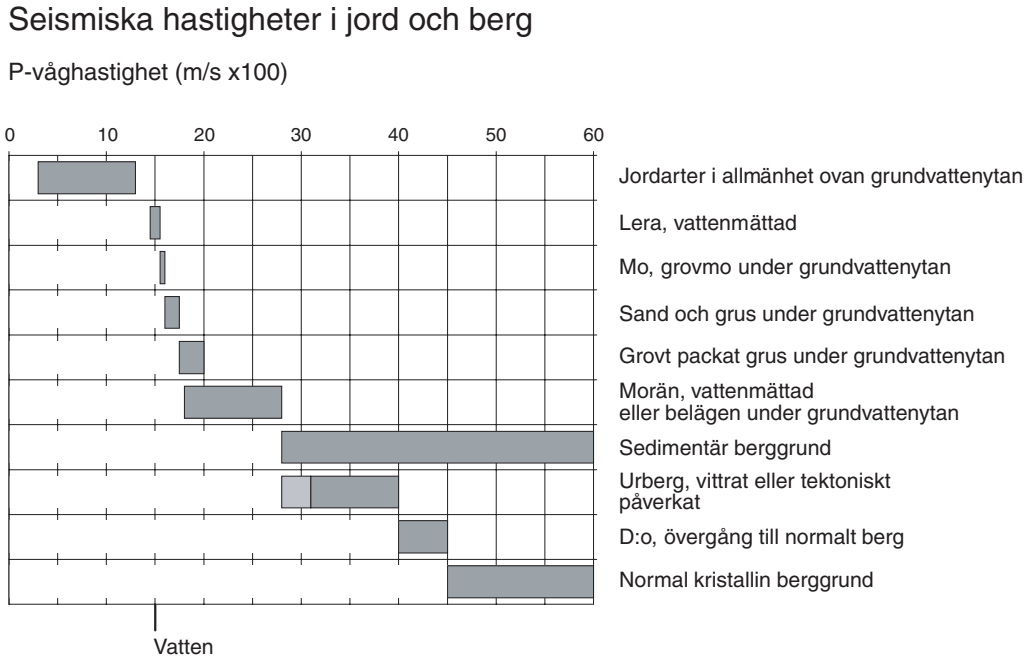


Fig. 75. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.

Tillämpningsområden

Refraktionsseismik används bl.a. för att:

- bestämma jordarter,
- bestämma jorddjupet,
- bedöma grundvattenmagasins mäktighet och volym,
- lokalisera sprickzoner i berg (sprickakviferer) och
- bedöma 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 procent), och på elektrolytens salthalt. Som framgår av figur 76 bestäms elektrolytens resistivitet av salthalt och temperatur och kan som jämförelse uppskattas för havsvattnet i Östersjön (ca 1 % salthalt och 10 °C) till något mindre än 1 ohmm.

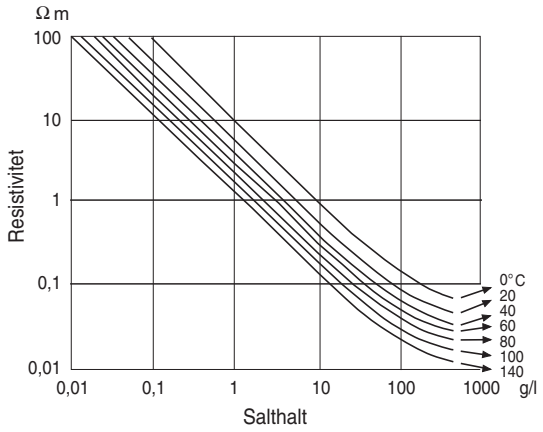


Fig. 76. Förhållandet mellan salthalt och resistivitet i vatten.

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

Om elektrolyten utgörs av sött grundvatten blir resistiviteten betydligt högre än om grundvattnet är salt. Porositeten kan variera från några hundradels procent i kristallint berg utan sprickor till flera tiotals 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 som blir kvar på djupet. Vi får en mer eller mindre horisontell skiktning av sött och salt grundvatten.

Resistivitetsmätningar eller motståndsmätningar kan således användas för att skilja mellan olika berg- och jordarter på grundval av deras resistivitetsegenskaper, se figur 77. Vanligtvis tänker man sig att även jordtäcket och berggrunden är horisontellt skiktade, med minskande porositet mot djupet.

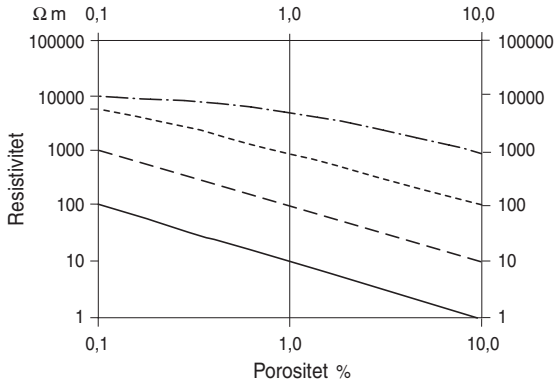


Fig. 77. Förhållandet mellan resistivitet och porositet i jord och berg.

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. Elektroderna består av rostfri ståltråd som körs ner i jordtäcket.

När vi nu känner ström och spänning 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 vi successivt ökar avståndet mellan strömelektroderna 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, se figur 79. Skall vi undersöka jordtäcket i kontrast mot berggrunden så behöver vi mäta ut till ett avstånd av minst 40 meter mellan strömelektroderna om jordtäcket är 10 m tjockt. Skall vi upptäcka gränsen mellan sött och salt grundvatten på 1000 m djup måste vi mäta ut till avståndet 4000 m mellan strömelektroderna.

Med moderna datorprogram kan man lätt konstruera en rimlig, horisontellt skiktad modell av flera lager med lämpliga, tänkbara resistiviteter som stämmer med våra uppmätta mätvärden. Vi 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 vår mätpunkt.

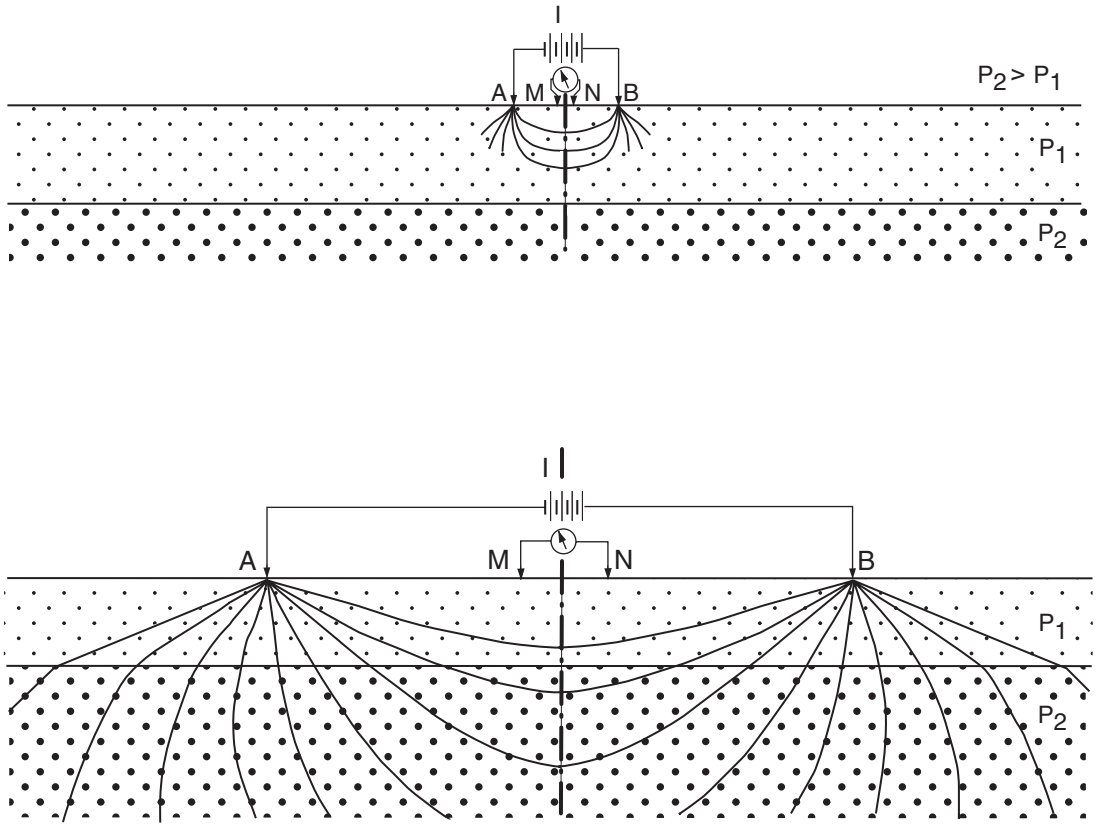


Fig. 78 och 79. Vertikala elektriska sonderingar – VES – genomförs med successivt större avstånd mellan elektroderna, varvid allt djupare liggande skikt undersöks.

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 respektive beräknad standardvikt:

$$Y_o = \sum w_i Y_i \quad (i = 1,..., n)$$

Y_o är det beräknade värdet
w_i är de beräknade standardvikterna
Y_i är värdena för omgivande punkter

Vid interpolering med kriging används inte punkter utanför det område man definierar (räckvidden). För att bestämma vilka punkter och på vilket sätt de påverkar en punkt (x_i, y_i) 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 80 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.

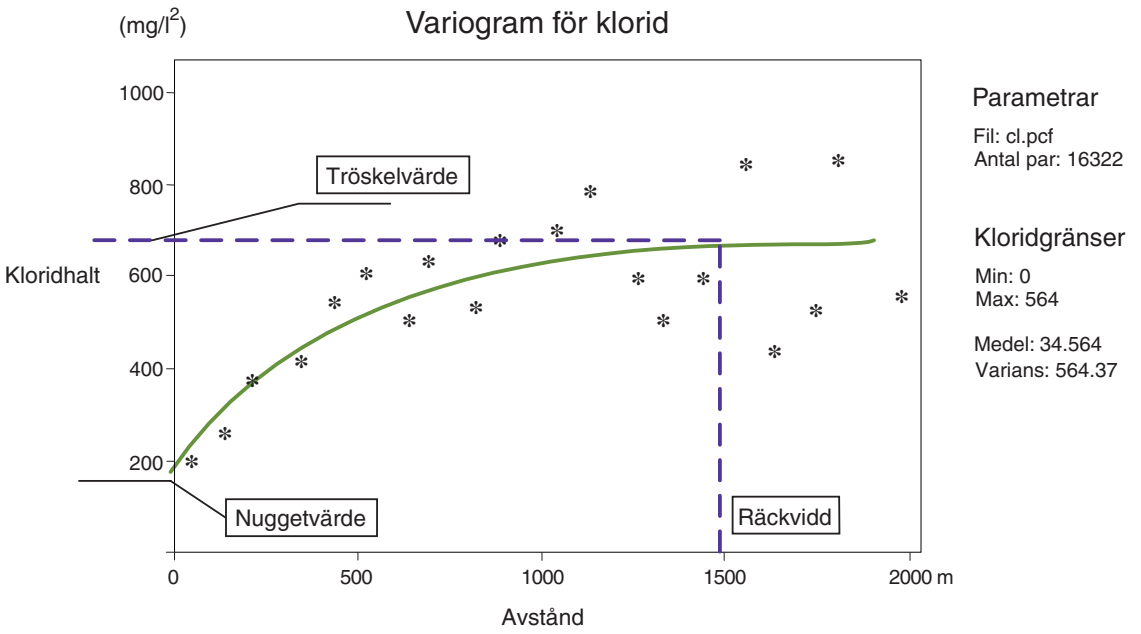


Fig. 80. Ett exempel på variogramanalys. Här är variansen på kloridhalten plottad mot avståndet. I figuren framgår autokorrelationens räckvidd, tröskelvärdet för observationer som är oberoende av varandra samt nuggetvärdet, den lägsta variansen.

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 gäller:

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 tröskelvärdet 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. Det faktum 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.

DOKUMENTATION AV GEOFYSISKA MÄTNINGAR, BORRNINGAR, INVENTERADE BRUNNAR, KÄLLOR OCH KEMISKA ANALYSER

Förutom följande dokumentation finns geofysiska mätningar och borrningar fullständigt dokumenterade som databaser i den digitala MapInfo-kartan ”Grundvattentillgångar i Norrköpings kommun”.

Geofysiska mätningar

R är georadarmätningar, S är seismiska mätningar. 96 är det år mätningen utförts.

Profil	x-start	y-start	x-slut	y-slut	Plats
R1-96	6503960	1510750	6503740	1511430	Svärtinge, Eriksro
R2-96	6503730	1511150	6503710	1511300	Svärtinge, Eriksro
R3-96	6503700	1511260	6503820	1511320	Svärtinge, Eriksro
R1-97	6503025	1512405	6502650	1512700	Svärtinge,Tingsbröten
R2-97	6518887	1543215	6519060	1543350	Björkvik, Skiramon
R3-97	6521880	1523550	6521880	1523330	Tägnetorp
R4-97	6522000	1523300	6522030	1523420	Tägnetorp
R5-97	6522030	1523420	6522255	1523460	Tägnetorp
R6-97	6515360	1488320	6515000	1488740	Sonstorp, Stigstorpegölen
R7-97	6515110	1488580	6514840	1488640	Sonstorp, Stigstorpegölen
R8-97	6514970	1488740	6514870	1488620	Sonstorp, Stigstorpegölen
R9-97	6515305	1488470	6515095	1488392	Sonstorp, Stigstorpegölen
S1-96	6503835	1510900	6503705	1511415	Svärtinge, Eriksro
S2-96	6503810	1511323	6503966	1511388	Svärtinge, Eriksro
S3-96	6505365	1520724	6504998	1520975	Åby, Källhagen
S4-96	6505677	1519880	6505624	1520330	Sätra
S5-96	6505902	1519821	6505999	1520017	Sätra
S6-96	6505018	1520462	6505251	1520784	Åby, Pjältån
S7-96	6504228	1522238	6504385	1522401	Åby, Kuddby
S1-97	6504316	1509152	6504086	1509152	Ryssnäs
S2-97	6503398	1512169	6502663	1512654	Svärtinge,Tingsbröten
S3-97	6502947	1512286	6502775	1512390	Svärtinge,Tingsbröten
S4-97	6518887	1543215	6519066	1543355	Björkvik, Skiramon
S5-97	6518940	1543030	6518730	1543130	Björkvik, Skiramon
S6-97	6519511	1542943	6518576	1543164	Björkvik, Skiramon
S7-97	6522055	1523420	6522252	1523460	Tägnetorp
S8-97	6515110	1488395	6515305	1488470	Sonstorp, Stigstorpegölen
S1-75	6500504	1515218	6501073	1515915	Svärtinge gård
S2-75	6501139	1515874	6501854	1516709	Svärtinge gård
S3-75	6501327	1513497	6502280	1514140	Svärtinge gård
S4-75	6502226	1514288	6502593	1514995	Svärtinge gård
S5-75	6502549	1515031	6502540	1515515	Svärtinge gård
S6-75	6500160	1514532	6500038	1514624	Svärtinge gård
S7-75	6501787	1512401	6502319	1513037	Svärtinge gård
S8-75	6502381	1516413	6502167	1516858	Svärtinge gård

Utförda borrningar (serierna SGU 96 och 97) samt inventerade borrningar, brunnar och källor

Borrningar med uppgifter på lagerföljd

Spetsar är 2-tums- eller 1-tumsrör som står kvar i marken och där grundvattennivån går att mäta och vattenprov kan tas. Sondering är borrning enbart med kontroll av jordlagerföljden och där borrhålet kollapsar efter borrningen.

Obs.namn	x	y	Obs.plats	Obs.typ	från m	till m	jordart	Utf.org.
SGU9601R	6503875	1510870	Svärtinge, Eriksro	spets	0	2	finsand	SGU
					2	8	finmo	
					8	12	sand	
					12	14	sand	
					14	15	sand	
					15	18	sand	
					18	20	finsand	
					20	22	finmo	
					22	24,5	finsand	
					24,5	25,5	lera	
					25,5	27	finsand	
					27	28,6	morän	
SGU9602R	6505210	1520875	Åby, Källhagen	spets	0	5	lera	SGU
					5	8,8	lera	
					8,8	10	sand	
					10	14	sand	
					14	16	sand	
					16	20	grus	
					20	24	sand	
					24	26	sand	
					26	27,5	morän	
SGU9601S	6501700	1514000	Svärtinge allé	sondering	0	0,5	lera	SGU
					0,5	6,5	morän	
SGU9602S	6502315	1514400	Svärtinge, torvmosse	sondering	0	7,4	lera	SGU
					7,4	9	sand	
					9	19	lera	
					19	23,5	silt	
					24	26	sandst	
SGU9603S	6505210	1520875	Åby, Källhagen	sondering	0	8,2	lera	SGU
					8,2	8,8	finmo	
					8,8	12	sand	
SGU9604S	6504310	1522320	Åby, Kuddby	sondering	0	2,8	lera	SGU
					2,8	6	lera	
					6	10,5	sand	
					10,5	10,7	morän	
SGU9605S	6505990	1519980	Åby, Sätra	sondering	0	0,5		SGU
					0,5	1,8	lera	
					1,8	2,2	friktion	
					2,2	4	lera	
					4	12	sand	
					12	20	sand	
					20	23	morän	

Obs.namn	x	y	Obs.plats	Obs.typ	från m	till m	jordart	Utf.org.
SGU9701S	6503040	1512420	Svärtinge, Tingsbröten	sondering	0	2,5	sand	SGU
					2,5	6,9	lera	
					6,9	17,7	finsand	
					17,7	18,8	morän	
SGU9701R	6503245	1512275	Svärtinge, Tingsbröten	spets	0	2,5	sand	SGU
					2,5	7	lera	
					7	9	finsand	
					9	10	finsand	
					10	12	sand	
					12	13	sand	
					13	14	grus	
					14	15	sand	
SGU9702S	6503245	1512275	Svärtinge, Tingsbröten	sondering	0	2,5	sand	SGU
					2,5	7	lera	
					7	12,5	sand	
					12,5	17	friktion	
					17	29	sand	
SGU9702R	6503390	1512165	Svärtinge, Tingsbröten	spets	0	4	finsand	SGU
					4	5	lera	
					5	7	sand	
					7	8	sand	
					8	11	finsand	
					11	12	sand	
					12	14	finsand	
					14	16	sand	
					16	17	sand	
					17	18	sand	
					18	19	sand	
					19	21	sand	
					21	22	sand	
					22	23	sand	
					23	24	sand	
					24	25	sand	
SGU9703S	6503390	1512165	Svärtinge, Tingsbröten	sondering	0	4	finsand	SGU
					4	5	lera	
					5	14	sand	
					14	20	sand	
					20	23	sand	
					23	27	sand	
					27	27	morän	
SGU9703R	6504335	1509145	Svärtinge, Ryssnäs	spets	0	6	finsand	SGU
					6	8	finmo	
					8	9	finmo	
					9	14	finsand	
					14	16	finmo	
					16	19	finsand	
					19	21	sand	
					21	22	finsand	
SGU9704R	6518610	1543110	Skiramon, Björkvik	spets	0	2	Torv	SGU
					2	7	mell.sand	
					7	15	grovsand	
SGU8501	6502450	1514745	Svärtinge, Tallbacken	spets	0	4,5	sand	SGU
					4,5	10	silt	

Obs.namn	x	y	Obs.plats	Obs.typ	från m	till m	jordart	Utf.org.
SGU8501 (forts.)					10	17	silt	
					17	22	finsand	
					22	24	sand	
					24	25,5	grus	
					25,5	25,5	morän	
SGU 8401	6502250	1514095	Svärtinge, Sveden	rörbrunn	0	3	silt	SGU
					3	6	lera	
					6	24	silt	
					24	25	grus	
					25	26	grus	
					26	27	sand	
					27	29	grus	
					29	29,7	urberg	
Rb9501	6510645	1531965	Strömsfors	spets	0	2,8	sand	VBB Viak
					2,8	5,8	grus	
					5,8	8,8	sand	
					8,8	11,8	finsand	
					11,8	15,8	finsand	
					15,8	17,8	finsand	
					17,8	19,8	finsand	
					19,8	20,3	?	
Rb9502	6511225	1532030	Strömsfors	spets	0	5,3	silt	VBB Viak
					5,3	8,8	sand	
					8,8	10,8	grus	
					10,8	13,5	grus	
					13,5	15	finsand	
					15	16,7	finsand	
RB 9503	6511450	1532050	Strömsfors	spets	0	2,8		VBB Viak
					2,8	3,8	silt	
					3,8	5	finsand	
					5	7	sand	
					7	9	sand	
					9	13	grus	
					13	17	sand	
					17	19	grus	
					19	21	finsand	
RB 9504	6511960	1532140	Strömsfors	spets	0	1,8		VBB Viak
					1,8	5,8	finsand	
					5,8	9,8	finsand	
					9,8	15,8	finsand	
					15,8	16,3	grus	
RB 9505	6513095	1532250	Strömsfors	spets	0	1,8	silt	VBB Viak
					1,8	2,8	silt	
					2,8	3,8	sand	
					3,8	5	finsand	
					5	8	sand	
					8	10	sand	
RB 9506	6510900	1531835	Strömsfors	spets	0	1	lera	VBB Viak
					1	1,8	silt	
					1,8	5,8	silt	
					5,8	7,8	sand	
					7,8	8,3	sand	
					8,3	8,8	finsand	
					8,8	9,15	?	

Obs.namn	x	y	Obs.plats	Obs.typ	från m	till m	jordart	Utf.org.
RB 9507	6510865	1531955	Strömsfors	spets	0	1,8	silt	VBB Viak
					1,8	3,8	finsand	
					3,8	5,8	sand	
					5,8	6,8	sand	
					6,8	7,8	grus	
					7,8	9,8	grus	
					9,8	11,8	grus	
					11,8	14,9	finsand	
RB 9508	6513785	1532470	Strömsfors	spets	0	1,8	sand	VBB Viak
					1,8	3,8	sand	
					3,8	3,9	?	
RB 9509	6512475	1532330	Strömsfors	spets	0	1,8	finsand	VBB Viak
					1,8	3,9	silt	
					3,9	7,3	silt	
					7,3	9	finsand	
					9	9,9	finsand	
					9,9	10,9	finsand	
					10,9	12,8	finsand	
					12,8	22,8	finsand	
					22,8	23,8	finsand	
					23,8	24,8	morän	
					24,8	25,8	morän	
					25,8	26,9	morän	
RB 9510	6513455	1532325	Strömsfors	spets	0	1,8	finsand	VBB Viak
					1,8	3,8	silt	
					3,8	16	silt	
					16	17	finsand	
					17	19	sand	
					19	21	sand	
					21,3	21,8	morän	
RB 9511	6511735	1532060	Strömsfors	spets	0	1,8	silt	VBB Viak
					1,8	5,8	finsand	
					5,8	15,7	finsand	
					15,7	17	finsand	
					17	19,7	finsand	
					19,7	21	morän	
RB 9514	6511250	1532030	Strömsfors	spets	0	1,8	silt	VBB Viak
					1,8	3,8	silt	
					3,8	5,8	silt	
					5,8	7,8	silt	
					7,8	9	grus	
RB 9515	6506280	1532670	Hyttans vattenv.	spets	0	1,8		VBB Viak
					1,8	3,7	lera	
					3,7	7,7	lera	
					7,7	9	grus	
					9	11	grus	
					11	13	grus	
					13	15	sand	
					15	17	sand	
					17	19	finsand	
					19	21	finsand	
					21	23	sand	
RB 9516	6506240	1532680	Hyttans vattenv	spets	0	1,8	lera	VBB Viak
					1,8	3,8	lera	

Obs.namn	x	y	Obs.plats	Obs.typ	från m	till m	jordart	Utf.org.
RB 9516					3,8	5,8	grus	
(forts.)					5,8	7	grus	
RB 9517	6506260	1532720	Hyttans vattenv	spets	0	1,8	lera	VBB Viak
					1,8	7,5	lera	
					7,5	9	sand	
RB 9518	6506300	1532620	Hyttans vattenv	spets	0	0,5	Fylln.	VBB Viak
					0,5	9,8	lera	
					9,8	11	sand	
RB 9519	6506250	1532640		spets	0	1,8	Fylln.	VBB Viak
					1,8	5,8	lera	
					5,8	7	lera	
					7	8,1	sand	
RB 9520	6506270	1532660	Hyttans vattenv	spets	0	0,6		VBB Viak
					0,6	1	sand	
					1	2,4	sand	
					2,4	3	lera	
					3	4,2	finsand	
					4,2	5,6	grus	
					5,6	7	grus	
					7	9	grus	
					9	10	grus	
					10	11	sand	
					11	13	sand	
					13	18,2	finsand	
					18,2	19	grus	
					19	20	grus	
					20	21,2	morän	

Borrningar och brunnar utan uppgifter på lagerföljd samt källor

"Bergborra" är per definition en brunn som är borrad i berg, schaktbrunn är grävd brunn.

Obs.plats	x	y	Obs.namn	Obs.typ
Västergården	6513700	1537350		bergborra
L. Sandstugan	6514900	1537000		spets
Källstugan	6514480	1537600		schaktbrunn
Björndalen	6513000	1532200		schaktbrunn
Fredriksberg	6512750	1532050		schaktbrunn
Lund	6511750	1532120		bergborra
Skinnarboområdet	6511250	1531950		schaktbrunn
Stubbetorp	6511500	1532000		schaktbrunn
Skinnarboområdet	6511500	1532000		källa
Grantorp	6510820	1532150		schaktbrunn
Erstorp	6505300	1497200		schaktbrunn
Erstorp	6505010	1497060	Obsrör	spets
Erstorp	6504800	1497750	Obsrör 8031	spets
Erstorp	6504850	1497600	Obsrör 8030	spets
Erstorp	6504800	1497670	Obsrör	spets
Gungbro	6503800	1497350		schaktbrunn
Lugnet	6503750	1499630		schaktbrunn
Tallgården	6503950	1499750		schaktbrunn
Doverstorp	6501350	1502200	Obsrör 8901	spets
Kvillinge	6502820	1519190		schaktbrunn
Kvillinge	6502920	1519200		schaktbrunn
Gräslinge	6502550	1519120		schaktbrunn
Vankom	6503140	1518260		schaktbrunn
Kvillinge	6502520	1519150		källa
Gunnarstorp	6503030	1517140		schaktbrunn
Gunnarstorp	6502980	1517200		schaktbrunn
Gunnarstorp	6503000	1517060		schaktbrunn
Skärlöta	6502640	1517520		schaktbrunn
Ringstamon	6501850	1516980		rörbrunn
Kartlandet	6502125	1517300		schaktbrunn
Kartlandet	6502200	1517165		schaktbrunn
Skogslotten	6502620	1516600		rörbrunn
Toresdal	6502190	1516915		schaktbrunn
Åsen	6502540	1516660		schaktbrunn
Berghamra	6502720	1515570		schaktbrunn
Berghamra	6502695	1515580		rörbrunn
Skogshall	6502790	1515460		rörbrunn
Mell. Bergstor	6502745	1515250		schaktbrunn
Tallbacken	6502670	1514735		schaktbrunn
Tallbacken	6502650	1514675		rörbrunn
Stubbetorp	6502820	1514820		schaktbrunn
Norrköpings sand AB	6502760	1514250	1	rörbrunn
Norrköpings sand AB	6502740	1514260	2	rörbrunn
Skärlöta	6502230	1517800		spets
Sjöslätten	6501685	1516160		schaktbrunn
Svärtinge	6503665	1512300		schaktbrunn
Svärtinge	6503002	1512592	G13-01-1	spets
Svärtinge	6502759	1512815	G13-02-1	spets
Svärtinge	6502391	1513046	G13-03-1	spets
Svärtinge	6502470	1513221	G13-04-1	spets
Svärtinge	6502520	1513315	G13-05-1	spets
Svärtinge	6502575	1513408	G13-06-1	spet
Åby	6505280	1520810		källa
Sikudden	6505250	1525330		källa

Obs.plats	x	y	Obs.namn	Obs.typ
Svärtinge, Hagsätter	6502220	1517811		källa
Svärtinge, Ringstad torvmosse	6501991	1515961		källa
Svärtinge, St Bergstorp	6503088	1515060		källa
Svärtinge Dammhult	6503167	1513814		källa
Källtorp	6511230	1516320		källa
Lenbergsvik	6498540	1503270		källa

Äldre sonderingsborrningar utförda i samband med SGUs jordartskartering

K står för kohesionära jordarter (lera, silt och gyttja).
F står för friktionsjordarter (finsand till grus).
T står för torv.

Det översta jordlagret står först, det understa sist. Det understa lagret är inte alltid genomborrat, varför det kan vara mäktigare än angiven uppgift. Sand och grus under lera har ofta förhållandevis god vattenföring.

x	y	lagerföljd, m
1523815	6504804	17K, 1F
1523274	6504893	12K
1522597	6504512	6K
1521885	6504786	>5F
1520957	6504749	14K, 3F
1521059	6504592	8K, 10F
1521349	6504576	1F, 5K
1521050	6504221	6K, 2F
1521354	6504121	10K, 6F
1521361	6503728	15K, >1F
1521167	6503598	7K, 3F
1521376	6503293	>20K
1521657	6503321	>14K
1521589	6503236	>18K
1521173	6503001	>18K
1522665	6503390	13K
1523615	6502437	8K, >1F
1524630	6502309	10K
1524317	6501745	12K
1520951	6501784	15K
1521186	6501652	25K
1520951	6501620	17K
1521165	6501496	22K
1520796	6500266	25K
1521197	6500203	21K
1520267	6505569	4F, >16K
1519551	6505388	>23K
1520496	6503248	14K, 10F
1520173	6503101	9K, 2F
1520316	6503014	10K
1520306	6500097	27K
1519614	6500789	7K, 1F
1518787	6500870	2K, >2F
1519194	6501760	5K
1518457	6501262	12K
1518614	6502744	7K, >5F
1516363	6500680	2T, >7K
1516054	6500992	2T, >7K
1515616	6501613	0, 5T, >9K
1514338	6500786	14K
1513436	6502660	1F, 2K, >12F
1509477	6505666	7K, 14F
1523922	6499957	20K
1522728	6499837	21K
1523101	6499642	28K
1523635	6499447	18K
1521502	6499403	26K, 2F
1521308	6499670	12K, 4F
1520467	6499946	27K

x	y	lagerföljd, m
1520740	6499060	6K, 6F
1521074	6499029	28K, 1F
1521730	6498624	20K
1521619	6497824	16K, 1F
1521769	6497823	26K
1523795	6498561	3K, 3T, 20K
1524616	6498560	21K, 2F
1524305	6497642	20K, 10F
1521374	6497169	13F
1521715	6496814	13F
1521797	6496821	6K, 11F
1522369	6496995	24K, 17F
1523203	6496853	16K, 11F
1524136	6496963	18K, 3F
1524481	6496749	16K
1523845	6496254	20K
1522480	6496584	19K
1523072	6496107	13K
1523303	6495986	21K
1523545	6495742	29K, 1F
1524491	6496094	12K, 9F
1524202	6495701	22K, 2F
1523945	6495387	21K, 13F
1524627	6495292	11K, 8F
1524896	6494309	2K, 9F
1524121	6494261	6K, 23F
1523755	6494570	10K, 7F
1523194	6494875	19K, 7F
1523041	6494805	6F
1522653	6495354	14F
1522319	6495943	23F
1522426	6495651	2K, 9F
1521401	6496427	9F
1521228	6496426	>10F
1521165	6496179	12F
1521924	6493721	4K, 1F
1522493	6493298	12K
1524588	6492494	17K, 5F
1521581	6492317	1K, 7F
1521362	6490159	8K, 4F
1520490	6492598	4K
1519941	6492748	5K, 1F
1519316	6492908	6K, 4F
1518341	6493023	6K
1519856	6493467	20K
1517038	6493370	9K, 5F
1516907	6493955	10K, 1F
1517924	6494257	8K, 1F
1518310	6493523	5K
1519152	6493751	19K
1518791	6494080	6K
1518672	6494799	9K, 1F
1518952	6495108	3K
1518160	6495749	5K
1518830	6495734	1, 5K
1519068	6495890	8K
1518281	6496131	8K, 4F
1518829	6496198	6K
1519300	6496512	1K
1519915	6495967	7K
1520171	6497066	7F

x	y	lagerföljd, m
1519893	6497303	4T, 12F
1519100	6497307	22K
1518873	6497245	20K
1518680	6497547	20K
1519412	6498260	6F
1519045	6498281	2F
1518735	6498079	1F
1515958	6498899	2K
1515990	6499054	2, 5K
1516608	6499590	6K
1516895	6499837	20K
1515199	6494042	18K, >8F
1514540	6493826	6K
1513865	6496563	7K
1513959	6496598	3K
1513632	6494932	8K
1512048	6493976	16K
1510395	6494323	20K
1509315	6494660	15K
1508836	6494955	11K
1508209	6495559	7K
1505976	6496295	7K, 1F
1507438	6495019	4, 5K
1507723	6494936	4K
1508496	6493250	4K
1511885	6490995	6K
1511321	6489901	6K, 4F
1512851	6488953	9K
1513199	6489035	13K
1511100	6489097	9K, 1F
1510422	6487479	16K
1509056	6489203	15K, 15F
1504032	6489735	10K, >4F
1502465	6489352	11K, >9F
1502959	6491214	7K, 1F
1506727	6490942	13K, 8F
1500219	6492233	11K, 1F
1500482	6496569	2K
1501227	6497429	4K, 2F
1501111	6497782	5K
1501259	6497906	8K
1500445	6498305	10K
1502406	6495490	9K, 1F
1505058	6493960	7K, 3F
1507358	6486351	14K
1505463	6485128	21K, 2F
1507369	6483583	11K, 3F
1509318	6484006	17K, 5F
1510569	6480690	13K, 2F
1511472	6479615	6K, 8F
1508671	6478198	12K, 4F
1515846	6484851	9K
1513301	6483885	8K, 1F
1511960	6482866	11K, 4F
1511555	6484350	2K, 2F
1512604	6486144	7K, 2F
1513284	6486689	7K
1512881	6487312	3K
1515491	6486618	25K
1518857	6488546	14K, 1F
1519207	6489542	4K, 3F

x	y	lagerföljd, m
1517516	6490300	8K, 2F
1524604	6487972	7K, 2F
1506429	6488533	5K
1528595	6498116	5K
1528944	6497206	7K, 3F
1529564	6496923	>20K
1530484	6497384	10K
1531065	6498089	9K
1530264	6499043	5K
1529999	6496363	17K
1531196	6495891	18K, 1F
1532765	6499502	>20K
1536476	6497944	17K
1537203	6499655	9K
1532298	6495419	18K
1533822	6495370	10K
1530968	6495047	>22K
1528425	6495132	14K
1526172	6492603	23K
1527106	6492698	25K, 2F
1529716	6492639	2K
1530018	6491493	7K
1525974	6491519	13K, 1F
1526169	6491007	5K
1526745	6490598	13K
1527907	6490836	>20K
1527939	6489469	11K, 1F
1528730	6487857	>20K
1527693	6487502	14K
1531539	6485063	>20K
1532484	6485031	16K
1533044	6485349	28K, >3F
1534455	6484712	23K, 1F
1535606	6484815	16K
1535784	6486141	20K
1534467	6486471	15K
1533673	6487262	16K, >9F
1532771	6487227	>20K
1534562	6488740	20K, 1F
1533468	6488903	21K, 2F
1534417	6489839	10K
1531771	6489407	16K, 3F
1532384	6490259	14K, 1F
1530814	6490210	13K
1534319	6492253	16K
1532761	6492479	>20K
1531860	6491863	11K
1530885	6493091	8K
1531900	6493501	22K, >2F
1533633	6494656	>21K
1535496	6495364	12K
1536929	6496340	10K
1538002	6495155	17K
1538758	6496921	9K
1538899	6498292	15K, 1F
1542386	6498863	>30K
1542362	6495802	6K
1544452	6497463	>30K
1545460	6496440	>30K
1548535	6497344	16K
1545844	6494172	3K, 1F

x	y	lagerföljd, m
1547506	6492349	17K
1546118	6491089	5K
1547001	6491178	12K
1548104	6491200	12K, 1F
1547892	6488722	12K
1546102	6487724	18K
1548015	6486751	9K
1544587	6494977	14K, 3F
1541150	6492032	15K
1540820	6491180	16K, 1F
1541773	6490995	8K
1542904	6490644	14K
1543456	6491088	19K
1540610	6488218	20K
1541772	6487377	3K
1536657	6493675	14K, 1F
1539958	6493707	10K
1538494	6490830	>30K
1539685	6489211	25K
1539142	6488737	9K
1535787	6488173	16K, >2F
1537956	6486679	>30K
1540939	6486267	>28K
1543927	6485274	12K
1543202	6483759	11K
1546601	6485798	12K, 3F
1530088	6486199	>20K
1538958	6500332	16K, 2F
1545876	6500492	8K
1526844	6505053	1F, 4K, >4F
1527620	6505168	1F, 5K, 3F
1529803	6505022	5F, 3K, >1F
1529817	6512489	6T, 0, 5K
1532588	6512446	4T, 5K
1533577	6508254	1F, 5K, 2F
1530598	6506739	7K, >3F
1533102	6505934	12K, 1F
1541190	6508502	4T
1541825	6508758	6T
1548822	6504948	0, 5T, 18K
1550100	6502669	11K, 18F
1555673	6497683	>15K
1551209	6496330	7K
1550192	6490751	>15K
1553901	6490493	7K
1556049	6492160	14K
1556972	6487978	>15K
1552873	6488017	>15K
1556701	6490009	7K, 1F
1554449	6485909	>15K
1553921	6485759	>12K
1553980	6485195	20K
1553986	6484978	13K
1551848	6485832	3T, 7K, 1M
1550285	6480911	>15K
1553314	6481243	1T, >6K
1555029	6481190	14K, >1F
1553452	6479833	>15K
1559723	6482757	6K
1560890	6483935	8K
1559789	6485713	7K

x	y	lagerföljd, m
1554339	6483560	16K, >1F
1564230	6485995	9K
1499729	6490255	8K, >3F
1499344	6491893	4K
1498856	6493377	1T, 12K
1499675	6494873	6K
1498834	6496351	13K
1498717	6496425	2K
1499204	6497426	7K
1499651	6498337	15K
1498578	6498921	1T, 21K, 1F
1493638	6491238	11K
1495699	6494073	10K
1491811	6493411	8K
1494485	6498123	6K, >3F
1493430	6499292	10K, 1F
1538610	6495775	12K, 7F, 1, 5M
1520616	6503410	>11K

Kemiska analyser av grundvatten från källor och observationsrör

		Rör 9601R Eriksro x 6503875 y 1510870	Rör 9602R Källhagen, Åby x 6505210 y 1520875	Källan vid Källhagen, Åby x 6505275 y 1520818
COD (Mn)	mg/l	<1	4,2	<1
Konduktivitet 25 gr	mS/m	30	59	57
pH		8,0	8,1	7,9
Alkalinitet	mg/l	86	194	138
Kolsyra agg CO_2	mg/l	<1	<1	<1
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	53	118	102
Hårdhet gr tot	gr dH	7,4	16,5	14,3
Ca	mg/l	43	104	86
Mg	mg/l	6,3	8,6	9,8
Na	mg/l	9,0	11	18
K	mg/l	2,7	3,4	3,7
Fe	mg/l	0,90	4,10	0,94
Fe, elof	mg/l	0,46	1,16	0,40
Mn	mg/l	0,29	0,35	0,31
Al	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Cu	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NH_4-N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NO_2-N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO3-N	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2
PO_4-P	mg/l	0,05	0,50	<0,01
F	mg/l	0,7	0,8	0,7
Cl	mg/l	18	31	39
SO_4	mg/l	54	117	108

		Rör 9701R Tingsbröten x 6503245 y 1512275	Rör 9702R Tingsbröten x 6503390 y 1512165	Rör 9704R Skiramon x 6518610 y 1543110
COD (Mn)	mg/l	<1	<1	<1
Konduktivitet 25 gr	mS/m	36	30	33
pH		7,2	7,6	8,0
Alkalinitet	mg/l	44	75	105
Kolsyra agg CO_2	mg/l	5	3	1
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	44	51	65
Hårdhet gr tot	gr dH	6,2	7,1	9,1
Ca	mg/l	31	41	54
Mg	mg/l	8,2	5,8	6,8
Na	mg/l	25	9,5	6,9
K	mg/l	3,2	2,1	2,4
Fe	mg/l	1,29	2,24	0,18
Fe, elof	mg/l	-	-	-
Mn	mg/l	0,06	0,27	<0,01
Al	mg/l	0,06	0,09	<0,05
Cu	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NH_4-N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NO_2-N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO_3-N	mg/l	<0,2	<0,2	0,3
PO_4-P	mg/l	0,01	0,01	0,01
F	mg/l	0,22	0,43	0,16
Cl	mg/l	49	17	38
SO_4	mg/l	47	46	12

DATABASSTRUKTUR

Den digitala informationen över grundvattentillgångar i Norrköpings kommun finns tillgänglig i SGUs databaser och presenteras översiktligt nedan. Informationen är framtagen i formaten MapInfo och ArcInfo, men kan erhållas även i andra format. Data är lagrade i RT90 2,5 gon V.

Övriga data med anknytning till ”Karta över grundvattentillgångar i Norrköpings kommun” som finns tillgängliga på SGU är bl.a.

- tolkade bilder på seismiska profiler och georadargram,
- anpassade symbolfiler i formatet MapInfo och
- postscriptfiler för utplottning av data.

Fig 81. Översiktlig databasstruktur.

REFERENSER, LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR

Referenser

Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. *Statens naturvårdsverk. Rapport 4415.*

Aneblom, T., Pousette, J., Müllern, C.-F. & Engqvist, P., 1996: Hydrogeologisk karta över Östergötlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 14.*

Aneblom, T., Pousette, J., Müllern, C.-F. & Engqvist, P., 1996: Beskrivning till hydrogeologisk karta över Östergötlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 14.*

K-konsult, 1964: *Redogörelse för grundvattenundersökningar utförda 1963–1964, Norsholm-Kimstad.*

Kornfält, K.-A. & Lundström, I., 1974: Berggrundskartan 8G Norrköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 108.*

Kornfält, K.-A. & Lundström, I., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Norrköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 108.*

Laaksoharju, M., Smellie, J., Nilsson, A.-C. & Skårman, C., 1995: Groundwater sampling and chemical characterisation of the Laxemar deep borehole KLX02. *SKB Tec. Rep. 95-05.*

Lundström, I. & Persson, C., 1972:Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 11.*

Müllern, C.-F. & Pousette, J., 1982: Beskrivning till hydrogeologiska kartan Norrköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Ag 12.*

Müllern, C.-F. & Pousette, J., 1982: Hydrogeologiska kartan Norrköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Ag 12.*

Nordberg, L. & Persson, G., 1974: The national groundwater network of Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ca 48.*

Nurmi, P.A., Kukkonen, I.T. & Lahermo, P.W., 1998: Geochemistry and origin of saline groundwaters in the Fennoscandian Shield. *Journal of Applied Geochemistry vol. 3.*

SGU, 1994: Grundvattnet i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning Ah 17.*

Statens livsmedelsverk, 2001: Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten. *Statens livsmedelsverks författningssamling, SLVFS 2001:30.*

Vattenfall, 1991: Scientific Summary Report of the Deep Gas Drilling Project in the Siljan Ring Impact Structure. *Swedish State Power Board, U(G) 1991/14.*

VBB Viak, 1996: *Strömsfors. Ansökan om vattendom för provpumpning, med teknisk beskrivning.*

Wikström, A., 1975: Berggrundskartan 8G Norrköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 112.*

Wikström, A., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Norrköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 112.*

Wikström, A., 1976: Berggrundskartan 9G Katrineholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 116.*

Wikström, A., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 116.*

Wikström, A., 1978: Berggrundskartan 9G Katrineholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 123.*

Wikström, A., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 123.*

Allmän litteratur

Aastrup, M., 1985: Grundvattenövervakning inom PMK. Rapport från verksamheten 1985. *Statens naturvårdsverk. Rapport 3236.*

Agerstrand, T., 1973: Praktisk geohydrologi. I P. Brink, T. Cewé, E. Olerud, C. Ramel, H. Sjörs & M. Falkenmark (red.): *Vattenmiljön. Praktisk miljökunskap.* Natur och Kultur, Stockholm, 53–80.

Ahlbom, K., De Geer, J., Gustafsson, G., Hård, S., Karlqvist, L., Norling, E., Persson, G. & Thoregren, U., 1980: Energigeologisk kartering. Metodstudie. *Byggforskningsrådet R 134: 1980.*

Andersson, A.C., Andersson, O. & Gustafson, G., 1984: Brunnar: undersökning – dimensionering – borrning – drift. *Byggforskningsrådet R 42: 1984.*

Andersson, S., Eriksson, A. & Åbyhammar, T.; 1980: Utvinning av värme ur bergborrade brunnar. Förstudie. *Byggforskningsrådet R 142: 1980.*

Annadotter, H., 1993: Algtoxiner i dricksvatten: en undersökning vid två svenska vattenverk samt en litteraturstudie. *VAV. 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.*

Bergman, G., 1972: *Bestämning av infiltrationskoefficienter för bergytor och perkolationsbanor i jordlager.* Stockholms universitet. Kvartärgeologiska institutionen. Även STU 69-519/U386.

Bergström, R. & Kornfält, K.-A., 1973: Beskrivning till geologiska kartbladet Norrköping NV. S*veriges geologiska undersökning Ae 14.*

Bergström, R. & Wikström, A., 1975: Beskrivning till geologiska kartbladet Norrköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 15.*

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. *Byggforskningsrådet T 44: 1982.*

von Brömssen, U.,1968: *Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt: försök till bestämning av infiltrationskoefficienter.* Särtryck ur: Teknik Metod Analys. Stockholm.

Byggforskningsrådet, 1982: Bergvärme, grundvattenvärme och geotermi. BFR-seminarium maj 1982. *Rapport R130:1982.*

Bäckström, O., 1981: *Försurning.* Uppsala universitet. Kvartärgeologiska avdelningen.

Carlsson, A. & Olsson, T., 1977: Hydraulic properties of Swedish crystalline rocks. *The Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, N.S., vol. 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 R 41: 1984.*

Coordinating committee for hydrology in Nordic Countries (COHYNO), 1984: *Nordic Glossary of Hydrology.* Iréne Johansson (red.). Almqvist & Wiksell International, Stockholm.

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. N*ordic Hydrological Conference and Second Nordic IHP meeting, Hanasaari, 1978, Papers of workshops.* Helsinki.

Eriksson, A., 1981: Energibrunnar. *Sveriges geologiska undersökning. Information från brunnsarkivet 1/81.*

Fagerlind, T., Müllern, C.-F. & Pousette, J., 1977: Beskrivning till hydrogeologiska kartan Norrköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Ag 7.*

Flentzberg, A., 1909: Offerkällor och trefaldighetskällor. *Fataburen*, 65–84, 141–149.

Fredén, C. (temaredaktör), 1994: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas. Andra uppl.

Fromm, E., 1976: Beskrivning till jordartskartan Linköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 19.*

Fromm, E. & Gorbatschev, R., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Linköping NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 107.*

Frycklund, C., Jacks, G., Johansson, P.-O. & Lekander, K., 1994: Konstgjord grundvattenbildning – Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration. *VAV. VA-forsks rapportserie 1994-08.*

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. København.

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. Reykjavik.

Gustafsson, Y.,1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. *I* E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.

Hedström, R., 1996: Olycksfrekvenser vid transport av farligt gods – risker för recipienter och vattentäkter. *VAV.M95.*

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. *Kungl. 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. & 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 grundvattenskydd. *Vägverket Publikation. 1995:1.*

Larsson, I., 1972: Groundwater in granite rocks and tectonic models. *Nordic Hydrology 3*, 111–129. Stockholm.

Larsson, I., 1977: Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. *Vatten 33.2,* 96–101. Stockholm.

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).

Lidman, E.-K. & Mattson, E., 1982: *Försurningens inverkan på korrosionen i vattenledningar av koppar*. Korrosionsinstitutet. Stockholm.

Lindén, A., Melin, O. & Mellander, H., 1983: *Områden med anomal radioaktiv värmeproduktion i södra och mellersta Sverige.* Energiforskningsnämnden. Långsiktig energitillförselforskning.

Lindgren, J., 1997: Radon i vatten – ännu inga gränsvärden. *Sveriges geologiska undersökning. Grundvatten 2/96–1/97.*

Müllern, C.-F., 1980: Airborne geophysical measurements used for hydrogeological mapping. *6:e Nordiska Hydrologiska Konferensen. Uppsala Universitet, Naturgeografiska Instutionen. Rapport Nr 53.* Uppsala.

Naturvårdsverket, 1991: Grundvattentäkter: skyddsområden – skyddsföreskrifter. *Allmänna råd 90: 15*.

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: 1985*.

Persson, C., 1972: Larslundsmalmen. Geologisk sammanställning av grundundersökningar. *Sveriges geologiska undersökning C 674.*

Persson, C., 1972: Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 11.*
Persson, C., 1976: Beskrivning till jordartskartan Katrineholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 9.*
Persson, C., 1982: Beskrivning till jordartskartan Katrineholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 46.*
Persson, G., 1992: Groundwater protection and vulnerability maps in Sweden. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia Vol. XLII.*
Pousette, J., 1994: Shallow groundwater in Sweden – a vulnerable resource. *Water Down Under '94, Preprints of Papers, Volume 2 – Part B*, 723–726. IEAust, Barton, Australia.
Programet för övervakning av miljökvalitet (PMK), 1986: Sura och försurade vatten. *Monitor*: Statens naturvårdsverk, Solna.
Rodhe, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. *Report Series A, No 41, Division of Hydrology, Uppsala Univ.*, 260 s.
Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. *Kungliga 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 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.*
Svantesson, S.-I., 1988: Beskrivning till jordartskartan Arkösund NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 91.*
Svenska vatten- och avloppsföreningen, 1995: VA-verk 1994. Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsverk. *VAV S94.*
Svenska vatten- och avloppsföreningen, 1997: Skydd av vattentäkter. *Meddelanden, VAV M98.*
Svensson, C., 1996: Litteraturdatabas för grundvatten i urban miljö på Internet. *Va-forsks rapportserie 1996-12.*
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.
Wikström, A., 1991: Beskrivning till berggrundskartan Finspång SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 163.*
Winqvist, G., 1953: Groundwater in Swedish Eskers. *Kungliga tekniska högskolans handlingar nr 61.*

SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

Nr
17. Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand–bentonitskikt. 1980.
21. Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and groundwater recharge. 1980.
27. Intruded and relict groundwater of marine origin. SWIM -81. 1981.
30. Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
37. Geokemisk kartering. 1984.
39. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
42. Geokemisk kartering. Bäcktorv. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.

57. Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
75. Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
81. Markgeokemiska kartan 7–9, D–H. (Kartor med beskrivning över ett tjugotal huvudelement och spårämnen.) 1995.
86. Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövårdare. Exempel från Mittnordenområdet. 1996.
87. 14th Salt Water Intrusion Meeting, Malmö, SWIM -96. 1996.
99. Grundvattnets tillstånd i Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999. 1999.

Ej tryckta utredningar

Datum	Titel	Företag
1950-07-05	Förslag till anläggningar för vattenförsörjning och avlopp inom bostadsområde vid Djurö kvarn	Orrje & Co
1950-10-16	Yttrande över utförda grundvattnundersökningar inom kvarteret Slakthuset i Norrköpings stad	Viak
1950-10-19	Sakkunnigutlåtande angående grund-, grundvatten- och sättningsförhållanden i och omkring kv. Slakthuset i Norrköping	AIB
1951-12-07	Beträffande vattenmål på ansökan av Norrköpingsortens slakteriförenings ansökan om grundvattenuttag	AIB
1954-04-12	Bearbetat förslag till vatten- och avloppsledningar för Kullersta villasamhälle	Sandlunds komm. tekn. byrå
1955-03-01	Förslag till anläggningar för vattenförsörjning och avlopp för Tåby samhälle	Sandlunds komm. tekn. byrå
1955-04-19	Förslag till va-anläggningar för Arkösunds stationssamhälle, Östra Vikbolandets kommun	AIB
1955-10-18	Förslag till vattenförsörjnings- och avloppsanläggningar för del av Kättinge samhälle	AIB
1957-12-07	Vattentäktsutredning för befintlig och planerad ny bebyggelse vid Dagsberg-Ljunga, Västra Vikbolandets kommun	LBF
1962-02-15	Strömsfors, Norrköping	LBF
11965-00-00	PM angående vattenförsörjningsfrågan för Arkösundsregionen	
1965-02-15	Förslag av den 15/2 1965 till vatten- och avloppsanläggningar etapp II i Arkösunds samhälle	Sandlunds komm. tekn. byrå
1966-05-04	PM över provpumpning av vattentäkt	VA-hygien AB
1967-07-01	(End. ritn. Kvarsebo.) Kommunaltekniska planeringsbyrån, 1967	Komm.tekn. plan.byrån
1970-12-01	PM angående grundvattenförhållanden vid Norrköpings kommuns planerade depositionsplats vid Mariehov	SGU
1971-05-18	PM angående grundvattenförhållandena på stadsäga nr 5027 i Norrköping	SGU
1972-11-29	Grundvattenundersökningar vid Vånga kyrkby, Östergötlands län	SGU
1975-07-15	Besiktningen av vattentäkten i Simonstorps samhälle samt av alternativa lägen för ny bergborrad vattentäkt	SGU
1977-03-20	Vattenförsörjning för Arkösunds samhälle, provpumpning vid Mönnerum	SGU
1979-06-15	HSB. Redogörelse för geohydrologiska undersökningar vid Arkösund	Akva Terra

1979-10-26	HSB:s riksförbund. Arkösund. Provpumpning Nordanskog	Akva Terra
1984-10-26	VLF-undersökning vid Kåreholm, Rönö	VLF-geounder-sökning AB
1984-11-22	Norrköpings vattenförsörjning vid Svärtinge	SGU
1985-08-02	Norrköpings vattenförsörjning. Undersökningsborrning vid Svärtinge	SGU
1987-12-28	Grundvattenundersökning. Brunn 194 mm diameter.	Akva Terra
1990-05-04	Hydrogeologisk besiktning och VLF-mätning vid Mauritsberg	SGU
1991-03-01	Grundvattenplanering i Norrköping. Etapp 2 – Etablering av grundvattennät. Sammanställning av SGI:s redovisning.	SGI
1995-01-01	Geologi Geoteknik Geohydrologi i Norrköping	Geogruppen Norrköpings kn
1997-01-14	Hyttans vattenverk. Provpumpning av befintlig brunn, rörborrningar.	VBB Viak

Grundvattenkartor

SGU serie Ag, grundvattenkartor i skala 1:50 000

Nr
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

Nr
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, kommuner, i skala 1:50 000

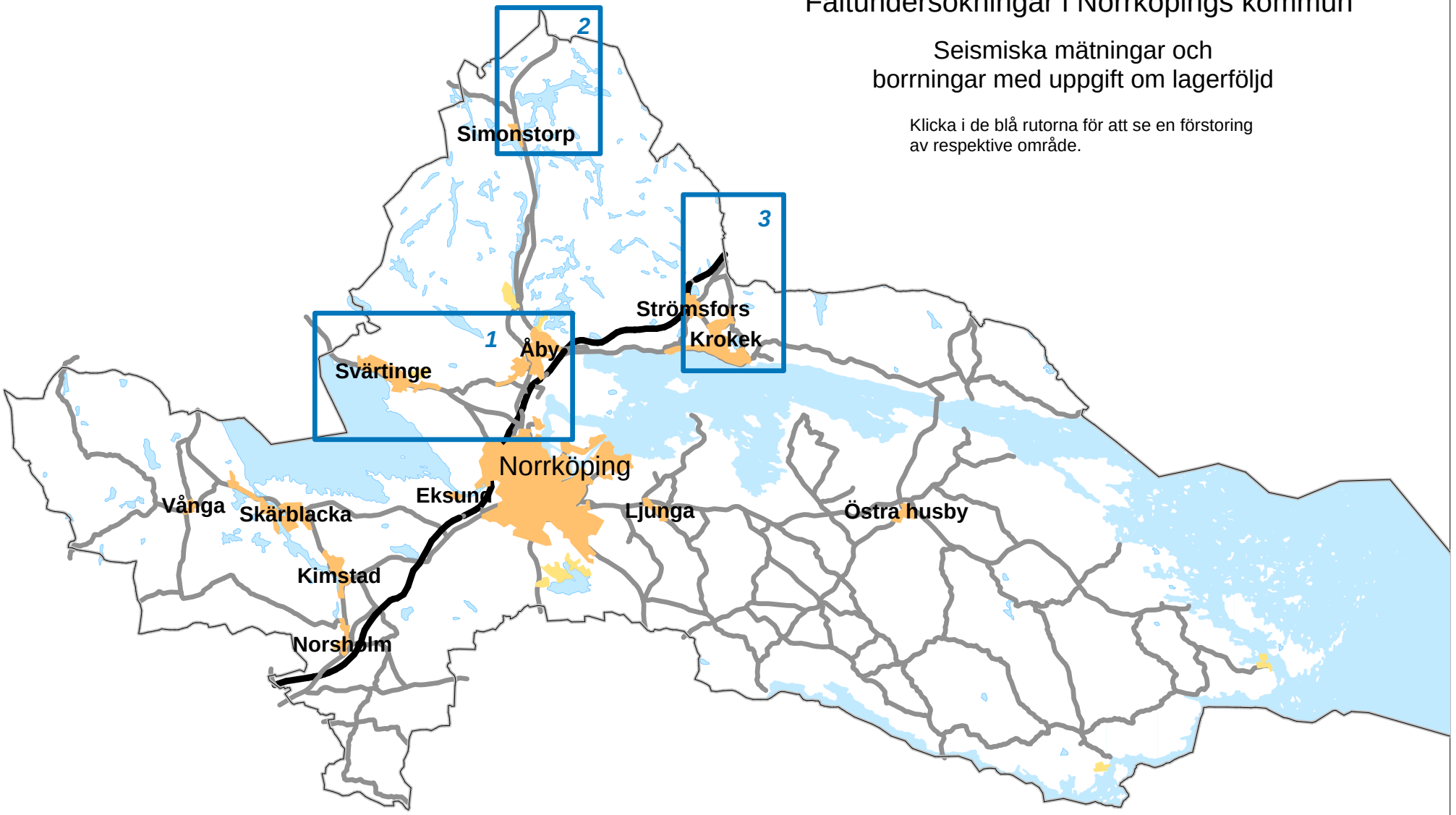
Dessa kartor och beskrivningar trycks ej regelmässigt utan finns som digitala baser. Kommuner utan serienummer finns för närvarande endast som databaser. * = databas föreligger på cd.

Haninge	An 1	Köping
Hässleholm	An 2	Båstad
Strängnäs*	An 3	Halmstad
Upplands-Bro*	An 4	Laholm
Södertälje	An 5	Uddevalla
Söderhamn*	An 6	Mölndal
Katrineholm*	An 7	
Karlstad*	An 8	
Laxå*	An 9	
Norrköping*	An 10	
Linköping	An 11	
Nynäshamn	An 12	
Bollnäs	An 13	
Höganäs*	An 14	
Håbo		
Kristinehamn		
Umeå		
Göteborg		
Heby		
Helsingborg		
Stockholm		
Lund		
Malmö		
Lomma		
Kävlinge		
Landskrona		
Burlöv		
Staffanstorp		
Västerås		
Hallstahammar		
Enköping		
Örkelljunga		
Ängelholm		
Eskilstuna		
Kungsör		

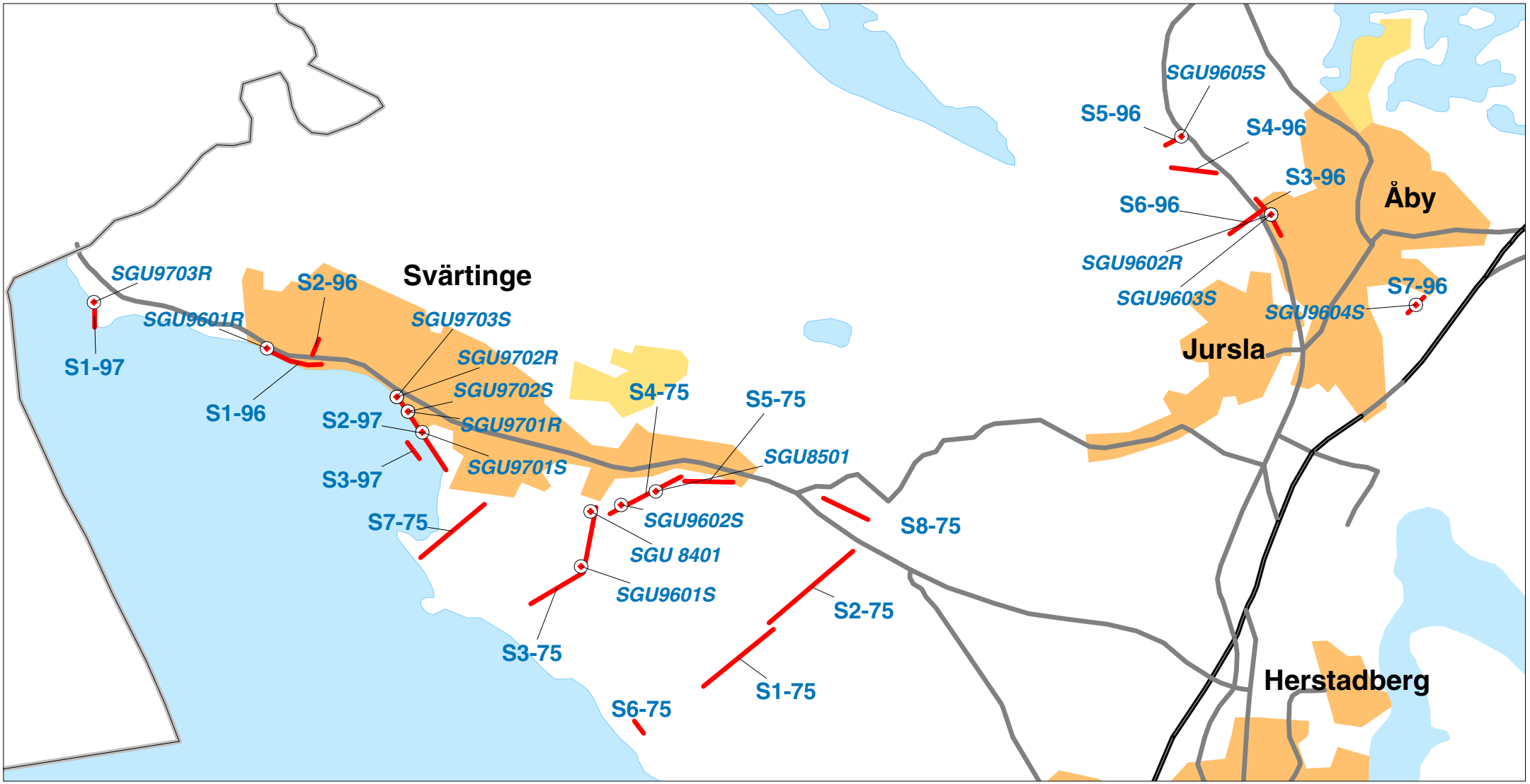
Fältundersökningar i Norrköpings kommun

Seismiska mätningar och borrningar med uppgift om lagerföljd

Klicka i de blå rutorna för att se en förstoring av respektive område.



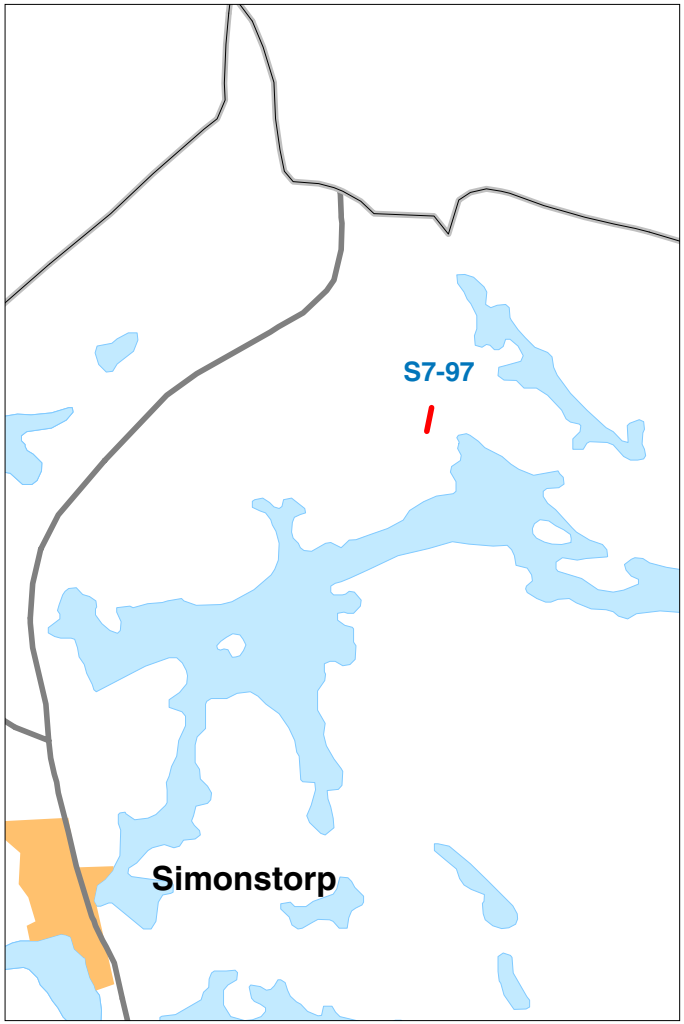
1



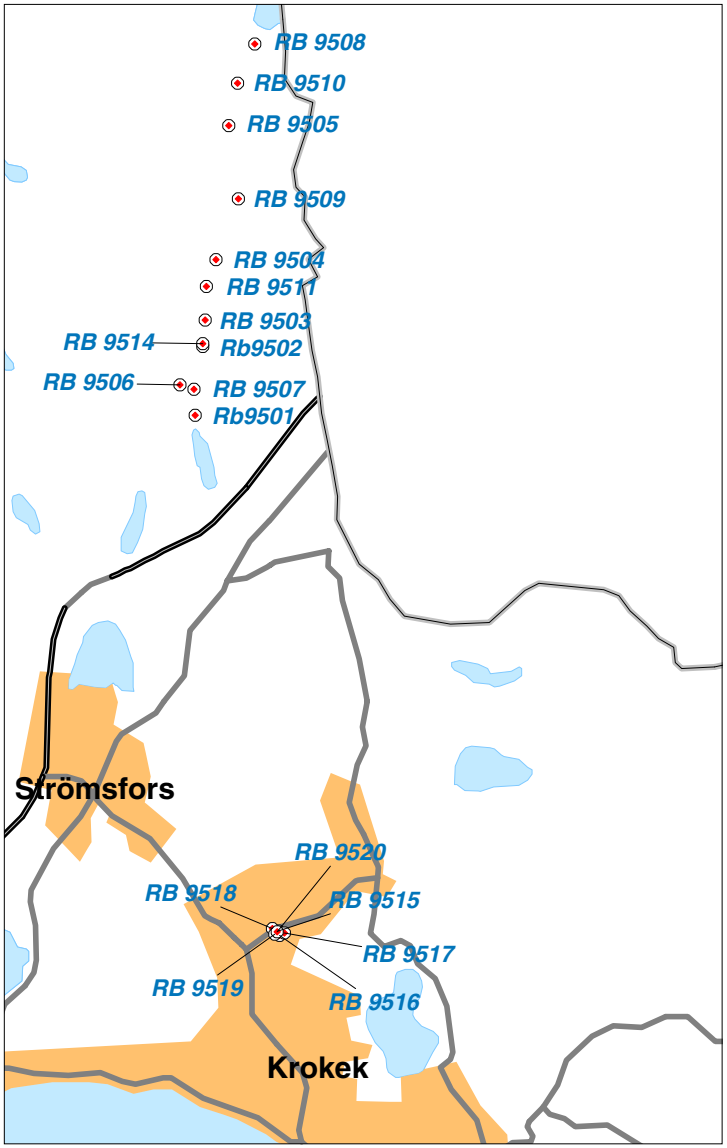
Seismisk mätning

Borrning med uppgift om lagerföljd

2



3

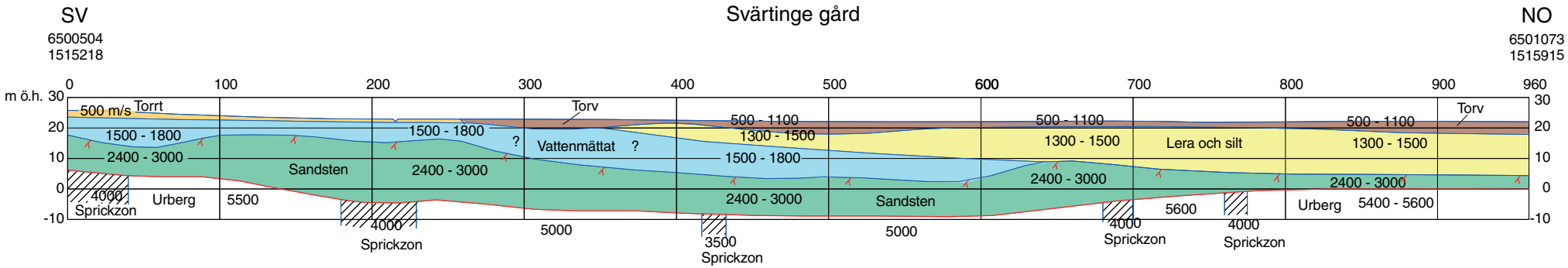


Seismisk mätning

Borrning med uppgift om lagerföljd

Profil S1-75

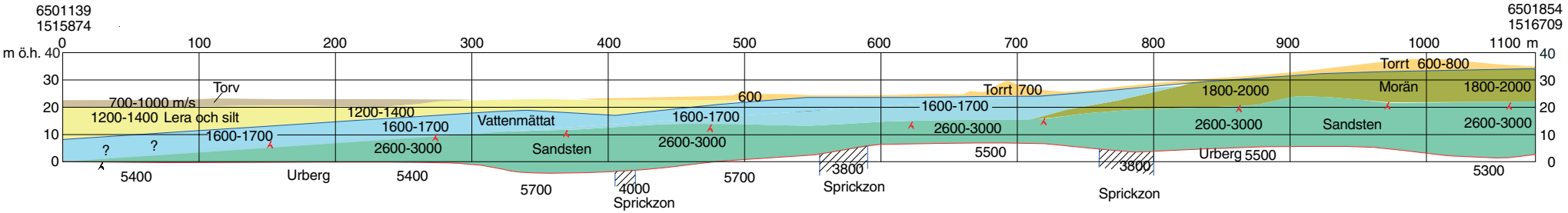
Svärtinge gård

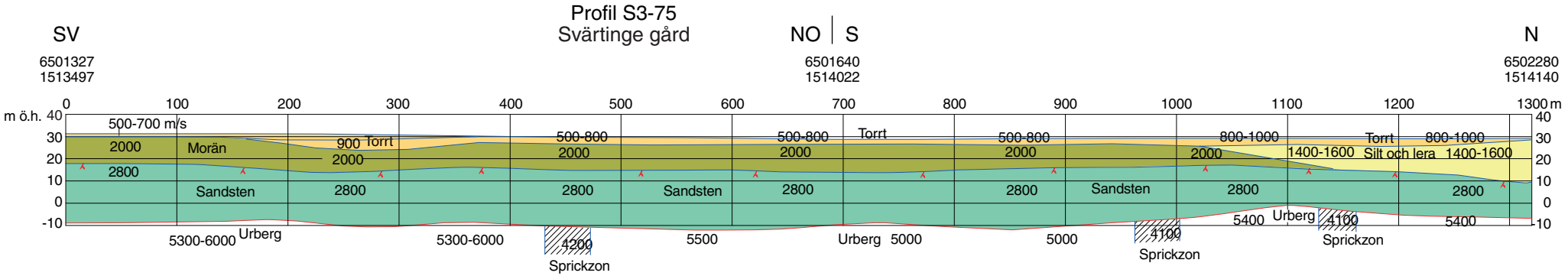


Profil S2-75

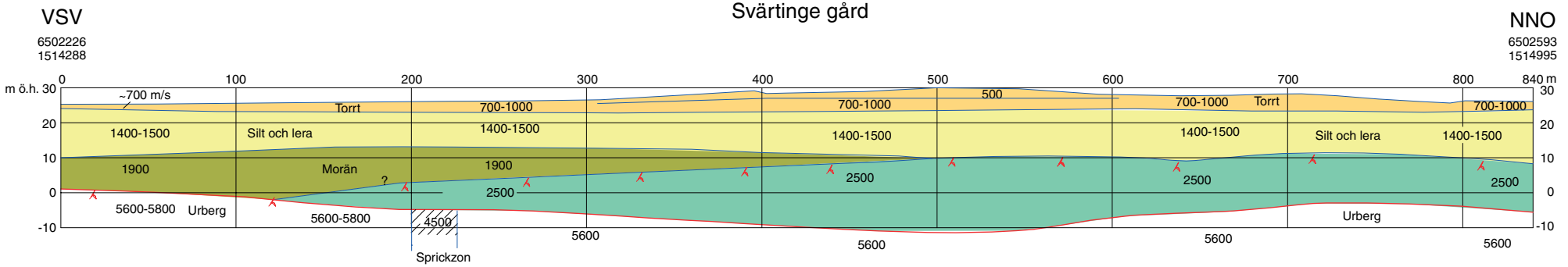
Svärtinge gård

SV NO




Profil S3-75
Svärtinge gård
SV
NO
S
N
6501327
1513497
6501640
1514022
6502280
1514140
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300 m
m ö.h.
40
30
20
10
0
-10
500-700 m/s
2000
Morän
2800
Sandsten
900 Torrt
2000
2800
500-800
2000
2800
500-800
2000
2800
Torrt
500-800
2000
2800
Sandsten
2000
800-1000
1400-1600
2800
Torrt
Silt och lera
800-1000
1400-1600
2800
5300-6000
Urberg
5300-6000
4200
Sprickzon
5500
Urberg
5000
5000
4100
Sprickzon
5400
Urberg
4100
Sprickzon
5400

Profil S4 -75
Svärtinge gård



Profil S5-75

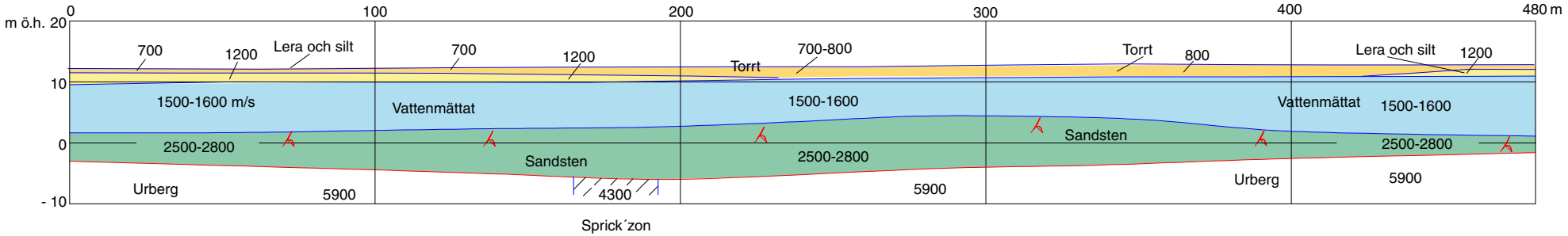
Svärtinge gård

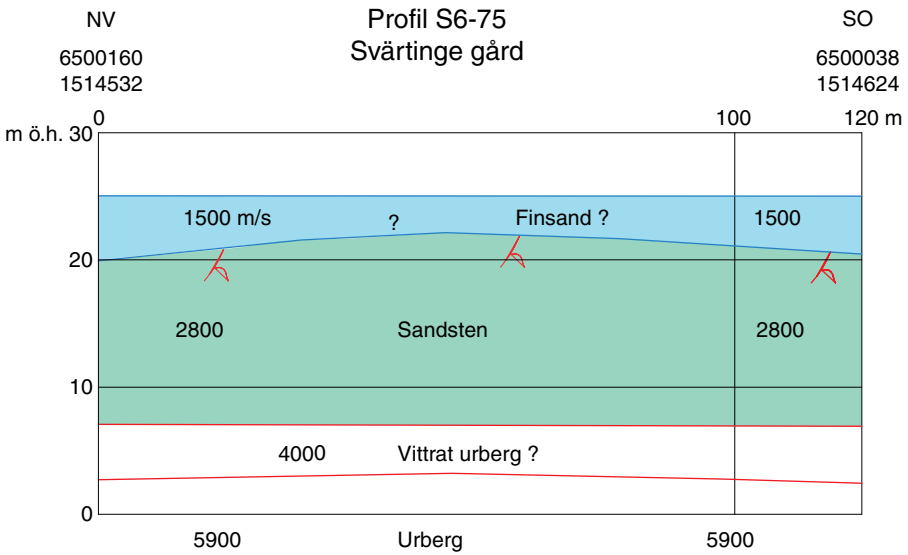
V

6502549
1515031

O

6502540
1515515

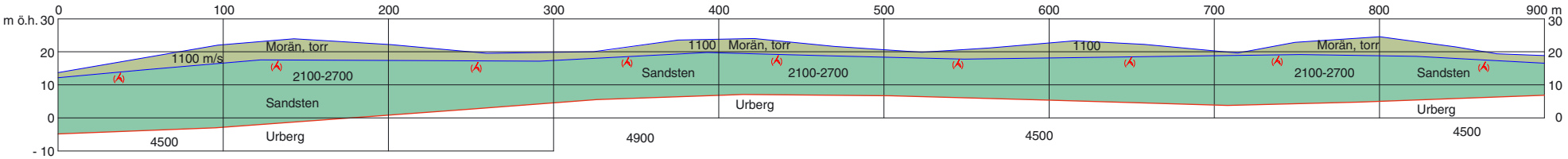



NV
Profil S6-75
Svärtinge gård
SO
6500160
1514532
6500038
1514624
0
100
120 m
m ö.h. 30
20
10
0
1500 m/s
?
Finsand ?
1500
2800
Sandsten
2800
4000
Vittrat urberg ?
5900
Urberg
5900

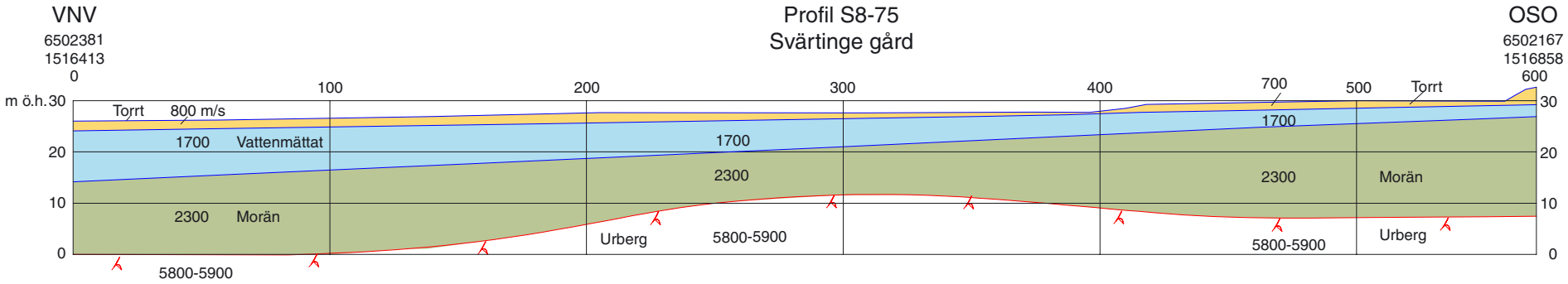
Profil S7-75
Svärtinge gård

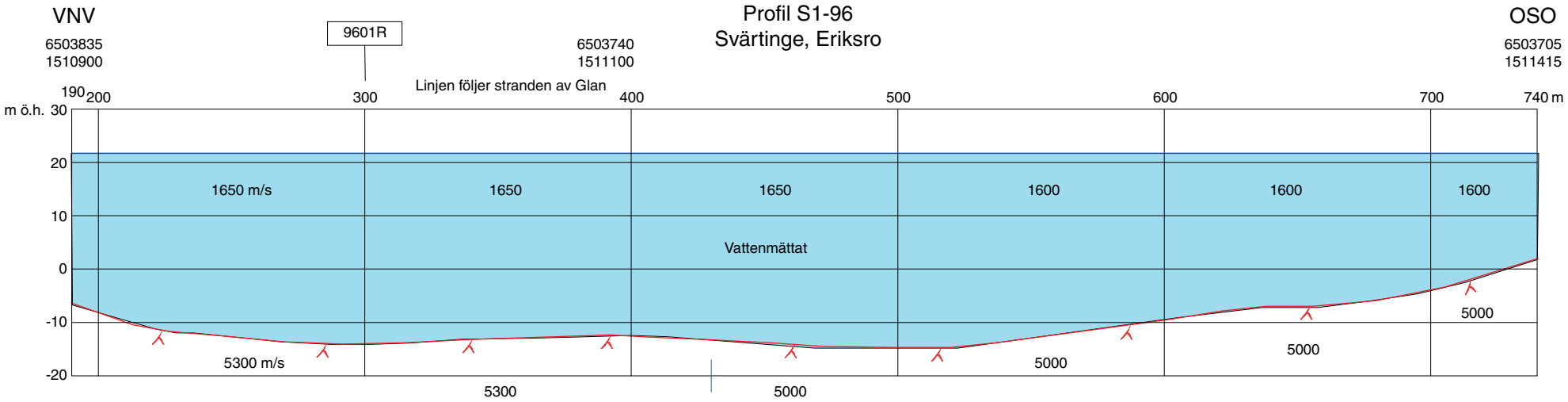
SV
6501787
1512401

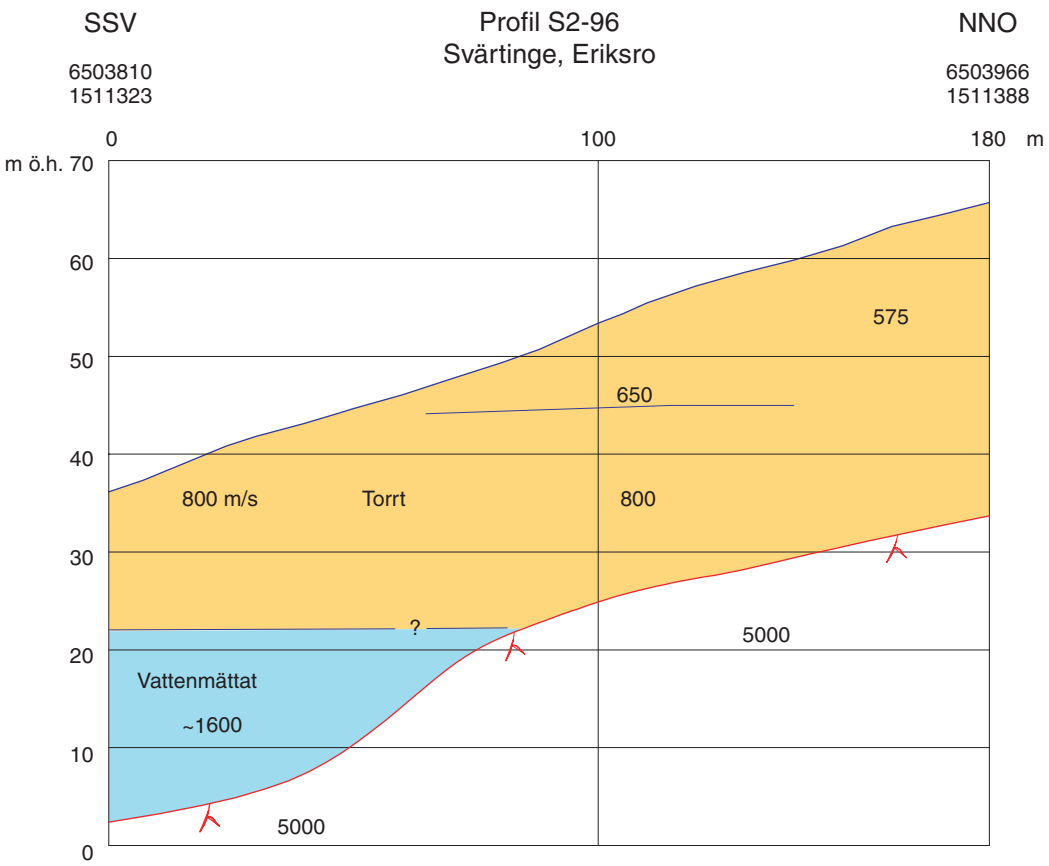
NO
6502319
1513037

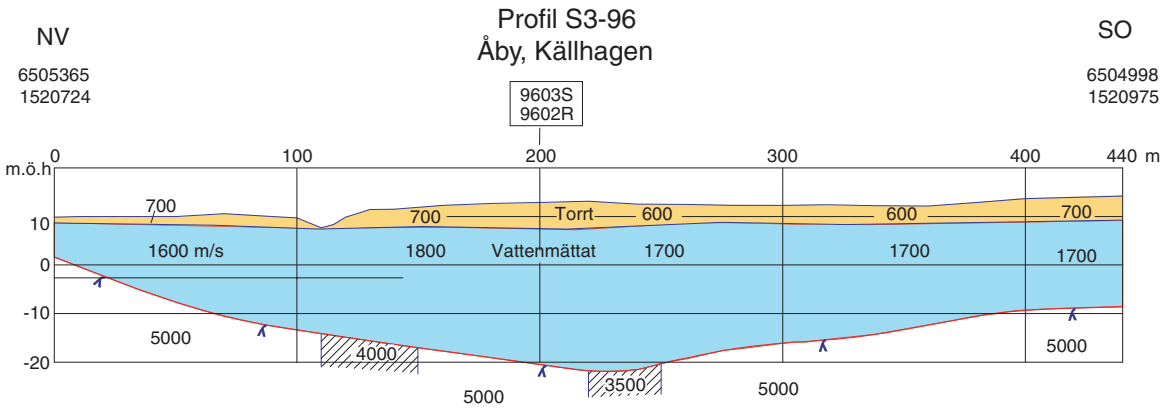


Undersökningen har utförts med hammarseismograf, vilket gör tolkningen något osäker.


VNV
6502381
1516413
0
Profil S8-75
Svärtinge gård
OSO
6502167
1516858
600
m ö.h.
30
20
10
0
100
200
300
400
700
500
Torrt
800 m/s
1700
Vattenmättat
2300
Morän
5800-5900
Urberg
Torrt
1700
2300
Morän
5800-5900
Urberg


VNV
6503835
1510900
9601R
Profil S1-96
Svärtinge, Eriksro
6503740
1511100
OSO
6503705
1511415
Linjen följer stranden av Glan
190
200
300
400
500
600
700
740 m
m ö.h.
30
20
10
0
-10
-20
1650 m/s
1650
1650
1600
1600
1600
Vattenmättat
5300 m/s
5300
5000
5000
5000
5000


SSV
Profil S2-96
Svärtinge, Eriksro
NNO
6503810
1511323
6503966
1511388
0
100
180 m
m ö.h. 70
60
50
40
30
20
10
0
575
650
800 m/s
Torrt
800
?
5000
Vattenmättat
~1600
5000


Profil S3-96
Åby, Källhagen
NV
6505365
1520724
SO
6504998
1520975
9603S
9602R
0
100
200
300
400
440 m
m.ö.h
10
0
-10
-20
700
700
Torrt
600
600
700
1600 m/s
1800
Vattenmättat
1700
1700
1700
5000
4000
3500
5000
5000
5000

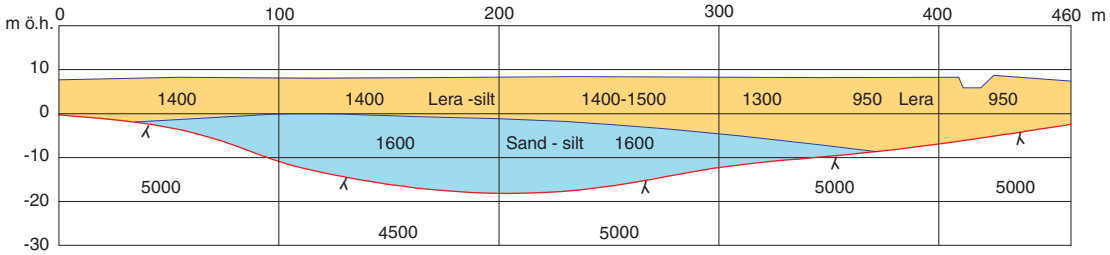
Profil S4-96
Sätra

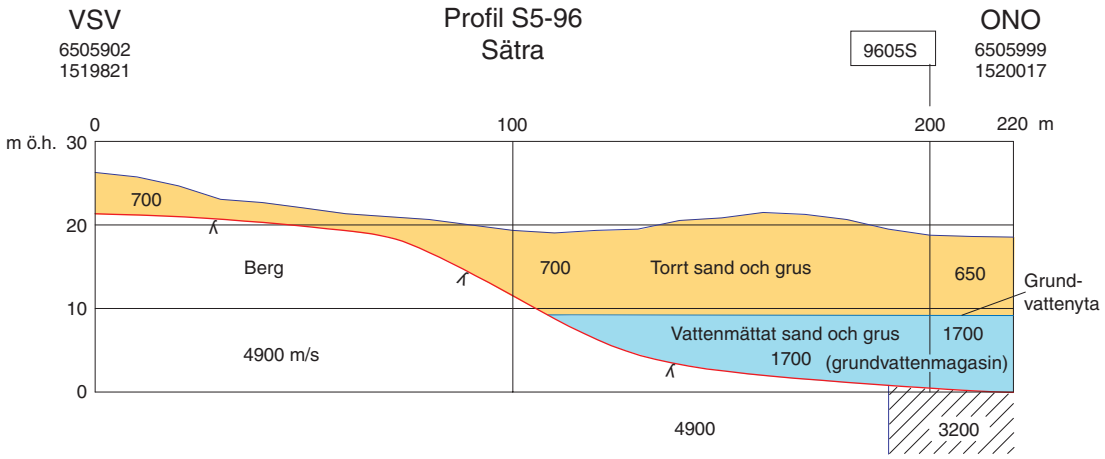
V

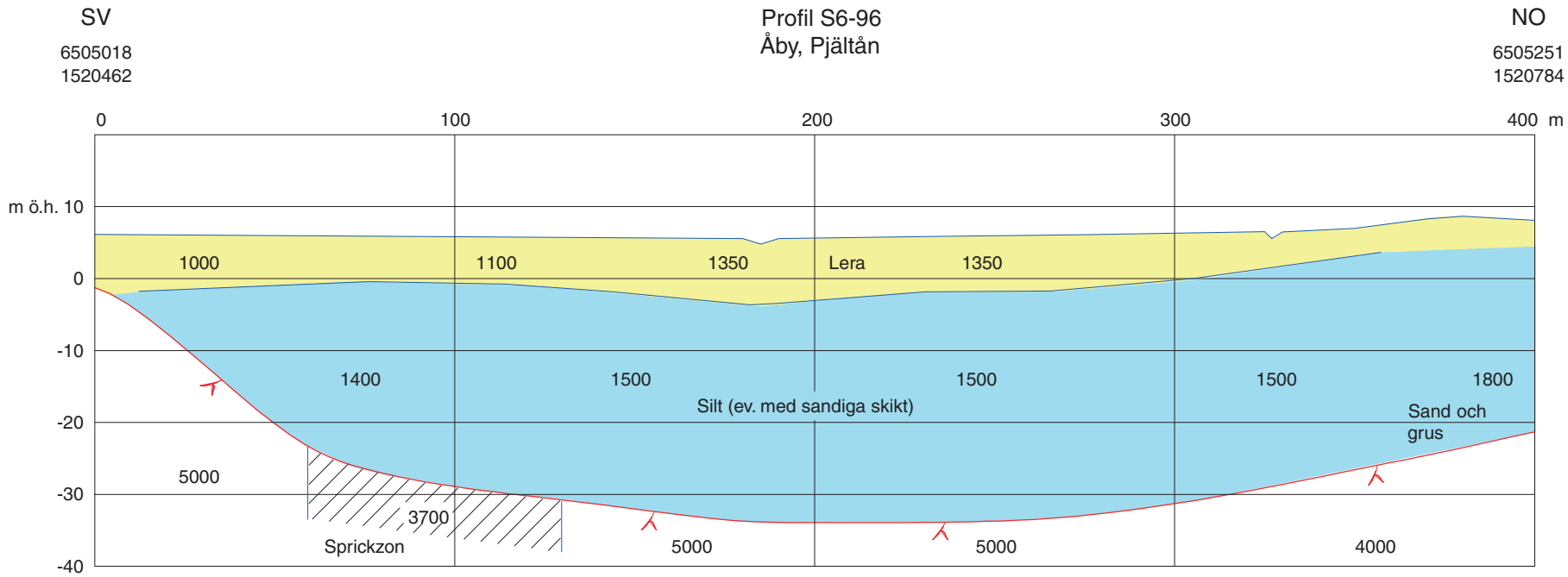
6505677
1519880

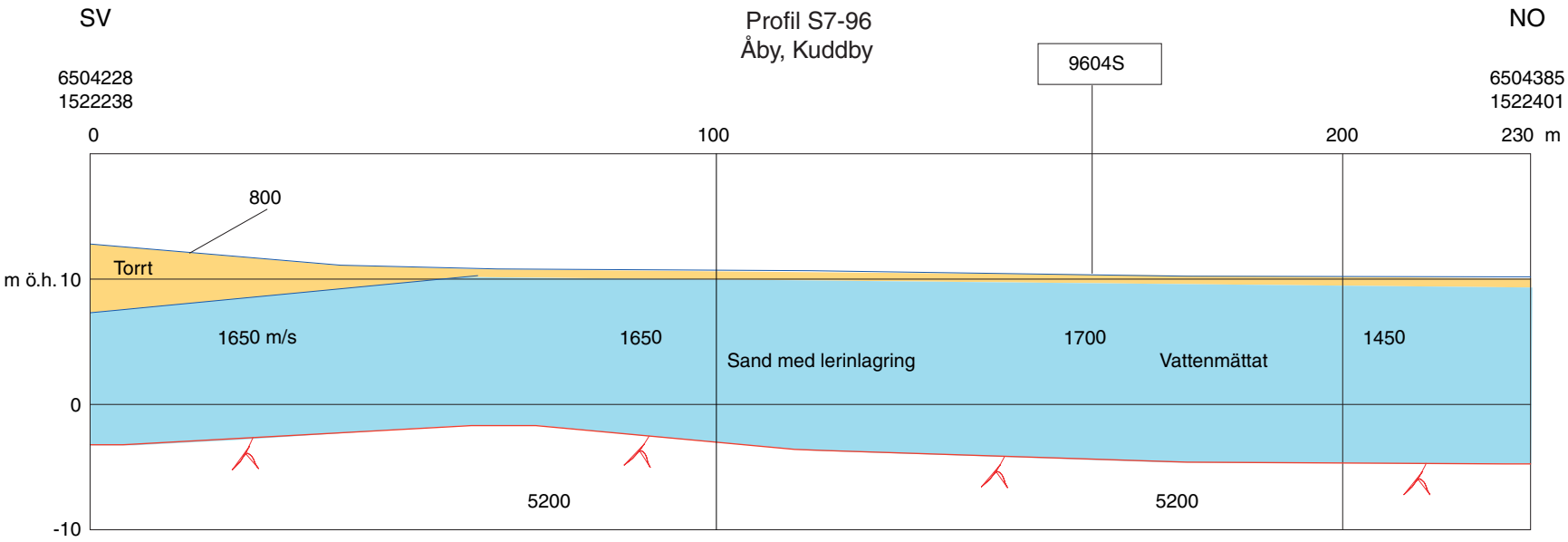
O

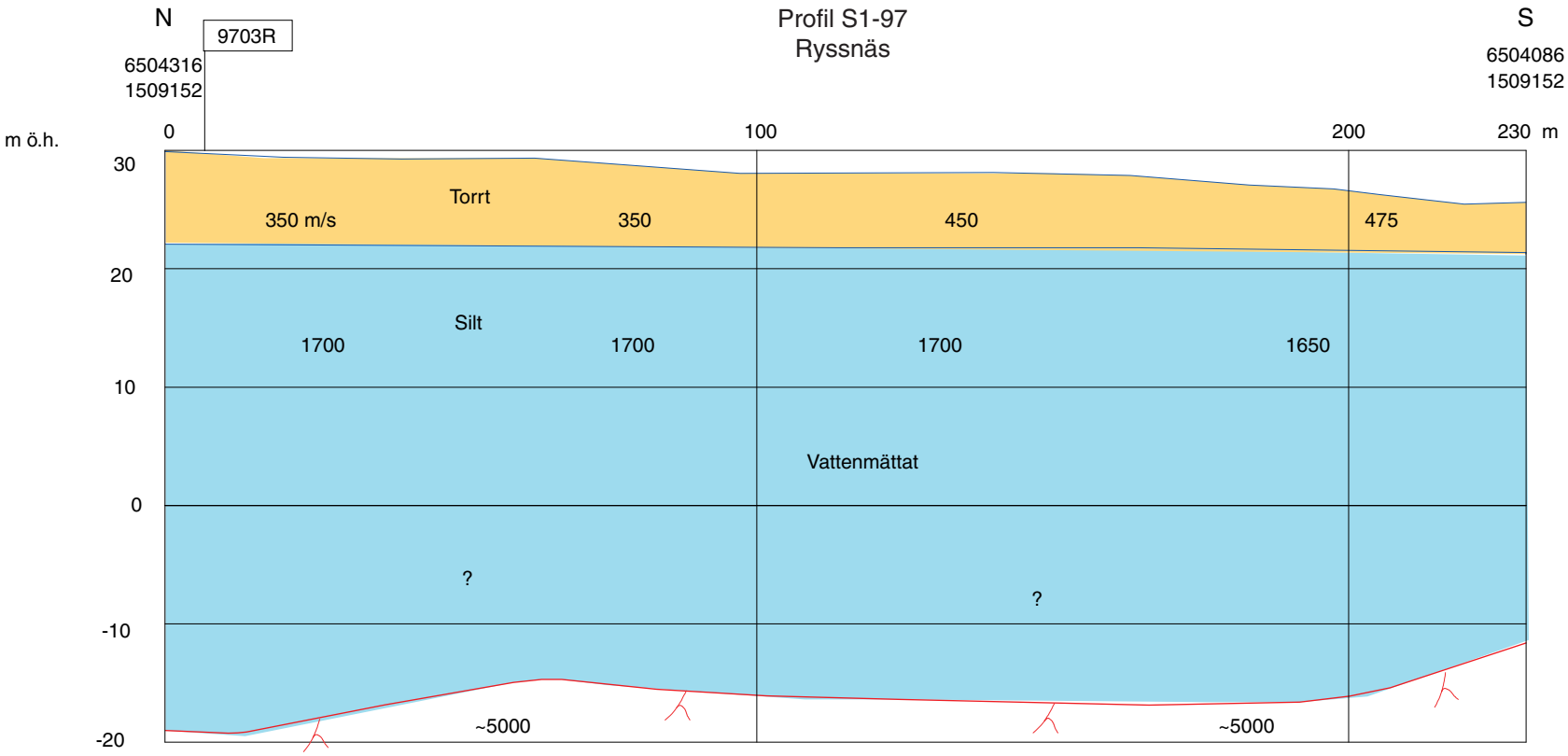
6505624
1520330

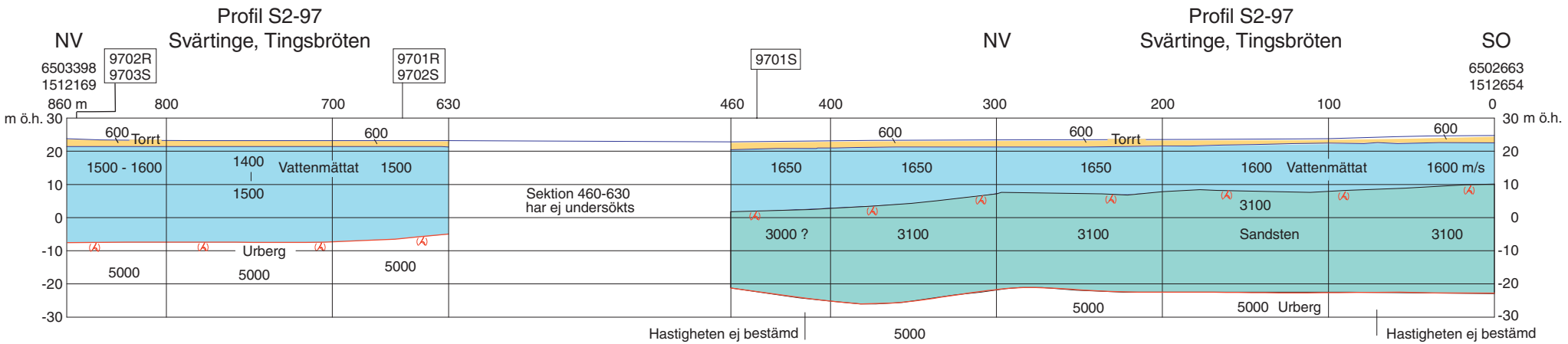


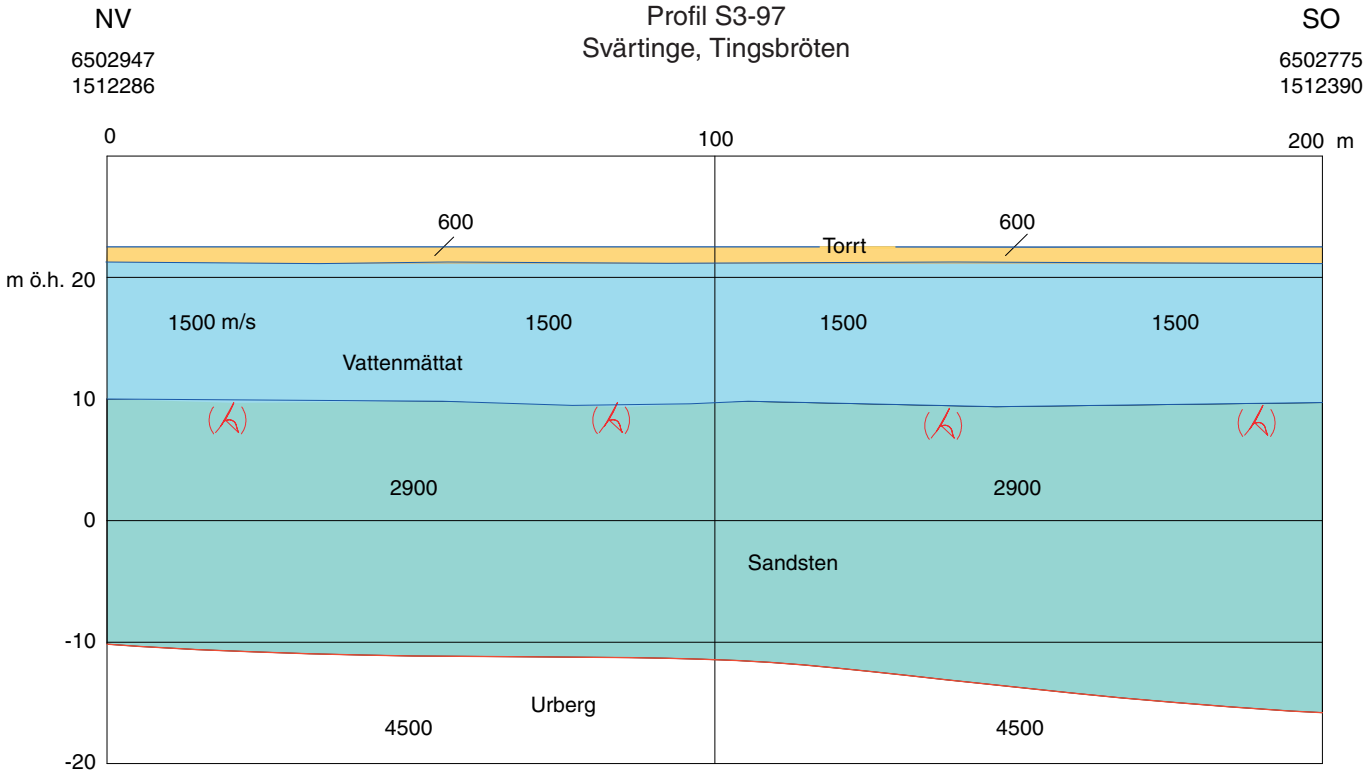

VSV
6505902
1519821
Profil S5-96
Sätra
9605S
ONO
6505999
1520017
0
100
200
220 m
m ö.h. 30
20
10
0
700
Berg
4900 m/s
700
Torrt sand och grus
650
Grund-
vattenyta
Vattenmättat sand och grus
1700
1700
(grundvattenmagasin)
4900
3200

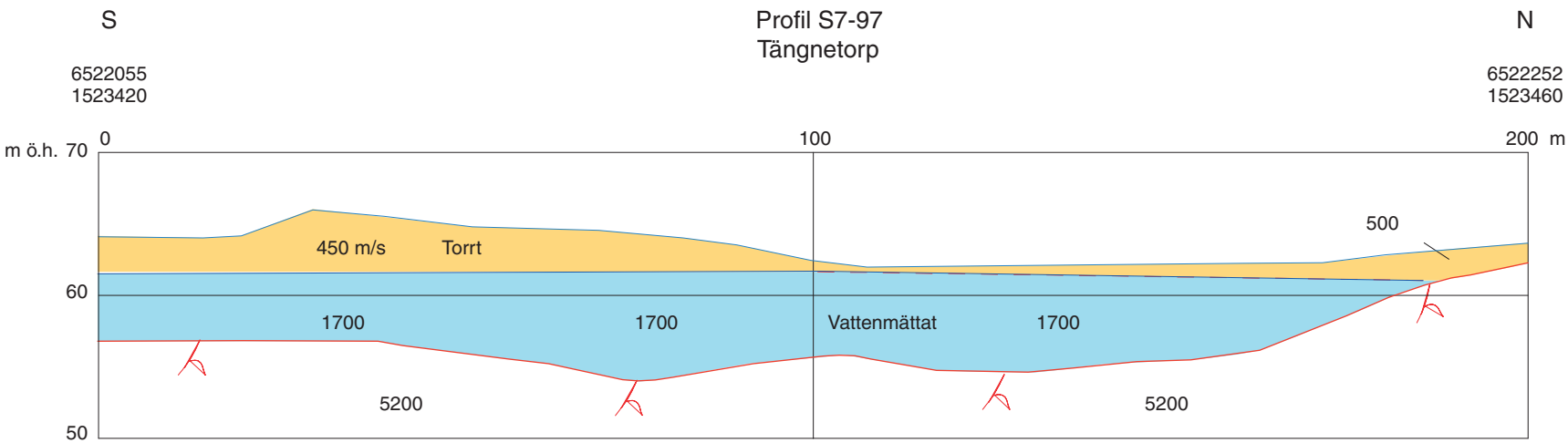

SV
6505018
1520462
Profil S6-96
Åby, Pjältån
NO
6505251
1520784
0
100
200
300
400 m
m ö.h. 10
0
-10
-20
-30
-40
1000
1100
1350
Lera
1350
1400
1500
1500
1500
1800
Silt (ev. med sandiga skikt)
Sand och
grus
5000
3700
Sprickzon
5000
5000
4000


SV
Profil S7-96
Åby, Kuddby
NO
9604S
6504228
1522238
6504385
1522401
0
100
200
230 m
800
Torrt
m ö.h. 10
1650 m/s
1650
Sand med lerinlagring
1700
Vattenmättat
1450
0
5200
5200
-10


N
9703R
6504316
1509152
Profil S1-97
Ryssnäs
S
6504086
1509152
m ö.h.
0
100
200
230 m
30
20
10
0
-10
-20
Torrt
350 m/s
350
450
475
Silt
1700
1700
1700
1650
Vattenmättat
?
?
~5000
~5000


Profil S2-97
Svärtinge, Tingsbröten
NV
SO
6503398
1512169
6502663
1512654
9702R
9703S
9701R
9702S
9701S
860 m
800
700
630
460
400
300
200
100
0
m ö.h.
30
20
10
0
-10
-20
-30
600
Torrt
1500 - 1600
1400
1500
Vattenmättat
1650
1600
1600 m/s
3100
3000 ?
Sandsten
Sektion 460-630
har ej undersökts
Urberg
5000
Hastigheten ej bestämd


NV
6502947
1512286
Profil S3-97
Svärtinge, Tingsbröten
SO
6502775
1512390
0
100
200 m
600
600
Torrt
m ö.h. 20
1500 m/s
1500
1500
1500
Vattenmättat
10
2900
2900
0
Sandsten
-10
Urberg
4500
4500
-20


S
Profil S7-97
Tängnetorp
N
6522055
1523420
6522252
1523460
0
100
200 m
m ö.h. 70
60
50
450 m/s
Torrt
500
1700
1700
Vattenmättat
1700
5200
5200

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, SGU serie An nr 10

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I NORRKÖPINGS KOMMUN

VÄSTRA DELEN

Skala 1:50 000

0 1 2 3 4 5 km

2005

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus huvudsakligen isälvsavlagringar

- 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) Viktigt infiltrationsområde t.h.

Sand- och gruslager under lera

- Grundvattentillgång i sand- och gruslager under jordlager som är täta eller har dålig genomsläpplighet, främst lera. Grundvattentillgång och utttagsmöjligheter enligt färgskalan ovan. Sättningar kan uppstå i leran vid avsäkning av grundvattennivån
- Sammanhängande område med mäktig lera. Vattenförande friktionslager kan förekomma i och under leran. Brunnar i jord kan vara ett alternativ till brunnar i berg. Sättningar kan uppstå i leran vid avsäkning av grundvattennivån

ORGANISKA JORDARTER

- Mosse, kärr, gyttja. Utgör ofta utströmningsområden för grundvattnet

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

Områdena är framtagna genom interpolering av brunnskapacitetsdata ur SGUs brunnsarkiv

Urberg

- Goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 2000–6000 l/h (ca 50–150 m³/d)
- Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)
- Mindre goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 200–600 l/h (ca 5–15 m³/d)
- Liten uttagsmöjlighet. Mediankapacitet < 200 l/h (ca 5 m³/d)

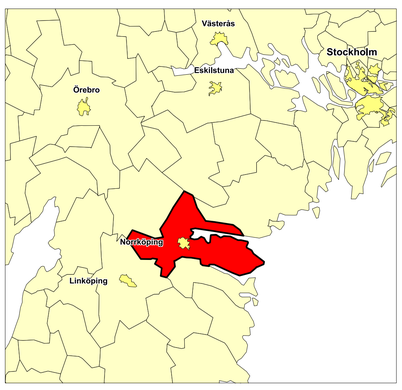
Sandsten

- Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)

ÖVRIGA BETECKNINGAR

- Grundvattnets huvudrörelseriktning
- Källa med flödesriktning, vanligen med ett flöde av > 0.5 l/s
- Observationsrör eller rörbrunn för mätning av grundvattennivå
- Sonderingsborrning
- Kommunal grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger)
- Kommunal grundvattentäkt, reserv
- Y Kommunal ytvattentäkt
- Enskild förordnade grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger)
- Y Enskild förordnade ytvattentäkt
- Enskild brunn i jord (vänster) eller berg (höger) med kapacitet överstigande 6000 l/h (> ca 150 m³/d)
- Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan
- Störrre sprickzon, indikation, troligen med bättre möjlighet till grundvattenuttag än omgivande berggrund
- Skiffrighet med okänd stupning (vänster) resp flack stupning (11–50 grader) (höger)
- Skiffrighet med brant stupning (51–85 grader) (vänster) resp vertikal stupning (86–90 grader) (höger)

Karteringsområde



Karteringen utförd åren 1996-1997 av Carl-Fredrik Müllern

SGU Sveriges geologiska undersökning

Huvudkontor:
Box 670
751 28 UPPSALA
018-17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 81 GÖTEBORG
031-708 26 50
E-post: gbg@sgu.se

Kiliansg 10
223 50 LUND
046-31 17 70
E-post: lund@sgu.se

Skolg 4
930 70 Malå
0953-346 00
E-post: mala@sgu.se

Box 16247
103 24 Stockholm
08-545 215 00
E-post: stockholm@sgu.se

©Sveriges Geologiska Undersökning

Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta.
Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

SGU serie An nr 10 Karta över grundvattentillgångar i Norrköpings kommun

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, SGU serie An nr 10

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I NORRKÖPINGS KOMMUN

ÖSTRA DELEN

Skala 1:50 000

0 1 2 3 4 5 km

2005

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus huvudsakligen isälvsavlagringar

- 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) Viktigt infiltrationsområde t.h.

Sand- och gruslager under lera

- Grundvattentillgång i sand- och gruslager under jordlager som är täta eller har dålig genomsläpplighet, främst lera. Grundvattentillgång och utttagsmöjligheter enligt färgskalan ovan. Sättningar kan uppstå i leran vid avsänkning av grundvattennivån
- Sammanhängande område med mäktig lera. Vattenförande friktionslager kan förekomma i och under leran. Brunnar i jord kan vara ett alternativ till brunnar i berg. Sättningar kan uppstå i leran vid avsänkning av grundvattennivån

ORGANISKA JORDARTER

- Mosse, kärr, gyttja. Utgör ofta utströmningsområden för grundvattnet

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

Områdena är framtagna genom interpolering av brunnskapacitetsdata ur SGUs brunnsarkiv

Urberg

- Goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 2000–6000 l/h (ca 50–150 m³/d)
- Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)
- Mindre goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 200–600 l/h (ca 5–15 m³/d)
- Liten uttagsmöjlighet. Mediankapacitet < 200 l/h (ca 5 m³/d)

Sandsten

- Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/h (ca 15–50 m³/d)

ÖVRIGA BETECKNINGAR

- Grundvattnets huvudrörelseriktning
- Källa med flödesriktning, vanligen med ett flöde av > 0.5 l/s
- Observationsrör eller rörbrunn för mätning av grundvattennivå
- Sonderingsborrning
- Kommunal grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger)
- Kommunal grundvattentäkt, reserv
- Y Kommunal ytvattentäkt
- Enskild förordnade grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger)
- Y Enskild förordnade ytvattentäkt
- Enskild brunn i jord (vänster) eller berg (höger) med kapacitet överstigande 6000 l/h (> ca 150 m³/d)
- Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan
- Störrre sprickzon, indikation, troligen med bättre möjlighet till grundvattenuttag än omgivande berggrund
- Skiffrighet med okänd stupning (vänster) resp flack stupning (11–50 grader) (höger)
- Skiffrighet med brant stupning (51–85 grader) (vänster) resp vertikal stupning (86–90 grader) (höger)

Karteringen utförd åren 1996-1997 av Carl-Fredrik Müllern

SGU Sveriges geologiska undersökning

Huvudkontor:
Box 670
751 28 UPPSALA
018-17 90 00
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 81 GÖTEBORG
031-708 26 50
E-post: gbg@sgu.se

Kiliansg 10
223 50 LUND
046-31 17 70
E-post: lund@sgu.se

Skolg 4
930 70 Malå
0953-346 00
E-post: mala@sgu.se

Box 16247
103 24 Stockholm
08-545 215 00
E-post: stockholm@sgu.se

©Sveriges Geologiska Undersökning

Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

SGU serie An nr 10 Karta över grundvattentillgångar i Norrköpings kommun